



**“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  
HUEHUETÁN, CHIAPAS**

**SUBDIRECCIÓN DE GEOLOGÍA**

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

**Por:**

**Pas. de Ing. Ma. Guadalupe Navarro Villalpando**

**M. en C. Marco Aurelio Zárate Castillo**

**Pas. de Ing. José Antonio Rafael Fernández**

**COORDINACIÓN**

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

**ÍNDICE**

<b>CONTENIDO</b>	<b>Página</b>
<b>RESUMEN</b>	<b>1</b>
<b>1.- GENERALIDADES</b>	<b>2</b>
1.1.- Antecedentes	2
1.2.- Objetivos	3
1.3.- Localización	3
1.4.- Población	6
1.5.- Fisiografía	7
1.6.- Clima y precipitaciones	7
1.7.- Geología	8
1.8.- Edafología	8
1.9.- Hidrografía	9
1.10.- Vegetación y uso de suelo	10
<b>2.-IDENTIFICACIÓN Y ZONIFICACIÓN DE PELIGROS NATURALES</b>	<b>14</b>
2.1.- Peligros geológicos	14
2.1.1.- Peligros por Erosión	15
a).- Erosión hídrica laminar	16
a.1).- Eh0 (Nula)	16
a.2).- Eh1 (Débil)	16
a.3).- Eh2 (Moderada)	17
a.4).- Eh3 (Fuerte)	17
b).- Erosión concentrada	17
b.1).- Ec1 Erosión concentrada asociada a cauces y cañadas	17

---

b.2).- Ec2 Erosión concentrada asociada a cárcavas	18
c).- Erosión antropogénica	18
c.1).- Ea1 Asociada a asentamientos humanos	18
c.2).- Ea2 Asociada a deforestación	18
c.3).- Ea3 Asociada a obras civiles	18
c.4).- Ea4 Asociada a aprovechamiento de recursos geológicos	19
2.1.2.- Peligro por Sismos	25
2.1.3.- Peligro por Actividad Volcánica	29
2.1.3.1.- Peligro volcánico en el municipio	30
2.1.4.- Peligro por deslizamiento de Materiales	32
2.2.- Peligros hidrometeorológicos	46
2.2.1.- Peligro por Inundación	46
2.2.1.1.-Zonificación de peligro por Inundación	74
<b>3.- CONCLUSIONES</b>	<b>113</b>
<b>4.- RECOMENDACIONES</b>	<b>115</b>
<b>5.- BIBLIOGRAFÍA</b>	<b>117</b>
<b>6.- GLOSARIO DE TÉRMINOS</b>	<b>119</b>

## ÍNDICE FIGURAS

1.1.- Ubicación del municipio de Huehuetán.	4
1.2.- Mapa de la zona urbana de Huehuetán junto con Estación Huehuetá.	5
1.3.- Mapa Geológico a nivel municipal.	11
2.1.- Zonificación por tipo de erosión en toda la superficie municipal de Huehuetán.	20
2.2.- Zonas de peligro sísmico de acuerdo a su peligrosidad y regiones del estado de Chiapas. Nótese en rojo las zonas de mayor peligro.	26
2.3.- Mapa de epicentros sísmicos del periodo 1990-2003 y de la Llanura Costera del Pacífico. Nótese que la distribución de los epicentros en la región es escasa, sin embargo, es más densa en la plataforma continental, entre la línea de costa y la Fosa de Tehuantepec.	28
2.4.- Obsérvese la zonificación por actividad volcánica del Tacaná y la ubicación del municipio de Huehuetán.	31
2.5.- Mapa de inundación a nivel municipal.	73
2.6.- Zonificación de peligro por inundación en la mancha urbana de Huehuetán y Estación Huehuetán	75
2.7.- Sección transversal A-A´ al Río Huehuetán	110
2.8.- Sección transversal B-B´ al Río Huehuetán	111
2.9.- Sección transversal C-C´ al Río Huehuetán	112

## ÍNDICE TABLAS

Tabla 1.1.- Datos generales de la precipitación máxima registrada en 24 horas del mes de octubre de 1964 al mes de febrero del 2006.	8
Tabla 2.1.- En el municipio de Huehuetán únicamente tienen tres epicentros registrado.	27

## ÍNDICE FOTOS

2.1.- Zonas con deforestación en áreas serranas del municipio de Huehuetán.	19
2.2.- Zonas con deforestación para uso agrícola en las cercanías del Cantón Villahermosa.	21
2.3.- Zonas con deforestación para uso agrícola en las cercanías del poblado El Tivolí. Nótese las pendientes suaves.	22
2.4.- Zonas con deforestación para uso agrícola en el poblado Coapantes Buena Vista.	22
2.5.- Cultivos de mango sobre pendientes moderadas, ubicadas a la altura del Cantón Nexapa.	23
2.6.- Zonas deforestadas para aprovechamiento agrícola a la altura del poblado de Islamapita. Se observa una topografía plana.	24
2.7.- Zonas deforestadas para aprovechamiento agrícola a la altura del poblado de Islamapita. Se observa una topografía plana.	24
2.8.- Viviendas expuestas a sufrir daños por caída de bloques en el poblado Chamulapita. Obsérvese la ubicación de las mismas.	33
2.9.- Viviendas expuestas a sufrir daños por caída de bloques en el poblado Chamulapita. Nótese el tamaño del bloque y la altura de la ladera.	33
2.10.- Construcción expuesta a colapsarse, debido a la inestabilidad de la ladera. Nótese el escarpe que tiene 4 m de altura.	34
2.11.- Afectación por flujo de detritos, caída de materiales no consolidados y erosión hídrica por escurrimientos formando canalillos sobre el camino que comunica a la población Las Delicias.	35
2.12.- Zonas deforestadas para ampliación de la frontera agrícola en el poblado de Santa Cecilia. Obsérvese la ubicación de la vivienda.	36

- 2.13.-Cantón El Otoño. Nótese la inclinación de los árboles que evidencian el deslizamiento de masas mejor conocido como reptación. 37
- 2.14.-Cantón El Otoño. Obsérvese las zonas deforestadas para uso agrícola. 37
- 2.15.- Rasgos de deslizamiento sobre el camino que conecta al Cantón El otoño con El Tivolí. Obsérvese los escarpes producidos por el deslizamiento 38
- 2.16.- Viviendas en peligro alto por deslizamiento en el poblado Guadalupe. Obsérvese la altura a la que se encuentran ubicadas. 39
- 2.17.- Deslizamiento sobre el camino que comunica al poblado de Tepehuitz con la cabecera municipal. 40
- 2.18.- Vivienda expuesta a peligro alto por deslizamiento, ubicada sobre la 4ª Av. Norte. Nótese la altura. 41
- 2.19.- Viviendas expuestas a peligro alto por deslizamiento, ubicada sobre la 1ª Av. Poniente. Nótese la ubicación de las mismas 41
- 2.20.- Viviendas expuestas a peligro alto por deslizamiento ubicadas en la Col. San Agustín. Nótese la ubicación de las viviendas. 42
- 2.21.- Viviendas expuestas a peligro alto por deslizamiento ubicadas al final de la calle 2ª Poniente. Nótese la ubicación de las viviendas. 43
- 2.22.- Viviendas ubicadas al final de la calle 2ª Poniente expuestas a peligro por deslizamiento de ladera. Nótese la ubicación de las viviendas. 44
- 2.23.- Viviendas ubicadas al final de la calle 4ª av. Norte expuestas a peligro por deslizamiento de ladera. Nótese la ubicación de las viviendas. 44
- 2.24.- Viviendas ubicadas al final de la calle 1ª Av. Poniente expuestas a peligro por deslizamiento de ladera. Nótese la pendiente de la calle. 45
- 2.25.- Arroyo Portillo en el poblado Chamulapita., Obsérvese el tamaño

de los bloques arrastrados por la corriente.	47
2.26.- Arroyo Portillo a la altura del Cantón La Siria., Nótese la ubicación de las viviendas con respecto al cauce.	48
2.27.- Río Chamulapa a la altura del Cantón El Tamarindal. Nótese la ubicación de las construcciones con respecto al espejo de agua.	49
2.28.- Río Chamulapa en las cercanías al poblado Chamulapa. Nótese el grado de peligro de las viviendas ubicadas en el margen izquierdo.	50
2.29.- Río Chamulapa en el poblado del mismo nombre. Obsérvese la amplitud del río sobre su margen derecha y la ubicación de las viviendas.	50
2.30.- Río Chamulapa en el poblado Luís Donald Colosio, Obsérvese las medidas de mitigación que se realizaron en esta zona.	51
2.31.-Unión del Río Chamulapa con el Cuyamiapa. Nótese que el área circundante esta conformado por terrenos planos susceptibles de inundarse.	51
2.32.- Río Chamulapa a la altura del Cantón Cuyamiapa. Obsérvese la erosión fluvial de las márgenes.	53
2.33.-Zona de afectación del desbordamiento del Río Cuyamiapa. Obsérvese la topografía plana.	53
2.34.- Arroyo tributario del Río Cuyamiapa a la altura del poblado Cuntalapa. Nótese la morfología de las márgenes	54
2.36.- Destrucción de puente debido a la fuerza de la corriente del Río Cuyamiapa. Obsérvese los restos de material vegetal producto del arrastre.	55
2.37.- Evidencias de afectación por inundación en el Cantón Alianza para la Producción. Obsérvese las marcas de agua.	56
2.38.- Evidencias .de afectación por inundación en el Cantón Nueva	

Victoria. Obsérvese las marcas de agua en la vivienda.	56
2.39.- Unión de los Ríos Islamapa con el Cuyamiapa. Obsérvese la morfología plana del área.	57
2.40.-Unión de los Ríos Islamapa con el Huixtla. Obsérvese al fondo la unión de ambos ríos y la amplitud del Río Huixtla.	58
2.41.- Margen izquierda del Río Huehuetán, a la entrada de Pueblo Huehuetán. Obsérvese la magnitud de la ampliación, sobres esta margen existían viviendas.	59
2.42.- Bordos de contención sobre las márgenes del Río Huehuetán en las inmediaciones de la cabecera municipal	60
2.43.- Margen izquierda del Río Huehuetán, a la altura del final de la calle 3ª Oriente. Obsérvese los bordos de contención sobre los márgenes.	60
2.44.- Bordos de contención sobre las márgenes del Río Huehuetán en las inmediaciones de la cabecera municipal	61
2.45.- Margen derecha del Río Huehuetán en las afueras de la cabecera municipal	61
2.46.- Margen izquierda del Río Huehuetán sobre la carretera costera. Obsérvese la destrucción parcial del puente por el paso de la corriente.	63
2.47.- Margen derecha del Río Huehuetán sobre la carretera costera. Aquí se localizaba el Barrio Tres Marías	63
2.48.- Margen derecha del Río Huehuetán en las afueras de la cabecera. Obsérvese que la cerca delimita hasta donde llego la crecida del Río	64
2.49.- Margen izquierda del Río Huehuetán a la altura del poblado San José El Amate. Obsérvese la amplitud de la planicie de inundación.	64
2.50.- Poblado San José El Amate. Obsérvese hasta donde llegó el nivel de agua	65

- 2.51.- Poblado Plan de Ayala. Obsérvese hasta donde llegó el nivel de agua en la vivienda 66
- 2.52.- Poblado Plan de Ayala. Obsérvese hasta donde llegó el nivel de agua en la vivienda 67
- 2.53.- Cantón El Otoño, por este camino pasa un arroyo tributario del Río Nexapa. Sobre los lomeríos se ubican las viviendas. 68
- 2.54.- Río Nexapa a la altura del Cantón El Carmen. Nótese la ubicación de las viviendas. 69
- 2.55.- Cantón Nexapa hasta esta zona llegó el límite del agua generada por el desbordamiento del Río. 70
- 2.56.- Cantón Nexapa, arroyo tributario del Río Nexapa. Obsérvese la ubicación de la vivienda. 70
- 2.57.- Cantón Nexapa. Vivienda expuesta a peligro alto por inundación. Nótese las dimensiones del Arroyo. 71
- 2.58.- Unión de los Ríos Nexapa con el Huehuetán. Obsérvese la gran amplitud del cauce producto de esta unión. 72
- 2.59.- Barrio Santo Domingo viviendas expuestas a peligro alto por inundación Obsérvese la ubicación de las viviendas con respecto al arroyo 74
- 2.60.- Calle 9ª Poniente, las viviendas están expuestas a peligro alto por inundación. Obsérvese la pendiente de la calle de enfrente, que continuamente presenta escurrimientos afectando a esta zona 76
- 2.61.- Calle 2ª Norte, las viviendas expuestas a peligro alto por inundación. Obsérvese la cercanía de las viviendas con el arroyo. 77
- 62.- Arroyo ubicado en la calle 3ª Poniente. Nótese la ubicación de los muros de las viviendas. 78
- 2.63.- Arroyo ubicado sobre la calle 2ª Poniente. Nótese la presencia de

basura sobre el arroyo	79
2.64.- Arroyo ubicado sobre la calle 5ª Oriente. Nótese la ubicación de la vivienda	80
2.65.- Arroyo ubicado sobre la calle 1ª Oriente. Nótese los desechos sobre el arroyo	81
2.66.- Arroyo ubicado sobre la calle 2ª Poniente. Nótese la ubicación de las viviendas	82
2.67.- Unión de los dos arroyos en la cabecera municipal. Obsérvese la diferencia de altura de las márgenes.	83
2.68.- Arroyo formado por la unión de los dos arroyos que pasan por la cabecera. Nótese la ampliación del arroyo y la ubicación de las viviendas.	83
2.69.- Vivienda ubicada sobre la margen derecha destruida por el paso de la corriente. Nótese el grado de afectación	84
2.70.- Destrucción de puente por el paso de la corriente del río Huehuetán. Nótese el grado de afectación	85
2.71.- Viviendas ubicadas sobre la calle 9ª Oriente. Nótese las marcas en la pared	86
2.72.- Destrucción de la Escuela Primaria Miguel Hidalgo, ubicada sobre la margen derecha del río Huehuetán. Obsérvese el grado de afectación.	87
2.73.- Destrucción de bardas sobre la 3ª Av. Norte por el paso de la corriente.	88
2.74.- Calle 1ª Oriente hasta aquí llegó la creciente. Obsérvese la pendiente de la calle	89
2.75.- Vivienda ubicada sobre la margen derecha del río. Obsérvese el tamaño de los bloques que se utilizan para la construcción de los bordos de contención.	90

2.76.- Viviendas ubicadas sobre la margen derecha del río. Obsérvese la distancia con el cauce.	91
2.77.- Calle Central Oriente. Obsérvese la pendiente de la calle.	92
2.78.- Unión de los ríos Huehuetán y Nexapa	93
2.79.- Col. Fovisste Guadalupe, calle Donasio Marroquín. El nivel de agua en esta zona de fue de 40 cm. Obsérvese la ubicación del cauce del río.	94
2.81.-Barrio Tres Marías, ubicado sobre la margen izquierda del río Huehuetán. Obsérvese la ubicación de las viviendas.	94
2.82.- Calle Guadalupe Victoria. Obsérvese hasta donde llegó la creciente	95
2.83.- Daños en un puente vehicular por el paso de la corriente. Obsérvese la inclinación del puente.	96
2.84.- Puente dañado por la creciente del río. Nótese la altura de este con respecto al espejo de agua.	96
2.85.- Terrenos pertenecientes al Cantón Texpuyo sobre margen izquierda del río, aquí existían 30 viviendas que fueron arrasadas por la creciente.	97
2.86.- Obras de mitigación sobre las márgenes del río Huehuetán. Nótese la ubicación de las viviendas.	97
2.87.-Grietas en las viviendas ubicadas en el Barrio Santa Fe.	98
2.88.-Viviendas semi-sepultadas en el Barrio Santa Fe. Ubicadas sobre el margen derecho del Río Huehuetán	99
2.89.-Familias que habitan viviendas en ruinas sobre la margen derecha del Río Huehuetán. Obsérvese la distancia de las viviendas con respecto al cauce.	99
2.90.- Viviendas dañadas por asentamiento del terreno en la calle Javier Mina, obsérvese la ubicación del cauce del río.	100

2.91.-Viviendas pertenecientes al Barrio Guadalupe ubicadas sobre la margen derecha del Río Huehuetán. Obsérvese la ubicación de las mismas.	101
2.92.- Arroyo que cruza la calle Francisco I. Madero. Nótese hasta donde llego el agua.	101
2.93.- Arroyo que cruza la calle Emiliano Zapata. Nótese la ubicación de las viviendas.	102
2.94.- Obra civil (Puente) sobre el arroyo en la Av. Panamericana.	103
2.95.- Vivienda ubicada sobre la Av. Panamericana. Nótese la ubicación de la vivienda sobre el arroyo	103
2.96.- Desembocadura del arroyo en el Río Huehuetán	104
2.97.- Viviendas ubicadas sobre el arroyo al final de la calle Morelos cercano al Río Huehuetán. Nótese la ubicación de las viviendas.	105
2.98.- Canal de riego ubicado en la 2ª Privada de Galeana. Nótese las dimensiones de este.	106
2.99.- Canal de riego ubicado en la calle de Guerrero. Nótese la ubicación de la vivienda	107
2.100.- Canal de riego ubicado en la calle de Morelos. Nótese la ubicación del canal de riego	108
2.101.- Calle 5 de Mayo. Obsérvese la topografía plana de las calles	109

## RESUMEN

El municipio de Huehuetán, se localiza en los límites de la Región Sierra Madre de Chiapas y la Llanura Costera del Pacífico y a un costado de los valles fluviales de los Ríos Huehutan y Nexapa. De igual forma, la erosión, la presencia de escurrimientos y la intensa deforestación, han sido factores coadyuvantes para atenuar la probabilidad de ocurrencia de estos peligros naturales.

Una de las fallas principales que atraviesa el municipio, es el sistema regional Motagua-Polochic, que genera inestabilidad de ladera.

La porción NE-SE del municipio de Huehuetán norte del municipio presenta inestabilidad de laderas en las poblaciones Chamulapita, Cantón La Florida, Las Delicias, Santa Cecilia, El Tivolí, Tepehuitz; a nivel cabecera se identificaron zonas aisladas ubicadas en la parte SW-NW, uno de ellos ubicado sobre la 4ª Av. Norte zonas y el otro punto ubicado sobre la calle 1ª Poniente, La Colonia San Agustín en donde se observaron varias expuestas a sufrir por deslizamientos.

Para el municipio de Huehuetán, el peligro volcánico que representa el Volcán Tacaná por emisión de cenizas es bajo estando en función de la dirección del viento. La ciudad de Huehuetán se localiza a 31 Km. en línea recta al SW del volcán con una dirección de vientos favorables hacia el sur, el espesor de cenizas en el extremo oriente puede ser de 0 a 9.8 cm; con una dirección de vientos hacia el poniente, el daño puede ser más amplio, ya que afectaría casi a todo el municipio con un espesor de cenizas de 0 a 9.8 cm estando dentro de este radio de afectación la cabecera municipal. Con la posibilidad de un evento volcánico con una columna eruptiva de 40 Km. con una dirección de vientos favorables al norte, la porción centro y oriente del municipio registrarían un espesor de cenizas de 0 a 4.2 cm y la porción noreste de 9.44 cm; si la dirección de vientos es favorable hacia el sur, la porción oriente puede ser la más afectada ya que es probable que se registre un espesor de ceniza de 14.16 cm, la zona centro de 9.44 cm y en la zona poniente de 4.72 cm; con una dirección de vientos al poniente, la zona NE-W puede registrar espesores de ceniza de 18.89 cm, incluyendo a la cabecera municipal, con un espesor de 14.16 cm se ve expuesta la porción centro y poniente del municipio. En conclusión, la columna eruptiva de 40 Km. de altura y con vientos preferenciales hacia el oeste es la que puede causar más problemas a la población y al territorio.

## **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 Huehuetán, 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 Huehuetán”**.

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 Huehuetán.

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**

La cabecera municipal de Huehuetán, se localiza en la región socio-económica Costa de Chiapas, entre las coordenadas 15°01' latitud norte y 92°23' longitud oeste; su altitud es de 50 m.s.n.m. La extensión territorial del municipio es de 300.141 Km<sup>2</sup>. Limita al norte con el municipio de Tuzantán, al oriente con Tapachula, al sur con Mazatán y al poniente con Huixtla (Figuras No. 1.1. y 1.2).

*Figura 1.1.- Ubicación del municipio de Huehuetán.*

*Figura 1.2.- Mapa de la zona urbana de Huehuetán junto con Estación Huehuetá.*

## **1.4.- Población**

El municipio se clasifica dentro de un índice de marginación alto (CONAPO, 2000). La población total del municipio es de 31,464 habitantes, representa 4.74% de la regional y 0.80% de la estatal; el 49.57% son hombres y 50.43% mujeres. Su estructura es predominantemente joven, 66% de sus habitantes son menores de 30 años y la edad media es de 19 años. La población total del municipio se distribuye de la siguiente manera: 38.87% vive en dos localidades urbanas, mientras que el 61.13% restante reside en 97 localidades rurales. De las 99 localidades que comprenden el municipio, 49 tienen de 1 a 49 habitantes, 10 localidades comprendidas por 50 a 99 habitantes, 27 localidades tienen de 100 a 499 habitantes, 8 de 500 a 999, 3 de 1000 a 1999 y 2 localidades consideradas las zonas urbanas, poseen un número de habitantes comprendido de 5000 a 9999.

La fragilidad de la vivienda se clasifica de la siguiente forma; existen 6468 viviendas habitadas en el municipio; de las cuales, 5546 disponen de energía eléctrica, 2519 de agua entubada, 3644 de drenaje. Los materiales de construcción predominantes en los pisos de las viviendas son: 56.78% de cemento y firme y 41.02% de tierra; las paredes son 56.24% de tabique y 22.04% de madera; en techos 77.24% son de lámina de asbesto y el 6.44 de losa de concreto.

Las fuentes de abastecimiento de agua con las que cuenta el municipio son 86; de las cuales, 3 son pozos profundos, 29 manantiales y 54 por otros (como son ríos, arroyos, norias, etc.). El volumen promedio diario de extracción es de 970 m<sup>3</sup> del pozo profundo, 238 m<sup>3</sup> del manantial y 1466 m<sup>3</sup> de otros.

En el ámbito de la salud, de la población total el 80% es no derechohabiente. De la población derechohabiente, el 51% pertenece al IMSS, el 41% al ISSSTE, el 2.5% a PEMEX, Defensa o Marina; el 6% a otra institución y el 0.82% no está especificado. Existen 9 unidades médicas dentro del municipio, únicamente de consulta externa y corresponden a 7 IMSS oportunidades, 1 del SSA y 1 del IDH. Esta información fue obtenida del Anuario Estadístico de Chiapas publicado por el INEGI, edición 2005, con el fin de conocer a grandes rasgos la infraestructura con la que cuenta el municipio y sea de utilidad en caso de emergencia.

### **1.5.- Fisiografía**

El municipio de Huehuetán, se localiza en los límites de la Región Sierra Madre de Chiapas y la Llanura Costera del Pacífico. Hacia la porción oriente del municipio se tiene un relieve con pendientes de suaves a fuertes que corresponde a la zona de transición entre ambas regiones, la zona de mayor elevación se localiza en una pequeña porción hacia el NE donde existen elevaciones mayores a 553 m.s.n.m y menores de 900 m.s.n.m. Dentro del municipio predominan las pendientes que van de 0° a 10°, principalmente dentro de Planicie Costera y en menor proporción en la Región Sierra, zona donde se ubica la cabecera municipal de Huehuetán en terreno con pendientes de 0 a 10°; hacia ambos extremos de la población se pueden apreciar pendientes mayores de 10° y una zona de escarpes al margen izquierdo del río Huehuetán a la altura de la ciudad, el cual delimita el margen izquierdo del río.

### **1.6.- Clima y precipitaciones**

En la porción centro y poniente del municipio se presenta un rango de precipitación promedio entre los 1,500 a 2,500 mm anuales, que corresponde a la región de la Planicie Costera; en la zona de transición entre ambas regiones y la porción oriente dentro de la región Sierra, se tiene un rango de precipitación comprendido entre los 2,500 a 4,000 mm, según la clasificación de Köeppen el clima en el municipio es cálido húmedo con lluvias en verano.

Dentro del municipio de Huehuetán se obtuvieron datos hidrometeorológicos de la estación número 7075 (coordenadas en X= 564475, Y= 1658659), la precipitación máxima registrada en 24 horas fue en el mes de octubre de 2005 que corresponde a 311 mm; sin embargo, no es la total ya que fue el último dato que se obtuvo antes de ser evacuados. Se tiene conocimiento de dos estaciones más dentro del municipio, la No. 7234 y la No. 7340, pero no se tienen datos de estas.

Del mes de octubre de 1964 al mes de febrero del 2006, en la siguiente tabla se muestran los datos generales de la precipitación máxima registrada en 24 horas.

**Tabla 1.1.- Datos generales de la precipitación máxima registrada en 24 horas del mes de octubre de 1964 al mes de febrero del 2006.**

MES	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
<b>Mínimo</b>	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	26.8	25.2	16.5	40.4	20.2	1.8	0.0
<b>Máxima</b>	20.0	41.0	115.0	71.6	123.0	137.0	166.0	188.2	239.0	311.0	138.0	40.0
<b>Medio</b>	2.0	5.6	13.4	25.4	61.0	79.9	76.9	74.5	99.8	74.3	36.1	7.5
<b>Des. Est.</b>	4.2	10.0	22.1	22.3	24.9	29.2	29.8	31.9	48.5	49.0	31.8	11.4

Fuente: Comisión Nacional del Agua

Según antecedentes históricos, en el año 1800, una fuerte creciente del río Huehuetán semi-destruyó el pueblo arruinándolo.

### **1.7.-Geología**

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

La geología del municipio, en las partes altas esta representada por afloramientos de granodioritas del Macizo de Chiapas. El Terciario se caracteriza por los depósitos de lahar y derrames andesíticos que se encuentran como remanentes en las faldas de los volcanes. Los depósitos continentales Cuaternarios están representados por aluvión que afloran en una franja paralela a la línea de costa, depósitos palustres que se localizan en toda la planicie costera, depósitos lacustres que ocurren como afloramientos aislados y litoral que esta presente a lo largo de la línea de costa. La distribución de las rocas antes descritas, se presenta en la figura 1.3

La geología del municipio de Huehuetán está representada hacia la región Sierra por rocas ígneas intrusivas del Terciario Mioceno que corresponden a una granodiorita (TmGd) y en menor proporción por depósitos de Lahar y derrames andesíticos del Terciario Plioceno (Tpl Lh-A), los cuales sobreyacen a la granodiorita. En la Planicie Costera el material geológico predominante son depósitos continentales cuaternarios representados por aluvión (Qhoal) que afloran en la porción centro y poniente del municipio, además de depósitos lacustres (Qhola) compuestos de sedimentos finos que constituyen una pequeña porción de la Pampa La Cantileña, zona en donde desemboca el río Huehuetán.

*Figura 1.3.- Mapa Geológico a nivel municipal.*

## **1.8.- Edafología**

Los suelos predominantes dentro del municipio corresponden al tipo Cambisol, los cuales se distribuyen en una superficie de 124.619 Km<sup>2</sup> y cubren depósitos cuaternarios del tipo aluvi3n; los suelos del tipo Acrisol se localizan dentro de la regi3n Sierra Madre de Chiapas, en zonas de pendientes de moderadas a fuertes y sobre rocas 3gneas, cubren una superficie de 115.977 Km<sup>2</sup>. Los suelos del tipo Feozem dentro de la Regi3n Sierra constituyen las planicies de inundaci3n del r3o Huehuetán y Nexapa, y sobre 3stos están construidas las principales localidades; tambi3n se localizan en la planicie costera. Existe otro tipo de suelo denominado Solonchak, el cual se ubica en la zona lacustre del municipio y cubre una superficie de 29.630 Km<sup>2</sup>.

## **1.9.- Hidrograf3a**

Los principales r3os que cruzan por el municipio de Huehuetán es el Islamapa que se intersecta con el r3o Huixtla 12.5 Km. al poniente de la cabecera municipal, este 3ltimo vierte sus aguas en la Pampa La Cantileña, otros r3os que se unen al Huixtla es el Cuyamiapa y Chulamiapa; por lo que, la porci3n norte del municipio se localiza dentro de la Cuenca del R3o Huixtla. La porci3n sur se encuentra dentro de la Cuenca del R3o Suchiate; sobre esta zona, atraviesa el municipio el R3o Huehuetán que hidrol3gicamente es de 5 orden, con direcci3n NE – SW, a 1.6 Km. al sur de la poblaci3n este se intersecta con el R3o Nexapa continuando su curso con el nombre de r3o Huehuetán, el cual tambi3n vierte sus agua en la Pampa La Cantileña a 17.5 Km. al SW de Pueblo Huehuetán.

La superficie de las cuencas de los r3os principales que afectan a la cabecera municipal son de 183 km<sup>2</sup> la del R3o Huehuetán. Mientras que la superficie de la cuenca del R3o Nexapa es de 131 km<sup>2</sup>, la uni3n de estos r3os afecto principalmente a Estaci3n Huehuetán, es decir que en conjunto la cuenca de estos dos r3os ocupa un 3rea de 314 km<sup>2</sup>.

## **1.10.- Vegetaci3n y uso de suelo**

Seg3n el inventario forestal de Chiapas a3o 2000, para el municipio de Huehuetán se registr3 un 3rea de pastizal inducido de 169.95 Km<sup>2</sup>, 99.4 Km<sup>2</sup> de agricultura de temporal, 23.836 Km<sup>2</sup> de popal, 3.703 Km<sup>2</sup> de agricultura de riego y 1.036 Km<sup>2</sup> de selva alta perennifolia. El municipio ha sufrido una intensa alteraci3n de su cubierta natural para el desarrollo de actividades

agrícolas ya que su morfología predominantemente es de suaves a nulas pendientes y hacia la región Sierra de lomeríos. Según el Anuario Estadístico de INEGI 2005 se obtuvieron datos de la actividad agrícola del municipio de Huehuetán durante el año 2003/04. La superficie sembrada fue de 2,080 hectáreas, una superficie cosechada de 1,880 ha, un volumen en toneladas de 2,878; siendo 90 ha de tabaco, 2,903.8 ha de café, 15,049 ha de pastos, 958.8 ha de caña de azúcar, 1,819 ha de plátano, 793.9 ha de mango, 2,839 ha de cacao, 391 ha de palma de aceite, 37.5 ha de hule hevea, 50 ha de papaya maradol, 27 ha de aguacate. En comparación al año agrícola 2002/03 se observó que la superficie sembrada se amplió 35.3 ha (0.353 Km<sup>2</sup>), la superficie cosechada por lo tanto tuvo un aumento de 324.9 ha (3.249 Km<sup>2</sup>) y el volumen de producción incrementó a 3034.9 toneladas.

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

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

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

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

- Geológicos
- Hidrometeorológicos

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

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

### **2.1.- Peligros geológicos**

Los peligros geológicos más importantes detectados en la zona urbana y municipio de Huehuetán, corresponden a peligros por inundación y en mucho menor grado peligro por deslizamientos de rocas y material no consolidado. La ciudad de Huehuetán se localiza en el área de transición del valle fluvial del Río Huehuetán y la Planicie Costera de Chiapas. La cabecera municipal se encuentra en terrenos geológicamente conformados por depósitos continentales cuaternarios (aluvión) que afloran en forma paralela a la línea de

costa presentando topografía semi-plana. La mancha urbana de la ciudad de Huehuetán se encuentra en terrenos conformados por pendientes diferenciales que van desde los 5° hasta los 15°, esto es en la porción norte del poblado, en donde se podrían presentar algunos problemas por inestabilidad de laderas en bajo grado, que aunque en la verificación de campo no se observaron evidencias de movimiento de material. Con respecto a Estación Huehuetán la mancha urbana de este poblado se asienta sobre terrenos planos en áreas naturales de inundación, por tal motivo es muy susceptible de sufrir inundaciones, tal como se manifestó en octubre del 2005, en donde la zona ubicada en la margen derecha del Río Huehuetán causó estragos en barrios y colonias de dicho poblado.

### **2.1.1.- Peligro por erosión**

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

- Deforestación intensa (Fotografía No.2.1)
- 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 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.

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

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

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

poblaciones o vías de comunicación. Se distribuye sensiblemente E-W, cubre principalmente la zona de cambios de pendiente.

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

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

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

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

**b.2).- Erosión asociada a cárcavas (Ec2).** Son las que con poca captación de los suelos y debido a la fragilidad de este producen surcos o canales las cuales,

con el tiempo o nuevas precipitaciones fluviales crecen hasta formar barrancos o cañadas profundas, se presentan en pendientes mayores a 16°. Se refiere a una erosión rápida en todos los sentidos en rocas deleznable o depósitos de sedimentos poco consolidados, sumamente alterados o suelos residuales, donde la lluvia remueve las partículas con relativa facilidad. En el área en estudio estas cárcavas son escasas y de origen antrópico.

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

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

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

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

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

**c.4).- Erosión por aprovechamiento de recursos Geológicos (Ea4).**- Se origina por el aprovechamiento de los recursos naturales, en la explotación de

algún yacimiento mineral o banco de materiales, así como en el beneficio del suelo para alguna actividad agrícola o ganadera.



***Fotografía 2.1.- Zonas con deforestación en áreas serranas del municipio de Huehuetán.***

Durante de la verificación de campo se identificaron 4 tipos de erosión dentro de la superficie municipal de Huehuetán incluyendo la de tipo antrópica, su distribución se detallara en los siguientes párrafos, es importante puntualizar que no se hicieron estaciones de verificación por de erosión propiamente. La zonificación de dicho nivel de peligro, se elaboro con la ayuda de imágenes de satélite, vuelos de reconocimiento en helicóptero y con puntos de verificación de inundación e inestabilidad de laderas que en combinación ayudaron a zonificar los diferentes tipos de erosión presentes en el municipio (Figura No. 2.1).

***Figura 2.1.- Zonificación por tipo de erosión en toda la superficie municipal de Huehuetán.***

En la porción NE del municipio se identifico como tipo predominante la erosión concentrada asociada a cauces y a cañadas (Ec1), ya que presenta pendientes mayores de  $16^\circ$ , surcada por pequeños arroyos que alimentan los ríos principales. En el Cantón Villahermosa (Fotografía No. 2.2) se observa durante el recorrido de campo zonas deforestadas para uso agrícola. Con la alteración de la cobertura natural además de acelerar el movimiento normal de sedimentos favorece a que se presente un considerable incremento tanto en el aporte de sólidos como en el escurrimiento, repercutiendo de manera considerable en los efectos generados por el desbordamiento de los ríos.



*Fotografía 2.2.- Zonas con deforestación para uso agrícola en las cercanías del Cantón Villahermosa.*

En la porción SE el tipo predominante es la erosión hídrica moderada (Eh2), que aunque presenta zonas deforestadas debido a la intensa actividad agrícola, esta favorece a la desaparición de la capa superficial del suelo, permitiendo una erosión mas profunda y de forma mas acelerada. Durante el reconocimiento de vuelo a la altura del Cantón El Tivoli (Fotografía No. 2.3), se aprecian zonas deforestadas para uso agrícola, principalmente para cultivo de mango, presentando pendientes que fluctúan entre los  $4$  y  $8^\circ$ . Lo mismo se observó en el poblado Coapantes Buena Vista (Fotografía No. 2.4)



***Fotografía 2.3.- Zonas con deforestación para uso agrícola en las cercanías del poblado El Tivoli. Nótese las pendientes suaves.***



***Fotografía 2.4.- Zonas con deforestación para uso agrícola en el poblado Coapantes Buena Vista.***

Alrededor del Cantón Nexapa se identificaron zonas deforestadas en donde comienzan las zonas altas del municipio (Fotografía 2.5) en donde las pendientes son de forma moderada. En general el municipio de Huehuetán esta expuesto a erosión debido en gran medida a la gran deforestación para aprovechamiento agrícola. El cambio del uso del suelo, como por ejemplo la conversión de suelos forestales en suelos agrícolas, provoca un incremento en los procesos erosivos, sobre todo si no se implementan medidas de control para la conservación del suelo y la reforestación.



*Fotografía 2.5.- Cultivos de mango sobre pendientes moderadas, ubicadas a la altura del Cantón Nexapa.*

Un suelo desprovisto de vegetación no está cohesionado. Las raíces de las plantas sujetan el suelo que se encuentra a su alrededor. Cuando un suelo pierde la mayor parte de sus plantas como por ejemplo una tala abusiva o por el sobrepastoreo, beneficia a que las tasas de erosión se incrementen.

En conclusión la erosión que predomina dentro de la superficie municipal es la que corresponde al tipo Eh1 (Erosión hídrica de grado bajo) que se extiende por toda las porciones NW, SW y centro del municipio, esta zona esta conformada en su totalidad por terrenos para aprovechamiento agrícola (Fotografía 2.6 y 2.7)



*Fotografía 2.6.- Zonas deforestadas para aprovechamiento agrícola a la altura del poblado de Islamapita. Se observa una topografía plana.*



*Fotografía 2.7.- Zonas deforestadas para aprovechamiento agrícola a la altura del poblado de Islamapita. Se observa una topografía plana.*

### **2.1.2.- Peligro por sismos**

Los sismos se clasifican de acuerdo con la profundidad, intensidad y magnitud. La profundidad determina si el sismo fue superficial o profundo; la intensidad, es la medición del fenómeno de acuerdo con la percepción de la población y es medida por la escala de Mercalli; la magnitud, es determinada también en grados, pero de acuerdo con la cantidad de energía liberada y que es cuantificada por un sismógrafo en grados Richter (CENAPRED, 2001, CENAPRED, 2004). El municipio de Huehuetán se encuentra dentro de una zonificación de peligro sísmico, denominada “D” que se caracteriza por presentar un gran número de sismos y una aceleración en el terreno mayor de 70% de la gravedad, por lo que de acuerdo a la zonificación realizada por la Comisión Federal de Electricidad (CFE, 1993), el municipio se encuentra en una zona de peligro alto. Se han integrado los sismos publicados por el Servicio Sismológico Nacional (SSN, 1990 - 2003), comprendido en el año 1990 al 2003, por lo cual se tiene el registro de la disipación de la energía sísmica dentro del municipio (Figura 2.2). Los sismos en la región de la Planicie Costera se generan principalmente en la zona de la Fosa de Tehuantepec y en la región de la Plataforma Continental, por lo que la energía sísmica se propaga desde las rocas ígneas de la Corteza Oceánica hacia los sedimentos y rocas deformadas de la región de la Plataforma Continental.

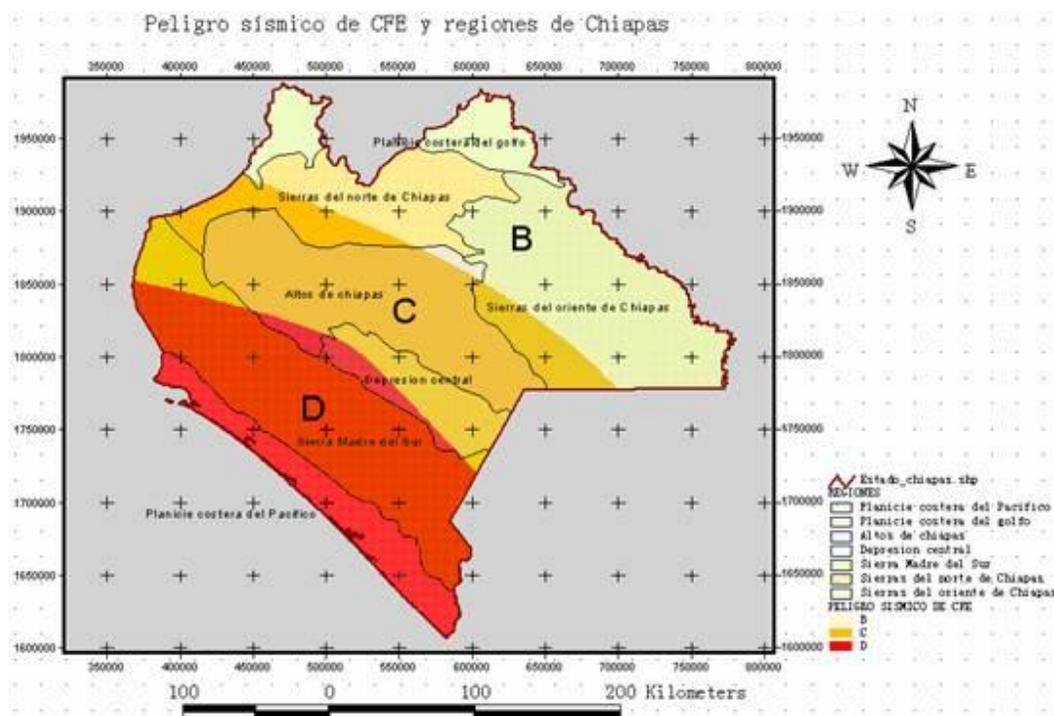


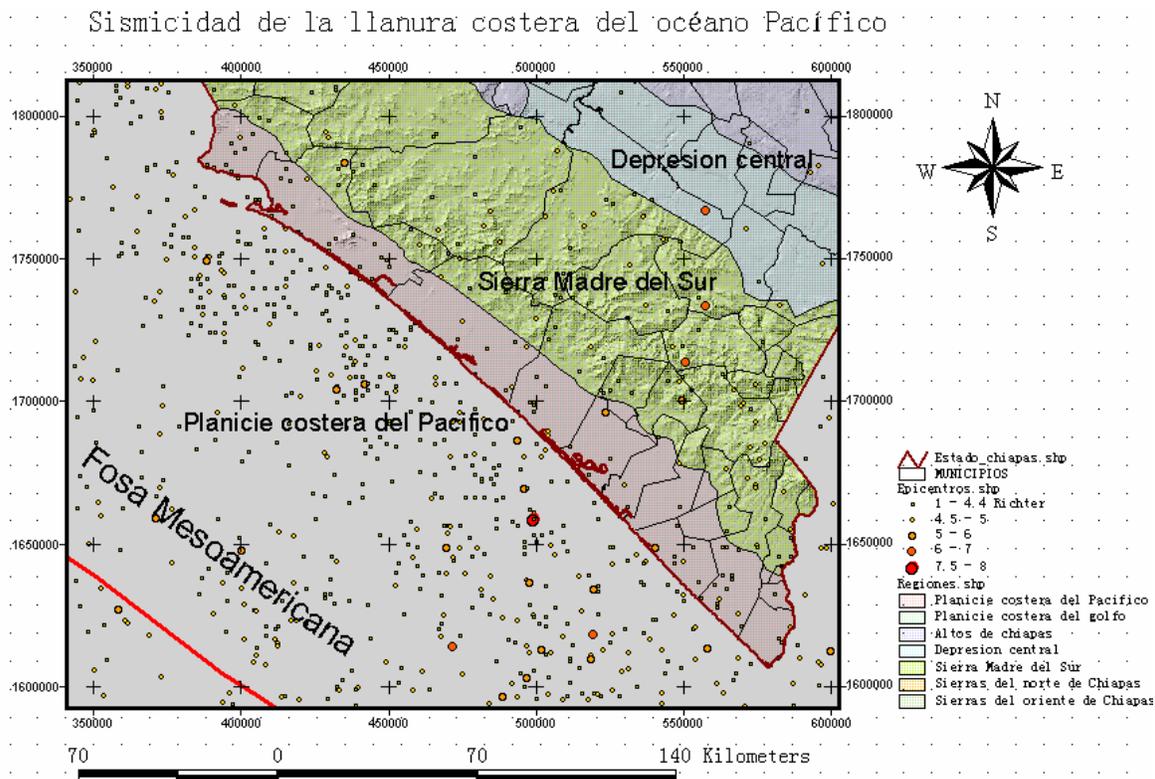
Figura 2.2.- Zonas de peligro sísmico de acuerdo a su peligrosidad y regiones del estado de Chiapas. Nótese en rojo las zonas de mayor peligro.

**Tabla 2.1.- En el municipio de Huehuetán únicamente tienen tres epicentros registrado.**

LONGITUD	LATITUD	MAGNITUD	PROFUNDIDAD	FOCO	INTENSIDAD	FECHA	HORA	PLACA	AÑO	DISTANCIA
-92.3600	15.0400	4.4	100	-100	4	14/V/98	22:48:54	Caribe	1998	143
-92.3700	14.9600	4.3	88	-88	4	19/III/01	05:08:15	Caribe	2001	135
-92.5300	14.9800	4.0	116	-116	3	02/XI/01	18:34:23	Caribe	2001	128

En los municipios con los cuales colinda se han registrado sismos de magnitud de 3.8 a 5 grados en la escala de Richter siendo poco frecuentes. Son sismos que según su magnitud a menudo se sienten pero ocasionan daños menores (Figura No. 2.3).

El municipio de Huehuetán se localiza en una zona con intensidad VI en la escala de Mercalli, lo que representa que los movimientos sísmicos son sentidos por todos. No se han registrado problemas a la población a causa de movimientos sísmicos; sin embargo, por las características del suelo constituido por material poco consistente y con alto contenidos de materiales expansivos (arcillas), un sismo de gran intensidad puede provocar graves daños a la población.



**Figura 2.3.- Mapa de epicentros sísmicos del periodo 1990-2003 y de la Llanura Costera del Pacífico. Nótese que la distribución de los epicentros en la región es escasa, sin embargo, es más densa en la plataforma continental, entre la línea de costa y la Fosa de Tehuantepec.**

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

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

Para valorar los riesgos que tiene la lluvia de ceniza en la salud de las personas son importantes cinco factores: la concentración total de las partículas suspendidas que viajan por el aire; el tamaño de las partículas; la frecuencia y duración de la exposición; factores adicionales como enfermedades preexistentes de las vías respiratorias y la presencia de sílice cristalino ( $\text{SiO}_2$ ) en las cenizas. Los cristales de sílice que viajan por el aire y que tienen tamaño “respirable”, es decir, menos de 10  $\mu\text{m}$  de diámetro por partícula cuando penetran al alveolo pulmonar pueden irritar las vías respiratorias y ocasionar síntomas de obstrucción en ellas. Dado que las cenizas volcánicas pueden contener cristales de silicio de tamaño “respirable” esto es de algún interés tanto en problemas agudos como de largo plazo para las poblaciones expuestas a cenizas. Las partículas de ceniza pueden penetrar en los ojos como “cuerpos extraños” y causar abrasiones de la córnea o conjuntivitis. La actividad volcánica puede acarrear efectos adversos a la ganadería y a la agricultura, tanto a las que se encuentran próximas al cono volcánico, como a las situadas a grandes distancias. Las cenizas pueden afectar al ganado de varias formas; por acción física directa que produce la

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

### **2.1.3.1.- Peligro volcánico en el municipio**

Para el municipio de Huehuetán, el peligro volcánico que representa el Volcán Tacaná por emisión de cenizas es cartografiado como medio estando en función de la dirección del viento. La ciudad de Huehuetán se localiza a 31 Km. en línea recta al SW del volcán, además, al noreste de la población existen dos volcanes antiguos, El Cerro El Boquerón con una altitud de 2,000 m.s.n.m y el Cerro Chimborazo con una altitud de 1,900 m.s.n.m. Se desconoce cuando fue la última actividad de estos volcanes; probablemente, los depósitos de lahares que se encuentran en la zona oriente del municipio dentro de la región Sierra sean resultado de la actividad volcánica de ellos.

El municipio se ubica dentro del radio de afectación de una columna eruptiva de 30 Km. de altura, con una dirección de vientos favorables hacia el sur, el espesor de cenizas en el extremo oriente puede ser de 0 a 9.8 cm; con una dirección de vientos hacia el poniente, el daño puede ser más amplio, ya que afectaría casi a todo el municipio con un espesor de cenizas de 0 a 9.8 cm estando dentro de este radio de afectación la cabecera municipal. Con la posibilidad de un evento volcánico con una columna eruptiva de 40 Km. con una dirección de vientos favorables al norte, la porción centro y oriente del municipio registrarían un espesor de cenizas de 0 a 4.2 cm y la porción noreste de 9.44 cm; si la dirección de vientos es favorable hacia el sur, la porción oriente puede ser la más afectada ya que es probable que se registre un espesor de ceniza de 14.16 cm, la zona centro de 9.44 cm y en la zona poniente de 4.72 cm; con una dirección de vientos al poniente, la zona NE–W puede registrar espesores de ceniza de 18.89 cm, incluyendo a la cabecera municipal, con un espesor de 14.16 cm se ve expuesta la porción centro y poniente del municipio. En conclusión, la columna eruptiva de 40 Km. de altura y con vientos preferenciales hacia el oeste es la que puede causar más problemas a la población y al territorio (Figura No. 2.4).

*Figura 2.4.- Obsérvese la zonificación por actividad volcánica del Tacaná y la ubicación del municipio de Huehuetán.*

### **2.1.4- Peligro por deslizamiento de materiales**

Un deslizamiento es un movimiento de roca o material poco consolidado pendiente abajo a lo largo de una o varias superficies planas o cóncavas, denominadas superficies de deslizamiento. Es importante considerar el peligro de deslizamiento de roca o suelo sobre zonas urbanas o suburbanas, generalmente en terrenos de mucha pendiente. Como ya se menciono anteriormente, la erosión intensa favorece deslizamientos de grandes volúmenes de material, además, se pueden presentar deslizamientos en zonas con más vegetación. Existen deslizamientos asociados a fracturas y fallas; de manera adicional a los anteriores.

Casi un 40 % de la superficie total del municipio particularmente la porción NE-SE del municipio de Huehuetán abarca un área perteneciente al macizo de Chiapas, delimitando las partes altas del municipio, donde la litología del área muestra un intenso intemperismo aunando a un alto grado de fracturamiento. Favoreciendo a que en esta zona sea muy susceptible de presentar problemas asociados a la inestabilidad de laderas, tal como se presento en las comunidades de la porción NE y SE del municipio.

Durante la verificación en campo en el poblado de Chamulapita se identificaron dos áreas que presentan peligro alto por caída de bloques (con puntos de verificación ILHU009 y ILHU010) en el primer punto se observan dos viviendas en peligro alto, ya que estas, están ubicadas al pie de la ladera (Fotografía 2.8), en esta zona se presentan bloques de hasta 2 m de diámetro de composición graniodiorítica, generados a su vez por el intemperismo esferoidal típico de esta roca, la pendiente es de 30°, y presenta escurrimientos de agua, vegetación escasa y espesor de suelo nulo por lo que favorece a que sea un zona altamente erosionable, la altura de la ladera es de 15 m. Según habitantes de esta zona hasta el momento no han sufrido daños, pero debido a la cercanía de estas con la zona de peligro, es muy factible que esto ocurra, por lo que urge la reubicación de estos habitantes. En el otro punto de igual manera se presenta peligro por caída de bloques de composición graniodorítica (Fotografía No. 2.9) favorecido por un intenso fracturamiento e intemperismo esferoidal, en esta zona existen 10 viviendas potencialmente a sufrir daños, La altura de la ladera es de 8 m y presenta cobertura vegetal de escasa a moderada; la pendiente es de 29°, la zona potencial de presentar caída de bloques se extiende unos 60 m a lo largo.



***Fotografía 2.8.- Viviendas expuestas a sufrir daños por caída de bloques en el poblado Chamulapita. Obsérvese la ubicación de las mismas.***



***Fotografía 2.9.- Viviendas expuestas a sufrir daños por caída de bloques en el poblado Chamulapita. Nótese el tamaño del bloque y la altura de la ladera.***

Hacia la parte NE del municipio, en el poblado Cantón La Florida (con punto de verificación ILHU015) durante el Stan se presentaron algunos deslizamientos que solo afectaron vías de comunicación y algunos puntos aislados dentro de la población (Fotografía No. 2.10), sin embargo toda esta área es susceptible de presentar problemas por inestabilidad de laderas debido a las condiciones del terreno, cuya composición es de tipo graniodiorítica muy alterada con vegetación regular aunado a zonas de hasta 35° de pendiente, también es importante mencionar que se aprecian algunos escurrimientos de agua que sumado a las características arriba mencionadas favorecen para que ocurra un deslizamiento.



**Fotografía 2.10.- Construcción expuesta a colapsarse, debido a la inestabilidad de la ladera. Nótese el escarpe que tiene 4 m de altura**

Diversas vías de comunicación fueron también muy afectadas, tal como se presento en el camino que va hacia Las Delicias (con punto de verificación ILHU016) donde se observa afectación a vías de comunicación por deslizamiento de ladera (Fotografía No. 2.11) la composición es de tipo Graniodiorítica muy alterada y fracturada, la parte mas alta de esta ladera es de 4.5 m, y el ancho es de 30 m. sin embargo aunque no existen viviendas cercanas en esta zona, es una importante vía de comunicación que conecta a las diferentes poblaciones de la región.



***Fotografía 2.11.- Afectación por flujo de detritos, caída de materiales no consolidados y erosión hídrica por escurrimientos formando canalillos sobre el camino que comunica a la población Las Delicias.***

La deforestación en esta zona (Fotografía No. 2.12) favorece mucho a que se presenten deslizamientos ya que el retirar la cobertura vegetal beneficia a la erosión que aunado a las pendientes y al grado de alteración que presenta la litología, reúnen las condiciones necesarias para que ocurran un deslizamiento, tal como se observo en las cercanías de la comunidad Santa Cecilia (con punto de verificación ILHU017), en donde se ubican la mayoría de las viviendas que conforman este poblado, las pendientes son de 30°, si bien no hay evidencias de deslizamientos, es una zona potencial a que esto ocurra, dado que reúne los elementos necesarios que favorecen a un deslizamiento.



***Fotografía 2.12.- Zonas deforestadas para ampliación de la frontera agrícola en el poblado de Santa Cecilia. Obsérvese la ubicación de la vivienda.***

En la porción SE del municipio, poblado El Cantón El Otoño (con punto de verificación ILHU022) se observan 5 viviendas ubicadas en pendientes de 10-15°, que si bien no presentan daños, se reconoce en la ladera, rasgos de deslizamiento tales como inclinación de los árboles (Fotografía 2.13), que adicionado a las zonas de deforestación utilizadas para la agricultura (Fotografía 2.14) favorecen en gran medida a que produzcan deslizamientos de ladera.



*Fotografía 2.13.-Cantón El Otoño. Nótese la inclinación de los árboles que evidencian el deslizamiento de masas mejor conocido como reptación.*



*Fotografía 2.14.-Cantón El Otoño. Obsérvese las zonas deforestadas para uso agrícola.*

En esta misma zona en el camino hacia El Tivolí se observa durante la verificación de campo, evidencias de deslizamiento sobre camino (Fotografía 2.15) cabe señalar que no se apreciaron viviendas en esta zona, sin embargo la afectación a las vías de comunicación es de suma importancia, ya que son accesos para que en algún momento dado les llegue la ayuda que se requiera.



***Fotografía 2.15.- Rasgos de deslizamiento sobre el camino que conecta al Cantón El otoño con El Tivolí. Obsérvese los escarpes producidos por el deslizamiento***

En la porción SE en el poblado de Guadalupe (con punto de verificación ILHU024), se observa una zona en peligro alto por deslizamiento (Fotografía 2.16) en donde se ubican 3 viviendas, en una pendiente de 19° y a una altura de 3.5 m, dichas viviendas se encuentran en peligro por lo que urge reubicarlas.



***Fotografía 2.16.- Viviendas en peligro alto por deslizamiento en el poblado Guadalupe. Obsérvese la altura a la que se encuentran ubicadas.***

A lo largo del camino del poblado Tepehuitz a la cabecera municipal se observa, varios tramos en donde se presentaron algunos deslizamientos afectando las vías de comunicación (Fotografía 2.17), tal como ocurrió 2 Km. antes de llegar a la cabecera donde se identifica zona de peligro alto por deslizamiento, las pendientes varían de 30° a 50° y las dimensiones son de 60 m de largo por 20 m de ancho por 15 m de altura, dicho deslizamiento ocurrió durante el Stan, afectando una importante vía de comunicación, sin embargo la zona susceptible de deslizarse se extiende unos 30 m sobre el flanco derecho.



*Fotografía 2.17.- Deslizamiento sobre el camino que comunica al poblado de Tepehuitz con la cabecera municipal.*

En la cabecera municipal se identificaron zonas aisladas por peligro alto por deslizamiento de laderas, ubicadas en la parte SW-NW (con puntos de verificación ILHU001 e ILHU002), se identificaron 2 zonas de peligro alto, causados por intervención antropogénica originadas por excavaciones realizados con maquinaria que posteriormente fueron abandonadas. El primer punto esta ubicado sobre la 4ª Av. Norte con dimensiones de 17 m de largo por 18 m de ancho y 5 m de altura (Fotografía 2.18) donde se localiza una vivienda expuesta a colapsarse. El otro punto ubicado sobre la calle 1ª Poniente se encuentra en las mismas condiciones, las dimensiones son de 15 m de largo por 15m de ancho y 2.5 m de altura, en esta parte se localizan 3 viviendas expuestas a peligro alto por deslizamiento (Fotografía 2.19), ambas zonas están compuestas de granodiorita alterada muy arcillosa.



***Fotografía 2.18.- Vivienda expuesta a peligro alto por deslizamiento, ubicada sobre la 4ª Av. Norte. Nótese la altura.***



***Fotografía 2.19.- Viviendas expuestas a peligro alto por deslizamiento, ubicada sobre la 1ª Av. Poniente. Nótese la ubicación de las mismas***

Otra de la zona identificada como de peligro alto por deslizamiento de ladera se encuentra conformada por los puntos de verificación ILHU004, ILHU005 y ILHU006. La Colonia San Agustín está constituida por 40 viviendas, la pendiente de estos terrenos es de 30° y la composición corresponde a graniodiorita muy alterada (Fotografía 2.20), al pie de la ladera también existen viviendas expuestas a peligro alto por deslizamiento (Fotografía 2.21).



*Fotografía 2.20.- Viviendas expuestas a peligro alto por deslizamiento ubicadas en la Col. San Agustín. Nótase la ubicación de las viviendas.*

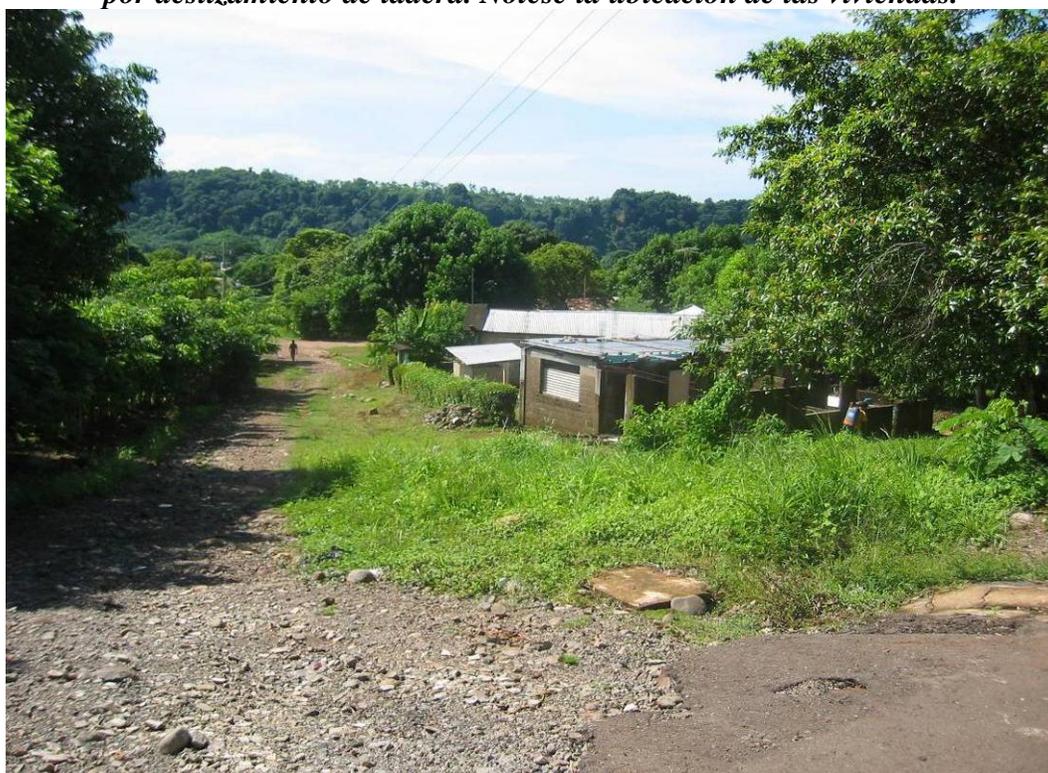


**Fotografía 2.21.- Viviendas expuestas a peligro alto por deslizamiento ubicadas al final de la calle 2ª Poniente. Nótese la ubicación de las viviendas.**

La zona identificada como de peligro bajo por deslizamiento de laderas en la cabecera municipal fueron cartografiadas con los puntos de verificación ILHU007 y ILHU008. El primero ubicado en un callejón s/n (Fotografía 2.22). La pendiente de esta calle es de 7°, sin embargo debido a la composición del terreno (granodiorita muy alterada) y a las continuas precipitaciones se puede presentar un deslizamiento. El segundo punto, localizado al final de la calle 4ª av. Norte (Fotografía 2.23) con una pendiente de 7° presentando las mismas características del punto anterior. Cabe señalar que en ninguno de los puntos anteriores se observaron evidencias de movimiento de material. No obstante no es una zona ajena a que esto ocurra ya que reúne los elementos necesarios que favorecen un deslizamiento.



***Fotografía 2.22.- Viviendas ubicadas al final de la calle 2ª Poniente expuestas a peligro por deslizamiento de ladera. Nótese la ubicación de las viviendas.***



***Fotografía 2.23.- Viviendas ubicadas al final de la calle 4ª av. Norte expuestas a peligro por deslizamiento de ladera. Nótese la ubicación de las viviendas.***

Otro punto identificado como zona potencial a presentar deslizamientos de laderas, esta localizado al final de la calle 1ª Poniente (Fotografía 2.24), a la altura del (Colegio de Bachilleres de Chiapas) COBACH, (con punto de verificación ILHU003) dicha calle tiene una pendiente de 20°, la composición de roca es de graniodiorita alterada muy arcillosa, a lo largo de esta calle no se observaron evidencias de desplazamiento de material, sin embargo esta zona se considera como de peligro bajo, por las condiciones de la ladera, tal como pendiente moderada y por la composición de la misma y que continuamente se presentan escurrimientos hacia las partes bajas, según habitantes de la zona, nunca se ha presentado movimiento de material.



***Fotografía 2.24.- Viviendas ubicadas al final de la calle 1ª Av. Poniente expuestas a peligro por deslizamiento de ladera. Nótese la pendiente de la calle.***

## **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 peligros en zonas urbanas, comprende los temas de:

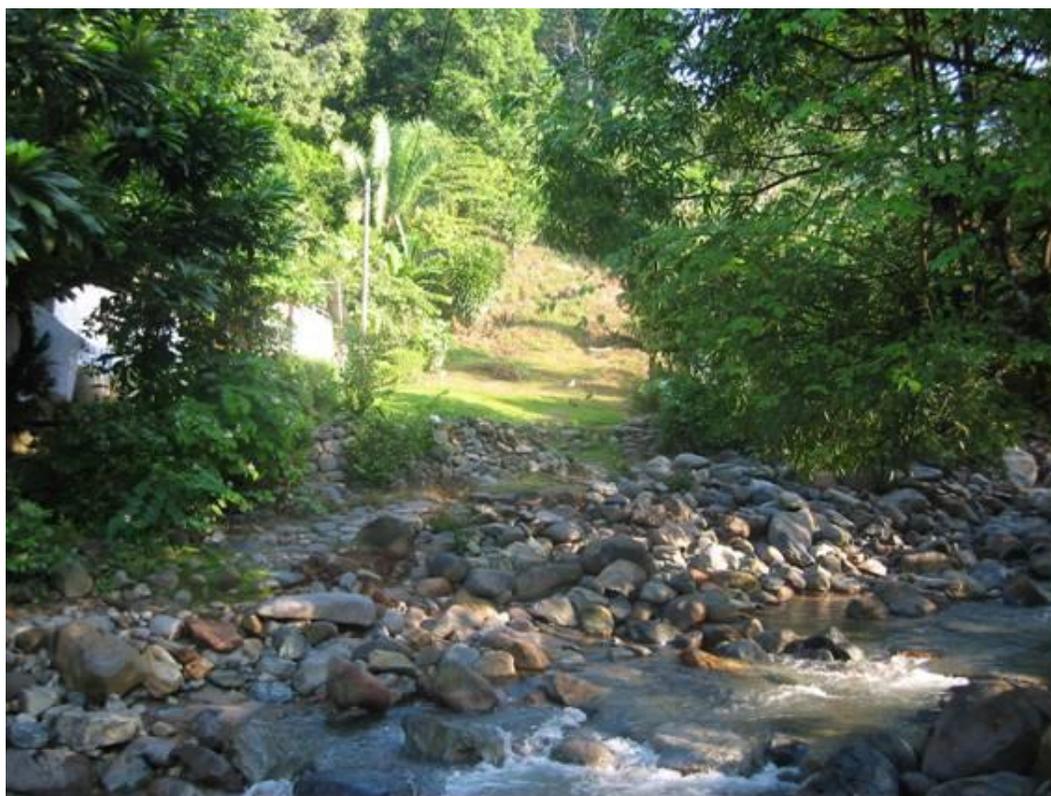
- Inundación
- Granizo
- Heladas
- Nevadas

### **II.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 (CENAPRED, 2001). Debido a los fenómenos naturales hidrometeorológicos que han ocurrido recientemente, estos han favorecido a la desaparición de la capa superficial de suelo quedando expuesta la roca desnuda lo que favorece el escurrimiento del agua en rocas ígneas intrusivas sin porosidad primaria incrementando el escurrimiento de la red hidrológica.

El municipio de Huehuetán es surcado por varios ríos, entre los que destacan el Cuyamiapa, Chamulapa, Huehuetán y Nexapa, entre otros arroyos tributarios.

El Río Chamulapa nace de la unión de varios arroyos, entre ellos Portillo y Galeana, hidrológicamente siendo de 2° orden. En el poblado Chamulapita ubicado en la porción Norte del municipio, pasan estos arroyos y durante el recorrido de campo se identifico zona de peligro alto por inundación (con punto de verificación INHU082) en el cual se pudo apreciar que en las precipitaciones recientes, para ser mas exactos el día 3 de septiembre del año en curso (2006), se suscito un desbordamiento, debido a que abrió un nuevo brazo poniendo en peligro una vivienda, la corriente generada en esta creciente tomo como rumbo la calle central en donde se encuentran establecidas aproximadamente 20 viviendas y en donde el nivel de agua alcanzo los 70 cm de altura; otras 8 casas ubicadas sobre las márgenes del río se encuentran potencialmente expuestas a inundación, el cauce del río actualmente tiene una amplitud de 7 m en promedio y una gran cantidad de bloques arrastrados por las fuertes corrientes (Fotografía 2.25).



*Fotografía 2.25.- Arroyo Portillo en el poblado Chamulapita., Obsérvese el tamaño de los bloques arrastrados por la corriente.*

Aproximadamente a 1.5 Km. de este poblado arriba mencionado; en el Cantón La Siria (con punto de verificación INHU083) se identificó una zona de peligro alto por inundación sobre las márgenes del Río Chamulapa, se aprecia que varias viviendas por su ubicación geográfica se sitúan en esta zona, ya que

están establecidas a pocos metros del cauce (Fotografía 26), estas viviendas presentaron algunas grietas debido al asentamiento del terreno por saturación de agua.



***Fotografía 2.26.- Arroyo Portillo a la altura del Cantón La Siria., Nótese la ubicación de las viviendas con respecto al cauce.***

En el poblado El Tamarindal no se apreciaron indicios de afectación por la creciente, sin embargo por la ubicación de algunas construcciones ubicadas en el margen las hacen muy susceptibles de sufrir algún daño, en este poblado los arroyos provenientes de las partes altas se unen para formar el Río Chamalupa. La amplitud del Río no sobrepasa los 6 metros (Fotografía 2.27)

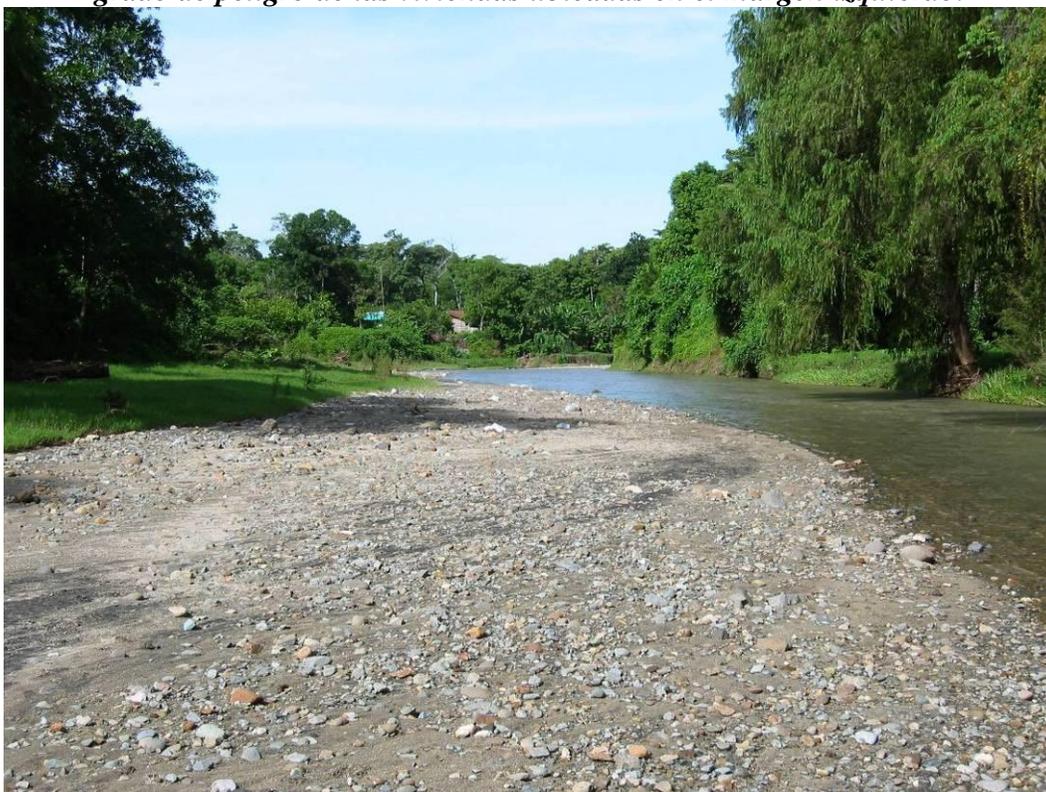


*Fotografía 2.27.- Río Chamulapa a la altura del Cantón El Tamarindal. Nótese la ubicación de las construcciones con respecto al espejo de agua.*

Al atravesar la carretera federal No. 200, el río erosiono las paredes de su cauce dejando expuestas a por lo menos 2 viviendas en peligro de ser arrastradas por futuras crecientes, sobre la margen izquierda, 10 viviendas se ubican en esta zona de peligro y a una distancia de 40 m del actual espejo de agua (Fotografía 2.28), estas viviendas pertenecen al poblado de Chamulapa, durante la creciente el río tomo una anchura de aproximadamente 90 m, (Fotografía 2.29) en tanto que en el Stan este río aumento su nivel de altura casi tres metros (punto de verificación INHU104), cabe señalar que el puente que esta sobre este arroyo tiene una altura de 8.5 m hasta el espejo de agua.



***Fotografía 2.28.- Río Chamulapa en las cercanías al poblado Chamulapa. Nótese el grado de peligro de las viviendas ubicadas en el margen izquierdo.***



***Fotografía 2.29.- Río Chamulapa en el poblado del mismo nombre. Obsérvese la amplitud del río sobre su margen derecha y la ubicación de las viviendas.***

El río Chamulapa al cruzar por el poblado Luís Donaldo Colosio, afecto en gran medida zonas de cultivo, se observa durante la verificación de campo que se construyeron bordos a lo largo del cauce, de 2.5 m de altura y 7 m de ancho para mitigar una posible crecida, en esta zona solo hubo afectaciones en el sector agrícola, (Fotografía 30).



***Fotografía 2.30.- Río Chamulapa en el poblado Luís Donaldo Colosio, Obsérvese las medidas de mitigación que se realizaron en esta zona.***

3 Km. mas adelante este arroyo se une con el Cuyamiapa (Fotografía 2.31; punto de verificación INHU118), donde se pudo apreciar, que esta zona dada sus características topográficas es muy favorable para que se inunda, ya que esta rodeado de terrenos planos con algunas depresiones en los terrenos. Sobre esta área se localizan zonas de cultivo de algunos frutos, tales como mango y plátano. La anchura que muestra el río en esta zona es de 13 m, y el Cuyamiapa cuenta con una amplitud un poco mayor, cercana a los 15 metros.



***Fotografía 2.31.-Unión del Río Chamulapa con el Cuyamiapa. Nótese que el área circundante esta conformado por terrenos planos susceptibles de inundarse.***

El Río Cuyamiapa hidrológicamente de 2° orden, al pasar por el Cantón del mismo nombre, se reconoce durante la verificación de campo que afecto zonas de cultivo y algunas viviendas. La amplitud del Río en esta zona es de 12 m, quedando identificada como zona de peligro toda la zona que se encuentra a lo largo del cauce, ya que se aprecian varias viviendas asentadas sobre las márgenes y a una distancia mínima de 15 m sobre un desnivel de 6.2 m, los terrenos circundantes son de forma plana a semiplana susceptibles de ser inundados (Fotografías 2.32 y 2.33).



**Fotografía 2.32.- Río Chamulapa a la altura del Cantón Cuyamiapa. Obsérvese la erosión fluvial de las márgenes.**



**Fotografía 2.33.-Zona de afectación del desbordamiento del Río Cuyamiapa. Obsérvese la topografía plana**

En la población Cuntalapa a este río se le une un arroyo de primer orden de nombre Cuntalapa. Dicho arroyo configura una zona de peligro alto en la población del mismo nombre, en la cual se establecen algunas viviendas sobre las márgenes, la amplitud de este arroyo es de apenas 2 m y 2.5 m de altura (Fotografía 34), sin embargo se observa que debido a que en esta zona los terrenos aledaños son de semiplanos a planos con algunas ligeras elevaciones, estos son vulnerables a inundarse en una posible crecida, por lo que lo convierte en zona de peligro alto.



**Fotografía 2.34.- Arroyo tributario del Río Cuyamiapa a la altura del poblado Cuntalapa. Nótese la morfología de las márgenes**

En el Cantón La Lima ubicado a 700 m sobre la margen derecha del cauce del Río Cuyamiapa y conformado por aproximadamente 80 viviendas. (Punto de verificación INHU010), se identificó que la zona de peligro alto por inundación se extiende hasta esta zona, favorecida por la topografía plana en la que esta asentada; ya que esta población presento niveles de hasta 50 cm de altura del agua y hasta de 1 m en las partes bajas, estos niveles se mantuvieron por un día (Fotografía 2.35).

***Fotografía 2.35.- Cantón La Lima, zona de afectación por desbordamiento del Río Cuyamiapa. Nótese la topografía plana***

A 1.5 Km. mas adelante como ya se menciona en párrafos anteriores, se le une el Río Chamulapa, por lo que confiere un orden mas alto, es decir de 3er orden. Que 2 Km. más adelante se observa que debido a la fuerza de la corriente la destrucción de un puente que une a las diferentes poblaciones de la región (Fotografía 2.36).



***Fotografía 2.36.- Destrucción de puente debido a la fuerza de la corriente del Río Cuyamiapa. Obsérvese los restos de material vegetal producto del arrastre.***

En los poblados de Alianza para la producción y Nueva Victoria (puntos de verificación INHU121 y INHU122 respectivamente) se identifica que la zona de peligro alto por inundación se amplía hasta esta área, ya que las dos poblaciones tuvieron un nivel máximo de 1.2 m de altura del agua producto del desbordamiento, dicho nivel se mantuvo por espacio de 6 días y el nivel de la capa de lodos fue de 50 cm como máximo y 20 cm como mínima. La comunidad de Nueva Victoria esta conformada por 235 viviendas (datos proporcionados por personal de Protección Civil de la comunidad) de las cuales todas resultaron afectadas en relativa medida. (Fotografías 2.37 y 2.38).



***Fotografía 2.37.- Evidencias de afectación por inundación en el Cantón Alianza para la Producción. Obsérvese las marcas de agua.***



***Fotografía 2.38.- Evidencias .de afectación por inundación en el Cantón Nueva Victoria. Obsérvese las marcas de agua en la vivienda.***

Con el punto de verificación INHU119, se sitúa la zona donde converge el Río Cuyamiapa con el Río Islamapa (Fotografía 2.39), el Río Cuyamiapa muestra una amplitud de 12 m y el Islamapa de 12 m, teniendo en sus márgenes una altura de apenas 80 cm. En esta zona no hay asentamientos humanos, sin embargo es zona de peligro alto por inundación ya que afecto la agricultura de la región ya que los niveles del agua generados por el desbordamiento de ambos ríos alcanzaron hasta los 3 m de altura en las zonas mas bajas.



*Fotografía 2.39.- Unión de los Ríos Islamapa con el Cuyamiapa. Obsérvese la morfología plana del área.*

2 Km. aguas abajo el Río Islamapa se une con el Río Huixtla (con punto de verificación INHU120) en donde la amplitud máxima de ambos ríos se amplía hasta un poco mas de los 50 m (Fotografía 2.40), donde la zona de peligro alto se extiende por toda la zona, ya que desembocan en zonas conformados por terrenos pantanosos.



***Fotografía 2.40.-Unión de los Ríos Islamapa con el Huixtla. Obsérvese al fondo la unión de ambos ríos y la amplitud del Río Huixtla***

Uno de los ríos más importantes dentro del municipio es el Huehuetán, que nace de las partes mas altas del mismo, hidrológicamente le corresponde 5° orden, donde sus efectos más intensos se reflejaron en la cabecera municipal, tanto en pueblo como estación Huehuetán.

En ciudad de Huehuetán, los barrios más afectados se encuentran sobre el cauce del Río Huehuetán, específicamente sobre la margen derecha (Fotografía 2.41), en respuesta a estos daños los habitantes de estos barrios concretamente de la Fracción La Guayabita fueron reubicados.

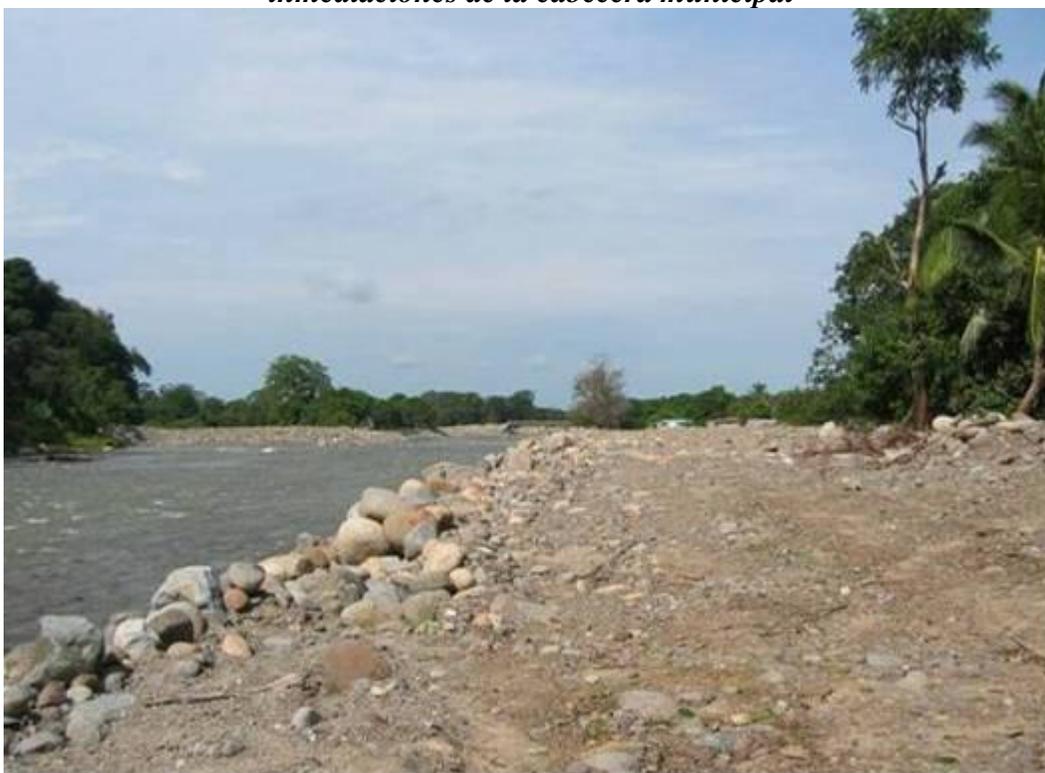


***Fotografía 2.41.- Margen izquierda del Río Huehuetán, a la entrada de Pueblo Huehuetán. Obsérvese la magnitud de la ampliación, sobres esta margen existían viviendas.***

En la parte media de la mancha urbana, el río se amplio hasta 50 m (Fotografía 2.42). La distancia con las viviendas mas cercanas es de 15 m, por lo que se encuentran ubicadas en la zona de peligro alto por inundación. Para atenuar futuros daños generados por las creciente, se observa durante la verificación de campo que actualmente se realizan obras de mitigación en los márgenes del cauce (bordos de contención) (Fotografías 2.43 y 2.44).



***Fotografía 2.42.- Bordos de contención sobre las márgenes del Río Huehuetán en las inmediaciones de la cabecera municipal***



***Fotografía 2.43.- Margen izquierda del Río Huehuetán, a la altura del final de la calle 3ª Oriente. Obsérvese los bordos de contención sobre los márgenes.***



***Fotografía 2.44.- Bordos de contención sobre las márgenes del Río Huehuetán en las inmediaciones de la cabecera municipal***

Ya al final de la mancha urbana la amplitud del Río es de 70 m (Fotografía 2.45), existen 4 viviendas expuestas a peligro alto por inundación, estas se ubican escasos 15 m del actual cauce del río, también se observa que los bordos son mas bajos y están constituidos por materiales mas ligeros, implicando mas facilidad de transporte, por lo que podrían ser erosionados con mayor facilidad, y afectar aún mas a las viviendas.



*Fotografía 2.45.- Margen derecha del Río Huehuetán en las afueras de la cabecera municipal*

Al cruzar la carretera costera, (con punto de verificación INHU016) (Fotografía 2.46). La amplitud del río Huehuetán es de 100 m. se aprecia destrucción total de un carril debido al paso de la corriente. La altura del puente sobre el espejo de agua es de 6.5 m. y las viviendas mas cercanas a este punto es de menos de 100 m sobre la margen derecha, en contraparte es decir sobre la margen izquierda hay 5 casas ubicadas a menos de 20 m del actual espejo de agua. Actualmente el espejo de agua tiene una amplitud de 40 m lo que supone que ambas márgenes se encuentren en peligro alto por inundación.



**Fotografía 2.46.- Margen izquierda del Río Huehuetán sobre la carretera costera. Obsérvese la destrucción parcial del puente por el paso de la corriente.**

En estación Huehuetán también causo importantes daños. Los barrios más afectados fueron Tres Marías, Esquipulas y Santa Fe, con el punto de verificación INHU017 (fotografía 2.47), se sitúa lo que era el Barrio Tres Marías, conformado por 13 viviendas, de las cuales 8 fueron totalmente destruidas, antes del huracán las viviendas estaban a menos de 30 m del antiguo cauce, con el Stan, el margen derecho se amplio mas de 90 m, es importante señalar que las actuales viviendas se localizan a menos de 20 m del espejo de agua.



**Fotografía 2.47.- Margen derecha del Río Huehuetán sobre la carretera costera. Aquí se localizaba el Barrio Tres Marías**

En las afueras de Estación Huehuetán (con punto de verificación INHU025) se sitúa el límite de la crecida del río, sobre esta zona existen 3 viviendas, 2 de block y una de madera, estas se localizan sobre la margen derecha, ninguna fue afectada debido a que hay un desnivel de 3 m de altura (Fotografía 2.48)



**Fotografía 2.48.- Margen derecha del Río Huehuetán en las afueras de la cabecera.**

***Obsérvese que la cerca delimita hasta donde llegó la crecida del Río***

Durante el recorrido de campo con punto de verificación INHU0131, se identifica zona donde rompió el río durante el Stan (Fotografía 2.49), provocando que el excedente de agua llegara hasta los Cantones Plan de Ayala y El Guamuchal (puntos de verificación INHU128 y INHU127 respectivamente), esta inundación se debió en gran medida a las características topográficas del área, ya que es una planicie casi plana, muy susceptible de inundarse.



**Fotografía 2.49.- Margen izquierda del Río Huehuetán a la altura del poblado San José El Amate. Obsérvese la amplitud de la planicie de inundación.**

En el poblado San José El Amate el nivel de agua llegó hasta el metro de altura y la capa de material fino tuvo un espesor de hasta 50 cm, dicho nivel se

mantuvo por 8 días orillando a evacuar a toda la población de la zona circundante (Fotografía 2.50).



***Fotografía 2.50.- Poblado San José El Amate. Obsérvese hasta donde llegó el nivel de agua***

En la comunidad de Plan de Ayala, el nivel máximo de agua fue de 1.6 m y el mínimo de 25 cm, (Fotografía 2.51) este nivel fue alcanzado en cuestión de horas y tardo en disminuir 4 días aproximadamente 20 cm fue el espesor de la capa de material depositado. La actividad agrícola también se vio fuertemente afectada, ya que grandes extensiones de cultivo de plátano, maíz, ajonjolí entre otros fueron dañados.



***Fotografía 2.51.- Poblado Plan de Ayala. Obsérvese hasta donde llegó el nivel de agua en la vivienda***

En el poblado El Guamuchal conformado por 15 viviendas, todas fueron afectadas por el excedente de agua derivada por el huracán Stan. El nivel máximo de agua fue de 1.5 m de altura y duro hasta 8 días, tardando 15 días en disminuir, la capa de lodo fue de 30 cm, las zonas de cultivo también fueron afectadas(Fotografía 2.52)



*Fotografía 2.52.- Poblado Plan de Ayala. Obsérvese hasta donde llegó el nivel de agua en la vivienda*

Otro de los ríos que vierte sus aguas en el municipio, es el Nexapa hidrológicamente de 5° orden. En el Cantón El Otoño existen dos arroyos tributarios de dicho río que tienen como amplitud de 5 a 7 m, los cuales solo afectaron las vías de comunicación (Fotografía 2.53) ya que las viviendas se encuentran sobre lomeríos, y a una distancia mayor de 100 m.



*Fotografía 2.53.- Cantón El Otoño, por este camino pasa un arroyo tributario del Río Nexapa. Sobre los lomeríos se ubican las viviendas.*

A la altura del Cantón El Carmen (con punto de verificación INHU091) el paso de la corriente afecto a una vivienda que se localizaba en las partes bajas de la margen izquierda, actualmente se ubican tres viviendas en la zona de peligro alto por inundación sobre la misma margen y a una altura de 3.5 m con respecto al espejo de agua, las paredes del cauce están en continua erosión de tipo fluvial por lo que el río se ampliara (Fotografía 2.54). Es importante mencionar que durante el huracán Stan, la amplitud alcanzada por este río fue de 30 m sobre la margen derecha.



*Fotografía 2.54.- Río Nexapa a la altura del Cantón El Carmen. Nótese la ubicación de las viviendas.*

En el Cantón Nexapa, el punto de verificación INHU092 (Fotografía 2.55) nos delimita la zona de peligro alto por inundación, a 300 m del actual cauce, tres viviendas fueron afectadas por el desbordamiento, sobre esta zona el nivel de agua llegó hasta los 25 cm de altura, esta afectación también incluye daños a algunas parcelas que se encuentran en el área, cabe señalar que en esta misma zona confluyen varios arroyos de tipo intermitente que alimentan al Nexapa (Fotografía 2.56) de dimensiones de hasta 6 m, y bordes de hasta 2.5 m de altura. (Fotografía 2.57) por lo que incrementa su vulnerabilidad a inundarse.



***Fotografía 2.55.- Cantón Nexapa hasta esta zona llego el límite del agua generada por el desbordamiento del Río.***



***Fotografía 2.56.- Cantón Nexapa, arroyo tributario del Río Nexapa. Obsérvese la ubicación de la vivienda.***



**Fotografía 2.57.- Cantón Nexapa. Vivienda expuesta a peligro alto por inundación.  
Nótese las dimensiones del Arroyo.**

Finalmente el punto de verificación INHU015 nos ubica en la zona donde se unen el Río Nexapa con el Huehuetán (Fotografía 2.58), esta zona esta aproximadamente 160 m de la carretera costera. Sobre la margen izquierda se aprecia una vivienda que se localiza a escasos 10 m del espejo de agua, mientras que en la margen derecha a 150 m, se observan varias viviendas en donde el nivel del agua llego hasta 40 cm de altura, así mismo se observan varios maizales y cultivos de mango que posiblemente fueron afectados por las características topográficas que predominan en el área (semi-plana con algunas pendientes muy suaves) estas viviendas se encuentran ubicadas en terrenos en donde el desnivel tiene una altura de 3 m sobre el espejo de agua, la amplitud del cauce es de 60 m aproximadamente.



***Fotografía 2.58.- Unión de los Ríos Nexapa con el Huehuetán. Obsérvese la gran amplitud del cauce producto de esta unión.***

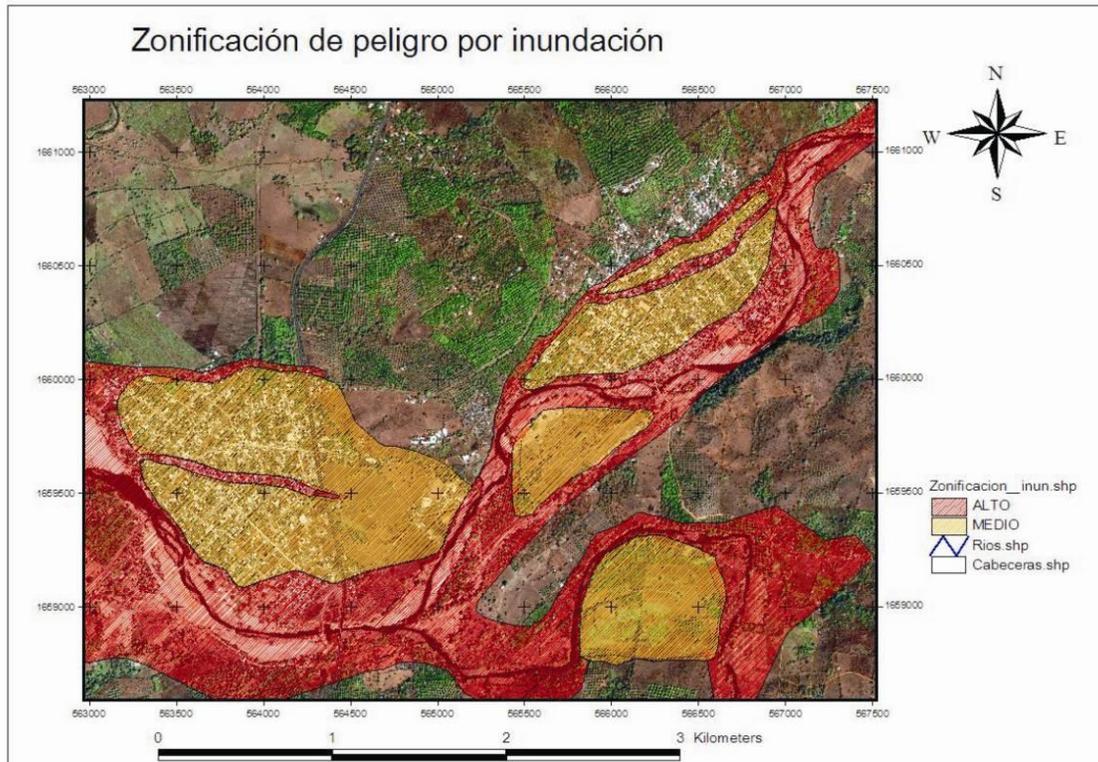


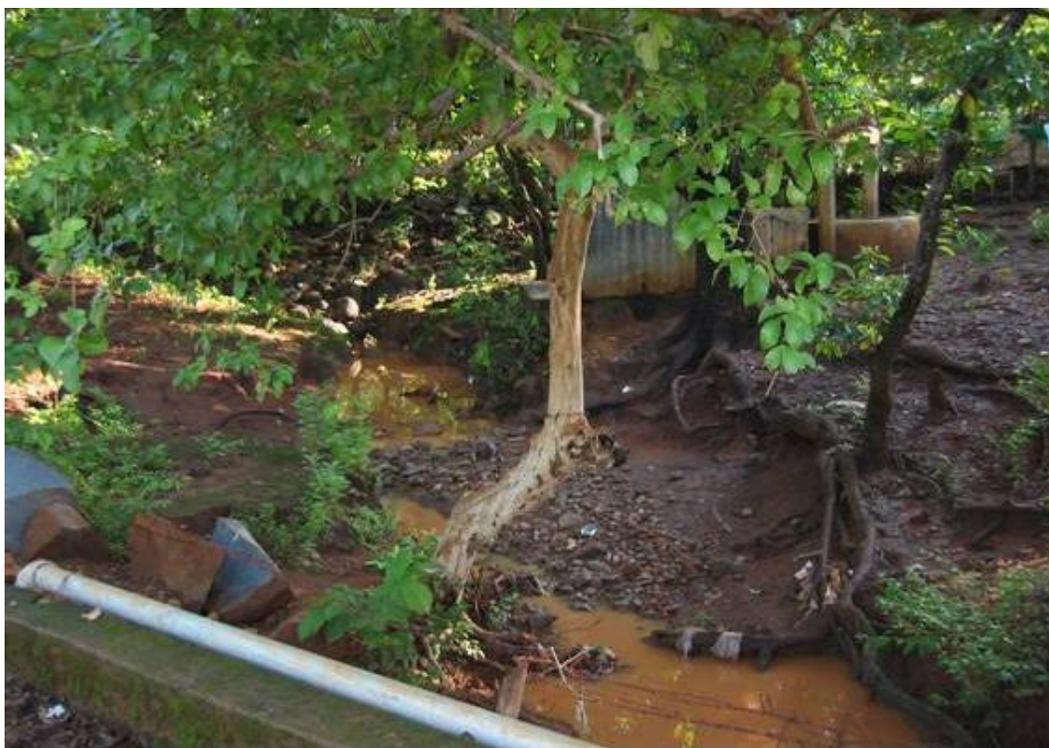
Figura 2.5.- Mapa de inundación a nivel municipal.

### **2.2.1.1.- Zonificación de peligro por inundación**

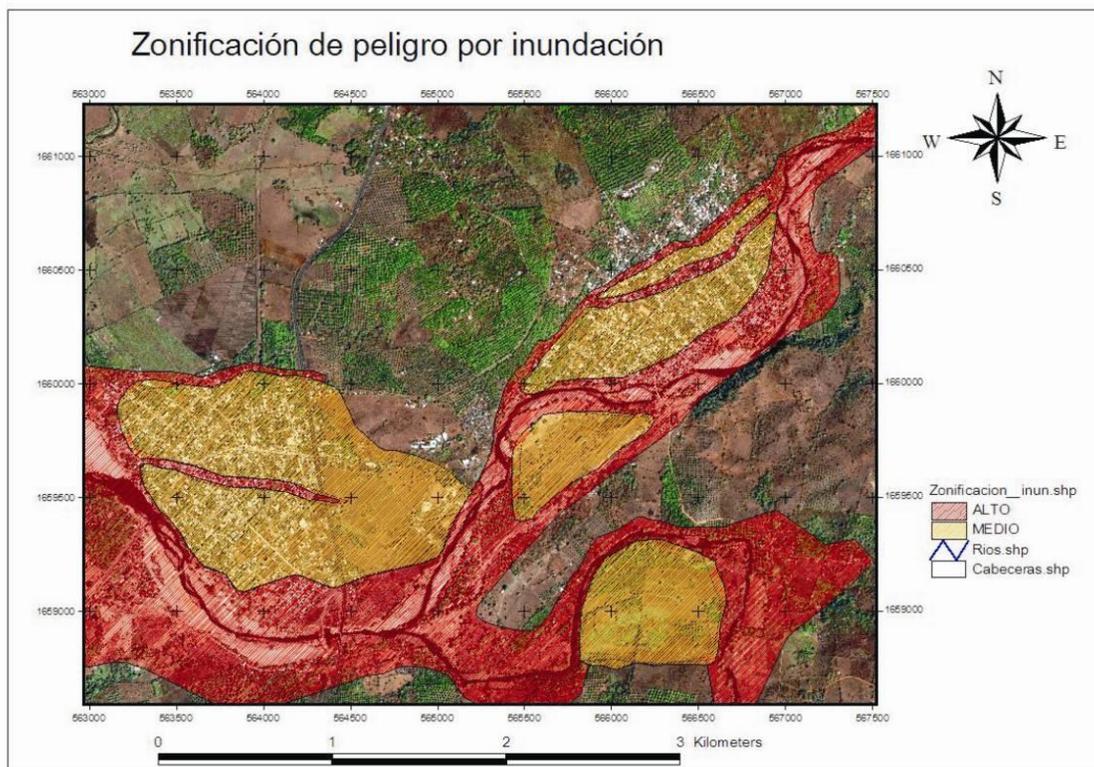
Durante la verificación de campo se han identificado en toda la zona urbana de Pueblo Huehuetán y Estación Huehuetán 3 niveles de peligro, los cuales están representados por la magnitud y/o grado de afectación que causa a la población y sitios circundantes, representándose por medio del semáforo de alerta; tomando el color rojo para el peligro alto, el peligro medio con color naranja y el peligro bajo con color amarillo (Figura 2.6).

Ambas poblaciones se vieron seriamente afectadas por el desbordamiento del Río Huehuetán. Sobre todo en la porción NE-SE. No obstante dentro de la cabecera municipal, cruzan dos afluentes de aguas negras, que delimitan otra zona de peligro alto por inundación y estos se localizan en la porción NW-SW.

El primero de ellos se ubica dentro de la cabecera con el punto de verificación INHU054, en el Barrio Santo Domingo, en donde se observa que el arroyo tiene un ancho de 3 m y una altura de 1.25 m (Fotografía 2.59) y en donde las viviendas se asientan prácticamente sobre el arroyo por lo que en cada crecida se ven afectadas.



***Fotografía 2.59.- Barrio Santo Domingo viviendas expuestas a peligro alto por inundación Obsérvese la ubicación de las viviendas con respecto al arroyo***



**Figura 2.6.- Zonificación de peligro por inundación en la mancha urbana de Huehuetán y Estación Huehuetán**

En la calle 9ª Poniente (Fotografía 2.60) continuamente se presentan problemas de inundación de tipo pluvial, esto es debido a las condiciones topográficas del terreno, aunado al problema de la basura arrojada por lo habitantes de la zona, ya que obstaculiza el libre flujo del agua, sin embargo aun cuando el agua alcanza su nivel máximo no ingresa a las viviendas, pero es potencialmente factible que esto ocurra, ya que actualmente se sigue azolvando. La altura de las viviendas con respecto al espejo de agua es de 1.4 m y las viviendas mas cercanas se localizan a menos de 2 m.



***Fotografía 2.60.- Calle 9ª Poniente, las viviendas están expuestas a peligro alto por inundación. Obsérvese la pendiente de la calle de enfrente, que continuamente presenta escurrimientos afectando a esta zona***

Sobre la calle 2ª Norte, este arroyo presenta una anchura de 3.5 m, y una altura de 1.25 m (Fotografía 2.61), la distancia de las viviendas mas cercanas a este cuerpo de agua es de menos de 2 m. al presentarse intensas precipitaciones afecta solo a los patios traseros.



***Fotografía 2.61.-Calle 2ª Norte, las viviendas expuestas a peligro alto por inundación. Obsérvese la cercanía de las viviendas con el arroyo.***

Este arroyo al llegar a la calle 3ª Poniente (con punto de verificación INHU058). Alcanza una anchura de 5 m. Durante el huracán Stan solo afecto a las viviendas circunvecinas específicamente en sus patios traseros (Fotografía 2.62), la altura actual de las viviendas con respecto al espejo de agua es de 1.70 m.



*Fotografía 62.- Arroyo ubicado en la calle 3ª Poniente. Nótese la ubicación de los muros de las viviendas.*

Llegando al final de la mancha urbana concretamente sobre la calle 2ª Poniente (Fotografía 2.63), este arroyo alcanza una anchura de 4.5 m y 1 m de altura, en esta zona el arroyo solo afecta cuando se presentan precipitaciones extraordinarias tal como sucedió en el Stan, sin embargo ante la insistencia de arrojar los desechos sólidos urbanos por la gente, estos obstruyen el paso del agua originando desbordamientos con sus consecuentes efectos, urge concientizar a los habitantes sobre este problema.



***Fotografía 2.63.- Arroyo ubicado sobre la calle 2ª Poniente. Nótese la presencia de basura sobre el arroyo***

El otro arroyo que cruza la población se presenta de forma paralela al anteriormente descrito. Sobre la calle 5ª Oriente, este arroyo presenta dimensiones de 1.1 m de altura por 2.4 m de ancho (Fotografía 2.64), solo cuando las lluvias son intensas este se desborda, alcanzando un nivel máximo de 40 cm en las viviendas adyacentes, solo algunas viviendas se ven afectadas.



*Fotografía 2.64.- Arroyo ubicado sobre la calle 5ª Oriente. Nótese la ubicación de la vivienda*

Con el punto de verificación INHU051, sobre la calle 1ª Av. Poniente, las dimensiones del arroyo son de 1.1 m de altura por 3.9 de ancho (foto 2.65), solo en muy intensas lluvias causa daños a las viviendas colindantes, incrementándose por la presencia de residuos sólidos urbanos sobre el arroyo, provocando con esto su desbordamiento.



*Fotografía 2.65.- Arroyo ubicado sobre la calle 1ª Oriente. Nótese los desechos sobre el arroyo*

El arroyo al cruzar sobre la calle 2ª Poniente, entre la 6ª y 4ª Sur (Fotografía 2.66), muestra las mismas dimensiones que el punto anterior, presentando el mismo problema de los desechos sólidos urbanos sobre el arroyo, en esta zona se localizan 8 viviendas expuestas a inundarse por el desbordamiento de este arroyo.



*Fotografía 2.66.- Arroyo ubicado sobre la calle 2ª Poniente. Nótese la ubicación de las viviendas*

Con el punto de verificación INHU060, se ubica la zona donde convergen estos dos arroyos (Fotografía 2.67) concretamente sobre la calle 6ª Av. Sur, se observa que sobre la margen izquierda de este arroyo las viviendas se ubican a menos de 50 cm de altura sobre el espejo de agua y a menos de 5 m de distancia, por lo que se encuentran en peligro alto por inundación, mientras que sobre la margen derecha se encuentran a un desnivel de 1 m sobre el espejo de agua y a una distancia de 10 m, se aprecia mucha basura lo que a la postre implica asolvamiento y consecuentemente su desborde. Sobre las viviendas que se ubican en ambas márgenes se observan marcas de agua que alcanza los 40 cm de altura, las viviendas ubicadas sobre la margen izquierda se encuentran mas expuestas a inundación por las condiciones topográficas, ya que no tienen ninguna barrera que los proteja, metros mas adelante este arroyo se amplia hasta 15 m (Fotografía 2.68).



**Fotografía 2.67.- Unión de los dos arroyos en la cabecera municipal. Obsérvese la diferencia de altura de las márgenes.**



**Fotografía 2.68.- Arroyo formado por la unión de los dos arroyos que pasan por la cabecera. Nótese la ampliación del arroyo y la ubicación de las viviendas.**

La otra zona de peligro alto por inundación afectada por el desbordamiento del Río Huehuetán queda delimitada en la porción NE-SE de la población, el río tuvo una amplitud promedio de 280 m, los barrios mas afectados fueron Barrio San Jacinto, Santa María y Fracción Guayabita.

Sobre la margen izquierda (con punto de verificación INUHU001) se observan viviendas destruidas por el paso de la corriente (Fotografía 69) haciéndose visible en 3 viviendas, además destruyo un puente (Fotografía 70), según habitantes de la zona la crecida del río alcanzo los 2.5 m de altura. En esta zona el cauce del río se amplió hacía su margen izquierda 35 m y hacía su margen derecha 12 m, por comunicación verbal de los habitantes el cauce del río antes del Stan medía 35 m de ancho.



*Fotografía 2.69.- Vivienda ubicada sobre la margen derecha destruida por el paso de la corriente. Nótese el grado de afectación*



***Fotografía 2.70.- Destrucción de puente por el paso de la corriente del río Huehuetán.  
Nótese el grado de afectación***

Sobre la Av. 9ª Oriente, (punto de verificación INHU003) en esta estación existe un antiguo brazo del río por el cual el agua desbordada tomó camino y destruyó una vivienda, al canal tiene aproximadamente 4 m de ancho, se aprecia muy azolvado; teniendo 1.10 m de profundidad. Existen en este punto 8 viviendas a la orilla del canal, el nivel del agua alcanzado en esta vivienda es de 1.93 m (Fotografía 2.71), cabe señalar que actualmente hay viviendas dentro del cauce, lo cual les confiere su exposición a peligro alto por inundación.



*Fotografía 2.71.- Viviendas ubicadas sobre la calle 9ª Oriente. Nótese las marcas en la pared*

En esta misma zona, específicamente la Escuela Primaria Miguel I. Hidalgo fue gravemente afectada por inundación, destruyendo 2 aulas (Fotografía 2.72). Las marcas del nivel de agua dentro de las aulas indican una altura de 1.4 m, la destrucción de las aulas se debió en gran parte a colapsamiento por competencia del material, es decir al asentamiento del terreno. Sobre la calle 5ª Oriente existen 10 viviendas que fueron afectadas por el desbordamiento, presentando un nivel de 1.5 m de altura.



*Fotografía 2.72.- Destrucción de la Escuela Primaria Miguel Hidalgo, ubicada sobre la margen derecha del río Huehuetán. Obsérvese el grado de afectación.*

Con el punto de verificación INHU006 se indica el actual margen derecho del Río Huehuetán, se observan 3 construcciones las cuales solo una de ellas se encuentra habitada, están construidas de muros de block, las otras dos se encuentran semidestruídas (Fotografía 2.73), el actual cauce del río muestra una amplitud de menos de 50 m, estas vivienda se encuentran a menos de 10 m de distancia a este y con un desnivel de 3 m de altura, por comentarios de los habitantes de esta zona la altura del nivel de agua fue de 1.2 m.



***Fotografía 2.73.- Destrucción de bardas sobre la 3ª Av. Norte por el paso de la corriente.***

Sobre la calle 1ª Oriente, entre las calles 3ª Norte y un callejón sin nombre (con punto de verificación INHU048, Fotografía 2.74) el nivel de agua alcanzado durante la creciente fue de 70 cm, cabe señalar que esta calle tiene una pendiente de 5°, por lo que esta pendiente influyo a que la crecida no avanzara mas, ya que sirvió como barrera, esta zona estaba ubicada a 140 m de distancia del cauce del río antes del Stan.



*Fotografía 2.74.- Calle 1ª Oriente hasta aquí llegó la creciente. Obsérvese la pendiente de la calle*

Sobre el margen derecho del río, en la calle 6ª Oriente, se observan 4 viviendas semidestruidas, ubicadas a escasos 20 m del actual cauce, así también se aprecia construcción de bordos de contención, estas viviendas se sitúan a un desnivel de 4 m sobre el espejo de agua, según comentarios de los habitantes de la zona, la altura del agua sobre esta calle fue de 2 m (Fotografía 2.75).



***Fotografía 2.75.- Vivienda ubicada sobre la margen derecha del río. Obsérvese el tamaño de los bloques que se utilizan para la construcción de los bordos de contención.***

Con el punto de verificación (INHU013) se ubica el límite de la creciente sobre la margen derecha del Río Huehuetán, específicamente a un costado del camino que se dirige hacia Estación Huehuetán, donde se observan 4 viviendas en peligro alto por inundación, ya que se localizan a escasos 15 m del actual cauce del río (Fotografía 2.76), sobre esta misma zona se observa que los bordos están contruidos a una menor altura y están constituidos por materiales mas ligeros, lo que implica mas facilidad de transporte por lo que puede ser erosionado de una manera mas fácil, incrementándose de manera considerable la afectación a las viviendas adyacentes, la amplitud del cauce es de 70 m; el bordo tiene una altura de 3 m con respecto a las casas; la profundidad promedio del espejo de agua es de 1 m. Hacia la margen izquierda no se observan viviendas; en esta misma zona se observa transporte de basura y animales muertos que continuamente son arrastrados hacia esta área por las corrientes generadas durante las presentes precipitaciones, representando un grave problema sanitario para los personas que habitan la zona. La creciente provocada por el huracán Stan, arrastro 6 viviendas y un taller, las viviendas que quedaron en pie alcanzaron un nivel de agua de 1 m de altura, actualmente se localizan 5 viviendas en esta parte, y son habitadas

por damnificados. También existe un arroyo de aguas negras que con las lluvias arrastra toda la basura hasta este punto, agravando aun mas la situación tan precaria que se encuentran las viviendas, por lo que es urgente la reubicación de la gente que se encuentra en esta zona.



*Fotografía 2.76.- Viviendas ubicada sobre la margen derecha del río. Obsérvese la distancia con el cauce.*

La delimitación de la zona de peligro medio queda distribuida en la porción central de la población donde solamente tienen problemas por inundación de carácter pluvial, ya que la topografía presenta algunas pendientes de hasta 5°, ayudando a que el agua no se acumule vertiéndola hacia las partes bajas, cabe señalar que cuando se presentan precipitaciones extraordinarias el nivel de agua máximo no alcanza ni la altura de las banquetas (13 cm), (Fotografía 2.77).



*Fotografía 2.77.- Calle Central Oriente. Obsérvese la pendiente de la calle.*

A 150 m antes de llegar al puente de la carretera costera, con punto de verificación (INHU015) se unen los ríos Huehuetán y Nexapa (Fotografía 2.78), en esta zona se observan viviendas aisladas, una sobre la margen izquierda y 2 viviendas más sobre la margen derecha, así como algunos plantíos, durante el Stan la unión de estos ríos provoco que el cauce se ampliara mas, afectando en Estación Huehuetán a los barrios: 3 Marías, Esquipulas y Santa Fe, siendo estos los más dañados.



*Fotografía 2.78.- Unión de los ríos Huehuetán y Nexapa*

La zona de peligro alto por inundación en Estación Huehuetán, esta delimitada dentro de la mancha urbana por el punto de verificación INHU063, sobre la calle Donasio Marroquín en la Col FOVISSTE Guadalupe (Fotografía 2.79), esta zona fue afectada por el desbordamiento del río sobre su margen izquierda, donde el agua alcanzó una altura máxima de 40 cm, cerca de 50 viviendas conforman esta colonia. Actualmente esta área esta ubicada a 400 m del actual cauce.



**Fotografía 2.79.- Col. Foviste Guadalupe, calle Donasio Marroquín. El nivel de agua en esta zona de fue de 40 cm. Obsérvese la ubicación del cauce del río.**

En el barrio Tres Marías (punto de verificación INHU017), conformado por 13 viviendas, de las cuales 8 fueron totalmente arrasadas, cabe mencionar que antes del huracán estas viviendas estaban a a 30 m del cauce, actualmente la margen derecha del río se amplió más de 90 m, es importante subrayar que las actuales viviendas se localizan a 20 m del espejo de agua (Fotografía 2.80).



**Fotografía 2.81.-Barrio Tres Marías, ubicado sobre la margen izquierda del río Huehuetán. Obsérvese la ubicación de las viviendas.**

Sobre la calle Guadalupe Victoria a un costado de la Escuela Secundaria José María Morelos, el río sobre su margen izquierda se amplió hasta los límites de la escuela, actualmente 1 vivienda se encuentra a 40 m de donde llegó el límite de la crecida y aun desnivel de 1 m de altura (Fotografía 82).



*Fotografía 2.82.- Calle Guadalupe Victoria. Obsérvese hasta donde llegó la creciente*

La crecida del río a su paso por Estación Huehuetán destruyó un puente (Fotografía 83) que unía a dicho poblado con El Amate, este puente tiene una longitud de 80 m y la altura sobre el espejo de agua es de 4.3 m, actualmente no hay paso por esta vía por lo que urge repararlo ya que es una importante vía de comunicación que une a las diferentes localidades de la zona.



***Fotografía 2.83.- Daños en un puente vehicular por el paso de la corriente. Obsérvese la inclinación del puente.***

350 m mas adelante (con punto de verificación INHU021) se ubica daño a puente de ferrocarril (Fotografía 84). Por comentarios de los habitantes de la zona, en esta área se localizaban 30 viviendas que se ubicaban sobre la margen izquierda, dichas viviendas pertenecían al Cantón Texpuyo (Fotografía 85), las cuales fueron totalmente arrastradas, actualmente se realizan obras civiles para mitigar un posible desbordamiento (Fotografía 86), cabe mencionar que las viviendas que aun se localizan en esta zona están situadas a 40 m del actual espejo de agua.



***Fotografía 2.84.- Puente dañado por la creciente del río. Nótese la altura de este con respecto al espejo de agua.***



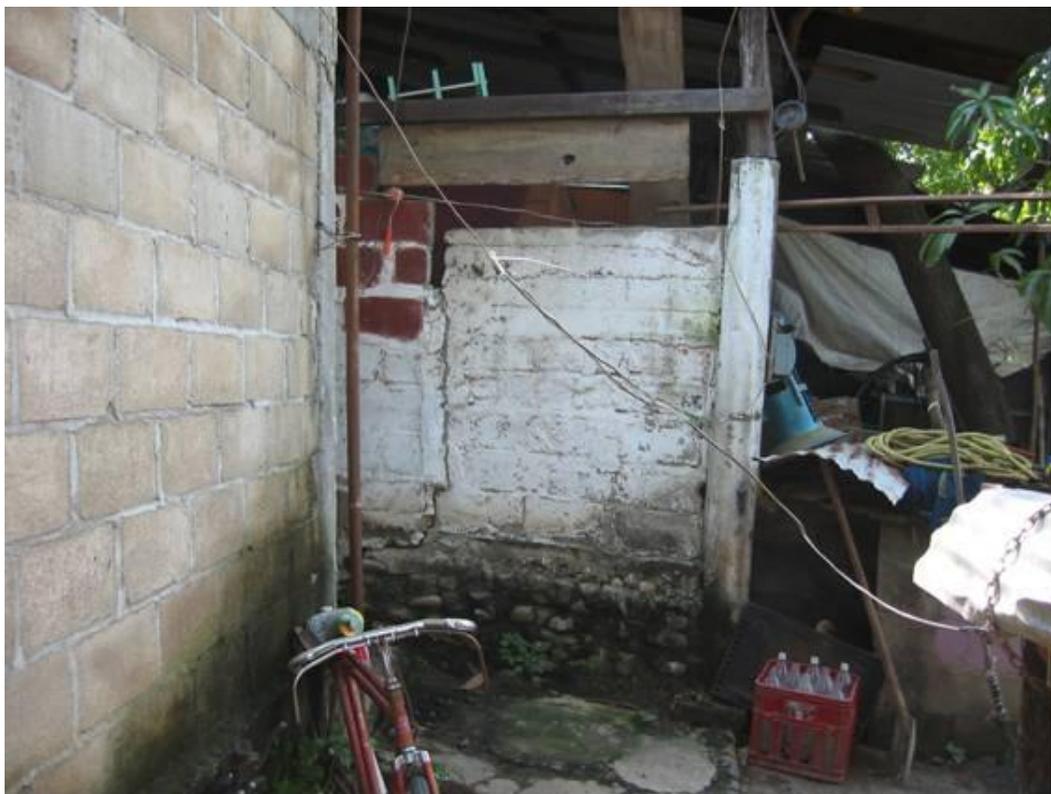
***Fotografía 2.85.- Terrenos pertenecientes al Cantón Texpuyo sobre margen izquierda del río, aquí existían 30 viviendas que fueron arrasadas por la creciente.***



***Fotografía 2.86.- Obras de mitigación sobre las márgenes del río Huehuetán. Nótese la ubicación de las viviendas.***

Sobre la calle Zaragoza en el Barrio de Santa Fe, ubicado en la margen derecha, 55 viviendas fueron gravemente dañadas. Las que quedaron de pie sufren de grietas en los muros debido al asentamiento del terreno (Fotografía 87), otras quedaron semi-sepultadas y sin techos (Fotografía 88), las viviendas que aun se ubican en esta zona, están en peligro alto, ya que la distancia que las separa del actual espejo de agua es de menos de 60 m. y aun desnivel de

1.5 m. es importante señalar que algunas familias (6) viven en las casas en ruinas (Fotografía 89), por lo que es de carácter urgente su reubicación y se encuentran a menos de 15 m del cauce del río, por comentarios de habitantes del lugar el nivel del agua alcanzado fue de 1.6 m .



*Fotografía 2.87.-Grietas en las viviendas ubicadas en el Barrio Santa Fe.*



*Fotografía 2.88.-Viviendas semi-sepultadas en el Barrio Santa Fe. Ubicadas sobre el margen derecho del Río Huehuetán*



*Fotografía 2.89.-Familias que habitan viviendas en ruinas sobre la margen derecha del Río Huehuetán. Obsérvese la distancia de las viviendas con respecto al cauce.*

Ya casi al final de la mancha urbana, específicamente sobre la calle Javier Mina casi esquina con Av. Pita, con el punto de verificación INHU024 se delimita la zona donde llego la amplitud del río, causando destrozos en algunos patios traseros de las casas, se observa que en esta zona hay mucha basura lo que implica un serio problema de salud, el desnivel del terreno es de 2 m, se observan grietas en algunos muros producto del asentamiento del terreno (Fotografía 90), ya que la corriente al llegar hasta esta zona, fue deslavando las paredes del cauce, alcanzando un nivel máximo de 1.5 m. esta zona actualmente se encuentra a 200 m del espejo de agua.



***Fotografía 2.90.- Viviendas dañadas por asentamiento del terreno en la calle Javier Mina, obsérvese la ubicación del cauce del río.***

En los límites de la mancha urbana (con punto de verificación INHU025) marca el límite de donde llego el desbordamiento del río, en el Barrio Guadalupe, en donde se localizan 3 viviendas sobre la margen derecha no fueron alcanzadas por la crecida, debido a que se encuentran a un desnivel de 2 m (foto 91) sin embargo debido a las condiciones actuales tales como azolve, es muy factible que en próximas crecidas se puedan ver afectadas por lo que urge su reubicación de las personas que habitan esta zona, así como la realización de obras civiles que ayuden a amortiguar un futuro desborde.



**Fotografía 2.91.-Viviendas pertenecientes al Barrio Guadalupe ubicadas sobre la margen derecha del Río Huehuetán. Obsérvese la ubicación de las mismas.**

Otra de las zonas identificadas como de peligro alto por inundación, se restringe a un canal de desagüe que se origina en el Centro de Estudios Avanzados ubicado en la Carretera Costera, este arroyo al cruzar la calle Francisco I. Madero el nivel máximo de agua durante el Stan fue de 30 cm. el arroyo muestra dimensiones de 96 cm de alto por 2.7 m de ancho (Fotografía 2.92) alrededor de 15 viviendas fueron afectadas.



**Fotografía 2.92.- Arroyo que cruza la calle Francisco I. Madero. Nótase hasta donde llegó el agua.**

En la calle Emiliano Zapata entre Abasolo y Pino Suárez el arroyo muestra las mismas dimensiones que el punto anterior. Actualmente se observan algunos trabajos de canalización y alcantarillado en el arroyo (Fotografía 2.93), durante el Stan el nivel máximo de agua en esta calle fue de 30 cm, cabe señalar que estos trabajos fueron realizados después del Stan. Un habitante de esta calle comenta que gracias a esta obra no se han presentado problemas de inundación en esta calle.



***Fotografía 2.93.- Arroyo que cruza la calle Emiliano Zapata. Nótese la ubicación de las viviendas.***

En la Avenida Panamericana, se aprecia que sobre el arroyo se esta realizando obra de alcantarillado (Fotografía 2.94) para facilitar el flujo del agua, las dimensiones de estas alcantarillas son de 1.4 m de diámetro, durante el Stan el nivel máximo de agua fue de 70 cm, sin embargo no ingreso a las casas ya que estas se encuentran a un desnivel de 1m, solo una vivienda fue afectada ya que se ubica en una pequeña depresión, hacia el otro extremo de la calle, se aprecia 1 vivienda (Fotografía 2.95), la cual continuamente sufre de inundación ya que esta a un costado del arroyo, la vivienda esta a un desnivel de 1.4 m, en esta vivienda viven 13 personas, urge que se reubique a los habitantes de esta área.



*Fotografía 2.94.- Obra civil (Puente) sobre el arroyo en la Av. Panamericana.*



*Fotografía 2.95.- Vivienda ubicada sobre la Av. Panamericana. Nótese la ubicación de la vivienda sobre el arroyo*

Con el punto de verificación INHU072 se ubica desembocadura del arroyo en el Río Huehuetán (Fotografía 2.96), sobre el final de la calle Morelos, esta zona esta habitada por 20 personas, continuamente sufren de inundación, ya que estas viviendas están a 1.2 m de desnivel del río y a menos de 30 m de distancia del cauce. El arroyo tiene dimensiones de 1.5 m de ancho, otro problema que se aprecia en esta zona, es que este canal muestra mucha basura lo que implica un gran problema sanitario para estas personas (Fotografía 2.97).



*Fotografía 2.96.- Desembocadura del arroyo en el Río Huehuetán*



*Fotografía 2.97.- Viviendas ubicada sobre el arroyo al final de la calle Morelos cercano al Río Huehuetán. Nótese la ubicación de las viviendas.*

Otra de las zonas expuestas a peligro alto por inundación se sitúa sobre el cauce de un canal de riego ubicado sobre la parte norte del poblado (con punto de verificación INHU074) sobre la calle 2<sup>a</sup> Privada de Galeana entre Calzada de Guadalupe y Allende este canal tiene unas dimensiones de 2.1 m de ancho por 70 cm de alto (Fotografía 2.98), 7 viviendas se ubican en esta zona y fueron parcialmente afectadas durante el Stan, afectando sus patios, ya que estos se encuentran en partes bajas.



*Fotografía 2.98.- Canal de riego ubicado en la 2ª Privada de Galeana. Nótese las dimensiones de este.*

Sobre la calle Guerrero esquina con Aldama, el canal de riego representa un peligro alto por inundación en esta zona, ya que una vivienda se localiza sobre su margen izquierda. El canal tiene como dimensiones 3.8 de ancho por 1 m de alto, la distancia que lo separa de la vivienda es de 3m (Fotografía 2.99), y la vivienda se encuentra a un desnivel de 1 m, urge realizar obras de alcantarillado en esta zona ya que continuamente la gente de este lugar sufre de inundaciones.



*Fotografía 2.99.- Canal de riego ubicado en la calle de Guerrero. Nótese la ubicación de la vivienda*

Este canal tiene un promedio de 3 m de ancho y 1.3 m de altura, sobre su margen derecha solo hay zonas de cultivo pero sobre su margen izquierda se localizan viviendas. A la altura de la calle Morelos la afectación fue a 15 viviendas, en esta zona fue donde causo mas daños, el nivel del agua fue de hasta 1 m (Fotografía 2.100).



***Fotografía 2.100.- Canal de riego ubicado en la calle de Morelos. Nótese la ubicación del canal de riego***

La zona de peligro medio por inundación en Estación Huehuetán se distribuye casi en su totalidad dentro de la mancha urbana, es importante señalar que dichas porciones de la zona urbana de esta población, durante el recorrido de campo fue identificada como zona de peligro medio ya que el nivel alcanzado del agua durante una precipitación máxima no rebasa los 15 cm, sin embargo por sus características topográficas (zona plana) y por sus suaves pendientes es zona inundable hasta cierto grado (Fotografía 2.101). Es importante puntualizar que también durante el recorrido de campo no se identifico zona de peligro bajo por inundación por las características anteriormente señaladas.



***Fotografía 2.101.- Calle 5 de Mayo. Obsérvese la topografía plana de las calles***

En lo que corresponde al trabajo de gabinete se realizaron 3 secciones geológicas (A - A'; B - B'; C - C') (figura 2.7, 2.8, 2.9) con la finalidad de tener una mejor visión de la zonificación por peligro por inundación, estas secciones se hicieron de manera transversal al cauce principal y abarcando el tramo que pasa por la cabecera municipal.

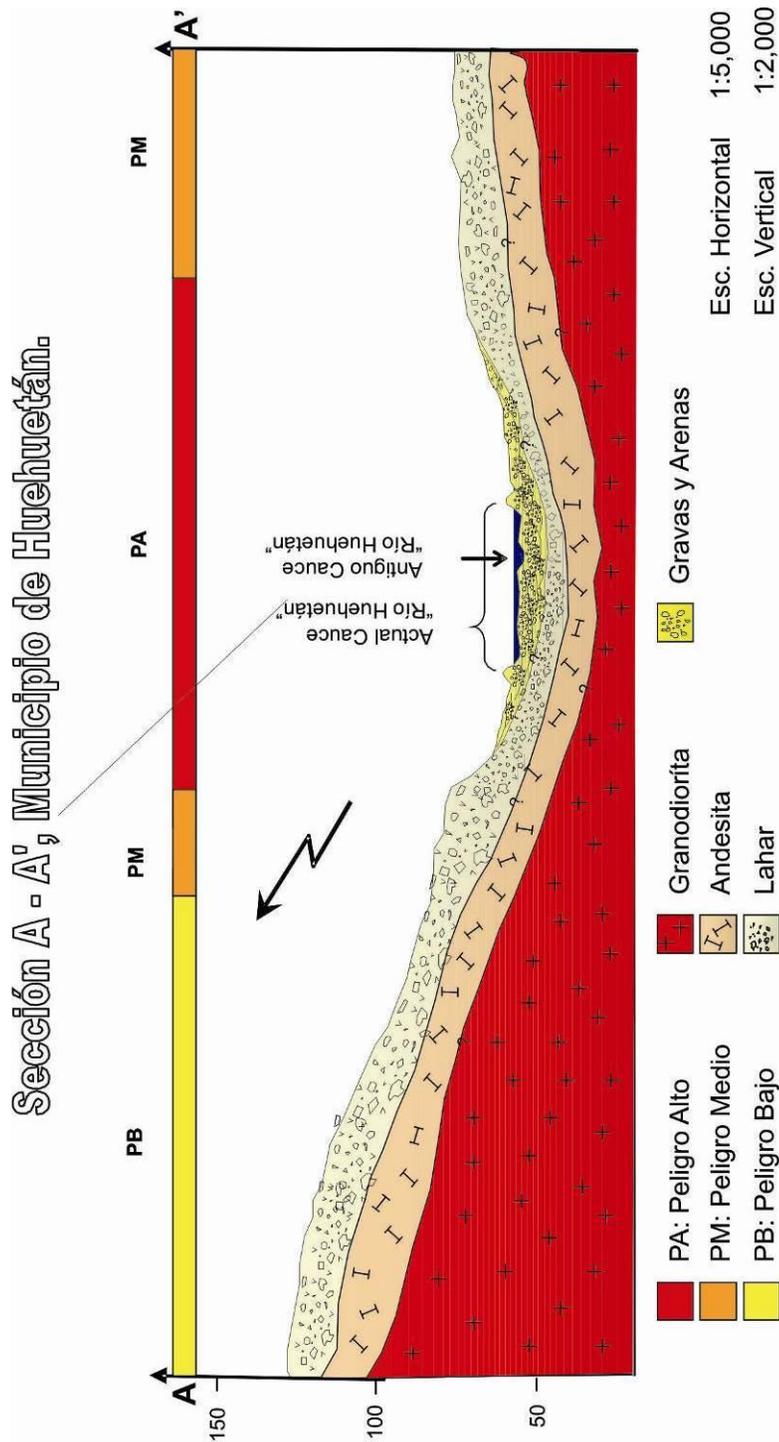


Figura 2.7.- Sección transversal A-A' al Río Huehuetán

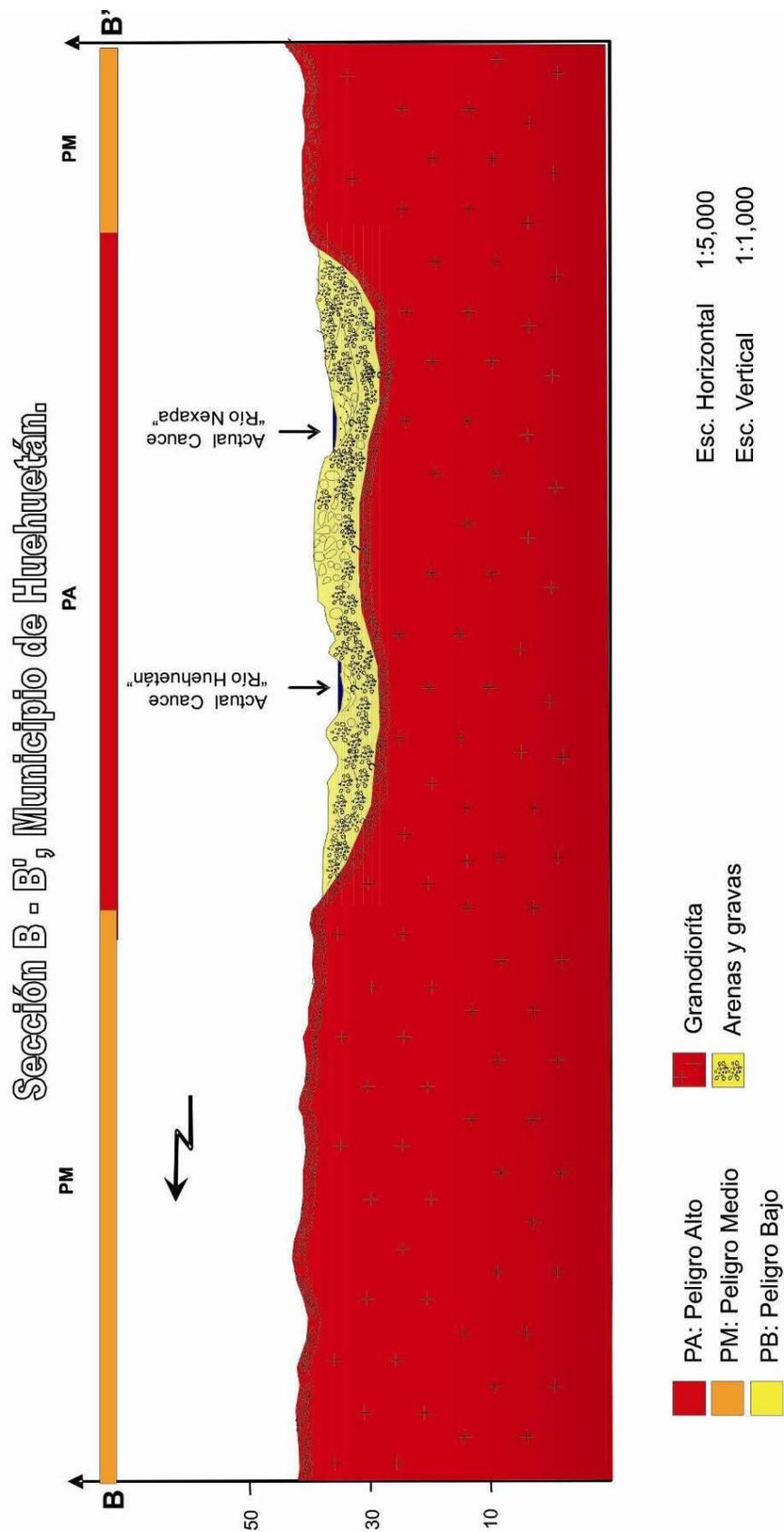


Figura 2.8.- Sección transversal B-B' al Río Huehuetán

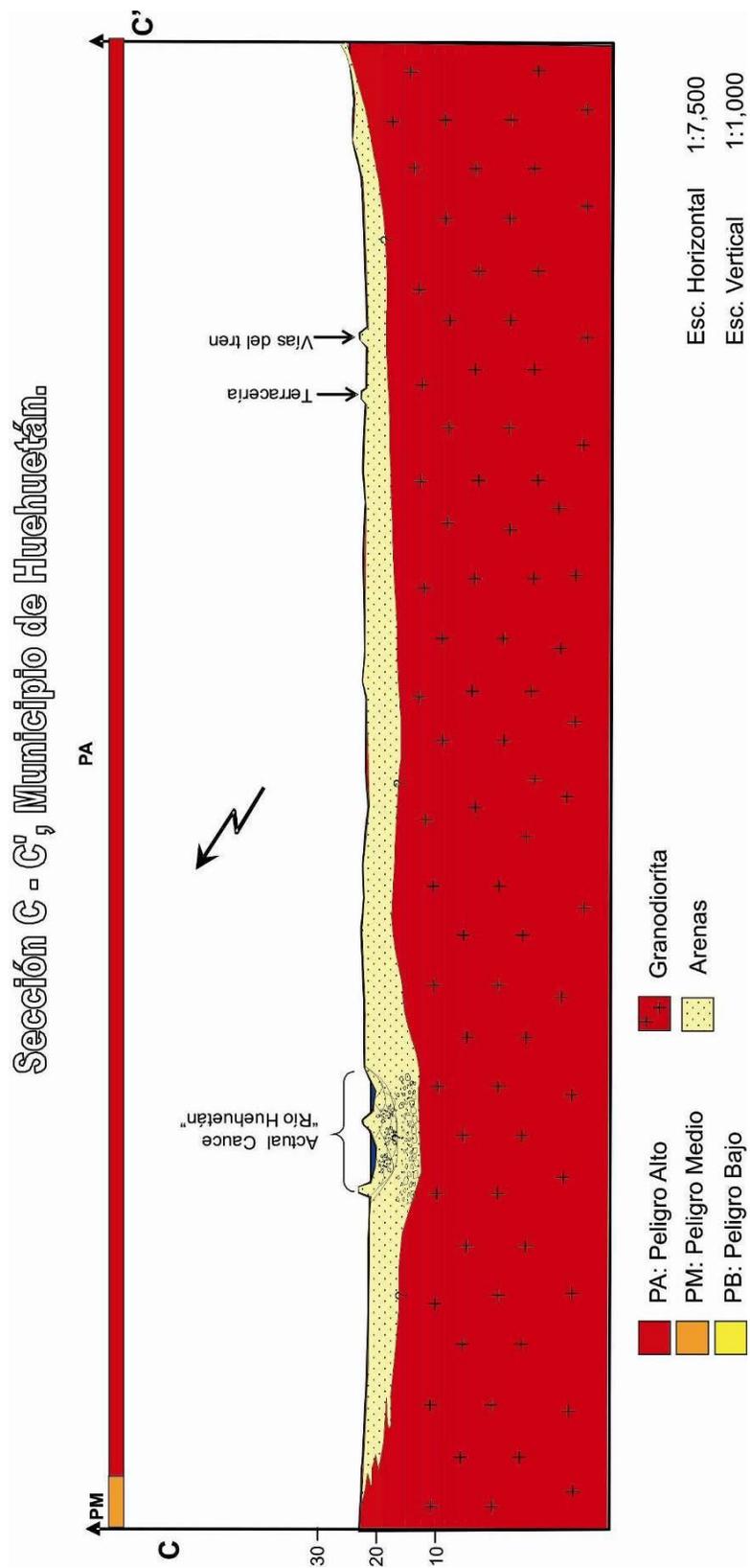


Figura 2.9.- Sección transversal C-C' al Río Huehuetán

### **3- CONCLUSIONES**

1.- La ciudad de Huehuetán es la población económicamente más importante del municipio del mismo nombre, por consiguiente la mancha urbana muestra una tendencia a crecer. Esto se ha manifestado con la presencia de asentamientos irregulares establecidos en zonas de alto riesgo, tales como las márgenes de los ríos o zonas de laderas inestables.

2.- 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.

3.- La población de Huehuetán se encuentra establecida, en el valle fluvial del Río Huehuetán, en el límite de la Llanura Costera del Pacífico con la Sierra Madre del Sur. De igual forma, la erosión, la presencia de escurrimientos y la intensa deforestación, han sido factores clave para incrementar la probabilidad de ocurrencia de estos peligros naturales.

4.- Con los eventos del año pasado, se puso de manifiesto la vulnerabilidad en algunas zonas de la ciudad en lo referente a peligro por inundación, debiéndose probablemente a un inadecuado manejo de suelo, asociado a la falta de planeación urbana, manifestándose en algunas construcciones asentadas sobre las márgenes de los ríos.

5.- Atendiendo todos los factores arriba mencionados se reconocieron tres zonas de peligro por inundación dentro de la ciudad: alto medio y bajo en pueblo Huehuetán y peligro alto y medio en Estación Huehuetán.

6.- La zona de peligro alto en la ciudad Huehuetán se limita a lo largo de las márgenes del río Huehuetán teniendo su área más amplia hasta 200 m sobre la margen derecha, en la parte este de la ciudad, se considera que un factor determinante de que la zona de peligro alto por inundación no tuvo mayor amplitud, se debió a la existencia de una pendiente que bordea a la calle 3ª Av. Norte. Sin embargo dada las actuales condiciones que presenta el cauce (asolvamiento) que al no tener la misma capacidad de almacenamiento es muy factible que esta zona se amplíe mucho más. La presencia de arroyos que sirven como canales de desagüe delimita zonas de peligro alto por inundación en la parte NE y SW de la población.

7.- Se delimitaron 2 polígonos de peligro medio en la cabecera, el primero y el mas grande se define en al porción central de la mancha urbana teniendo como dimensiones 400 m de ancho por 1.7 Km. de largo. El segundo se encuentra flanqueado por los arroyos arriba mencionados con dimensiones de 1.1 Km. de largo por 100 m de ancho en promedio.

8.- Por último la zona de peligro bajo identificada se ubica a la porción Norte donde se encuentra la parte mas elevada de la mancha urbana.

9.- En lo que respecta a la población Estación Huehuetán se identificaron 2 zonas de peligro por inundación: alto y medio. La zona de peligro alto dentro del poblado se ubica sobre la margen derecha del río Huehuetán teniendo como amplitud máxima 400 m, otros polígonos de peligro alto por inundación identificados se localizan sobre un canal de desagüe y un dren agrícola localizados sobre la porción central y norte respectivamente. La zona de peligro medio se extiende por casi toda la mancha urbana, considerando que toda esta zona sufre de inundaciones de carácter pluvial en gran medida por su topografía plana.

10.- En el reconocimiento de campo se realizaron 8 puntos de verificación dentro de la cabecera municipal por peligro por inestabilidad de laderas, de los cuales 2 puntos que presentan peligro alto por deslizamiento de ladera, originados por intervención antropogénica, cabe mencionar que aunque no presentan evidencias de movimiento de material, la zona cuenta con condiciones idóneas para que en algún momento se puedan presentar.

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

Con base en la identificación de los peligros naturales, los procesos de desarrollo urbano y de crecimiento de Huehuetán se proponen:

- El desarrollo de un programa de crecimiento agroindustrial entre Huixtla, Tuzantán y Huehuetán, para incentivar el crecimiento entre estas localidades. Favoreciendo la creación de nuevos empleos a largo plazo, reactivando la agricultura de riego y la reforestación en la parte alta de la microcuenca del río Huehuetán.
- Promover al sur de Huehuetán, en la planicie, los usos de suelo agrícola a nivel familiar (autoconsumo), promover los cambios de uso de suelo habitacional afectados a uso de suelo agrícola y forestal.
- Hacia la parte alta de la microcuenca promover la reforestación en los poblados ubicados en las partes altas
- Sobre la carretera federal 200 promover la agricultura de árboles frutales y hortalizas evitando el desarrollo de tala de bosque y selva baja.
- En la zona urbana de Huehuetán sobre las zonas que colindan con el río Huehuetán, en las zonas de identificadas como peligro alto por inundación en ambos márgenes, promover el cambio de uso de suelo habitacional y reforestar dentro de la zona de peligro alto y no permitir que se edifiquen nuevas construcciones
- Identificar cuantas manzanas están en el margen de peligro alto para promover un desalojo de sus habitantes.
- Prohibir toda licencia de uso de suelo habitacional en zonas de peligro alto.
- Prohibir toda licencia de modificación, ampliación o crecimiento de vivienda.
- Promover programas de reforestación en las partes altas de la microcuenca.

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

- Establecer un programa continuo de desazolve y limpieza de los ríos y del drenaje que cruza la ciudad.
- Construir muros de contención para proteger a las viviendas de la caída de rocas, así como para estabilizar las laderas.

- Construir un sistema de drenaje pluvial adecuado.
- Reactivar el sistema de alarma para prevención de desastres.
- Dar pláticas a la población para fomentar la cultura de limpieza y seguridad.
- Hacer un programa de simulacros especificando las rutas de evacuación dentro de los diferentes puntos de la ciudad.
- Construir más puentes que comuniquen a los diversos barrios de la ciudad para considerarlos como apoyo para rutas de evacuación.
- Reforzar las estructuras de los puentes y así como también reconstruirlos a mayor altura.

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

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

## **5.- BIBLIOGRAFÍA**

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

**Secretaría de Desarrollo Social y Consejo de Recursos Minerales, SEDESOL – COREMI, 2004.** Guía metodológica para la elaboración de atlas de peligros naturales a nivel de ciudad, identificación y zonificación, 101 p.

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

## 6.- GLOSARIO DE TÉRMINOS

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

**Contaminante:** Toda materia o energía en cualesquiera de sus estados físicos y formas, que al incorporarse o actuar en la atmósfera, agua, suelo, flora, fauna o cualquier elemento natural, altere o modifique su composición y condición natural;

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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