

**ATLAS DE PELIGROS NATURALES Y  
ANTROPOGÉNICOS DEL MUNICIPIO DE  
TLAPACOYAN, VERACRUZ.**



# INTRODUCCIÓN

**ATLAS DE PELIGROS NATURALES Y  
ANTROPOGÉNICOS DEL MUNICIPIO DE  
TLAPACOYAN, VERACRUZ.**



# ATLAS DE PELIGROS NATURALES Y ANTROPOGÉNICOS DEL MUNICIPIO DE TLAPACOYAN, VERACRUZ.



## 1. INTRODUCCIÓN

Un Atlas de Peligros es una compilación de mapas a escala, que agrupa características tales como topografía, uso del suelo, hidrología, vías de comunicación, equipamiento e información adicional de un país, un estado, un municipio o una localidad, en que se encuentran sobrepuestas zonas, puntos, áreas o regiones que indican la presencia de un riesgo potencial que amenaza a una población, sus bienes, servicios estratégicos y entorno. La información que se integra a un Atlas de Peligros se dispone tanto en medio impreso como en un medio digital, bajo un ambiente de Sistemas de Información Geográfica, permite el uso rápido y accesible de información sobre distintos temas, consta de tablas de datos que permiten su consulta y pueden ser asociadas o relacionadas a otros temas de interés.

El Atlas de Peligros Naturales y Antropogénicos del Municipio de Tlapacoyan es una serie de mapas de peligros de origen natural y antropogénico, elaborado con base a las metodologías creadas por Centros especializados en atención de emergencias y desastres, como el Centro Nacional de Prevención de Desastres.

El Atlas de Peligros es la primera herramienta a emplear cuando se desea realizar una inversión en acciones de prevención de desastres, pues presenta el diagnóstico integral de la situación municipal frente a los distintos peligros de origen natural y antropogénico, lo que permite priorizar las acciones de mitigación a realizar, para disminuir el nivel de riesgo al que la población, sus bienes, servicios estratégicos y entorno ecológico se encuentran expuestos.

Asimismo cuenta con un diagnóstico de la percepción de la población ante los peligros que los rodean, así como la capacidad local de respuesta ante la inminencia de un fenómeno perturbador que puede presentarse dentro de su territorio municipal.

El desarrollo y actualización de un Atlas de Peligros y/o Riesgos se encuentra contemplado dentro de nuestra legislación.

La Ley General de Protección Civil establece dentro de las atribuciones de la Secretaría de Gobernación, el desarrollo y la actualización del Atlas Nacional de Riesgos (Art. 12 Fracción XVII).

La ley número 226 para el Estado de Veracruz de Ignacio de la Llave, señala dentro de las atribuciones de la Secretaría de Protección Civil; desarrollar y actualizar el atlas estatal de riesgos (Artículo 42 fracción XVI).

Por otro lado, a nivel municipal.

Sobre el hecho de contar con Atlas de riesgos, la Ley de Protección Civil para el Estado de Veracruz es muy clara, de acuerdo al artículo 43, se consideran instrumentos operativos de la protección civil los atlas de riesgo del Estado y de los municipios.

# ATLAS DE PELIGROS NATURALES Y ANTROPOGÉNICOS DEL MUNICIPIO DE TLAPACOYAN, VERACRUZ.



## 1.1. Antecedentes

1953

Resulta devastador el ciclón de septiembre, al provocar la crecida del río Bobos.

9-noviembre-1991

Inundaciones en Tlapacoyan. (Fuente: La jornada, 10 de noviembre de 1991).

Elementos de Protección Civil en el Municipio de Tlapacoyan reportaron afectaciones en 5 viviendas de las colonias El Encanto y Las Américas, en tanto que algunas familias asentadas junto al cerro conocido como Los Pocitos fueron desalojadas de manera preventiva ante el riesgo de un posible deslave de arena, por lo que se refugiaron con sus familiares en tanto se presentan las condiciones propicias para regresar a sus hogares. (Fuente: Comunicado de Protección Civil / XALAPA, VER. 13 de Abril de 2008).

De acuerdo con el reporte de la dirección municipal de Protección Civil en Tlapacoyan, las precipitaciones causaron escurrimientos y apagones en varias colonias de la cabecera municipal, así como en las comunidades Piedra Pinta, El Jobo y Filipinas, en tanto que en la congregación Palmilla un rayo alcanzó en la calle a la señora Paula López Melquiades de 36 años. Ranulfo Márquez Hernández, titular de la Secretaría de Protección Civil, indicó que una de las víctimas fue identificada como Paula López Melquiades, de 36 años de edad, quién habitaba en la comunidad de Palmita del Municipio de Tlapacoyan. (Fuente: El periódico de México, 4-julio-2007).

Inundaciones en el Municipio de Tlapacoyan, en la ciudad en las colonias Amador Torres, San Isidro, Fredepo, Tlacoalayan. En las congregaciones de: La Palmilla, Javier Rojo Gómez, Ixtacuaco, Luis Echeverría Álvarez, San Pedro, La Reforma, Vega Chica, Coxmiquiloya. (Fuente: DECRETO por el que se condona y exime del pago de las contribuciones federales que se indican y se otorgan facilidades administrativas a los contribuyentes y a las personas morales no contribuyentes de las zonas geográficas afectadas por las lluvias ocurridas en los meses de septiembre y octubre de 1999).

Los aguaceros que cayeron entre lunes y miércoles en Veracruz afectaron a seis municipios. La Secretaría de Seguridad Pública y la Subsecretaría de Protección Civil de Veracruz señalaron que las lluvias provocadas por el frente frío número 52. (Fuente: Desinventar, 2007).

Las precipitaciones registradas en las últimas horas en Tlapacoyan provocaron anegamientos de entre 15 en 20 centímetros en algunas viviendas de las partes bajas de este Municipio. Luego de que elementos de Protección Civil realizaran el recorrido correspondiente en el Municipio, detectaron cerca de 30 viviendas con anegamientos en su interior, debido a las lluvias y al taponamiento del alcantarillado. De acuerdo con últimos reportes, el agua ha comenzado a disminuir paulatinamente, dando paso a las labores de limpieza en viviendas y calles afectadas. Luego de que elementos de Protección Civil realizaran el recorrido correspondiente en el Municipio, detectaron cerca de 30 viviendas con anegamientos en su interior, debido a las lluvias y al taponamiento del alcantarillado. De acuerdo con últimos reportes, el agua ha comenzado a disminuir

# ATLAS DE PELIGROS NATURALES Y ANTROPOGÉNICOS DEL MUNICIPIO DE TLAPACOYAN, VERACRUZ.



paulatinamente, dando paso a las labores de limpieza en viviendas y calles afectadas. (Fuente: GEV COMUNICADO 01057).

## 1.2. Determinación de la zona de estudio

La ciudad de Tlapacoyan, cabecera del Municipio del mismo nombre, se localiza en la porción Centro - Norte del Estado de Veracruz, en las estribaciones de la sierra de Chiconquiaco, sus coordenadas geográficas son 19°57' de Latitud Norte, 97°12' Longitud Oeste y se ubica a una altitud de 450 metros sobre el nivel del mar.

Los límites del Municipio de Tlapacoyan son al Norte y Oeste, los municipios de Acateno y Hueytamalco pertenecientes al Estado de Puebla; al Noreste el Municipio de Martínez de la Torre; al Sur y Sureste el Municipio de Atzalan y al Suroeste el Municipio de Jalacingo, al interior del Municipio Tlapacoyan se ubica en la porción Suroeste del mismo, las localidades próximas más importantes al interior de la demarcación municipal son San Isidro al Noroeste y Piedra Pinta y La Palmilla al Noreste, adyacentes a la carretera a Martínez de la Torre. (Fuente: Programa de Desarrollo Urbano del Centro de Población Tlapacoyan).

## 1.3. Caracterización de los elementos del medio natural

### 1.3.1. Fisiografía

De acuerdo con la división de provincias fisiográficas establecida por Lugo Hubp y Córdova Fernández (1990), el municipio de Tlapacoyan entra se localiza en dos provincias: Llanura costera del Golfo Norte y Eje Neovolcánico.

La Provincia Llanura Costera del Golfo Norte se ubica paralelamente a la línea costera del Golfo de México, desde el río Bravo hasta el municipio de Nautla. Tiene una extensión de 19,523 km<sup>2</sup>. En esta provincia se presentan 5 clases, 11 subclases y 60 tipos de paisajes, de los cuales solamente el 12% (3% de la superficie total de la clase) pueden ser considerados como naturales. Del resto, el 20% son secundarios e impresionantemente el 68% de sus paisajes (84% del área total de la clase), han sido transformados por la actividad agropecuaria (Chiappy-Jhones, C., *et al.*, 2002).

La Provincia Eje Neovolcánico tiene una extensión de 8,987 km<sup>2</sup> puede considerarse, después de la Llanura Costera del Golfo Sur como la más diversa, en cuanto a paisajes actuales se refiere (Chiappy-Jhones, C., *et al.*, 2002).

### **1.3.2. Geología**

Respecto de las unidades geológicas existentes en el ámbito de estudio, la región general presenta rocas ígneas extrusivas del Cuaternario, cuyas principales formaciones atraviesan la entidad aproximadamente en su porción central, siguiendo una dirección Este – Oeste.

La constitución de dichas unidades básicamente corresponde a rocas ígneas de composición andesítica, riolítica y basáltica, depositados durante el Cenozoico Superior; aunque también existen rocas sedimentarias del Mesozoico y Cenozoico e ígneas intrusivas del Terciario. Las rocas más antiguas que afloran en esta porción corresponden a depósitos calcáreo – arcilloso del jurásico Superior y los más jóvenes a depósitos no consolidados del Cuaternario.

El Jurásico Superior está representado por la secuencia marina de calizas y lutitas depositadas en aguas profundas. Morfológicamente constituye montañas con pendientes suaves, sus afloramientos se presentan al Sureste de Tlapacoyan, donde también se encuentran las calizas del Cretácico Inferior que sobreyacen de manera concordante a los depósitos calcáreo – arcillosos del Jurásico Superior.

Finalmente hacia el Sur de Tlapacoyan, la constitución geológica pertenece al Jurásico Superior con rocas sedimentarias calizas y lutitas, mientras que hacia el Sureste estas pertenecen al Cretácico Inferior con rocas sedimentarias calizas. (Fuente: Programa de Desarrollo Urbano del Centro de Población Tlapacoyan).

### **1.3.3. Edafología**

La capa edáfica se encuentra constituida por la superficie que recubre el tejido rocoso, sobre el cual se desarrollan las actividades productivas, las características edafológicas del ámbito objeto de estudio corresponden principalmente al Feozem lúvico más luvisol órtico clase textural fina y suelo sin fase física.

Los Feozem en su mayoría son suelos jóvenes y tienen un horizonte A mólico, un B cámbrico y/o un C subyacente; en menor proporción son maduros (Feozem lúvico) con presencia de un horizonte bargílico.

Su capa superficial tiene un espesor de 30 a 35 centímetros, es de color pardo grisáceo o gris oscuro, con abundante materia orgánica y nutrientes, ph de ligeramente alcalino a ligeramente ácido con textura de migajón arenoso y arcilloso. (Fuente: Programa de Desarrollo Urbano del Centro de Población Tlapacoyan).

### **1.3.4. Hidrología**

El Municipio de Tlapacoyan se localiza en la región hidrológica 27 Tuxpan-Nautla y dentro de la cuenca denominada río Nautla y otros, a su vez el Municipio se divide en varias subcuencas, la llamada María de la Torre y la del río Bobos, ambas dividen al municipio casi por mitad del suroeste al noreste (Mapa CN. 1).

# ATLAS DE PELIGROS NATURALES Y ANTROPOGÉNICOS DEL MUNICIPIO DE TLAPACOYAN, VERACRUZ.



Son una gran cantidad de ríos los que existen a todo lo ancho y largo del territorio municipal, muchos de los cuales son intermitentes y algunos principales son perennes. Dentro de la subcuenca del río María de la Torre tenemos el río María de la Torre, el cual viene del Municipio de Hueytamalco, Puebla, y ya dentro del territorio de Tlapacoyan se le une el río Temolonia, río abajo se le une el río Buenavista que nace a la altura de la comunidad de Platanozapan, al mismo tiempo se une el río Atehuetzin que nace en el vecino Municipio de Hueytamalco. Siguiendo río abajo, se le une el río Sordo que nace a la altura de Pochotitlán. Durante este recorrido el río María de la Torre forma parte de los límites entre los municipios de Hueytamalco y Tlapacoyan y a su vez entre los Estados de Puebla y Veracruz respectivamente.

Después de la comunidad de Vega Chica este río toma el nombre de río Quilate, aunque es solo un tramo, pues río abajo nuevamente se denomina María de la Torre hasta las comunidades de Rancho Zaragoza y El Palmar donde termina el Municipio de Tlapacoyan y donde se le une el río Cañas que nace al norte de la comunidad de La Monera.

En la subcuenca del río Bobos tenemos el río Itzapa, el que se forma de varios ríos intermitentes en el vecino Municipio de Jalacingo, este río cruza cerca de las comunidades de La Lagunilla y el Recuerdo, pasando esta última se une al río Bobos el que divide al Municipio de Tlapacoyan con el de Atzalan hasta su salida de Tlapacoyan a la altura de la localidad de Javier Rojo Gómez, en este recorrido se le unen dos corrientes perennes más que son arroyo de piedra que nace al Este de San Gabino y Dos Arroyos que nace al Este de Santa Consuelo.

No existen cuerpos de agua tales como lagos o lagunas, aunque se notan especialmente para el caso del río Bobos áreas grandes de agua pero esto es debido a los volúmenes de agua que se conducen y cuando atraviesa parte planas, dicho río amplía su cauce.

## 1.3.5. Climatología

El clima predominante en la región donde se asienta la localidad de Tlapacoyan de acuerdo con la clasificación de Köppen, modificada para el panorama nacional por Enriqueta García, corresponde al tipo (A)Cf semicálido húmedo con lluvias todo el año, con una precipitación del mes más seco mayor de 40 mm. La precipitación total anual en esta región fluctúa entre los 2000 y 2500 milímetros y la temperatura media anual varía de 20° a 22° centígrados. Este clima constituye la transición de los cálidos a los templados (Mapa CN. 2).

Hacia el Norte de la localidad se manifiesta una variación climática hacia el Af cálido húmedo con lluvias todo el año, con una temperatura media anual de 22° a 24°C y un porcentaje de lluvia invernal menor de 18%. La precipitación total pluvial anual en esta porción del territorio municipal varía de 2,500 a 3,000 milímetros.

En general la región se encuentra dominada por vientos de montaña y alisios, los cuales procedentes del mar y cargados de vapor de agua ascienden hacia las sierras inmediatas precipitándose en abundantes lluvias, cuya influencia incluye la mayor parte del territorio municipal; éstas generan en el invierno la formación de neblinas en las proximidades de la localidad, mientras que en verano son característicos las fuertes precipitaciones pluviales.

### **1.3.6. Uso de suelo y vegetación**

El Municipio de Tlapacoyan de acuerdo a la clasificación de vegetación de la Comisión Nacional Forestal realizada en el año 2000, presenta como principal uso de suelo la agricultura de temporal con cultivos permanentes y semipermanentes que se distribuye a lo largo y ancho del Municipio (Mapa CN. 3).

En superficie el segundo uso de suelo más común es el pastizal cultivado en especie de manchones en distintas zonas del Municipio. Existe también un área bien definida de agricultura de temporal con cultivos anuales y por último existe el área urbana.

Sin duda alguna en el recorrido por distintas zonas del Municipio existen distintos manchones de estos usos de suelo pero en este caso al parecer la Comisión Nacional Forestal hizo una agrupación de los tipos de suelo, porque dentro de esta agrupación se encuentran pequeños fragmentos de otros usos de suelo.

### **1.3.7. Áreas naturales protegidas**

Dentro del territorio del Municipio de Tlapacoyan no existen áreas naturales protegidas del orden federal, sin embargo a nivel estatal se cuenta con un área natural protegida denominada del Río Filobobos y su Entorno, la cual se muestra en el mapa CN. 4 y algunas de sus características se muestran a continuación.

El Área Natural Protegida de la Zona del Río Filobobos y su Entorno fue decretada por el Gobernador Lic. Dante Delgado Ranauro, y publicada en la Gaceta Oficial el 11 de agosto de 1992, con el objetivo de preservar y restituir el equilibrio ecológico para mejorar la calidad de vida y proteger los vestigios arqueológicos prehispánicos dispersos en la región.

Se ubica en los municipios de Tlapacoyan y Atzalan, pertenece a la cuenca del río Nautla que en la región se conoce como río Bobos. Colinda al norte y al oeste con la carretera federal 131 Perote-Martínez de la Torre, algunos ejidos y pequeñas propiedades de Cuauzapotitlán; al sur, con pequeñas propiedades de Zapotitlán; y al este, con ejidos y propiedades particulares de diversas localidades. Su rango altitudinal va de los 100 a los mil 147 metros sobre el nivel del mar abarca en su totalidad una superficie de 10,528-31-58 hectáreas.

Enmarcado por laderas, cañadas y pendientes accidentadas cubiertas de bosque de pino y selva mediana, le dan la belleza natural del área, destacan las zonas arqueológicas, los parajes como la zona del alto filo y la cascada del río la tomata, que junto con el desarrollo del turismo de aventura, la convierten en un polo de atracción nacional e internacional. El grado de conservación de los diversos ecosistemas que componen esta área natural protegida es muy variado. Las paredes verticales de las cañadas y las orillas del río son las zonas mejor conservadas y por el contrario las planicies y las áreas de pendientes suaves presentan el mayor grado de modificación y cambio de uso de suelo. (Fuente: [www.cgma.gob.mx](http://www.cgma.gob.mx))

# ATLAS DE PELIGROS NATURALES Y ANTROPOGÉNICOS DEL MUNICIPIO DE TLAPACOYAN, VERACRUZ.



Son varias las localidades que se encuentran dentro del Área Natural Protegida y son: Tomata, Santa Cruz, Chihuahua, La Lagunilla, El Encanto, El Recuerdo, E Campamento, Frijolares, Colonia Filipinas, El Jobo, La Veguita y el Cortijo, lo cual abarca una superficie municipal de 20.23 km<sup>2</sup> del territorio de Tlapacoyan, Veracruz.

## 1.3.8. Topografía

La topografía del Municipio de Tlapacoyan es muy variada, presenta hacia su zona suroeste altitudes que pueden ser de más de 800 metros sobre el nivel medio del mar y en su parte más baja presenta altitudes de alrededor de los 80 metros sobre el nivel del mar (Mapa CN. 5), cuenta con elevaciones como los cerros Tepantepec, La Bandera y Los Muñecos.

## 1.4. Caracterización de los elementos sociales, económicos y demográficos

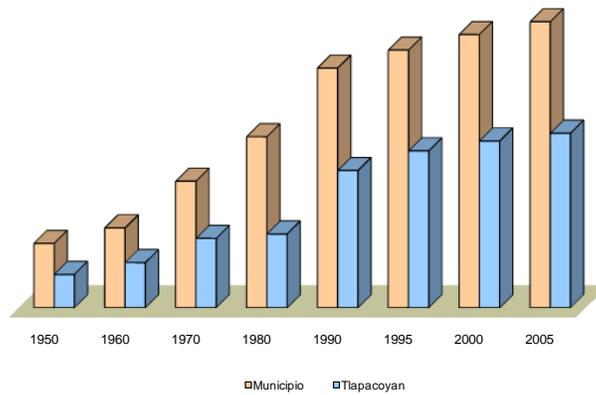
### 1.4.1. Dinámica demográfica

Tlapacoyan, se encuentra situada en la Región Centro Norte del estado de Veracruz, la población del lugar se encuentra edificada en terreno más o menos plano, el cual resulta de gran interés para el crecimiento de futuras áreas urbanas. Además se localiza en una zona turística de gran importancia conocida como Filobobos (río Filobobos), la cual se encuentra localizada como área natural protegida de Filobobos.

| Año  | Estado    | Municipio | %    | Tlapacoyan | %     |
|------|-----------|-----------|------|------------|-------|
| 1950 | 2,040,231 | 12,215    | 0.59 | 6,313      | 51.68 |
| 1960 | 2,727,899 | 15,161    | 0.55 | 8,580      | 56.59 |
| 1970 | 3,815,422 | 24,034    | 0.62 | 13,172     | 54.80 |
| 1980 | 5,387,680 | 32,483    | 0.60 | 14,000     | 43.09 |
| 1990 | 6,228,239 | 45,513    | 0.73 | 26,064     | 57.26 |
| 1995 | 6,737,324 | 48,941    | 0.72 | 29,799     | 60.88 |
| 2000 | 6,908,865 | 51,877    | 0.75 | 31,674     | 61.05 |
| 2005 | 7,110,214 | 54,321    | 0.76 | 33,151     | 61.02 |

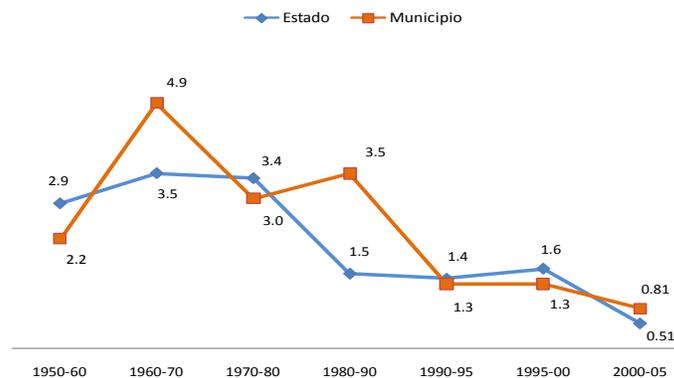
La participación que el Municipio de Tlapacoyan tiene con relación a la entidad, ha ido fluctuando desde el 0.59% en el año de 1950 y como su punto más bajo en el año de 1960 con el 0.55%, hasta alcanzar cifras de 0.73%, 0.75%, 0.76%, en los años de 1990, 2000 y 2005 respectivamente, lo cual nos presenta un ligero aumento a partir de estos años, y aunque el aumento ha sido poco significativo, se logra apreciar, lo que se comentaba al inicio, es un Municipio de gran interés para el crecimiento urbano. Fuente: INEGI, Censos de Población, 1950, 1960, 1970, 1980, 1990, 1995, 2000, 2005.

Gráfica I1: Crecimiento de la población en el Municipio y la ciudad de Tlapacoyan



De acuerdo a las cifras obtenidas de los censos de población de INEGI, y realizando un comparativo del crecimiento de la población en el Municipio y la cabecera municipal, en la gráfica se puede apreciar una tendencia a la alta, despuntando en el periodo de 1980 a 1990 en donde presenta un incremento hasta del 57.26% con respecto al año de 1980, en donde se reportó un porcentaje con respecto al Municipio de 43.09% como crecimiento de la mancha urbana, el cual a partir de este año su tendencia no ha cambiado, reportándose para el 2005 el 61.02%.

Gráfica I2: Tasa de crecimiento media anual intercensal de 1950 al 2005



En la gráfica se puede apreciar la tasa de crecimiento de acuerdo a los periodos de levantamiento censal, entre el estado de Veracruz y el Municipio de Tlapacoyan, observándose un despunte de Tlapacoyan en los años 60 al 70 con el 4.9 con respecto a Veracruz y posteriormente en los años 80 al 90 con el 3.5; para finales de periodo 95 al 2000 y 2000 al 2005, su crecimiento es similar al estatal.

#### 1.4.2. Distribución de la población

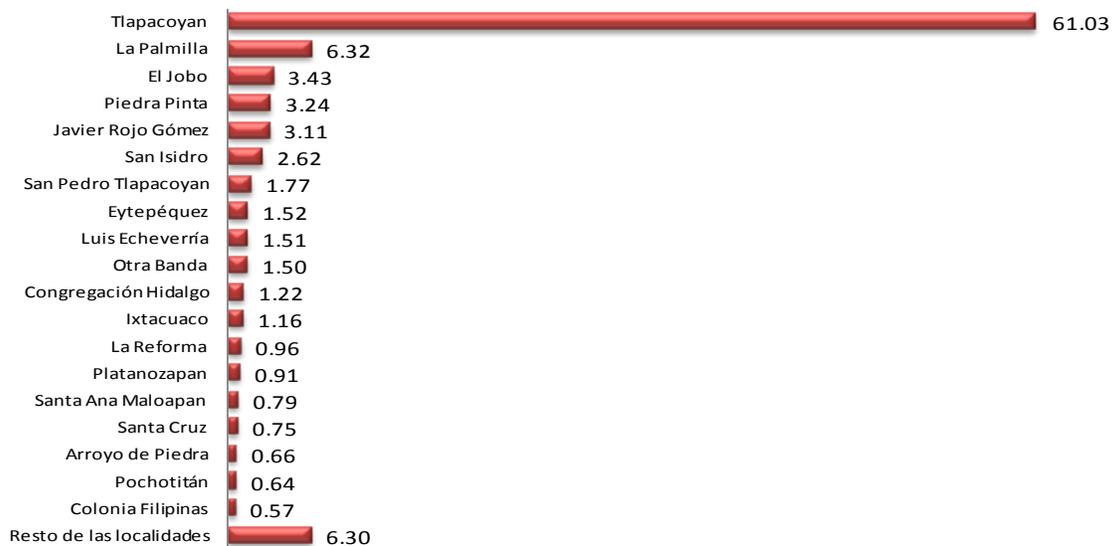
De acuerdo a las cifras del INEGI, de las localidades existentes en el Municipio, su distribución se encuentra representada en la gráfica siguiente, donde se observa que la

# ATLAS DE PELIGROS NATURALES Y ANTROPOGÉNICOS DEL MUNICIPIO DE TLAPACOYAN, VERACRUZ.



población está concentrada principalmente en las localidades de Tlapacoyan, La Palmilla, El Jobo, Piedra Pinta, Javier Rojo Gómez y San Isidro, en donde su porcentaje de participación oscila entre 2.62 y 61.03, donde el valor más alto está registrado en la cabecera municipal, el resto de las localidades su porcentaje de participación es menor al 2%. Cabe mencionar que las localidades antes mencionadas, han presentado grandes riesgos naturales, ya que en algunos casos se encuentran colindando con el río Bobos y los asentamientos urbanos se localizan en zonas muy cercanas a pequeños brazos del mismo río. Esta representación de las diferentes localidades, se puede apreciar en el mapa anexo. Fuente: INEGI, II Censo de Población y Vivienda, 2005.

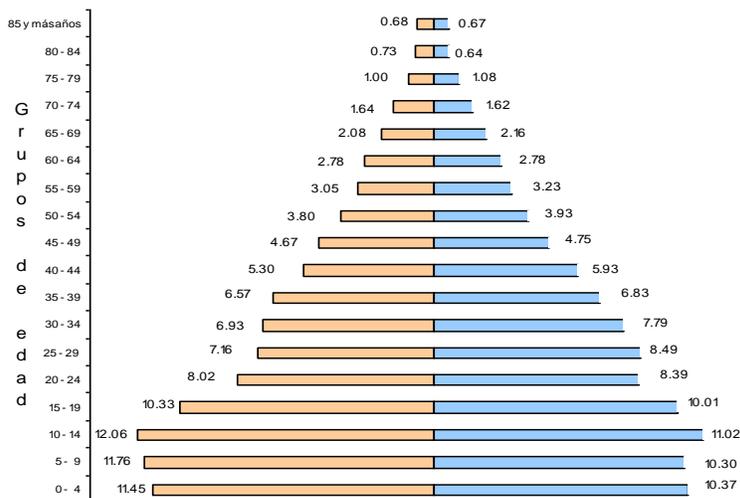
Gráfica I3: Distribución de la población en el Municipio de Tlapacoyan, Veracruz.



### 1.4.3. Pirámide de edades

De la población existente en el Municipio así como la cabecera municipal, el registro de mujeres es mayor al de los hombres en un 51.98% y el 48.01% respectivamente, sin embargo analizando la pirámide poblacional de acuerdo a los grupos quinquenales de edad la edad predominante tanto para hombres como mujeres está entre los 10 y los 14 años, representado por el 12.06% los varones y con el 11.02% las mujeres, el resto de las edades que predominan se localizan entre los rangos de edad de los 5 a los 9 y de los 0 a los 4 años, determinándose como un Municipio habitado por jóvenes. Seguido de éstos porcentajes ubicamos a la población de 15 a 19 años y de 20 a 24, con porcentajes que oscilan entre los 10.33 hasta los 8.02. El resto de la población tiene porcentajes menores a los 7.16. Fuente: INEGI. II Censo de Población y Vivienda 2005.

Gráfica I4: Pirámide Poblacional 2005 para el Municipio de Tlapacoyan.



Fuente: INEGI. II Censo de Población y Vivienda 2005.

**1.4.4. Mortalidad**

Realizando un comparativo de los hijos fallecidos de acuerdo a la edad de las mujeres, tanto en la entidad como en el Municipio, se logra apreciar en la gráfica que las defunciones en el Municipio superan a las del estado a partir de los 25 años de edad con un porcentaje del 4.9% respecto al del estado con el 4.2; estos datos son registrados a partir del XII Censo de Población y Vivienda del 2000. El porcentaje más alto se registra con el 30.9% a partir de los 75 años en el Municipio, mientras que en el estado solo es el 27.2%. Fuente: INEGI, XII Censo de Población y Vivienda 2000.

De acuerdo a los datos registrados de las defunciones ocurridas en el Municipio de Tlapacoyan para el año del 2007, fue de 306 personas, de las cuales el 52.6% fueron hombres y el 47.38% de mujeres; éstas defunciones con respecto al estado en ese año representaron el 0.77%. Fuente: INEGI, Anuario Estadístico del Estado de Veracruz, 2008.

Gráfica I6: Porcentaje de hijos fallecidos de las mujeres de 12 años y más por grupos quinquenales de edad de la madre.



#### 1.4.5. Densidad de la población

La relación entre un espacio determinado y el número de personas que lo habitan se llama densidad de población, la cual se obtiene dividiendo el número de personas que viven en un lugar específico entre el número de kilómetros cuadrados que mide ese territorio. Fuente: [www.inegi.org.mx](http://www.inegi.org.mx)

Para el caso del Municipio de Tlapacoyan este cuenta con una superficie de 142.30 km<sup>2</sup>, presentándose una densidad de población de 381.7 hab/km<sup>2</sup>, en este sentido el porcentaje que ocupa con respecto al territorio estatal es del 0.20% teniendo 70 localidades registradas para el año 2005. Fuente: [www.sefiplan.gob.mx/fichamunicipal](http://www.sefiplan.gob.mx/fichamunicipal).

En lo correspondiente a las manchas urbanas, se observa que para La Palmilla, como para Tlapacoyan, es en donde se concentra la mayor cantidad de población, en el primer caso, se registran datos en rango Muy altos, mientras que para la cabecera se observa principalmente en partes de la periferia, principalmente al Sur y Suroeste de la ciudad, así como en la parte del centro de la cabecera. (Mapa CS. 1 y CS. 2), esta representación de la densidad de población es de acuerdo al número de AGEB's que existen en las localidades y su distribución con respecto a los habitantes.

#### 1.4.6. Características sociales

##### 1.4.6.1. Escolaridad

En el Municipio de Tlapacoyan se tienen registrados al II Censo de Población y Vivienda del 2005 un total de 46,779 personas que cuentan con 6 años y más, de las cuales el 84.58% sabe leer y escribir, mientras que el 15.30% no sabe leer y escribir, el resto que corresponde al 0.11% no especifica su condición. En cuanto a la asistencia

## ATLAS DE PELIGROS NATURALES Y ANTROPOGÉNICOS DEL MUNICIPIO DE TLAPACOYAN, VERACRUZ.



escolar considerando la población mayor de 5 años, el 29.35% asiste a algún centro educativo, mientras que el 70.18 no asiste a la escuela.

En el Municipio se localizan un total de 109 escuelas de nivel media básica y media superior, en donde imparten clases 575 docentes. En cuanto al nivel Superior y Superior también se localiza el Instituto Tecnológico de Úrsulo Galván-Campus Tlapacoyan. De acuerdo al nivel de estudios de la población en general, tanto en el Municipio como en la localidad, basándose en los grados escolares aprobados de aquellas personas mayores de 15 años, el grado promedio de escolaridad en el Municipio es de 6.2 y en la ciudad de Tlapacoyan de 6.39, equivalente a nivel básico (primaria). En los mapas anexos CS 6 y CS 7 se puede visualizar la localización de algunas escuelas, tanto para la localidad de Tlapacoyan, como para La Palmilla. Fuente: INEGI, Anuario Estadístico del Estado de Veracruz, edición 2008; INEGI II Censo de Población y Vivienda 2005 Resultados por Localidad Veracruz.

### 1.4.6.2. Hacinamiento

El hacinamiento compromete la privacidad de las personas ocupantes de viviendas particulares, propiciando espacios inadecuados para el estudio y el esparcimiento, entre otras actividades esenciales para el desarrollo de las personas.

La información proporcionada por el INEGI, a través del XII Censo General de Población y Vivienda 2000, Principales Resultados por Localidad, no permite calcular el promedio de ocupantes por dormitorio, variable a partir de la cual se califica el hacinamiento o la ausencia de éste en cada vivienda. En cambio, se cuenta con el promedio de ocupantes por cuarto para cada localidad. Este indicador presenta una forma exponencial cuando se relaciona con el nivel de hacinamiento a escala municipal. Por esta razón, se optó por incluir el logaritmo natural del promedio de ocupantes por cuarto como sustituto del porcentaje de viviendas con algún nivel de hacinamiento.

De los registros obtenidos, se tiene que de 57 localidades consideradas, 40 de ellas su nivel de hacinamiento es superior al 50%, y en los casos como El Naranjal y Santa Consuelo, su porcentaje es del 100%, esta distribución se puede observar en el mapa CS. 3. Fuente: [www.conapo.org.mx](http://www.conapo.org.mx)

### 1.4.6.3. Marginación

El índice de marginación es una medida-resumen que permite diferenciar las localidades según el impacto global de las carencias que padece la población como resultado de la falta de acceso a la educación, la residencia en viviendas inadecuadas y la carencia de bienes. Fuente: [www.conapo.gob.mx](http://www.conapo.gob.mx).

En el Municipio, el índice de marginación que se obtuvo al utilizar los diferentes indicadores fue del -0.26650 nivel Medio, mientras que en el ciudad de Tlapacoyan, su valor fue de 0.91492 también nivel Medio. Para la obtención del índice de marginación de las localidades el método utilizado es similar al empleado en los casos estatal y municipal, aunque con ligeras modificaciones derivadas de las restricciones de información. Fuente: [www.conapo.gob.mx](http://www.conapo.gob.mx).

# ATLAS DE PELIGROS NATURALES Y ANTROPOGÉNICOS DEL MUNICIPIO DE TLAPACOYAN, VERACRUZ.



Del total de las localidades del Municipio se analizaron 57, de las cuales 3 registraron un índice de marginación nivel Bajo, 8 nivel Medio, 29 nivel Alto y 17 nivel Muy Alto. Estas localidades y su distribución se pueden observar en el mapa CS. 4.

| Grado de Marginación | Localidades |
|----------------------|-------------|
| Total                | 57          |
| Bajo                 | 3           |
| Medio                | 8           |
| Alto                 | 29          |
| Muy Alto             | 17          |

## 1.4.6.4. Pobreza

Tomando en cuenta que la Ley General de Desarrollo Social (LGDS) establece que la medición de la pobreza debe considerar el carácter multidimensional de la pobreza, el CONEVAL construyó el Índice de rezago social, incorporando indicadores de educación, de acceso a servicios de salud, de servicios básicos, de calidad y espacios en la vivienda, y activos en el hogar. Cabe destacar que el Índice de rezago social es un indicador de carencias que se estima en tres niveles de agregación geográfica: estatal, municipal y local. Con ello, se pretende contribuir a la generación de información para la mejor toma de decisiones en materia de política social, así como ordenar las unidades de observación (localidad, municipio, estado) según sus carencias sociales. Fuente: [www.coneval.gob.mx](http://www.coneval.gob.mx)

De acuerdo a los datos proporcionados por CONEVAL, en el año del 2007, el estado de Veracruz presentó un Grado de Rezago Social Alto, con un índice de rezago social del 0.95039 y ocupando el 5º lugar en el contexto nacional. Para el Municipio de Tlapacoyan presentó un índice de rezago social de -0.07966, con un grado Bajo y ocupando a nivel nacional el lugar 1216. En cuanto a las localidades estudiadas fueron 56, de las cuales de acuerdo a su grado de rezago social se obtuvieron los siguientes datos, que además se pueden ver distribuidos en el mapa CS. 5, el cual se maneja como Grado de Rezago Social.

| Grado de Rezago Social | Localidades |
|------------------------|-------------|
| Total                  | 56          |
| 1 Muy bajo             | 5           |
| 2 Bajo                 | 15          |
| 3 Medio                | 26          |
| 4 Alto                 | 8           |
| 5 Muy Alto             | 2           |

## 1.4.7. Principales actividades económicas en la zona

En los entornos del Municipio así como en la cabecera municipal se puede observar, el área comercial, representado principalmente por tiendas de abarrotes, farmacias, refaccionarias automotrices, expendios de materiales para la construcción,

## ATLAS DE PELIGROS NATURALES Y ANTROPOGÉNICOS DEL MUNICIPIO DE TLAPACOYAN, VERACRUZ.



farmacias y no olvidando la zona donde se localiza el mercado, que se ubica en el centro de la ciudad de Tlapacoyan. También se han ido establecido algunas industrias 3 micro y 6 medianas; es importante mencionar que dentro de estas hay 4 con calidad de exportación encontrando 2 PITEX (Programa de Importación Temporal para producir artículos de Exportación) y 3 ALTEX (Empresas Altamente Exportadoras).

Destacando las industrias de elaboración de empaadoras de cítricos que son 3 de limón y producción y 2 empaadoras de plátano “Exportadora de plátano Dominicó” y “Grupo Quintero”, así como una Deshidratadora de plátano “SSS.BENFRUT”, una fábrica de alimentos Balanceados, una Fábrica de vinos y licores “Agroindustrias Santa Rosa”. Tiene una planta Hidroeléctrica denominada El Encanto, cuenta con 8 beneficios de café en las congregaciones del Jobo, en la cabecera municipal y en la congregación de Platanozapan, y 9 purificadoras de agua. Fuente: INEGI, Anuario Estadístico del Estado de Veracruz, edición 2008; Enciclopedia de los Municipios de México.

Las actividades agrícolas también tienen gran importancia, como sucede con el café cereza, dentro de los principales cultivos, del cual se sembraron y cosecharon 1,873 hectáreas, en el año agrícola 2007, obteniéndose 5,055 toneladas con un valor de 16,176 (miles de pesos). Fuente: INEGI, Anuario Estadístico del Estado de Veracruz, edición 2008.

En cuanto a la ganadería y las aves en pie, se logró una producción de 12,243 (miles de pesos), estando representado por el ganado bovino y las gallináceas, quienes tuvieron un volumen de producción de 206 y 156 respectivamente durante el año del 2007, en este sentido la superficie destinada a la ganadería es 5,752 hectáreas. Fuente: INEGI, Anuario Estadístico del Estado de Veracruz, edición 2008.

### 1.4.8. Características de la población económicamente activa

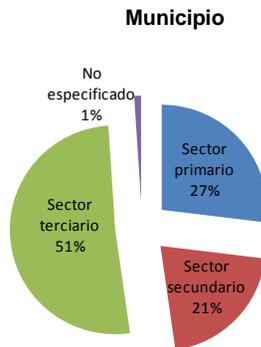
La población económicamente activa es el total de personas de 12 años y más que en la semana de referencia se encontraban ocupadas o desocupadas. La población económicamente inactiva es el total de personas de 12 años ó más que en la semana de referencia no realizaron ninguna actividad económica, ni buscaron trabajo. Los datos obtenidos corresponden a las cifras proporcionadas mediante el XII Censo de Población y Vivienda del INEGI, del año 2000.

Con respecto a la población de 12 años y más existente en el Municipio, el 52.55% corresponde a la población económicamente activa, y el porcentaje de PEA en la cabecera municipal es del 32.95%. En lo correspondiente a la población económicamente inactiva el 47.16% se tiene en el ámbito municipal y el 28.47% para la ciudad de Tlapacoyan. Fuente: INEGI, XII Censo de Población y Vivienda, 2000 Resultados por Localidad.

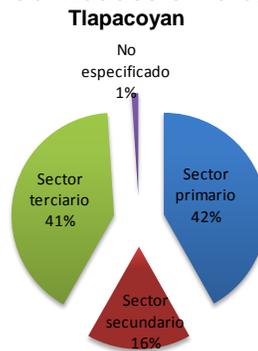
Hablando de porcentajes de acuerdo a la división de actividades, predominan las actividades primarias con el 42%, del sector agropecuario y ganadero, seguido de las actividades terciarias de comunicaciones y servicios con el 41%, que en este sentido se encuentran muy parejas ambas actividades, no olvidando que es una zona turística. En la ciudad, pasa un caso contrario, ya que sobresale la actividad terciaria con el 51%, y con

porcentajes del 27 y 21% encontramos a los sectores primario y secundario respectivamente, estos porcentajes varían en razón de las diferentes actividades comerciales y de servicios, propias de los ámbitos urbanos. Fuente: INEGI, XII Censo de Población y Vivienda, 2000 Resultados por Localidad.

Gráfica I6: División de actividades en el Municipio de Tlapacoyan.



Gráfica I7: División de actividades en la ciudad de Tlapacoyan.



#### 1.4.9. Estructura urbana

##### 1.4.9.1. Equipamiento y servicios

El equipamiento con el que cuenta este Municipio, es una parte fundamental, debido a la cantidad de servicios que se oferta a la población, entre los que podemos mencionar sus instalaciones, espacios abiertos ya sean de bienestar social o de apoyo al desarrollo individual y social, además de aquellos que se utilizan para gestionar trámites administrativos. La localización de algunos puntos se menciona como estructura urbana y se pueden observar en el mapa CS 8, como Mercados, el Palacio Municipal y algunas áreas verdes.

Cuadro I1: Listado de servicios con los que cuenta el Municipio de Tlapacoyan.

| Servicios públicos | Situación   |
|--------------------|---|
| Alumbrado público  | Este servicio tiene una cobertura del 75% aproximadamente |

# ATLAS DE PELIGROS NATURALES Y ANTROPOGÉNICOS DEL MUNICIPIO DE TLAPACOYAN, VERACRUZ.



|   |   |
|---|---|
| Drenaje   | Considerando el entorno general del Municipio y algunas localidades principales el Municipio alcanza una cobertura de este servicio del 50%, ya que solo la cabecera cuenta con drenaje.  |
| Pavimentación                                   | Presenta un avance en un 50%, ya que algunas localidades, incluyendo la localidad Urbana de La Palmilla, no cuenta con este servicio  |
| Mercados  | En la zona del centro de la ciudad de Tlapacoyan, se ubica el mercado principal, además se observa un gran ambulante, así como una gran zona comercial de todo tipo de negocios   |
| Rastros   | Cuenta con un rastro Regional, que es compartido con el Municipio vecino de Martínez de la Torre conocido como "El Cortijo" establecido por la UREPROCA (Unión de Productores de Carne de Tlapacoyan y Martínez de la Torre S.C.), se localiza en la carretera federal Tlapacoyan-Martínez de la Torre, La Palmilla, Ver. |
| Servicios de parques y jardines                 | Cuenta con un parque central ubicado frente al Palacio Municipal  |
| Agua potable                                    | Cuenta con una oficina de la Comisión de agua potable y saneamiento, que se encarga de este servicio, sin embargo, en el recorrido de campo, con la excepción de la ciudad de Tlapacoyan, las localidades con mayor población de la región no cuentan con este servicio.  |
| Seguridad Pública                               | Se localiza una oficina de la Policía Municipal en el Ayuntamiento de Tlapacoyan, quienes se encuentran al servicio de la población   |
| Oficinas telegráficas y postales                | Se encuentra 1 oficina telegráfica en la cabecera municipal, además de 5 oficinas postales en el Municipio  |
| Telefonía rural y centros comunitarios e-México | Se proporciona servicio a 24 localidades y se cuenta con 5 centros comunitarios   |
| Basurero Municipal                              | Cuenta con 1 basurero localizado en el camino que va de la entrada a Tlapacoyan a Plan de Arroyos.  |
| Servicios de Salud                              | Se localizan 13 unidades médicas, pertenecientes al IMSS, ISSSTE, Cruz Roja y además se cuenta con el Seguro Popular.   |

Fuente: Enciclopedia de los Municipios de México, INEGI, Anuario Estadístico del Estado de Veracruz, ed. 2008 y Recorridos de campo en el Municipio de Tlapacoyan.

En lo que respecta a los servicios de salud en el Municipio, de acuerdo a los datos registrados en el II Censo de Población y Vivienda del 2005, los derechohabientes identificados fueron un total de 54,321, de los cuales el 48.01% son hombres y el 51.61% a las mujeres.

En las 13 unidades médicas que se registraron para el Municipio en el año 2007, 12 pertenecen a consulta externa y 1 de hospitalización; además cuenta con 53 médicos, quienes brindaron 104,320 consultas externas, no olvidando que en la zona por parte de Servicios de Salud y utilizando el Seguro Popular, han resultado beneficiadas un total de 2,885 familias gracias a este servicio.

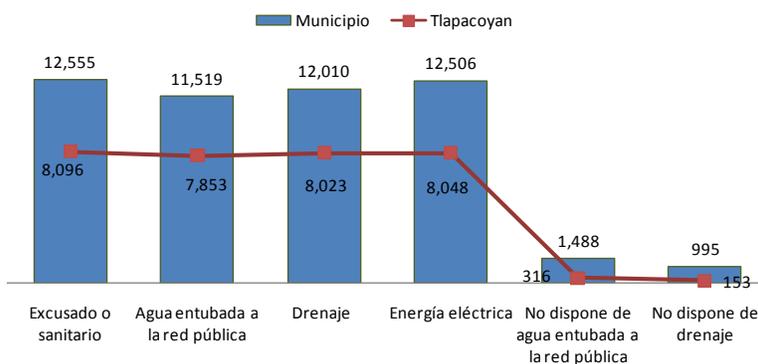
De acuerdo a las cifras del INEGI, del II Censo de Población y Vivienda del 2005, de los servicios con los que se cuentan dentro de cada vivienda, de las 13,185 viviendas particulares habitadas en el Municipio, casi en su totalidad tienen servicio de sanitario, agua entubada a la red pública, drenaje, energía eléctrica, aunque estas cifras son a de manera general; comparando las cifras de la ciudad de Tlapacoyan esta cuenta con 8,272 viviendas y al igual que en las cifras municipales en la mayoría de los casos se registran datos similares en cuanto al contenido de los servicios, es decir, de igual manera cuentan con sanitario, agua entubada, drenaje y energía eléctrica, quedando algunas viviendas rezagadas en dichos rubros.

# ATLAS DE PELIGROS NATURALES Y ANTROPOGÉNICOS DEL MUNICIPIO DE TLAPACOYAN, VERACRUZ.



Sin embargo, ya existen algunos programas importantes que actualmente se están llevando a cabo en el Ayuntamiento para mejorar la calidad de vida de los habitantes, así como favorecer y mantener un Municipio limpio, para esto se lleva a cabo mantenimiento del drenaje en diferentes localidades, así como la reparación del mismo dentro de la ciudad de Tlapacoyan, como en las localidades cercanas, además de la implementación del drenaje sanitario con biodigestores como en la localidad de La Palmilla. Fuente: INEGI, II Censo de Población y Vivienda, 2005.

Gráfica I8: Servicios con los que se cuenta en cada vivienda.



En cuanto a sus vías de comunicaciones en el Municipio, cuenta con una longitud de la red carretera de 50.3 kilómetros, las cuales se distribuyen en los siguientes niveles:

| Red carretera                        | Total (kilómetros) |
|--------------------------------------|--------------------|
| Troncal federal pavimentada          | 27.72              |
| Alimentadoras estatales pavimentadas | 16.30              |
| Alimentadoras estatales revestidas   | 6.3                |
| Caminos rurales pavimentados         | 0.0                |

Fuente: INEGI, Anuario Estadístico del Estado de Veracruz, ed. 2008.

## 1.4.9.2. Asentamientos Irregulares

La localidad presenta crecimientos no deseados sobre zonas de riesgo en razón de encontrarse rodeada de barrancas que condicionan su expansión hacia algunos puntos, particularmente hacia el Norte Sur y Sureste de la mancha urbana. Cabe destacar también los crecimientos manifestados sobre algunas zonas de derecho federal generado por el arroyo Iztapa que cruza la ciudad en la parte Sur y el crecimiento no deseable de la colonia Amador Torres en la salida hacia San Isidro.

Respecto de las densidades y disposición del suelo, la ciudad presenta por un lado índices de saturación en el Centro Urbano en contraposición con las zonas periféricas localizadas al Noreste, en las que la vocación del suelo es apta para el desarrollo urbano, por lo que habrán de equilibrarse esas diferencias, sobre todo en los sectores antes descritos.

## ATLAS DE PELIGROS NATURALES Y ANTROPOGÉNICOS DEL MUNICIPIO DE TLAPACOYAN, VERACRUZ.



En el caso de la vivienda, vuelve a coincidir el hecho de que las áreas no aptas por el bajo valor del suelo se constituyen como los puntos de ocupación por parte de los grupos poblacionales más desprotegidos, con la consecuente formación de colonias con vivienda de tipo precario que en algunos casos requieren acciones de mejoramiento o reposición de vivienda, e incluso con requerimientos de acciones de reubicación, particularmente en algunos sectores.

En lo que respecta al Sistema de Asentamientos Humanos, se contempla la estructura planteada desde la instancia federal en la que únicamente se considera el sistema de ciudades medias, para lo cual el Gobierno Estatal ha jerarquizado las ciudades de menor rango, clasificándolas en ciudades intermedias, básicas, nodos rurales y centros productores de servicios.

Corresponde a Tlapacoyan el rango de ciudad intermedia, que es "...aquella con suficiencia de suelo y agua para alojar nueva población demandante de satisfactores urbanos y con la posibilidad de ser filtro para disminuir los movimientos migratorios hacia las grandes urbes" Fuente: Programa de Desarrollo Urbano del Centro de Población de Tlapacoyan.

### 1.4.9.3. Reserva Territorial y Baldíos Urbanos

De acuerdo al Programa de Desarrollo Urbano del Centro de Población de Tlapacoyan, con el propósito de establecer el dimensionamiento de las reservas habitacionales se determinaron los requerimientos por déficit e incremento poblacional para cada plazo, éstas se adecuaron de acuerdo al tamaño de los predios conforme a la delimitación proporcionada por el Registro Agrario Nacional, a fin de poder considerar predios completos o fracciones susceptibles de poder incorporarse al desarrollo urbano.

Las reservas constituyen las áreas donde se prevé la expansión ordenada de todo asentamiento humano, para los cual los Programas de Desarrollo Urbano otorgan tal carácter a los predios que presenten vocación para ello, los que quedan señalados como tales sin que dicho señalamiento implique necesariamente el traslado de dominio, lo cual requiere de una acción jurídica posterior a ello. Sin embargo es el paso previo para poder señalar el suelo apto con que cuenta la localidad para estos fines. En el caso de Tlapacoyan se han distinguido tres tipos de reserva, la habitacional (calculadas a diferentes plazos), industrial y ecológica, de la cual se han conferido dos políticas, una restrictiva o de protección y la segunda con carácter de aprovechamiento productivo

Como consecuencia de la delimitación actual de la mancha urbana de Tlapacoyan y las reservas territoriales calculadas a futuro para la localidad de acuerdo al Programa de Desarrollo Urbano del Centro de Población de Tlapacoyan, se ratifica la finalidad de incorporar predios completos o atendiendo a sus divisiones parcelarias internas. Fuente: Programa de Desarrollo Urbano del Centro de Población de Tlapacoyan.

**ATLAS DE PELIGROS NATURALES Y  
ANTROPOGÉNICOS DEL MUNICIPIO DE  
TLAPACOYAN, VERACRUZ.**



## **2. IDENTIFICACIÓN DE RIESGOS Y PELIGROS ANTE FENÓMENOS GEOLÓGICOS.**

**ATLAS DE PELIGROS NATURALES Y  
ANTROPOGÉNICOS DEL MUNICIPIO DE  
TLAPACOYAN, VERACRUZ.**



## 2.1. IDENTIFICACIÓN DE RIESGOS Y PELIGROS ANTE FENÓMENOS GEOLÓGICOS.

### 2.1.1. Introducción

El objetivo de este capítulo es identificar los peligros geológicos que afectan el Municipio de Tlapacoyan. A partir de esto se pretende aportar información que sea de utilidad para fomentar una cultura de la prevención, ya que no todos los desastres son provocados por la naturaleza en sí misma, sino por la falta de planeación en la ubicación de asentamientos humanos en zonas no aptas, alteraciones al terreno hechas por la mano del hombre como deforestación o cortes de taludes, cuyas consecuencias pueden ser catastróficas.

En este sentido, el conocimiento geológico constituye una de las bases fundamentales para entender el carácter de los peligros naturales, por lo tanto, en este capítulo se presenta una interpretación de los principales peligros geológicos en el Municipio de Tlapacoyan.

Para cada uno de los peligros se elaboró un mapa donde se observan las regiones que podrían o que ya han sido afectadas por dichos fenómenos, asimismo se da una descripción de las causas que los originan.

### 2.1.2 Peligros geológicos más frecuentes en el Municipio de Tlapacoyan

Los procesos geodinámicos tanto internos como externos que afectan a la superficie terrestre dan lugar a movimientos del terreno de diferente magnitud y características, los cuales pueden constituir un riesgo geológico al afectar de manera directa o indirecta las actividades humanas. En la tabla G.1 se resumen los procesos geológicos que pueden causar daños.

Los procesos geológicos más recurrentes capaces de provocar daños en el Municipio de Tlapacoyan son:

1. Deslizamientos de tierra o procesos de remoción en masa
2. Licuefacción
3. Hundimientos
4. Vulcanismo
5. Erosión

Tabla G.1. Procesos geológicos que pueden causar daño. (Modificado de González de Vallejo, *et al.*, 2004).

|  |   |
|--|---|
| <p><b>PROCESOS GEODINÁMICOS EXTERNOS</b></p> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Procesos de remoción en masa (deslizamiento, flujos de lodo, derrumbes)</li> <li>• Hundimientos y subsidencia</li> <li>• Erosión</li> <li>• Expansión y colapso de suelos</li> <li>• Licuefacción</li> </ul> |
|--|---|

# ATLAS DE PELIGROS NATURALES Y ANTROPOGÉNICOS DEL MUNICIPIO DE TLAPACOYAN, VERACRUZ.



## PROCESOS GEODINÁMICOS INTERNOS

- Sismos (fallas, fracturas, tsunamis)
- Vulcanismo (Caída de cenizas, flujos piroclásticos lahares y avalanchas)

### 2.1.3. Geología

El Municipio de Tlapacoyan se localiza dentro de las provincias geológicas Faja Volcánica Transmexicana y Sierra Madre Oriental.

#### 2.1.3.1 Geología local

En este apartado se presenta un panorama de las principales unidades litológicas existentes en el Municipio de Tlapacoyan, las cuales constituyen un mosaico de litologías, con edades desde el Cretácico hasta el Cuaternario. Se reconocieron 6 unidades, 2 de origen sedimentario marino, 1 sedimentaria continental y 3 de origen volcánico.

La Figura G.1 muestra el mapa geológico de la región basado en las observaciones geológicas de campo realizadas durante esta investigación, así como en estudios previos (INEGI 2000, SGM 2005, PEMEX, 1985). La tabla G.2 resume la superficie y el porcentaje que abarca cada unidad geológica.

Cabe mencionar que algunas de las unidades descritas no tienen una definición estratigráfica formal, y solo se les asigna un nombre relacionado con la localidad más cercana. A continuación se describen las unidades litoestratigráficas que afloran en el área de estudio.

#### Unidades mesozoicas

##### *Cretácico*

#### Formación Tamaulipas Superior (Kts)

Las calizas que afloran en la región de Tlapacoyan pertenecen a la Formación Tamaulipas Superior la cual fue definida por Muir (1936). Su localidad tipo se ubica en el cañón de La Borrega en estado de Tamaulipas.

Esta unidad consiste de calizas con texturas mudstone y wackestone de color crema y gris oscuro con nódulos de pedernal gris y negro. En algunas regiones se intercala con margas, tobas y horizontes de bentonita en estratos de espesor grueso, medio y delgado con abundantes estilolitas paralelas a la estratificación (PEMEX, 1988). Contiene abundante microfauna planctónica como radiolarios calcificados, colomielas, y foraminíferos planctónicos globigerínidos. Se depositó en un ambiente marino pelágico de baja energía (Bello, 1978) pero con circulación libre en un mar abierto (López-Ramos, 1982).

En el cañón del Rosario en Tamaulipas los espesores son variables, mientras que en pozos perforados en la Faja de Oro (Bello, 1978) van de los 380 m a 458 m y su espesor

mínimo se midió en el cañón de La Borrega con 65 m. La edad propuesta para la formación es Albiano al Cenomaniano (Carrillo-Bravo, 1961).

### **Unidades cenozoicas**

*Terciario*

#### **Formación Chicontepec (Tch)**

Definida por Dumble E. (1918), su localidad tipo se encuentra al este de Chicontepec, Veracruz. En general consta de una secuencia de areniscas arcillosas de grano fino que alternan con limonitas, lutitas y capas delgadas de margas. Ha sido dividida en tres miembros: Chicontepec Inferior (Paleoceno Tardío), Chicontepec Medio (Paleoceno Tardío) y Chicontepec Superior (Eoceno temprano).

En el Municipio de Tlapacoyan aflora una parte de esta unidad y por las características que presenta se infiere que pertenece al miembro Chicontepec Superior, el cual está constituido principalmente de estratos de areniscas alternadas con lutitas en las que se observan estructuras primarias como laminación cruzada, huellas de canales, rizaduras, huellas de carga y restos de carbón diseminado.

Se depositó en un ambiente de plataforma clástica con influencia de flujos turbidíticos distales y constantes que permitieron la conservación de estructuras sedimentarias durante el relleno del Paleocanal de Chicontepec, con tirantes de agua poco profundos y con abundantes organismos bentónicos.

#### **Ignimbrita La Palma (T-IgPa)**

Esta unidad se define como ignimbrita La Palma, ya que se observó en los alrededores de la comunidad del mismo nombre. Es un flujo piroclástico fuertemente soldado (vitrificado) de color gris claro a oscuro, formada por fragmentos alargados de obsidiana "*fiammes*" de color negro y líticos de color gris embebidos en una matriz vítrea.

Los afloramientos de esta unidad son aislados y algunos de los más importantes se observan en las localidades de El Encanto, La Lagunilla, Santa Cruz, y Barranca Honda. Su espesor oscila entre los 5 a 20 metros

#### **Flujo piroclástico El Jobo (T-Xt)**

Es un flujo piroclástico de composición riolítica. Tiene una extensión de 20 km de largo aproximadamente y cubre la mayor parte del territorio del Municipio de Tlapacoyan. No se estimó un espesor preciso, pero el máximo observado es de 20 m.

Los depósitos consisten de flujos piroclásticos de color blanco masivo constituidos por matriz (80%), líticos juveniles (10%), clastos de pómez (7%) y obsidiana (3%).

La matriz es de color blanco y está formada por esquirlas de vidrio de tamaño de ceniza (<2mm). Los líticos juveniles están formados por roca densa con bandas de color negro,

# ATLAS DE PELIGROS NATURALES Y ANTROPOGÉNICOS DEL MUNICIPIO DE TLAPACOYAN, VERACRUZ.



sus tamaños varían de 1 a 12 cm, y sus formas son irregulares. La pómez es muy fibrosa, de color blanco al fresco y pardo claro al intemperismo, tiene formas elípticas con tamaño máximo de hasta 25 cm y promedio de 3 cm de longitud. Los fragmentos de obsidiana presentan fractura concoidea, son de color negro, sus tamaños varía de 0.2 mm hasta 10 cm, los fragmentos más finos tienen formas cuspidadas, mientras que los mayores varían de tabulares a irregulares.

## Flujo de lava Dos Cerros (Qh-Dce)

La unidad Dos Cerros está formada por un derrame de lava proveniente del cono de lava Dos Cerros, localizado a 6 km al suroeste de la ciudad de Tlapacoyan.

Es un flujo de lava de composición basáltica, en las zonas proximales su textura es pahoehoe, y en las zonas distales cambia a textura en bloque, alcanza una longitud de 14 km. Se extiende desde el poblado de Platanozapan hasta Pochotitán donde se bifurca. El flujo con dirección NW alcanza la comunidad Otra banda, mientras que el flujo con orientación NE finaliza hasta el poblado El Jobo.

Estas lavas se presentan en afloramientos masivos y fracturados, son de color gris oscuro, tienen textura afanítica con escasos fenocristales de olivino y plagioclasa, la matriz es vítrea con vesículas de 1 mm a 8 cm de largo de formas elípticas y orientadas en la dirección de flujo.

## Depósitos de aluvión (Qp-AI)

Son depósitos clásticos holocénicos que consisten en la acumulación del material erosionado de las zonas más altas, los cuales están representados por material arenarcilloso con un bajo porcentaje de cantos rodados, la composición de estos rellenos depende del material que conforma las rocas de los alrededores.

Se encuentran básicamente distribuidos a lo largo de los ríos principales, así como en los cauces menores formados a lo largo del área de estudio.

Tabla G.2. Superficie y porcentaje que abarcan los diferentes tipos de roca en el Municipio.

| TIPO DE ROCA       | AREA (km <sup>2</sup> ) | %  |
|--------------------|-------------------------|----|
| Flujo piroclástico | 98.1                    | 58 |
| Aluvión            | 31.2                    | 19 |
| Basalto            | 26.7                    | 16 |
| Areniscas-Lutitas  | 6.7                     | 4  |

# ATLAS DE PELIGROS NATURALES Y ANTROPOGÉNICOS DEL MUNICIPIO DE TLAPACOYAN, VERACRUZ.



|                      |     |   |
|----------------------|-----|---|
| Caliza               | 3.2 | 2 |
| Ignimbrita (Soldada) | 2.5 | 1 |

## 2.1.4. Fisiografía y Geomorfología

### 2.1.4.1. Fisiografía

De acuerdo con la división de provincias fisiográficas establecida por Lugo Hubp y Córdova Fernández (1990), el municipio de Tlapacoyan entra se localiza en dos provincias: Llanura costera del Golfo Norte y Eje Neovolcánico.

La Provincia Llanura Costera del Golfo Norte se ubica paralelamente a la línea costera del Golfo de México, desde el río Bravo hasta el municipio de Nautla. Tiene una extensión de 19,523 km<sup>2</sup>. En esta provincia se presentan 5 clases, 11 subclases y 60 tipos de paisajes, de los cuales solamente el 12% (3% de la superficie total de la clase) pueden ser considerados como naturales. Del resto, el 20% son secundarios e impresionantemente el 68% de sus paisajes (84% del área total de la clase), han sido transformados por la actividad agropecuaria (Chiappy-Jhones, C., *et al.*, 2002).

La Provincia Eje Neovolcánico tiene una extensión de 8,987 km<sup>2</sup> puede considerarse, después de la Llanura Costera del Golfo Sur como la más diversa, en cuanto a paisajes actuales se refiere (Chiappy-Jhones, C., *et al.*, 2002).

### 2.1.4.2. Geomorfología

La identificación de las diferentes geoformas de la región de Tlapacoyan, ha sido determinada tomando en cuenta características de origen de la roca, pendiente o inclinación del terreno, altitud e hidrología. Para ello se realizó un análisis de los mapas de pendientes, altimétrico, hidrológico y características litológicas.

Estos mapas fueron generados a partir de las bases topográficas de las cartas E14-B16 y F14-D86 en formato vectorial escala 1:50,000 con curvas de nivel con equidistancias cada 20 m producidas por el Instituto Nacional de Estadística, y Geografía (INEGI, 2000 a y b). La información se procesó y manipuló con los programas Ilwis versión 3.2 y Arc Gis 9.2, a partir con los cuales se elaboraron el mapa altimétrico, de pendientes y sombreado.

El mapa hipsométrico o altimétrico Figura G.2, simplifica los valores de las curvas de nivel, cuyos intervalos de altitudes se fijan a partir de las alturas máximas y mínimas del mapa topográfico original. Para el análisis del relieve se establecieron 10 rangos con intervalos cada 200 m ya que de esta manera se definen las zonas de contraste altimétrico. Posteriormente, fue realizado el mapa de pendientes del terreno, cuyo objetivo es transformar las distancias entre curvas de nivel a valores de pendiente (Figura G.3). Las pendientes fueron agrupadas en cinco intervalos expresados en grados, lo cual facilita la delimitación de fallas y fracturas. Por último, se analizó el mapa hidrológico (Figura G.4) el cual contiene la clasificación de la red de drenaje superficial, y a partir del cual se generó el mapa de Densidad de drenaje (Figura G.5). Generalmente la red fluvial es un excelente indicador para detectar el control estructural en una región, ya que los ríos y arroyos usualmente siguen zonas de debilidad, tales como fallas y fracturas.

# ATLAS DE PELIGROS NATURALES Y ANTROPOGÉNICOS DEL MUNICIPIO DE TLAPACOYAN, VERACRUZ.



Con base en el análisis de los mapas temáticos (altimétricos, pendientes e hidrológicos) se determinaron las características geomorfológicas del municipio de Tlapacoyan. Topográficamente la región se eleva gradualmente de NE a SW desde los 100 hasta los 1000 m s.n.m. (Figura G.2). La máxima elevación constituye la cima del volcán Dos Cerros, mientras que las zonas bajas forman los valles rellenos por sedimentos producto de la erosión de las zonas altas y por depósitos piroclásticos.

Esto permite diferenciar tres unidades geomorfológicas: **relieve de montaña, piedemonte y planicie o llanura.**

## ***Relieve de montaña baja***

El extremo SW es la región más alta del municipio, está constituido por la cima del Volcán Dos Cerros (1020 m), lo cual da origen al relieve de montaña y de tipo relieve volcánico. Esta unidad está formada por terreno rocoso con un desnivel de 220 m. en 1.3 km. El drenaje en esta región no está desarrollado, sus pendientes oscilan entre 10° y 20° pero algunas regiones alcanzan los 60°.

## ***Pie de montaña***

Esta unidad geomorfológica desarrolla una rampa alargada de 3.5 a 5 km de longitud desde los 800 hasta los 300 m s.n.m., aproximadamente. Los perfiles transversales de los valles son en forma de V, los cuales están relacionados con una red fluvial de textura fina, subparalela a paralela de orientación NE (Figura G.4). Las principales redes como María de la Torre, Buenavista, Itzapa y Tomata tienen longitudes de 2 a 3 km, con ramales de segundo orden de 0.5 a 1 km de longitud. Cabe destacar que en la porción NW de esta unidad se desarrolla un drenaje de tipo anular el cual está asociado a una pequeña caldera de 0.8 km de diámetro. Su rango de pendientes es de 0°-35° y en pequeñas regiones se llegan a observar pendientes mayores a los 60° (Figura G.3). Esta zona presenta derrames de lava que forman escarpes alineados NE y NW con pendientes de 30° a 60°.

## ***Planicie***

La planicie corresponde a la unidad geomorfológica de mayor extensión dentro del ámbito del municipio. Se caracteriza por ser una superficie de relieve plano, con pendientes bajas que varían entre 0° a 10°. Está constituida por material piroclásticos y material clástico aluvial, ambos poco o nada consolidados. Se ubica altitudinalmente entre los 300 a 100 m s.n.m.

### **2.1.4.3. Agua superficial y subterránea**

Las redes principales en la región son: el Tomata, Bobos, Itzapa, Buenavista y Cañas. Estos cauces tienen longitudes que oscilan 6 a 15 km, con una dirección principal W-E y forman un patrón de tipo paralelo. Asimismo forman ramales de segundo y tercer orden con longitudes de 0.4 a 5 km de régimen perenne e intermitente.

Para el Municipio no se encontró ninguna red piezométrica, pero con base en el trabajo de campo se logró establecer que en general el flujo subterráneo tiene dirección Oeste- Este y descarga en los 5 manantiales que se localizan en la región.

# ATLAS DE PELIGROS NATURALES Y ANTROPOGÉNICOS DEL MUNICIPIO DE TLAPACOYAN, VERACRUZ.



El abastecimiento de agua potable para la región es a través de las aguas superficiales del Río Tomata. Por tal razón es necesario evitar recargar el acuífero con aguas residuales sin tratamiento previo.

## 2.1.5. Peligro por hundimientos

Los hundimientos son movimientos de componente vertical que ocurren repentinamente cuando los techos de cavidades subterráneas colapsan debido a que la carga que soportan excede su resistencia.

La formación de cavidades subterráneas está relacionada con dos tipos de procesos, los relacionados con la actividad antrópica (obras mineras, excavaciones y tuberías dañadas que socavan el terreno) y los naturales que dependen del origen geológico de los materiales.

Los procesos naturales están condicionados por el tipo de roca y suelo que predominan en una región.

Los tres tipos de roca donde pueden presentarse los hundimientos son:

- Rocas carbonatadas (calizas y dolomías) afectadas por disolución (karsticidad),
- Rocas evaporíticas (yesos y sal) afectadas por disolución.
- Flujos de lava, que suelen albergar túneles subterráneos que en su momento condujeron el magma.

Los suelos donde pueden originarse oquedades son los que permiten el paso de agua que paulatinamente erosiona las partículas finas originando oquedades que restan resistencia al material.

Los mapas de susceptibilidad de hundimientos se fundamentan en el levantamiento cartográfico de procesos existentes y factores condicionantes como son el tipo de roca, tipo de suelo, estructuras geológicas como fallas, fracturas, estratificación y pliegues, comportamiento geomecánico, hidrológico, climático, antrópico y en ocasiones sísmico.

En las zonas urbanas las edificaciones constituyen el principal aumento en la carga sobre superficies susceptibles a hundimientos, además de la infiltración de agua en los poros del suelo o roca.

Cabe mencionar que en ocasiones el colapso de cavidades no tiene expresión en la superficie.

En el Municipio se han registrado hundimientos entre las localidades de Tlapacoyan y Piedra Pinta, a ambos costados de la carretera que se dirige a la ciudad de Martínez de la Torre, y están ubicados a lo largo de la colada de lava del volcán monogenético Dos Cerros (Figura G.5).

**ATLAS DE PELIGROS NATURALES Y ANTROPOGÉNICOS DEL MUNICIPIO DE TLAPACOYAN, VERACRUZ.**



Con base en esto y en el trabajo de campo se determinó que la principal causa de los hundimientos naturales en la región de Tlapacoyan se debe al colapso de los túneles de lava provenientes del Volcán Dos Cerros.

En el mapa de peligros por hundimientos (Figura G.6) se determinaron las zonas que pueden ser susceptibles a dicho fenómeno y se establecieron tres rangos alto medio y bajo. En la tabla G.3 se resume el grado de peligrosidad que representa este fenómeno para las localidades que se encuentran asentadas sobre este flujo. Mientras que la tabla G.4 muestran la superficie (en km<sup>2</sup> y en %) que abarca cada una de las categorías establecidas.

Tabla G.3. Localidades expuestas a peligros por hundimientos

| NOMBRE DE LA LOCALIDAD | PELIGRO |
|------------------------|---------|
| Piedra Pinta           | Alto    |
| Frijolares             | Alto    |
| El Campamento          | Alto    |
| Tlapacoyan             | Medio   |
| San Isidro             | Medio   |
| La Granja              | Medio   |
| Otra Banda             | Medio   |
| Colonia Filipinas      | Medio   |
| Eytepéquez             | Bajo    |
| Platanozapan           | Bajo    |
| San Luis               | Bajo    |
| Buena Vista            | Bajo    |
| Pochotitán             | Bajo    |
| Congregación Hidalgo   | Bajo    |

Tabla G.4. Tabla que muestra el área que abarca las diferentes zonas por peligros a hundimientos

| SUPERFICIE (km <sup>2</sup> ) | <br>% | PELIGRO |
|-------------------------------|-------|---------|
| 61.7                          | 23    | Alto    |
| 97.2                          | 37    | Medio   |
| 105.6                         | 40    | Bajo    |

## 2.1.6. Peligro sísmico

### 2.1.6.1. Regionalización sísmica de México

En el Manual de Obras Civiles de la Comisión Federal de Electricidad (CFE) Capítulo Diseño por Sismo, se encuentra publicado el mapa de Regionalización Sísmica de la República Mexicana (Figura G.7). Este mapa permite conocer, en términos generales, el nivel de peligro sísmico que tiene un área determinada.

El territorio nacional se encuentra clasificado en cuatro zonas sísmicas, de la *A, B, C y D*, las cuales representan un nivel creciente de peligro. Esta clasificación del territorio se emplea en los reglamentos de construcción para fijar los requisitos mínimos que deben seguir los proyectistas, diseñadores y constructores en las edificaciones y otras obras civiles de tal manera que éstas resulten suficientemente seguras ante los efectos producidos por un sismo.

El Municipio de Tlapacoyan se ubica dentro de la **zona sísmica B** (Figura G.6), **o peligro bajo** la cual corresponde a regiones donde los temblores grandes son poco frecuentes y las aceleraciones del suelo no sobrepasan el 70 % de *g*.

### 2.1.6.2. Mapas de peligro sísmico por periodos de retorno

La magnitud y el periodo de recurrencia de terremotos grandes están relacionados con la velocidad media con la que se mueven las fallas. Las fallas que tienen una alta tasa de desplazamiento, por ejemplo del orden de 10 mm/ año, acumulan gran cantidad de energía elástica en tiempos pequeños, con lo que el ciclo sísmico es corto. Esto da lugar a terremotos de magnitud alta de 6° o 7° en la escala de Richter, con periodos de recurrencia relativamente cortos, del orden de 200 años. Por el contrario, las fallas lentas, con velocidades de 0.1 a 0.01 mm/ año, producen terremotos de las mismas magnitudes en periodos de tiempo mucho mayores, del orden de los 45,000 a 500,000 años.

Las figuras G.8 G.9 G.10 G.11 y G.12 nos muestran la intensidad sísmica asociada a diferentes periodos de retorno para el estado de Veracruz. En la siguiente tabla G.5 podemos observar los valores de aceleración máxima que se tienen para el Municipio de Tlapacoyan a partir de periodos de recurrencia de 10, 50 100, 500 y 1,000.

Tabla G.5. Valores de aceleración máxima para un periodo de retorno dado.

| Periodo de retorno (años) | Aceleración máxima (cm/seg <sup>2</sup> o gal) |
|---------------------------|--|
| 10                        | 11   |
| 50                        | 21   |
| 100                       | 27   |
| 500                       | 45 Zona Norte<br>135 Zona Sur                  |
| 1000                      | 164  |

Como referencia general se señala que con una aceleración de  $150 \text{ cm/s}^2$  o mayor se pueden presentar daños, de algún tipo, en las construcciones. Con base en la tabla G.5 se observa que para un periodo de retorno de 500 años o menos en el Municipio de Tlapacoyan no hay aceleraciones mayores a los 150 gal, por lo que se determina que para este periodo la zona se localiza en **BAJO PELIGRO** por sismicidad. Sin embargo, para un periodo de 1000 años está situación cambiaría ya que se tiene un valor de 164 gal.

### **2.1.7. Peligro por licuefacción**

El fenómeno de licuefacción en determinados tipos de suelos en estado suelto, se produce al ser sometido el terreno a carga repetida (inducida por sismos, explosiones o vibraciones de maquinaria), y origina que se desarrollen elevadas presiones intersticiales de forma rápida, dando lugar a la pérdida parcial o total de la resistencia al esfuerzo cortante y a la rotura del suelo que se comporta como si fuera líquido. Este fenómeno provoca fallas en las cimentaciones, producidas por roturas de taludes, hundimientos y deslizamientos.

Los factores que influyen notablemente para que ocurra el fenómeno de licuefacción son:

- a) Suelos uniformemente graduados son más susceptibles que los bien graduados,
- b) Suelos saturados en agua
- c) Contenido de finos inferior al 10%
- d) Tamaño de las partículas de suelo con diámetro medio D50 entre 0,05 y 1,00 mm (arenas medias a limos)
- e) Bajo grado de compactación es decir  $N < 10$  para profundidades  $< 10 \text{ m}$  y  $N < 20$  para profundidades  $> 10 \text{ m}$ . Un depósito de arena suelta es más susceptible de sufrir licuación que uno de arena compacta.
- f) Sismos de magnitud igual o superior a  $5.5^\circ$  en escala de Richter con aceleraciones superiores o iguales a  $0.2 \text{ g}$ .

Dentro del área de estudio y con base en las características que se requieren para la ocurrencia de la licuefacción, el flujo piroclástico El Jobo, es el material más susceptible a presentar dicho fenómeno. Este depósito abarca un área de  $98 \text{ km}^2$ , poco más de la mitad de la superficie total del Municipio (58.1%), en la que caen 42 localidades.

De acuerdo con Freundt *et al.* (2000), estos depósitos suelen presentar cambios laterales en función de la distancia a su fuente de emisión. Estos cambios pueden ser disminución del tamaño de las partículas que componen el flujo y depósitos mejor graduados. En los afloramientos localizados en el Municipio de Tlapacoyan, estas características varían de manera general del suroeste a noreste, con un alcance máximo de 18 km (Figura G.13), lo cual permite diferenciar tres zonas: alta, media y baja susceptibilidad a la licuefacción.

La zona de alta susceptibilidad se localiza al NE del Municipio y abarca un área de  $59.5 \text{ km}^2$ , en la que se ubican 23 localidades (Ver tabla G.5). La zona de media susceptibilidad, se sitúa en el extremo NW, con una superficie de  $19 \text{ km}^2$ , y de acuerdo a los resultados 7 comunidades se localizan dentro de esta categoría (Ver tabla G.5). Por último la zona de

# ATLAS DE PELIGROS NATURALES Y ANTROPOGÉNICOS DEL MUNICIPIO DE TLAPACOYAN, VERACRUZ.



baja susceptibilidad abarca la zona central y SW del Municipio con un área de 19.5 km<sup>2</sup>, y 11 localidades se encuentran en este rango.

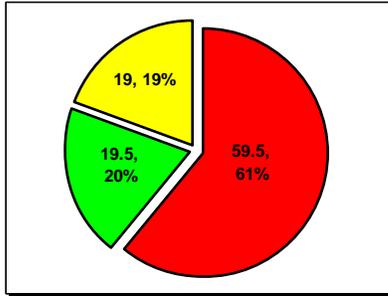


Figura G.13a Superficie y porcentaje de las zonas susceptibles a licuefacción.

Tabla G.6. Localidades expuestas a peligros por licuefacción.

| NOMBRE DE LA LOCALIDAD | PELIGRO |
|------------------------|---------|
| El Jobo                | Alto    |
| Francisco I. Madero    | Alto    |
| El Embarcadero         | Alto    |
| La Palmilla            | Alto    |
| La Veguita             | Alto    |
| El Relicario           | Alto    |
| El Cortijo             | Alto    |
| Cayuyo                 | Alto    |
| Santa Consuelo         | Alto    |
| Arroyo Piedra          | Alto    |
| San Francisco          | Alto    |
| Sagar Inifap           | Alto    |
| Arroyo de Piedra       | Alto    |
| Javier Rojo Gómez      | Alto    |
| Santa Ana Maloapan     | Alto    |
| Ixtacuaco              | Alto    |
| San Pedro Tlapacoyan   | Alto    |
| Luis Echeverría        | Alto    |
| Los Álamos             | Alto    |
| El Saltillo            | Alto    |
| La Reforma             | Alto    |
| Palmar Chico           | Alto    |
| Rancho Zaragoza        | Alto    |
| Ejido Jiliapan         | Alto    |
| San Gabino             | Medio   |
| Arroyo Caña            | Medio   |
| El Mezclero            | Medio   |
| Loma Alta              | Medio   |

# ATLAS DE PELIGROS NATURALES Y ANTROPOGÉNICOS DEL MUNICIPIO DE TLAPACOYAN, VERACRUZ.



|                                 |       |
|---------------------------------|-------|
| La Guadalupana                  | Medio |
| El Palmar                       | Medio |
| El Chicharrín                   | Medio |
| Santa Cruz                      | Bajo  |
| Ampliación Fredepo (Las Palmas) | Bajo  |
| La Lagunilla                    | Bajo  |
| Plan de Hidalgo                 | Bajo  |
| Auilisco                        | Bajo  |
| Cosmiquiloyan                   | Bajo  |
| El Encanto                      | Bajo  |
| La Monera                       | Bajo  |
| El Mirador                      | Bajo  |
| El Recuerdo                     | Bajo  |
| Paso Real                       | Bajo  |

## 2.1.8. Peligro por deslizamientos

La topografía (pendientes y altimetría), así como el tipo y las características de las rocas y los suelos son los elementos principales que condicionan los procesos de remoción en masa. Mientras que la intensidad de precipitación y los factores antrópicos son los agentes detonadores.

Considerando los aspectos mencionados se determinaron tres zonas por procesos de remoción en masa: inestables, moderadamente inestables y estables (Figura G.14).

Las zonas estables ocupan el 62% (105 km<sup>2</sup>) (Figura G.14a) de la superficie total del área de estudio. Las pendientes en su mayor parte son de 5 a 10°, y en algunos casos hasta 0°. La litología es diversa, destacan los materiales de origen fluvial y de origen volcánico como los flujos piroclásticos y en menor proporción calizas y areniscas. De acuerdo a los resultados obtenidos 41 localidades son consideradas como estables (Tabla G.7 y Figura G.14b).

Las áreas moderadamente inestables se localizan en las orillas de los cauces. El cambio de pendiente es notable en este rango, llegando a ser del orden de 10° a 20°. Algunas poblaciones importantes como Agua Santa, Ampliación Fredepo (Las Palmas), Plan de Hidalgo, Río Sordo, entre otras se localizan en esta categoría (Tabla G.7 y Figura G.14b). El 27% de la superficie del Municipio se localiza en este rango, lo que equivale a un área de 45.71 km<sup>2</sup>.

La zona inestable es aquella en que la probabilidad de ocurrencia de un movimiento es considerable. La pendiente es en promedio mayor a 30° y la concentración de la humedad es alta, ambos factores son muy importantes en la ocurrencia de procesos de remoción en masa. Esta zona se ubica principalmente en los escarpes formados por el flujo de lava de Dos Cerros, constituidos por laderas alineados NE-SW con pendientes promedio de 30°, igualmente se observan en los flancos de la caldera La Palma la cual presenta pendientes entre 30° y 60°. Solo el 11% (Figura G.14a) del área del Municipio se

# ATLAS DE PELIGROS NATURALES Y ANTROPOGÉNICOS DEL MUNICIPIO DE TLAPACOYAN, VERACRUZ.



encuentra en este rango de inestabilidad. Geológicamente corresponde a áreas con predominio de flujos piroclásticos, basaltos y en menor proporción a la ignimbrita soldada. Con base en los resultados, 8 localidades (Tabla G.7 y Figura 14b) se ubican dentro de del área de inestabilidad.

Una zona de particular interés es la cabecera municipal en la cual se ha presentando en diversas ocasiones este fenómeno (Figura G.15).

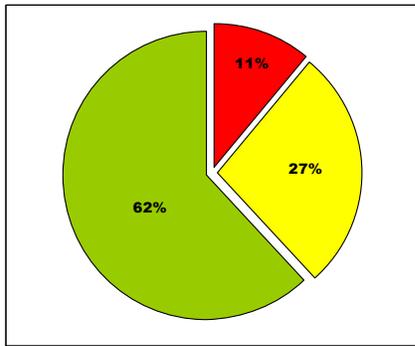


Figura G.14a Porcentaje de la superficie que abarcan las tres zonas por procesos de remoción en masa:

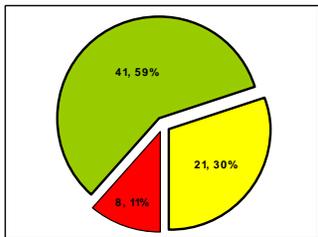


Figura G.14b Porcentaje de localidades en zonas de alto medio y bajo peligro por inestabilidad de laderas.

Tabla G.7. Zonas de peligro por procesos de remoción en masa en los que se localizan las localidades del Municipio de Tlapacoyan.

| NOMBRE DE LA LOCALIDAD  | PELIGRO |
|-------------------------|---------|
| 1. Finca Flor de María  | Estable |
| 2. Rancho San Francisco | Estable |
| 3. El Chicharrón        | Estable |
| 4. Ejido Jiliapan       | Estable |
| 5. El Palmar            | Estable |
| 6. La Guadalupana       | Estable |
| 7. Rancho Zaragoza      | Estable |
| 8. Finca la Esmeralda   | Estable |
| 9. Loma Alta            | Estable |
| 10. El Mezclero         | Estable |
| 11. Palmar Chico        | Estable |
| 12. La Reforma          | Estable |
| 13. El Saltillo         | Estable |

# ATLAS DE PELIGROS NATURALES Y ANTROPOGÉNICOS DEL MUNICIPIO DE TLAPACOYAN, VERACRUZ.



|                             |                         |
|-----------------------------|-------------------------|
| 14. Los Llamos              | Estable                 |
| 15. Luis Echeverría         | Estable                 |
| 16. San Pedro Tlapacoyan    | Estable                 |
| 17. El Naranjal             | Estable                 |
| 18. Ixtacuaco               | Estable                 |
| 19. Santa Ana Maloapan      | Estable                 |
| 20. Javier Rojo Gómez       | Estable                 |
| 21. Arroyo de Piedra        | Estable                 |
| 22. Sagar Inifap            | Estable                 |
| 23. San Francisco           | Estable                 |
| 24. Arroyo Piedra           | Estable                 |
| 25. Santa Consuelo          | Estable                 |
| 26. Cerro de Tepantepec     | Estable                 |
| 27. Cayuyo                  | Estable                 |
| 28. Francisco I. Madero     | Estable                 |
| 29. El Jobo                 | Estable                 |
| 30. Colonia Filipinas       | Estable                 |
| 31. Otra Banda              | Estable                 |
| 32. Frijolares              | Estable                 |
| 33. Piedra Pinta            | Estable                 |
| 34. La Granja               | Estable                 |
| 35. San Isidro              | Estable                 |
| 36. Congregación Hidalgo    | Estable                 |
| 37. Buena Vista             | Estable                 |
| 38. San Luis                | Estable                 |
| 39. Platanozapan            | Estable                 |
| 40. Eytepéquez              | Estable                 |
| 41. Tomata                  | Estable                 |
| 42. Vega Chica              | Moderadamente inestable |
| 43. El Recuerdo             | Moderadamente inestable |
| 44. Arroyo Caña             | Moderadamente inestable |
| 45. El Cortijo              | Moderadamente inestable |
| 46. El Relicario            | Moderadamente inestable |
| 47. La Veguita              | Moderadamente inestable |
| 48. Rancho Arroyo de Piedra | Moderadamente inestable |
| 49. La Palmilla             | Moderadamente inestable |
| 50. El Embarcadero          | Moderadamente inestable |
| 51. San Gabino              | Moderadamente inestable |
| 52. Paso Real               | Moderadamente inestable |
| 53. El Campamento           | Moderadamente inestable |
| 54. El Recuerdo             | Moderadamente inestable |
| 55. Río Sordo               | Moderadamente inestable |
| 56. Cosmiquiloyan           | Moderadamente inestable |
| 57. Plan de Hidalgo         | Moderadamente inestable |
| 58. Agua Santa              | Moderadamente inestable |
| 59. Pochotitán              | Moderadamente inestable |

# ATLAS DE PELIGROS NATURALES Y ANTROPOGÉNICOS DEL MUNICIPIO DE TLAPACOYAN, VERACRUZ.



|                        |              |                         |
|------------------------|--------------|-------------------------|
| 60. Ampliación Palmas) | Fredepo (Las | Moderadamente inestable |
| 61. Chihuahua          |              | Moderadamente inestable |
| 62. Santa Cruz         |              | Moderadamente inestable |
| 63. El Mirador         |              | Inestable               |
| 64. La Monera          |              | Inestable               |
| 65. El Encanto         |              | Inestable               |
| 66. Auilisco           |              | Inestable               |
| 67. La Palma           |              | Inestable               |
| 68. La Lagunilla       |              | Inestable               |
| 69. Barranca Honda     |              | Inestable               |
| 70. Tlapacoyan         |              | Inestable               |

## 2.1.9. Vulcanismo

El estudio de los volcanes es a través de su historia eruptiva, de los magmas que intervienen, de sus ciclos de evolución magmática y de los distintos mecanismos eruptivos. Asimismo se deben de identificar los peligros volcánicos asociados a cada estado evolutivo, determinando su periodo de retorno y los parámetros que lo caracterizan (Araña y Ortiz 1993).

Una erupción volcánica puede prolongarse durante meses y sus productos ser muy variados, ya que en cada volcán se pueden presentar en forma individual o conjugarse varios de ellos. Destacan las coladas de lava, flujos piroclásticos, caída de cenizas, lahares, avalanchas, gases, sismos volcánicos, tsunamis, anomalías térmicas y deformaciones del terreno.

**Volcán activo**, se considera a aquel centro eruptivo con manifestaciones térmicas visibles y/o que ha registrado erupciones durante la Era Cristiana, en consecuencia, es capaz de entrar en erupción en cualquier momento. Un volcán **geológicamente activo**, es aquel que tenga o haya presentado actividad en los últimos 10.000 años y **volcán no activo o dormido**, al que no las haya tenido en igual período.

En el Municipio de Tlapacoyan se identificaron 2 aparatos volcánicos, el volcán Dos Cerros y la caldera La Palma, ambos inactivos, localizados al suroeste y oeste de la cabecera municipal (Figura G.16).

El Volcán Dos Cerros (1020 m s.n.m.), es un cono de lava escasamente erosionado con una altura de 40m. Su cráter se encuentra prácticamente cubierto por una densa vegetación, tiene un diámetro máximo de 225 m en dirección NW- SE y una profundidad de 20 m aproximadamente, con pendientes entre los 30° y 60°. Su base localiza a las 880 m s.n.m. y tiene un diámetro de 540 m. Los flujos de lava asociados a este volcán son de composición basáltica; con textura pahoehoe, y una extensión de 14 km. El área que cubrieron los derrames es de 26.67 Km<sup>2</sup>, su espesor promedio se calculó en 7 m, de lo cual se obtiene un volumen de 0.18 Km<sup>3</sup>.

# ATLAS DE PELIGROS NATURALES Y ANTROPOGÉNICOS DEL MUNICIPIO DE TLAPACOYAN, VERACRUZ.



La estructura volcánica La Palma, es un caldera de 8.5 km de diámetro. Su cima se localiza a los 640 m.s.n.m. y su base a 540 m.s.n.m. Sus pendientes se encuentran entre los 15° y 30°. El flujo piroclástico que emitido cubrió un área de 98.1 Km<sup>2</sup>, extendiéndose hasta los límites con el Municipio de Martínez de la Torre. Con dicha área y un espesor promedio de 7 m, se estimó un volumen de 0.68 km<sup>3</sup> de material expulsado.

## 2.1.10. Erosión

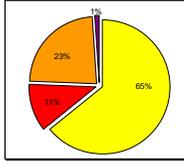
La erosión de suelos en México es un problema ambiental muy serio que afecta a gran parte del territorio nacional en diferentes grados de severidad. La erosión es considerada como la remoción del suelo por agentes del medio físico (agua en movimiento o la por la acción del viento). Su origen puede ser natural o antrópica y por un agente causante erosión eólica e hídrica.

Los resultados del nivel de degradación de los suelos en el Municipio de Tlapacoyan se presentan en la Figura G.17.

La superficie total del Municipio de Tlapacoyan es de 16847.9 hectáreas, de esta superficie el 65% o sea 10800 hectáreas no está afectada o tiene una ligera degradación. El 11% tiene niveles moderados, mientras que un 23% presenta un alta degradación, lo que significa que han perdido entre el 60 y el 100% de la profundidad del suelo, se observa principalmente en las zonas de transición (pié de monte) e inclusive en algunas partes bajas. Y solo el 1% de la superficie presenta un peligro muy alto de erosión, con índices muy superiores a los 200 ton/ha/año. Como se puede apreciar, este riesgo se localiza preferentemente en las zonas altas y de pendiente fuerte.

Lo anterior se resume en la Tabla G.8 y Figura G.17a:

Tabla G.8. Valores de erosión, las hectáreas y porcentaje que abarca

| CLASE DE DEGRADACIÓN | VALOR DE EROSIÓN    | Superficie (HA) | <br>% |
|----------------------|---------------------|-----------------|--|
| Muy alta             | > 200 TON / HA/AÑO  | 180             | 1  |
| Alta                 | 50-200 TON / HA/AÑO | 3950            | 23   |
| Moderada             | 10-50 TON / HA/AÑO  | 1910            | 11   |
| Ninguna o ligera     | < 10 TON / HA/AÑO   | 10800           | 65   |

La erosión lineal se da a lo largo de los principales cauces de la región, y en algunos de sus ramales. Esto se observa en los Ríos Itzapa, Buenavista y Cañas (Figura G.18).

**2.1.11. Uso de suelo**

Los mapas de uso de suelo, determinan el comportamiento de una porción de tierra usada para fines específicos, considerando aspectos físicos, económicos y sociales. Esta evaluación considera los aspectos económicos del uso propuesto, sus consecuencias sociales para la gente del área y del país en general y las repercusiones, benéficas o adversas para el medio ambiente. (FAO, 1976). Estos mapas son una de las herramientas necesarias para una planificación racional de los recursos naturales y humanos, entendiendo que, el propósito de la planificación es que cada área deba ser usada de tal manera que provea el máximo beneficio para la sociedad, sin una degradación de los recursos.

La base de datos que se utilizó para elaborar el mapa de uso de suelo (Figura G.19) es tomada de los datos disponibles para todo el territorio nacional de INEGI serie II. Esta cartografía es escala 1:250,000 y se elaboró a partir de la interpretación de fotografías aéreas tomadas entre los años 1968 y 1986, así como de trabajo de campo y en la interpretación visual de espacio mapas. Los espacio-mapas fueron derivados de la composición a color de imágenes Landsat TM (combinación de bandas del infrarrojo y visible 4, 3, 2) impresos a escala 1:250,000. El sistema clasificatorio es de más de 600 categorías.

El uso de suelo en el Municipio está clasificado en: Temporal que abarca el 77% de la superficie, pastizal cultivado con 21% y la zona urbana con el 2% del territorio (Tabla G.9).

Tabla G.9 Superficie y porcentaje del uso del suelo en el municipio de Tlapacoyan.

| Uso de suelo       | Superficie (km2) | %                |            |
|--------------------|------------------|------------------|------------|
|                    |                  | Superficie (km2) | Porcentaje |
| Temporal           | 130.257          | 130.257          | 77         |
| Pastizal cultivado | 35.656           | 35.656           | 21         |
| Zona urbana        | 2.572            | 2.572            | 2          |

**2.1.12. Edafología**

El suelo, es la parte exterior de la corteza terrestre está constituido por una capa de material fragmentado no consolidado; es un sistema complejo que se forma por la interacción continua y simultánea de la materia a partir del cual se origina, del clima, del tipo de vegetación y fauna y de las condiciones particulares del relieve. En México existen 25 de las 30 unidades de suelo reconocidas por la FAO, UNESCO.

# ATLAS DE PELIGROS NATURALES Y ANTROPOGÉNICOS DEL MUNICIPIO DE TLAPACOYAN, VERACRUZ.



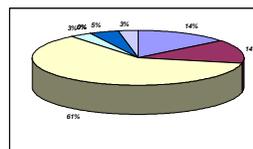
La base de datos que se utilizó para elaborar el mapa de edafológico (Figura G.20) es tomada de los datos disponibles para todo el territorio nacional de INEGI serie I, esta cartografía es escala 1:250,000.

Los principales suelos que existen en el municipio son: Acrisol órtico, Andosol húmico, Feozem haplico, Fluvisol eutríco, Luvisol ortico, Regosol calcarico, Regosol eutríco y Vertisol pelico.

La superficie y el porcentaje que abarcan cada tipo de suelos se observan en la Tabla G.10.

Tabla G.10 Superficie y porcentaje del tipo de suelo en el municipio de Tlapacoyan.

| Tipo de suelo     | Superficie Km <sup>2</sup> | %    |
|-------------------|----------------------------|------|
| Acrisol órtico,   | 23.43                      | 14   |
| andosol húmico    | 23.248                     | 14   |
| feozem haplico    | 101.62                     | 61   |
| fluvisol eutríco  | 5.503                      | 3    |
| luvisol ortico    | 0.028                      | 0.01 |
| regosol calcarico | 0.025                      | 0.01 |
| regosol eutríco   | 7.53                       | 5    |
| vertisol pelico   | 4.913                      | 2.98 |



## ATLAS DE PELIGROS NATURALES Y ANTROPOGÉNICOS DEL MUNICIPIO DE TLAPACOYAN, VERACRUZ.



### 2.2. IDENTIFICACIÓN DE RIESGOS Y PELIGROS ANTE FENÓMENOS HIDROMETEOROLÓGICOS.

#### 2.2.1. Sistemas tropicales. Huracanes

En latitudes templadas los ciclones son referidos como depresiones o ciclones extratropicales, y el término ciclón se usa sólo para referirse a los ciclones tropicales. Estos sistemas de tormenta exigen, al menos, dos requisitos básicos: calor y humedad; como consecuencia, sólo se desarrollan en los trópicos, entre las latitudes 5° y 30° norte y sur, en las regiones y temporadas en que la temperatura del mar es superior a los 26° C.

Los ciclones intensos están entre los más destructivos de los desastres naturales, capaces de causar graves daños a poblaciones costeras y ocasionar pérdidas humanas. Sin embargo, proporcionan precipitaciones esenciales para gran parte de las tierras que cruzan.

Las lluvias intensas asociadas a los ciclones tropicales en cualquiera de sus etapas, desde depresión tropical y tormenta tropical, hasta huracán, ocurren principalmente en el semicírculo derecho y pueden extenderse a grandes distancias de su región central. En huracanes muy simétricos, la lluvia suele concentrarse cerca de su centro y en todas direcciones (CENAPRED, 2007).

En lo que respecta a declaratorias de emergencia o desastre el Municipio de Tlapacoyan ha tenido a la fecha cuatro declaratorias de emergencia por ciclón tropical, sin embargo no ha habido declaratorias de desastre, las fechas fueron 22 de agosto de 2005 (Tormenta tropical José), 3 de octubre de 2005 (Tormenta tropical Stan), 21 de agosto de 2007 (Huracán Dean) y 27 de septiembre de 2007 debido al Huracán Lorenzo (CENAPRED, 2009).

La información disponible en este tema cuenta con datos desde 1886 a la fecha sobre la trayectoria de los distintos huracanes, en algunos casos, estos no se nombraban, sin embargo en fechas más recientes estos reciben nombre con anticipación de tal forma que en caso de presentarse un evento de este tipo ya tenga un nombre asignado. En la región de Tlapacoyan han sido varios los sistemas tropicales que han causado daños de consideración y de los cuales se cuenta con algunos antecedentes, que mencionan más adelante, los eventos se presentaron en los años de 1936, 1954 y 1955 (Mapa H. 1), eventos que propiamente dicho han cruzado por el territorio municipal, sin embargo ha habido la influencia de muchos otros ocasionando inundaciones en las partes bajas del Municipio.

Huracán categoría 1 sin nombre agosto de 1936.

De este sistema no se tiene información del comportamiento de la precipitación ni de la hidrometría en el Municipio de Tlapacoyan.

# ATLAS DE PELIGROS NATURALES Y ANтропоGÉNICOS DEL MUNICIPIO DE TLAPACOYAN, VERACRUZ.

SEDESOL



SECRETARÍA DE DESARROLLO SOCIAL



Hábitat

Mejora todo lo que te rodea

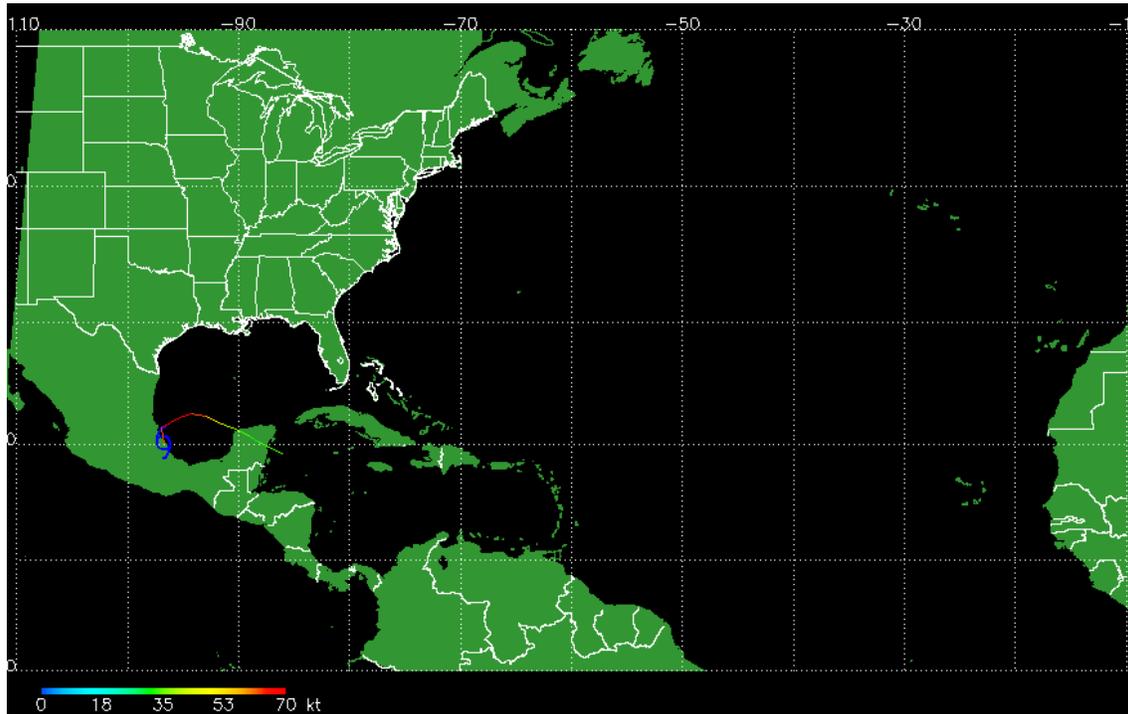


Figura H1. Trayectoria del huracán categoría 1 no nombrado. Fuente: Hurricane & Storm Tracking for the Atlantic & Pacific Oceans [en línea]. <http://hurricane.terrapin.com/> [consulta: 10 noviembre 2009].

## Crecientes de Septiembre de 1954

En el mes de septiembre una perturbación ciclónica que tocó tierra a la altura de desembocadura del Río Cazonés, produjo lluvias de gran intensidad, las de mayor concentración se registraron los días 10 al 13, dentro de la Región Hidrológica No. 27 en las estaciones Tantina, Tuxpan, San Juan Apulco y Zacapoaxtla con láminas acumuladas de 797, 695, 670 y 614 mm, disminuyendo en la zona costera con láminas de 200 mm.

# ATLAS DE PELIGROS NATURALES Y ANтропоGÉNICOS DEL MUNICIPIO DE TLAPACOYAN, VERACRUZ.

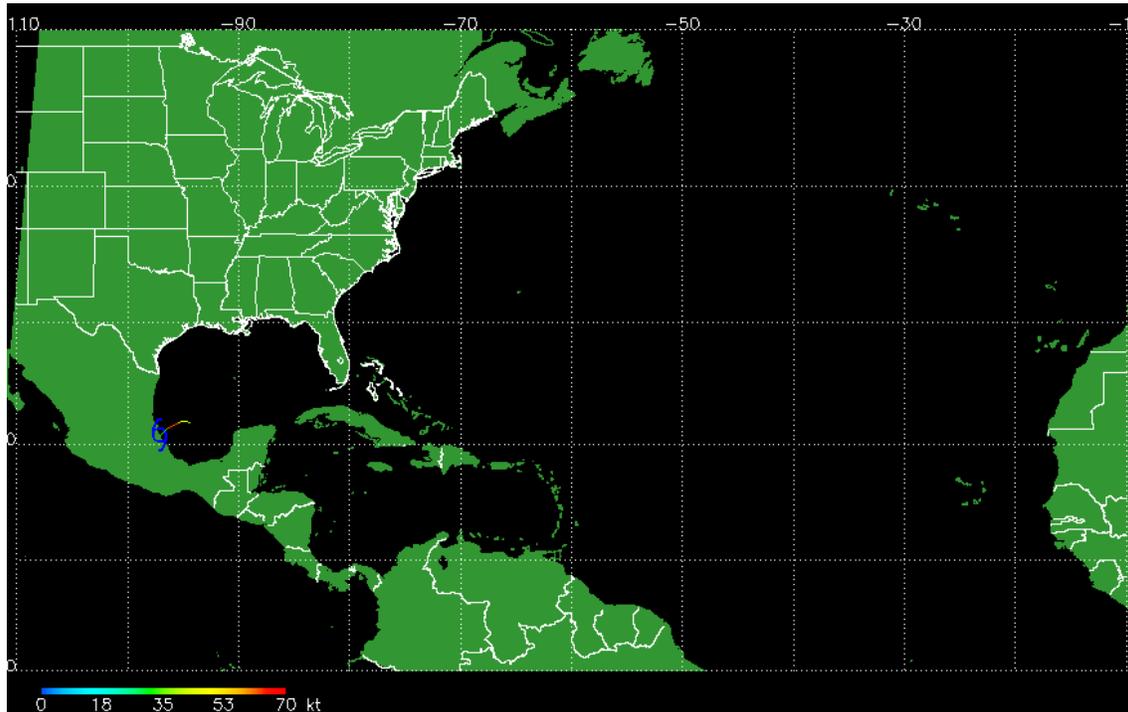


Figura H2. Trayectoria de una perturbación tropical no nombrada. Fuente: Hurricane & Storm Tracking for the Atlantic & Pacific Oceans [en línea]. <http://hurricane.terrapin.com/> [consulta: 10 noviembre 2009].

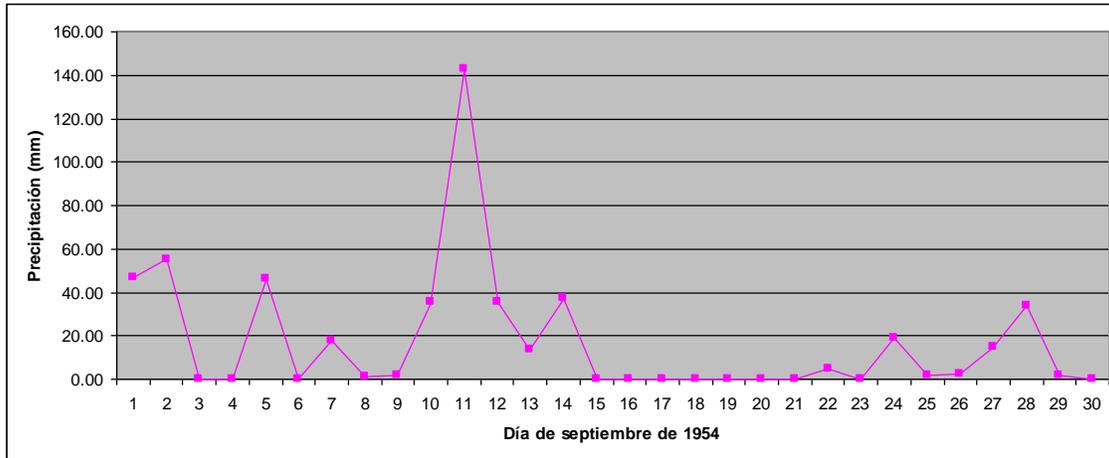
Tabla H1. Crecientes generadas durante las crecientes en el año de 1954.

| Estación             | Corriente | Gasto Máximo<br>m <sup>3</sup> /seg | Escala<br>(m) | Fecha y Hora  |
|----------------------|-----------|-------------------------------------|---------------|---------------|
| Martínez de la Torre | Nautla    | 2,240                               | 5.10          | 12 Sep. 6:00  |
| Poza Rica            | Cazones   | 5,040                               | 6.00          | 12 Sep. 13:00 |

Fuente: CONAGUA. 2005. Plan de emergencia del río Nautla.

Una de las estaciones meteorológicas ubicadas dentro de la cuenca del río Bobos es la 30129 Puente Enríquez La Tomata ubicada en el Municipio vecino de Atzalan y río arriba del río Bobos que como se comentó anteriormente cruza por un lado del Municipio de Tlapacoyan, si registró un valor de precipitación de 143.00 milímetros el día 11 de septiembre de 1954, valor que como podrá apreciarse en la gráfica H1 se nota un valor muy alto comparado con los días antes y después en el mismo mes.

Gráfica H1. Precipitación registrada en la Estación Meteorológica 30219 Puente Enríquez La Tomata, Atzalan, Veracruz mes de septiembre de 1954.



**Ciclón Janet**

Empezó a formarse el 22 de septiembre de 1955 a 4,000 km al este-sureste de Tampico, por lo que no había temor de que este nuevo huracán fuera peligroso para el territorio mexicano.

El 27 de septiembre tocó tierra mexicana sobre la Cd. de Chetumal, Q. Roo, los vientos huracanados que acompañaron a este ciclón, produjeron caos y la destrucción más grande que haya sufrido esta población.

Al cruzar el Golfo de México, entró nuevamente a territorio mexicano el 29 de septiembre, sobre la región de Nautla, Ver., los vientos que se calculan alcanzaron velocidades de 150 km/h afectando a Nautla y en menor escala a Papantla, Misantla, Martínez de la Torre y Gutiérrez Zamora, Ver., los efectos del ciclón se dejaron sentir en la Región Hidrológica No. 27, los días 27 de septiembre al 1° de octubre de 1955, pudiendo apreciarse que la máxima concentración de lluvia fueron las cuencas de los Ríos Nautla, Misantla, Colipa y Juchique registrándose las máximas en las estaciones San Juan Apulco, Zacapoaxtla, Villa Juárez y Juchique de Ferrer, con láminas de 688, 675, 656 y 637 mm.

Tabla H2. Creciente generada durante el ciclón Janet en el año de 1955.

| Estación         | Corriente | Gasto Máximo<br>m <sup>3</sup> /seg | Escala<br>(m) | Fecha y Hora    |
|------------------|-----------|-------------------------------------|---------------|-----------------|
| Poza Rica        | Cazones   | 5413                                | 7.10          | 29 sep. 24 hrs. |
| Mtz. de la Torre | Nautla    | 4540                                | 6.40          | 29 sep. 13 hrs. |

Fuente: CONAGUA. 2005. Plan de emergencia del río Nautla.

# ATLAS DE PELIGROS NATURALES Y ANтропоGÉNICOS DEL MUNICIPIO DE TLAPACOYAN, VERACRUZ.

SEDESOL



SECRETARÍA DE DESARROLLO SOCIAL



Hábitat  
Mejora todo lo que te rodea

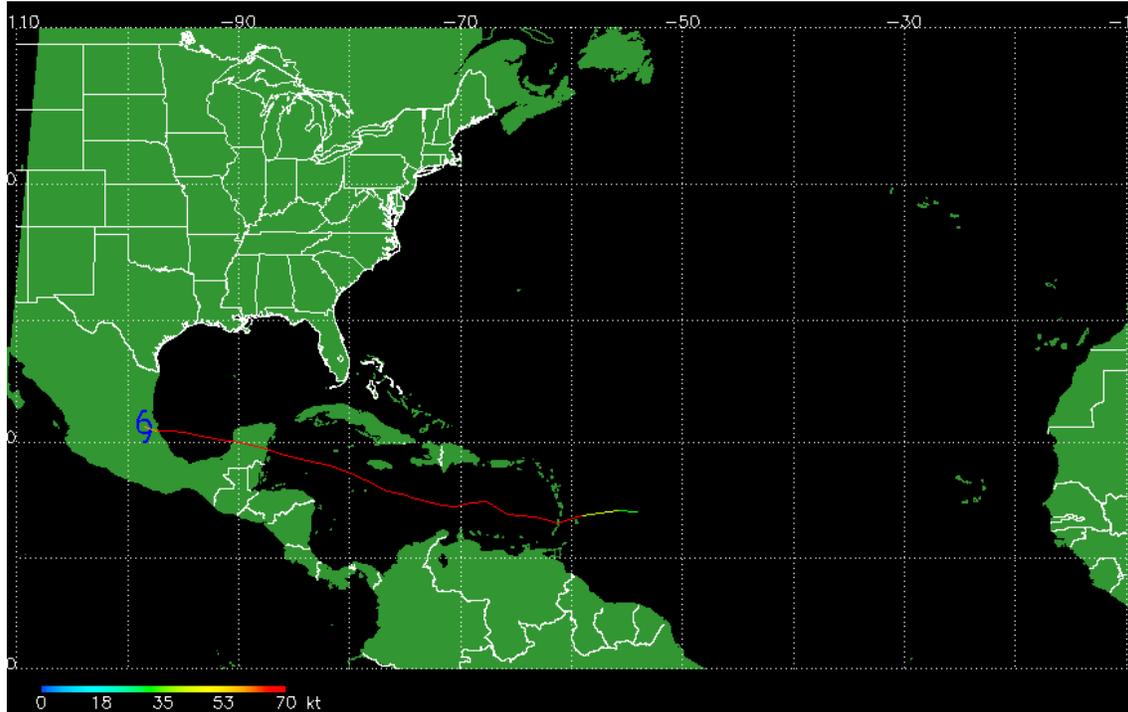
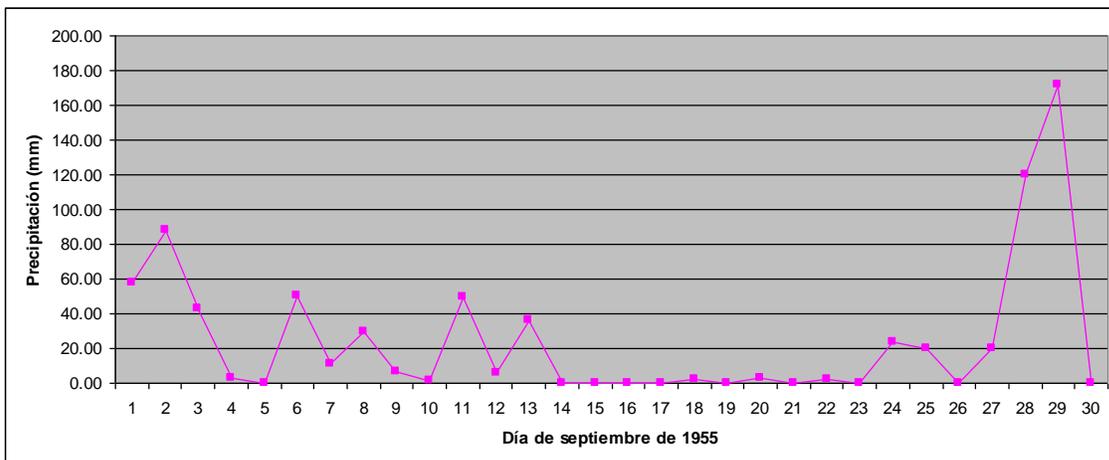


Figura H3. Trayectoria del huracán Janet. Fuente: Hurricane & Storm Tracking for the Atlantic & Pacific Oceans [en línea]. <http://hurricane.terrapin.com/> [consulta: 10 noviembre 2009].

Durante 1955, fue también la Estación Meteorológica Puente Enríquez la que registró valores altos de precipitación durante los días 28 y 29 de septiembre de ese año como se muestra en la gráfica H2, seguramente asociado al huracán Janet.

Gráfica H2. Precipitación registrada en la Estación Meteorológica 30219 Puente Enríquez La Tomata, Atzalan, Veracruz en el mes de septiembre de 1955.



# ATLAS DE PELIGROS NATURALES Y ANTROPOGÉNICOS DEL MUNICIPIO DE TLAPACOYAN, VERACRUZ.



Para el municipio de Tlapacoyan se generó la probabilidad de que se presenten ciclones tropicales con base en la metodología generada por Cenapred (2006), ellos diseñaron un algoritmo basado en mapas de probabilidades por la presencia de ciclones tropicales y uno de eventos totales de estos fenómenos, ambos para todo el país.

La metodología se base en obtener con los mapas de probabilidad diseñado por el Cenapred del punto de interés que en este caso es el Municipio de Tlapacoyan, detectando a que línea de probabilidad corresponde la zona para los ciclones tropicales en cada una de sus categorías (Mapa H. 2) con lo cual se obtuvieron los siguientes valores:

Tabla H3. Valores de probabilidad de acuerdo al grado de ciclón tropical.

| Tipo de ciclón      | P(i) leído en el mapa |
|---------------------|-----------------------|
| Depresión tropical  | 0.2                   |
| Tormenta tropical   | 0.6                   |
| Huracán categoría 1 | 0                     |
| Huracán categoría 2 | 0.14                  |
| Huracán categoría 3 | 0                     |
| Huracán categoría 4 | 0                     |
| Huracán categoría 5 | 0                     |

En este caso, la probabilidad de que ocurra una depresión tropical es 0.2; una tormenta tropical es 0.6, es decir, existe mayor probabilidad de presentarse que una depresión tropical, por otro lado Huracanes categoría 2 tienen una probabilidad de presentarse de 0.14, para los huracanes categoría 3, 4 y 5 tienen una probabilidad de cero. Posteriormente se procedió a obtener el número total de ciclones tropicales para el mismo punto, utilizando el Mapa H. 2 arrojando un valor de 10 el número total de ciclones.

Con el apoyo del archivo de Excel Calculo\_Tr\_Ciclones2005.xls generado por los autores de la metodología se ingresaron los datos que se obtuvieron anteriormente quedando la hoja de cálculo como se muestra en la figura H4.



Figura H4. Programa de Excel para el cálculo de los periodos de retorno para ciclones tropicales en la costa del Golfo de México y Mar Caribe.

# ATLAS DE PELIGROS NATURALES Y ANTROPOGÉNICOS DEL MUNICIPIO DE TLAPACOYAN, VERACRUZ.



En la tabla H4 se muestra el resultado final de este análisis, estos nos señalan que la probabilidad de que se presente una depresión tropical en un año es del 21.28%, para una tormenta tropical la probabilidad es del **63.83%** y del 14.9% de que se presente un Huracán categoría 2 y 0% de que se presenten huracanes categoría 1, 3, 4 o 5.

Tabla H4. Probabilidad y tasa de retorno por grado de ciclón tropical para el Municipio de Tlapacoyan.

| Tipo de ciclón             | P(i) ajustada | Probabilidad (%) | Tasa de retorno   |
|----------------------------|---------------|------------------|-------------------|
| <b>Depresión tropical</b>  | 0.383         | 38.3             | <b>15.5 años</b>  |
| <b>Tormenta tropical</b>   | 0.383         | 38.3             | <b>19.69 años</b> |
| <b>Huracán categoría 1</b> | 0.219         | 21.9             | <b>104.7 años</b> |
| <b>Huracán categoría 2</b> | 0.016         | 1.6              | <b>104.7 años</b> |
| <b>Huracán categoría 3</b> | 0             | 0                | <b>0</b>          |
| <b>Huracán categoría 4</b> | 0             | 0                | <b>0</b>          |
| <b>Huracán categoría 5</b> | 0             | 0                | <b>0</b>          |

Cabe mencionar que el período de retorno no es más que un concepto meramente estadístico, por lo que no es necesario esperar por ejemplo 15 años para que se presente una depresión tropical, debido a que muy probablemente en un intervalo de tiempo menor pueda ocurrir un evento de tal magnitud.

Complementariamente se presentan las corrientes del Golfo de México que podrán servir de apoyo en el tema de ciclones tropicales (Mapa H. 3).

## 2.2.2. Sistemas tropicales. Ondas tropicales

Las ondas de perturbación que se propagan hacia el oeste son la fuente de muchos ciclones tropicales. La mayoría de las ondas que observamos en el Atlántico y el Caribe se originan en África. Las observaciones indican que las perturbaciones en el flujo de bajo nivel hacia el Este, ocurre como resultado de varias circunstancias distintas. A veces, el término onda tropical se emplea para describir estos diferentes sistemas, que son capaces de producir enormes cantidades de lluvia y también se asocian con vientos fuertes e inundaciones.

En términos generales, se trata básicamente de sistemas de escala sinóptica de una extensión latitudinal considerable, en el orden de 10 a 15 grados de latitud (figura H5). Las ondas tropicales suelen existir apartadas de la zona de convergencia intertropical, o ZCIT, aunque pueden extenderse hasta dicha zona.

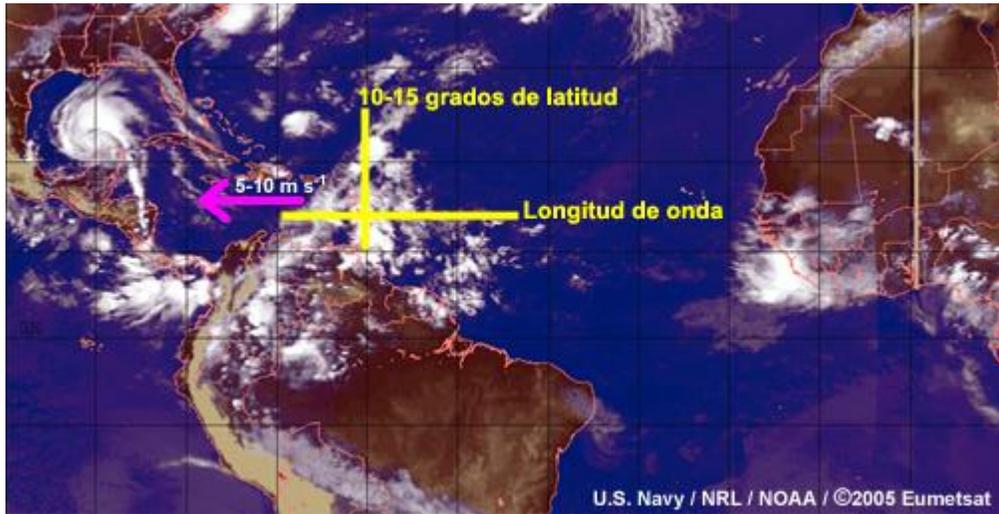
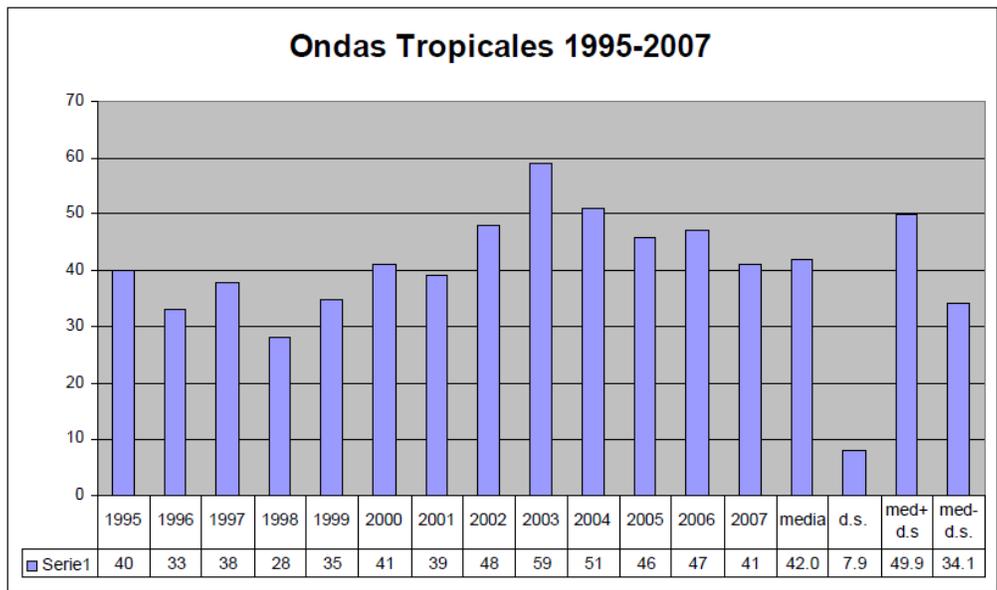


Figura H5. Esquema general de las ondas tropicales.

Su longitud de onda puede abarcar entre 1500 y 3000 km y por lo general se desplazan hacia el oeste a una velocidad de 5 a 10 m/s (entre 10 y 20 nudos). En la temporada pico ocurren con una frecuencia aproximada de una onda cada 3 ó 4 días. Exhiben su mayor intensidad en el nivel de 850 a 700 hPa, que es donde alcanzan su máxima amplitud, normalmente son de núcleo frío hasta alrededor de 600 hPa, con un núcleo cálido menor arriba de dicho nivel, y suelen estar inclinadas hacia el este con la altura. (Horace, 2007)

De acuerdo con el Resumen de la temporada de ciclones tropicales 2007, elaborado por Hernández (2007) el promedio histórico de ondas tropicales del período de 1995 a 2006 es de 42 ondas (Gráfica H3).

Gráfica H3. Ondas tropicales 1995-2007.



## ATLAS DE PELIGROS NATURALES Y ANTROPOGÉNICOS DEL MUNICIPIO DE TLAPACOYAN, VERACRUZ.



Los sistemas tropicales tienen influencia sobre las condiciones del tiempo y el clima en el Estado de Veracruz durante el verano, los ciclones y las ondas tropicales generalmente afectan y ponen en riesgo a la población veracruzana cada año (Acevedo y Luna, 2006).

En las zonas tropicales, las nubes vistas por los satélites meteorológicos revelan muchos hechos del flujo del aire: la distribución de grandes sistemas de nubes tiene una relación definida con los principales centros de alta y baja presión, lo que hace posible estimar cualitativamente el flujo general. De esta forma se puede estimar, con cierta exactitud la velocidad del viento asociado con las tormentas ciclónicas, interpretando los datos de los satélites meteorológicos en términos de la dirección e intensidad del viento, es posible realizar análisis sinópticos diarios en zonas donde los datos son escasos o inexistentes lo cual frecuentemente ocurre en México (García y Trejo, 1990).

Son escasos los estudios o metodologías para el análisis de este fenómeno meteorológico, una de las pocas metodologías que se localizaron fue la elaborada por Orellana y Nava (2006), la cual se utilizó para este Atlas y que consistió en el análisis de las imágenes infrarrojas del satélite GOES 12, para esto se emplearon los boletines emitidos por el departamento de hidrometeorología del Organismo de Cuenca Golfo Centro de la Comisión Nacional del Agua con sede en la ciudad de Xalapa y a cargo del L.C.A. José Llanos Arias. El análisis se hizo con las imágenes y reportes de los años de 2006, 2007 y 2008, el procedimiento consistió primeramente en analizar los boletines meteorológicos de dichos años para sacar un listado de fechas en que se presentaron las ondas tropicales, posteriormente se seleccionaron las imágenes satelitales de dichas fechas.

En cada una de las imágenes se fueron digitalizando las zonas de nubes de cada onda tropical, para esto se empleó el software Arcview 3.2®. Posteriormente con el empleo de distintas herramientas de análisis espacial del software Arcmap® 9.2 se sumaron cada una de los archivos shapefiles de nubes que se generaron previamente, con lo cual se delimitaron zonas con distintos grados de frecuencia de nubes debidas a la presencia de ondas tropicales.

Algunas de las ondas tropicales arrastraron mayormente su nubosidad hacia el sur del Estado de Veracruz, prácticamente hacia el Océano Pacífico, de las ondas con este comportamiento no fue analizada su nubosidad, por lo que el número de ondas analizadas no fueron precisamente el total de las que se presentaron en cada año si no más bien las que trajeron nubosidad importante al Estado de Veracruz.

Entre los años de 2006 y 2008 se digitalizó la nubosidad de 60 ondas tropicales, las cuales fueron sumadas en formato raster (grid) y se consideraron tres grados de frecuencia en la presencia de nubes debido a ondas tropicales, frecuencia baja menor de 20 ondas tropicales, frecuencia media más de 20 y menos de 40 y una frecuencia alta de más de 40 ondas tropicales. No se consideró la nubosidad cuando el Servicio Meteorológico Nacional comunicó la formación de un ciclón tropical. Se sumaron las ondas de estos 3 años para poder analizar la mayor frecuencia de nubosidad, ya que cada año analizado fue variable, (Mapa H. 4), Tlapacoyan en todos los años analizados tiene una baja intensidad de nubosidad por este fenómeno, sin embargo esto no significa en ningún momento que esto implique que existe un menor riesgo, pues esto dependerá

# ATLAS DE PELIGROS NATURALES Y ANTROPOGÉNICOS DEL MUNICIPIO DE TLAPACOYAN, VERACRUZ.



de cada onda tropical ya que dichos mapas señalan únicamente las zonas con nubosidad no así el tipo de nubes o la cantidad de precipitación que pudiera haberse presentado en los años analizados. Finalmente se concluye que es la zona sur la que presentó mayor frecuencia en la presencia de nubosidad.

Por otro lado se analizaron las trayectorias históricas de las ondas tropicales de los años 2006 – 2007 y se pudo que entre los distintos años no existe ninguna diferencia en cuanto a la dirección de las ondas tropicales, todas se trasladan en dirección Este-Oeste y el centro de las mismas está más hacia el sur de Tlapacoyan, muy cercano al Istmo de Tehuantepec (Mapa H. 5) sin embargo la nubosidad es considerablemente más extensa y en el territorio de Tlapacoyan se registran los efectos de las mismas.

### 2.2.3. Masas de aire. Heladas

La helada es la disminución de la temperatura del aire a un valor igual o inferior al punto de congelación del agua 0°C. La cubierta de hielo, es una de sus formas producida por la sublimación del vapor de agua sobre los objetos; ocurre cuando se presentan dichas temperaturas. Las heladas se presentan particularmente en las noches de invierno por una fuerte pérdida radiactiva. Suele acompañarse de una inversión térmica junto al suelo, donde se presentan los valores mínimos, que pueden descender a los 2°C o aún más. Desde el punto de vista agroclimático, es importante considerar a dicho fenómeno, dados sus efectos en el sector agrícola. Pero es relevante, aunque en menor grado, las afectaciones a la salud de la población que es influenciada por las olas de frío (CENAPRED, 2007).

De acuerdo a las estadísticas de diversas fuentes de información no se cuenta con datos que mencionen el caso de heladas en el Municipio de Tlapacoyan sin embargo debido a que dentro del territorio Municipal no se cuenta con estaciones meteorológicas con información de los fenómenos atmosféricos y su comportamiento, razón por la cual fue necesario generar algunos datos con información de otras estaciones en Municipios y Estados vecinos, buscando en los registros de dichas estaciones las temperaturas bajas con especial énfasis en aquellas que se registran en los 0° C o menor temperatura, encontrándose que es hacia el Municipio de Jalacingo donde se han registrado temperaturas de hasta -7.7°C el 19 de febrero de 1935 (tabla H5).

Tabla H5. Estaciones meteorológicas empleadas para el análisis de las heladas.

| Estación meteorológica     | Periodo de registro de datos | Temperatura más baja registrada | Fecha de registro    |
|----------------------------|------------------------------|---------------------------------|----------------------|
| 30102 Martínez de la Torre | 1954-2006                    | 2.0°C                           | 24 diciembre 1989    |
| 30074 Jalacingo            | 1925-2006                    | -7.7°C                          | 19 febrero 1935      |
| 30337 Libertad             | 1980-2006                    | 1.0°C                           | 24 diciembre 1989    |
| 21201 Las Margaritas       | 1982-2005                    | 1.1°C                           | 1 enero 1999         |
| 21143 San José Acateno     | 1975-2005                    | 2.0°C                           | 22-24 diciembre 1989 |

# ATLAS DE PELIGROS NATURALES Y ANTROPOGÉNICOS DEL MUNICIPIO DE TLAPACOYAN, VERACRUZ.



Sin embargo existen un registro de antecedente para Tlapacoyan para el caso de heladas, se reporta entre el 11 y el 13 de febrero de 1899, donde se menciona que se registro una helada (Escobar, 2004). Desafortunadamente sobre este fenómeno no se cuenta con evidencia o registros a mayor detalle en el Municipio.

De acuerdo al Mapa H. 6, se podrá observar que de acuerdo al mapa generado por el Sistema Integral de Información sobre Riesgo de Desastre del Centro Nacional de Prevención de Desastres (<http://atl.cenapred.unam.mx/metadataexplorer/index.html>), en Tlapacoyan se tiene en su mayoría libre de heladas, sin embargo la parte sur de la cabecera municipal se encuentra dentro de la zona con baja probabilidad de heladas, asimismo dentro de esta zona también se ubican localidades de cómo Congregación hidalgo, Barranca Honda, Pochotitlán, Buena Vista, Platanozapan, San Luis, Eytepéquez, Tomata, Santa Cruz, Chihuahua y Ampliación Fredepo (Las Palmas). Esta zona se caracteriza por ser una región con mayor altitud.

Otro de los efectos de las heladas además de causar problemas en vías respiratorias a la población es el daño a los cultivos, la zona con probabilidad de helada del territorio de Tlapacoyan comprende cultivos permanentes y semipermanentes (Mapa H. 7), entre los que se encuentran el plátano en distintas variedades, cítricos, pequeñas plantaciones de café y áreas de pastizal.

## 2.2.4. Masas de aire. Nevadas.

No se encontraron registros a la fecha de la presencia de este fenómeno.

## 2.2.5. Masas de aire. Tormentas eléctricas

La tormenta es la perturbación atmosférica con nubes gruesas de agua, truenos, relámpagos, rayos, algunas veces con viento y otras con granizo. A menudo encuentra su origen en un aire húmedo, inestable, que da lugar a fuertes corrientes de aire y a la formación de nubes cumulonimbos. Un evento de ésta naturaleza puede derivar en el inicio de un incendio, de fallas en el suministro de energía eléctrica u otros servicios públicos. Los diámetros de las nubes tormentosas varían de unos 5 km hasta unos 30 km. Una nube bien desarrollada al alcanzar niveles superiores al de congelación se expande en su cima, se forma un penacho filamentoso en forma de yunque. La lluvia que proviene de las tormentas es usualmente fuerte y compuesta de gotas grandes (GEV, 2002).

De acuerdo al Atlas Nacional de México publicado en el año de 1990 el municipio de Tlapacoyan registra de entre 20 y 40 días de tormenta eléctrica generados con datos de 200 estaciones meteorológicas para todo el país de los años 1941-1980 (Mapa H. 8).

Este fenómeno también se presenta en el territorio municipal de Tlapacoyan e igualmente como se hizo para el análisis de esta variable meteorológica fue necesario emplear las estaciones que continuación se citan (tabla H 6).

# ATLAS DE PELIGROS NATURALES Y ANTROPOGÉNICOS DEL MUNICIPIO DE TLAPACOYAN, VERACRUZ.



Tabla H6. Estaciones meteorológicas empleadas para la generación de los mapas de tormentas eléctricas.

| Estación meteorológica     | Estado   |
|----------------------------|----------|
| 30102 Martínez de la Torre | Veracruz |
| 30074 Jalacingo            | Veracruz |
| 30337 Libertad             | Veracruz |
| 21201 Las Margaritas       | Puebla   |
| 21143 San José Acateno     | Puebla   |

Después de analizar los datos con la ayuda de programas como Surfer® 8.0 para determinar las áreas de tormenta eléctrica se obtuvieron empleando la distribución de Gumbel períodos de retorno de 5, 10, 25 y 50 años (mapas H. 9, H. 10, H. 11 y H. 12 respectivamente). Dichos mapas fueron promediados y mapeados quedando el mapa H. 13 y que se clasificaron en 3 distintos grados de intensidad, la parte con intensidad alta se presenta en el territorio municipal que colinda al noreste, el municipio de Martínez de la Torre abarcando las comunidades de Javier Rojo Gómez y San Pedro Tlapacoyan entre otras, el siguiente grado de intensidad de nivel medio abarca localidades como La Palmilla y Piedra Pinta entre algunas otras. La zona con una intensidad baja de tormentas eléctricas es la parte del territorio con mayor altitud lo que incluye la cabecera municipal Tlapacoyan.

Es importante mencionar que esta variable depende en gran medida de la observación del responsable de la estación meteorológica y no tiene una forma de generar evidencia objetiva de su presencia por lo que no se puede garantizar que los datos de las estaciones meteorológicas analizadas puedan ser cien por ciento verídicos. Por otro lado, no se encontraron evidencias comprobables de cultivos afectados por este fenómeno a cultivos, por lo que dicho mapa no se generó por este motivo.

## 2.2.6. Sequía

Una definición conveniente de la sequía es la propuesta por la American Meteorological Society la cual señala que: “La sequía es un lapso caracterizado por un prolongado y anormal déficit de humedad”. Su magnitud, duración y severidad se consideran relativos, ya que sus efectos están directamente relacionados con las actividades humanas; es decir, si no hay requerimientos por satisfacer, aun habiendo carencia total del agua, la ocurrencia de la sequía es discutible.

Debido a que la sequía es un fenómeno hidrometeorológico complicado de describir y que tiene diferentes facetas, es necesario adoptar algún punto de referencia que permita acotar el estudio de este fenómeno. Para tal efecto, y considerando que la falta de lluvia es el factor determinante para la ocurrencia de las sequías, se puede aceptar la siguiente definición: “La sequía es un fenómeno meteorológico que ocurre cuando la precipitación, en un lapso, es menor que el promedio, y cuando esta deficiencia es lo suficientemente grande y prolongada como para dañar las actividades humanas” (Cenapred, 2007).

# ATLAS DE PELIGROS NATURALES Y ANTROPOGÉNICOS DEL MUNICIPIO DE TLAPACOYAN, VERACRUZ.



De acuerdo al Atlas Estatal de Riesgos, en el Estado de Veracruz, se presenta el agente perturbador de origen hidrometeorológico denominado sequía (Figura H6), con un grado de severidad fuerte, muy fuerte y severo, sin llegar a tener grados de muy severo y extremadamente severo, los cuales se presentan en el norte y noroeste del país. Para el grado de severidad de la sequía muy fuerte, que se localiza desde el sur, centro y parte del norte del estado, principalmente colindando con el Golfo de México y hasta las sierras de Papantla y Huayacocotla, se tiene una superficie de 26,322.65 Km<sup>2</sup>, que equivale al 37.03% de la superficie total de la entidad veracruzana, en esta superficie se encuentran 56 municipios entre los cuales se encuentra Tlapacoyan (GEV, 2002).

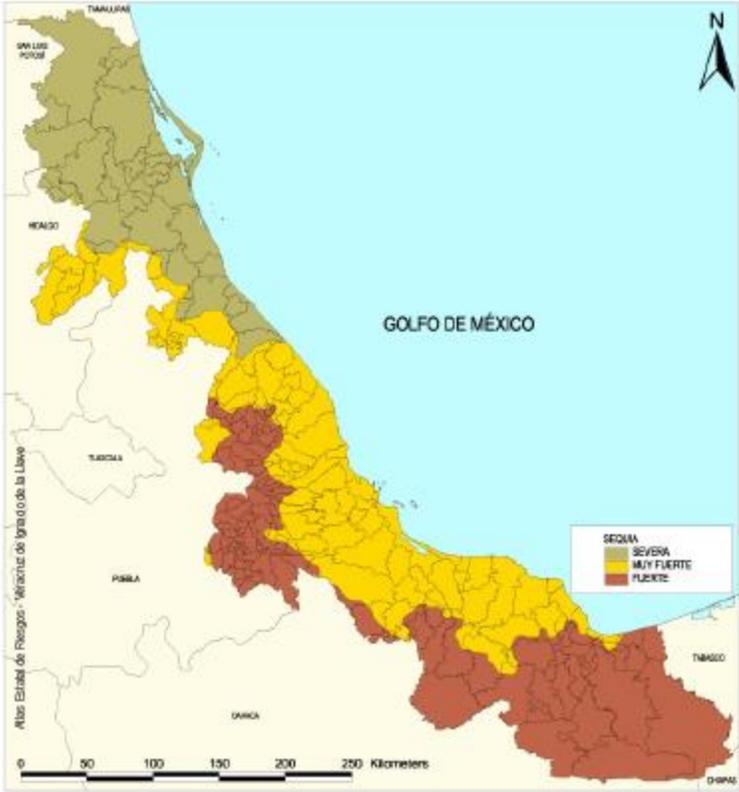


Figura H6. Mapa de sequía. (Fuente: Atlas Estatal de Riesgos, 2002).

Por otro lado, la Comisión Nacional del Agua publica para el año 2007 un mapa de condiciones de la sequía para la república mexicana en dicho (Figura H6a).

# ATLAS DE PELIGROS NATURALES Y ANTROPOGÉNICOS DEL MUNICIPIO DE TLAPACOYAN, VERACRUZ.

SEDESOL



SECRETARÍA DE DESARROLLO SOCIAL



Hábitat  
Mejora todo lo que te rodea



Figura H6a. Condiciones de sequía al final de la temporada estival, 2007. (Fuente: Comisión Nacional del Agua, 2008).

De acuerdo a la información publicada para el año 2007, el municipio de Tlapacoyan no tiene problemas de sequía, sin embargo esto es únicamente para el año de 2007, lo cual no lo hace representativo del fenómeno de sequía en el Municipio de Tlapacoyan, lo cual pudiera coincidir pues el municipio no ha ingresado a ninguna declaratoria por sequía desde que este instrumento se formó.

Un antecedente más es el generado con la metodología de María Engracia Hernández Cerda el cual fue elaborado con datos de los años 1950-1980 (Hernández, s/a) y que señalan al municipio de Tlapacoyan con presencia de sequía meteorológica como muy fuerte. (Figura H7)

# ATLAS DE PELIGROS NATURALES Y ANTROPOGÉNICOS DEL MUNICIPIO DE TLAPACOYAN, VERACRUZ.

SEDESOL



SECRETARÍA DE DESARROLLO SOCIAL



Hábitat

Mejora todo lo que te rodea

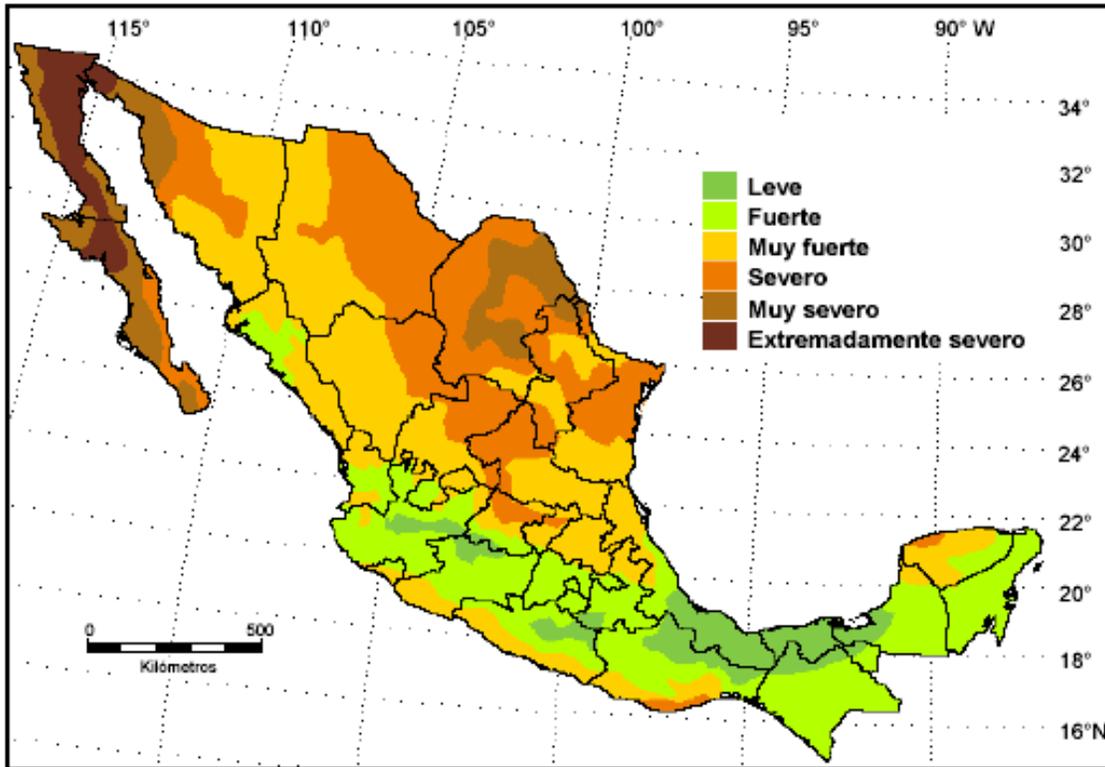


Figura H7. Escenario actual del Índice de Severidad de la sequía meteorológica. (Fuente: Hernández. s/a).

Complementariamente se puede mencionar que de acuerdo a la Figura H8, la sequía intraestival para el Municipio de Tlapacoyan registra valores entre el 30 y 40%.

# ATLAS DE PELIGROS NATURALES Y ANTROPOGÉNICOS DEL MUNICIPIO DE TLAPACOYAN, VERACRUZ.



INTENSIDAD DE LA SEQUÍA INTRAESTIVAL O SEQUÍA RELATIVA

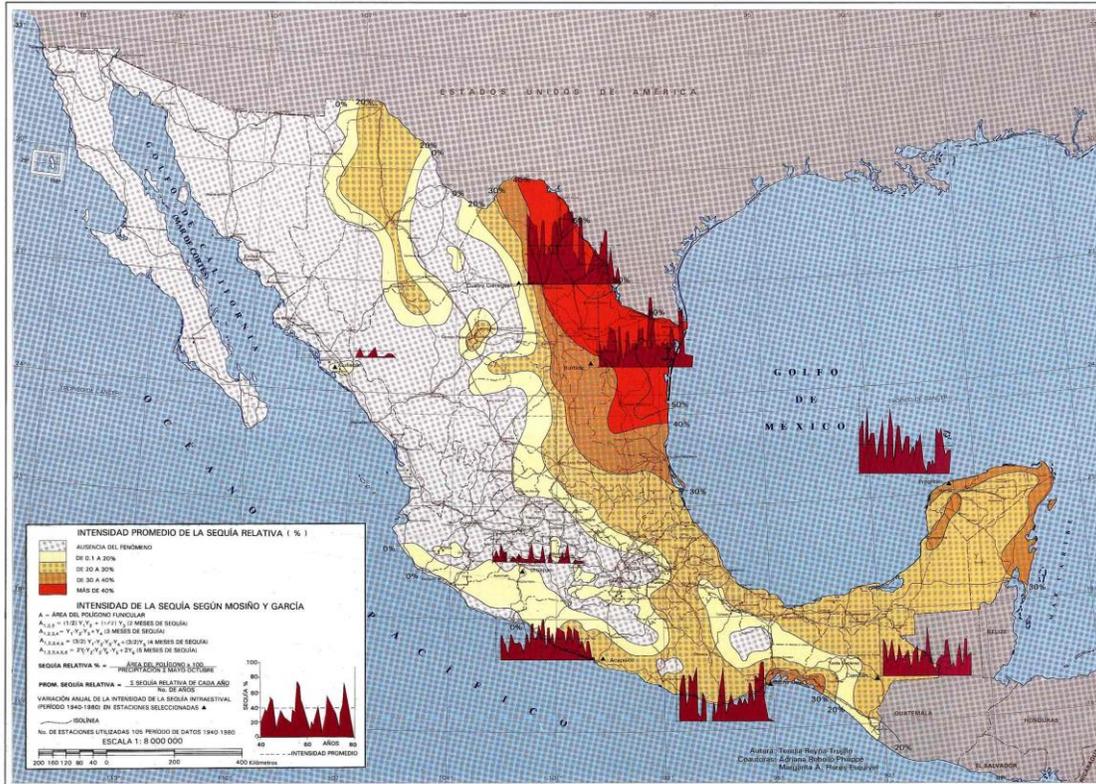


Figura H8. Intensidad de la sequía intraestival o sequía relativa en la República Mexicana.

El mapa generado para este fenómeno se construyó empleando la metodología elaborada por María Engracia Hernández Cerda sobre sequía meteorológica, para esta se emplearon los datos de las estaciones meteorológicas más cercanas al Municipio de Tlapacoyan, pues dentro de su territorio municipal no se cuenta con dichas estaciones. Uno de los problemas detectados de estas estaciones es la falta de periodicidad en la toma de los datos, razón por lo cual solamente se emplearon 8 años (1998-2005) de las estaciones que señalan en la tabla 6 anteriormente expuesta.

Después de haber analizado los datos de las estaciones meteorológicas mencionadas anteriormente que se consideraron para este estudio y el análisis geográfico de los distintos períodos de retorno (mapas H. 14, H. 15, H. 16 y H. 17), se determinó que en el municipio de Tlapacoyan se llega a presentar una sequía meteorológica muy fuerte (Mapa H. 18) lo cual coincide perfectamente con los resultados de Hernández, s/a, que con su análisis de 30 años determina la sequía meteorológica como muy fuerte y que coincide con ocho años de análisis (1998-2005) que aunque estadísticamente se pueden considerar como muy pocos años arroja resultados similares.

Los resultados son muy interesantes pues a pesar de que meteorológicamente los resultados muestran que esta zona es muy alta en cuando a su sequía meteorológica a la fecha no se han encontrado antecedentes en las declaratorias de emergencia o desastre que emite la Secretaría de Gobernación ni reportes de daños del FAPRAC.

# ATLAS DE PELIGROS NATURALES Y ANTROPOGÉNICOS DEL MUNICIPIO DE TLAPACOYAN, VERACRUZ.



## 2.2.7. Temperaturas máximas

Las temperaturas extremas se registran principalmente sobre algunas partes bajas del Municipio de Tlapacoyan y puede llegar a causar incomodidad de acuerdo a la tabla H7.

Tabla H7. Vulnerabilidad por altas temperaturas.

| Temperaturas | Designación                   | Vulnerabilidad   |
|--------------|-------------------------------|--|
| 28 a 31°C    | Incomodidad                   | La evapotranspiración de los seres vivos se incrementa. Aumentan dolores de cabeza en humanos.   |
| 31.1 a 33°C  | Incomodidad extrema           | La deshidratación se torna evidente. Las tolvaneras y la contaminación por partículas pesadas se incrementan, presentándose en ciudades. |
| 33.1 a 35°C  | Condición de estrés           | Las plantas comienzan a evapotranspirar con exceso y se marchitan. Los incendios forestales aumentan.                                    |
| >35°C        | Límite superior de tolerancia | Se producen golpes de calor, con inconsciencia en algunas personas. Las enfermedades aumentan.   |

Después de haber combinado todas las capas de temperaturas extremas generadas con periodos de retorno de 5, 10, 25 y 50 años (Mapas H. 19, H. 20, H. 21 y H. 22) se generó una capa que promedia los distintos periodos de retorno quedando como se muestra en el mapa H. 23 de temperaturas máximas extremas.

Esta carta nos muestra las temperaturas extremas entre los 37 y los 45°C las temperaturas con valor considerado como de intensidad baja se registra hacia la parte alta del territorio de Tlapacoyan, la parte media del municipio registra un valor medio de intensidad con temperaturas entre los 40 y los 42°C y la parte comprendida entre la cabecera municipal y los límites con el municipio de Martínez de la Torre se registran temperaturas entre los 42 y los 45°C. Se clasificaron los rangos de temperatura con lo que se generaron tres grados de intensidad de las temperaturas máximas, la intensidad alta se podría considerar la zona baja del Municipio en el aspecto orográfico y que es donde se registran las temperaturas más altas dentro de esta se ubican poblaciones como La Palmilla, Arroyo de Piedra, Javier Rojo Gómez, San Pedro Tlapacoyan y la Reforma así como otras localidades de menor cantidad de población.

## 2.2.8. Vientos

El viento es el movimiento del aire atmosférico, y puede ser medido tanto de manera horizontal como vertical. El viento es un vector natural cuya rapidez se puede expresar en metros sobre segundo (m/s), kilómetros sobre hora (km/h), nudos (millas marinas/nudo, 1 nudo=0.51 m/s) cualesquiera unidades que involucren longitud sobre tiempo. La dirección asignada al viento, se ha convenido que sea la de su procedencia, usando para su expresión la abreviatura convencional de las direcciones geográficas (N,

## ATLAS DE PELIGROS NATURALES Y ANTROPOGÉNICOS DEL MUNICIPIO DE TLAPACOYAN, VERACRUZ.



norte; NNE, nornoroeste; NE, noreste, etc.), o bien en ángulos positivos contados en el sentido de las manecillas del reloj a partir del norte geográfico (N=0°; E=90°, etc.).

Cuando el viento es muy débil y su percepción es difícil, tanto para el observador como para el instrumento de medida (debajo de 0.2 m/s aproximadamente), se dice que hay *calma* y por lo tanto no se especifica la dirección. En el caso contrario, el *viento máximo* es aquel que presenta la mayor rapidez –sin importar su dirección– en un intervalo de tiempo determinado (Llanos y Cervantes, 1995).

En el estudio realizado por Llanos y Cervantes (1995) sobre la climatología de los vientos máximos registrados en los observatorios meteorológicos del Estado de Veracruz entre los años de 1960 y 1990, los autores concluyeron que los vientos máximos mensuales o vientos máximos absolutos dominantes proceden del norte. Una excepción de lo anterior son los datos obtenidos en el Observatorio Meteorológico de Orizaba, donde se pudo observar que los vientos máximos dominantes son australes.

Se realizó una investigación periodística sobre los efectos que ha tenido este fenómeno meteorológico encontrándose algunos reportes de afectaciones:

Durante el año 2006, en Tlapacoyan el viento del norte y una tormenta eléctrica acompañada de un intenso aguacero provocó daños a sembradíos de plátano y anegamientos alrededor de viviendas de la localidad Piedra Pinta. (D.G.C.S., 15 de noviembre de 2006).

En la comunidad La Otra Banda se encontraron viviendas destechadas debido al frente frío 6 lo informó Claudio Madrid Mundo Director de Protección Civil (Comunicación Social H. Ayuntamiento de Tlapacoyan, viernes, 23 de octubre de 2009)

Debido a que el Municipio de Tlapacoyan no cuenta con estaciones meteorológicas dentro de su territorio, fue necesario emplear datos de la estación meteorológica automática Teziutlán perteneciente al Servicio Meteorológico Nacional ubicada en las coordenadas 19°53'16" latitud norte y 97°23'26" longitud oeste.

De acuerdo a los datos observados entre el año de 2007 y 2008 los vientos predominantes fueron entre el 21 y el 25% provenientes del norte y nor-noreste respectivamente, en menor frecuencia vientos del noreste y en menor frecuencia vientos del sur-sureste y sureste en valores no mayores al 10% (Figura H10).

# ATLAS DE PELIGROS NATURALES Y ANTROPOGÉNICOS DEL MUNICIPIO DE TLAPACOYAN, VERACRUZ.

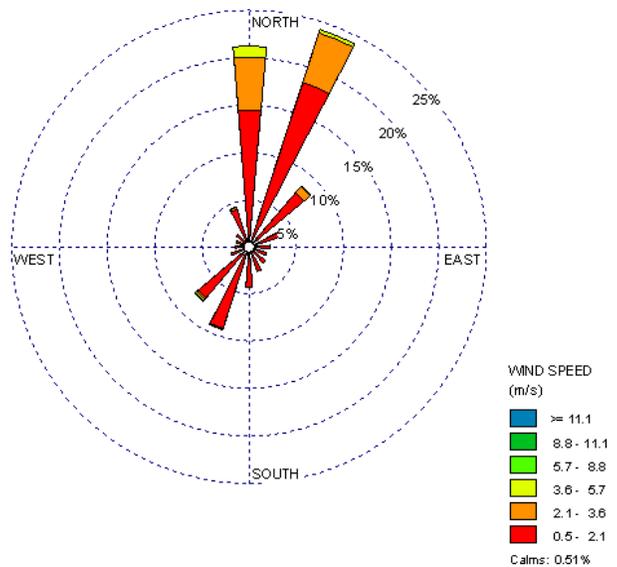
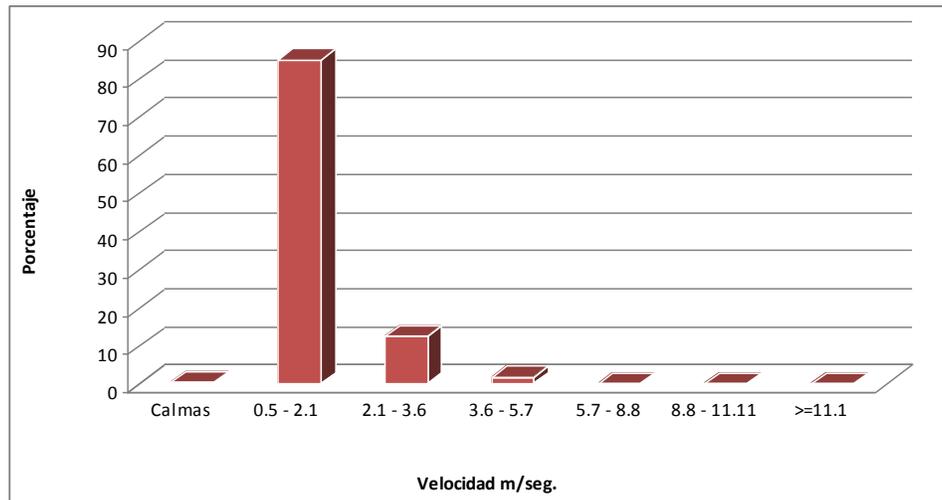


Figura H10. Rosa de vientos de la estación meteorológica automática Teziutlán con datos de los años de 2007-2008.

Por otro lado, las velocidades que se desarrollan (gráfica H4) predominan entre 0.5 a 2.1 m/s que equivale a 2 a 8 km/hr y en segundo grado velocidades de entre 2.1 y 3.6 m/s que equivale a 8 a 13 km/hr. También se presentan velocidades mayores su ocurrencia es muy baja, sin embargo no dudamos que sean estas las que han ocasionado daños sobre todo en cultivos como plátano y el destechamiento de viviendas.

Gráfica H4. Velocidades que se desarrollaron en los años 2007-2008 en la estación meteorológica automática Teziutlán.



# ATLAS DE PELIGROS NATURALES Y ANTROPOGÉNICOS DEL MUNICIPIO DE TLAPACOYAN, VERACRUZ.



En lo que respecta al peligro por las velocidades del viento que incluso se pudiera desarrollar por efecto de ciclones tropicales se considera una zona de peligro moderado (Mapa H. 24), esto de acuerdo al manual de obras civiles editado por la Comisión Federal de Electricidad.

## 2.2.9. Inundaciones

Uno de los elementos importantes en el caso de las inundaciones debidas a fenómenos como el desbordamiento de ríos y arroyos es la gran presencia de estos elementos en el territorio municipal como se describió previamente. Por otro lado se debe considerar la topografía como elemento también fundamental, desde luego sin menospreciar la precipitación la cual se muestra en la carta de isoyetas pero que para los fines del cálculo de las zonas de inundación no será tan representativa pues la cuenca que aporta sus aguas al río bobos va mas allá que el territorio de Tlapacoyan.

La topografía es en general como se muestra en la carta correspondiente variada, siendo el centro y el suroeste del municipio con elevaciones que van de los 140 a los 880 metros sobre el nivel del mar y por otro lado está una zona más plana hacia el noreste del territorio cuya altitud varía entre los 100 y los 140 metros sobre el nivel del mar, como se puede apreciar considerablemente menor la diferencia de altitudes lo que lo hace un terreno mayormente plano.

La precipitación anual varía entre los 1300 y los 1600 mm al año, siendo mayor la precipitación hacia la parte más baja del municipio, es decir hacia el noreste, como se muestra en la carta de isoyetas.

### 2.2.9.1. Inundaciones históricas

En lo que se refiere a inundaciones históricas de los primeros antecedentes se tienen los años 1995 y 1999 las que más se recuerdan entre los habitantes de las partes bajas del territorio de Tlapacoyan, proceso en el cual se continúa los trabajos con reconstrucción de hechos con la ayuda de las autoridades que en su momento participaron en las acciones de recuperación y vuelta a la normalidad.

Al momento en este avance se muestra la imagen Landsat del día 22 de octubre del año de 1999

Es importante comentar que los principales puntos de inundación a nivel municipal no incluyen la cabecera municipal, pues esta se ubica a una mayor altitud y mayor distancia del río que comúnmente se desborda que es el río Bobos.

A continuación se citan una serie de eventos de inundación en el territorio de Tlapacoyan:

1953

Resulta devastador el ciclón de septiembre, al provocar la crecida del río Bobos. En Tecolutla queda suspendido el cruce de la panga, en San Rafael y Poza Rica se producen inundaciones, el Ingenio Independencia da por terminada la zafra, deja inservible el

## ATLAS DE PELIGROS NATURALES Y ANTROPOGÉNICOS DEL MUNICIPIO DE TLAPACOYAN, VERACRUZ.



camino entre Misantla y Arroyo Hondo y en la región se pierde el 80% de las plantaciones de plátano.

9-noviembre-1991

Inundaciones en Tlapacoyan. (Fuente: La jornada, 10 de noviembre de 1991).

Elementos de Protección Civil en el municipio de Tlapacoyan reportaron afectaciones en 5 viviendas de las colonias El Encanto y Las Américas, en tanto que algunas familias asentadas junto al cerro conocido como Los Pocitos fueron desalojadas de manera preventiva ante el riesgo de un posible deslave de arena, por lo que se refugiaron con sus familiares en tanto se presentan las condiciones propicias para regresar a sus hogares. (Fuente: Comunicado de Protección Civil / Xalapa, Ver. 13 de Abril de 2008).

De acuerdo con el reporte de la dirección municipal de Protección Civil en Tlapacoyan, las precipitaciones causaron escurrimientos y apagones en varias colonias de la cabecera municipal, así como en las comunidades Piedra Pinta, El Jobo y Filipinas, en tanto que en la congregación Palmilla un rayo alcanzó en la calle a la señora Paula López Melquiades de 36 años. Ranulfo Márquez Hernández, titular de la Secretaría de Protección Civil, indicó que una de las víctimas fue identificada como Paula López Melquiades, de 36 años de edad, quién habitaba en la comunidad de Palmita del municipio de Tlapacoyan. (Fuente: El periódico de México, 4-julio-2007).

Inundaciones en el Municipio de Tlapacoyan, en la ciudad en las colonias Amador Torres, San Isidro, Fredepo, Tlacoalayan. En las congregaciones de: La Palmilla, Javier Rojo Gómez, Ixtacuaco, Luis Echeverría Álvarez, San Pedro, La Reforma, Vega Chica, Coxmiquiloya. (Fuente: DECRETO por el que se condona y exime del pago de las contribuciones federales que se indican y se otorgan facilidades administrativas a los contribuyentes y a las personas morales no contribuyentes de las zonas geográficas afectadas por las lluvias ocurridas en los meses de septiembre y octubre de 1999).

Los aguaceros que cayeron entre lunes y miércoles en Veracruz afectaron a seis municipios. La Secretaría de Seguridad Pública y la Subsecretaría de Protección Civil de Veracruz señalaron que las lluvias provocadas por el frente frío número 52. (Fuente: Desinventar, 2007).

Las precipitaciones registradas en las últimas horas en Tlapacoyan provocaron anegamientos de entre 15 en 20 centímetros en algunas viviendas de las partes bajas de este municipio. Luego de que elementos de Protección Civil realizaran el recorrido correspondiente en el municipio, detectaron cerca de 30 viviendas con anegamientos en su interior, debido a las lluvias y al taponamiento del alcantarillado. De acuerdo con últimos reportes, el agua ha comenzado a disminuir paulatinamente, dando paso a las labores de limpieza en viviendas y calles afectadas. Luego de que elementos de Protección Civil realizaran el recorrido correspondiente en el municipio, detectaron cerca de 30 viviendas con anegamientos en su interior, debido a las lluvias y al taponamiento del alcantarillado. De acuerdo con últimos reportes, el agua ha comenzado a disminuir paulatinamente, dando paso a las labores de limpieza en viviendas y calles afectadas. (Fuente: GEV comunicado 01057).

## ATLAS DE PELIGROS NATURALES Y ANTROPOGÉNICOS DEL MUNICIPIO DE TLAPACOYAN, VERACRUZ.



Durante 1995, se presentaron inundaciones en las localidades de La Palmilla, Javier Rojo Gómez e Ixtacuaco, en Javier Rojo Gómez los tirantes de agua en la carretera federal fueron de 60 cm y en la zona urbana tirantes de 2 o más metros (Rodríguez, s/a).



Fotografía H1. Muro de protección en la localidad de Javier Rojo Gómez.

Durante octubre de 1999 las áreas que se vieron afectadas fueron las siguientes: Colonias: Amador Torres, San Isidro, Fredepo, Tlacoloayan y las congregaciones: La Palmilla, Javier Rojo Gómez, Ixtacuaco, Luis Echeverría Álvarez, San Pedro, La Reforma, Vega Chica, Coxmiquiloya (Mapa H. 25). Algunas de las zonas se localizaron algunas evidencias de las afectaciones de octubre de 1999 con un vuelo especial a la zona inundada que colindaba con el Municipio de Martínez de la Torre, Ver. (Mapa H. 26) así como algunas evidencias de la inundación en localidades como Javier Rojo Gómez (Fotografía 2).



Fotografía H2. Evidencia de la inundación de octubre de 1999 en la localidad de Javier Rojo Gómez frente al muro de protección.

## ATLAS DE PELIGROS NATURALES Y ANTROPOGÉNICOS DEL MUNICIPIO DE TLAPACOYAN, VERACRUZ.



Durante el año 2005, el huracán Stan se presentó entre los días este causó algunos daños sobre todo en el aspecto agrícola, en el cultivo de cítricos, tan solo durante este año, más de 50 personas fueron beneficiadas por el Fondo para atender a la Población Rural Afectada por Contingencias Climatológicas en las localidades de San Pedro, Luis Echeverría Álvarez, La Reforma y Arroyo de Piedra debido a los efectos de Stan (Mapa H. 27).

Más recientemente se han presentado otras inundaciones, las cuales se describen en los párrafos siguientes:

“Durante el año 2006, el ayuntamiento de Tlapacoyan reportó que el agua se acumuló dentro de varias viviendas asentadas en la zona urbana con tirantes de 50 centímetros de altura y daños en el tramo de la carretera Martínez de la Torre-Tlapacoyan, a la altura de la desviación El Encanto”. (Fuente: [www.xalapaenred.com.mx](http://www.xalapaenred.com.mx) 23/10/2006 Nota No. 11534).

“A consecuencia de las fuertes lluvias correspondientes al frente frío número seis que azoto gran parte del territorio veracruzano, este municipio se vio afectado y se tuvo que activar un refugio temporal albergando a diez personas que se vieron afectadas y otras mas que decidieron buscar refugio con sus familiares, esto en la congregación de Rojo Gómez a consecuencia del desbordamiento del arroyo La Primavera, de igual forma está afectada la congregación Vega chica la cual se encuentra incomunicada por el crecimiento del río Paso Real, lo informo Claudio Madrid Mundo Director de Protección Civil” (Comunicación Social H. Ayuntamiento de Tlapacoyan, viernes, 23 de octubre de 2009).

“Debido a las fuertes lluvias que se registraron en los últimos días en este municipio, y que afectaron principalmente a la comunidad Vega Chica, autoridades municipales encabezadas por el Lic. Enrique López de León, iniciaron un operativo para inspeccionar las zonas de riesgo y atender así al llamado de los ciudadanos que se encontraban vulnerables. El munícipe tlapacoyense en compañía de Claudio Madrid Mundo titular de Protección Civil y el Ing. Arturo Marín Andrade Director de Desarrollo Rural, recorrió a pie la zona afecta, en donde ningún vehículo tuvo acceso pues el camino se encuentra totalmente cuarteado y con encharcamientos. Son alrededor de 45 familias afectadas, por ello se les visito para inspeccionar el terreno y la problemática que presentan, para posteriormente brindar el apoyo correspondiente” (Comunicación Social H. Ayuntamiento de Tlapacoyan, viernes, 1 de octubre de 2009).

### **2.2.9.2. Análisis de las zonas de inundación por el probable desbordamiento del río**

Después de los recorridos de campo se pudo apreciar que las zonas de inundación en el territorio de Tlapacoyan son debidas a desbordamiento de ríos y por lluvias en la cabecera municipal cuyas aguas ocasionan inundación pluvial en localidades como Piedra Pinta, entre otras.

Debido a la magnitud de la zona de inundación por desbordamiento de ríos así como por el impacto que ha tenido a la economía de las poblaciones afectadas se analizó el río

# ATLAS DE PELIGROS NATURALES Y ANTROPOGÉNICOS DEL MUNICIPIO DE TLAPACOYAN, VERACRUZ.



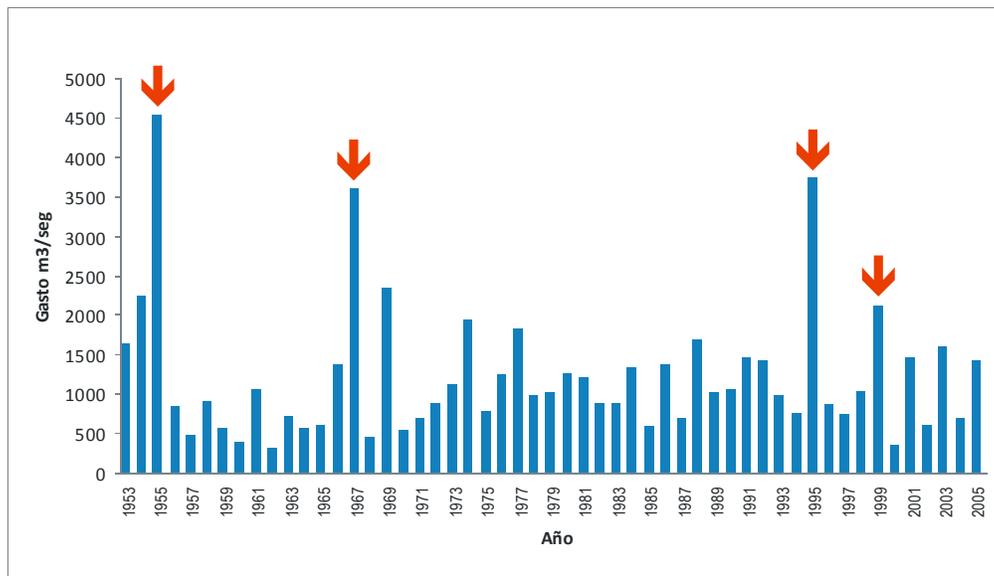
bobos empleando para ello la metodología para la elaboración de mapas de riesgo por inundaciones en zonas urbanas diseñada por Salas (2009).

La cuenca del río bobos se definió empleando la cartografía topográfica digital del INEGI escala 1:50,000 y el modelo digital de elevación de dicho instituto también escala 1:50,000, todo esto se realizó tomando en cuenta la cartografía de hidrología superficial del INEGI escala 1:250,000. Es importante mencionar que el modelo digital de elevación del INEGI escala 1:50,000 presentaba algunas zonas con diferencias en la altitud por lo que fue necesario ejecutar la herramienta fill sinks de la extensión hydrology para Arcmap 9.2.

Finalmente se obtuvo la cuenca del río bobos con una superficie de 1,384.04 km<sup>2</sup>, que abarca territorio de 15 municipios, del Estado de Puebla, Hueytamalco, Teziutlán, y Xiutetelco y del Estado de Veracruz los municipios de Altotonga, Atzalan, Jalacingo, Martínez de la Torre, Las Minas, Perote, Las Vigas de Ramírez, Tatatila, Tenochtitlan, Tlacolulan, Villa Aldama y desde luego Tlapacoyan

Los datos de gasto del río que se emplearon para el análisis para los distintos periodos de retorno son los de la estación hidrométrica Martínez de la Torre ubicada en el Municipio del mismo nombre con gastos diarios del año de 1953 al año 2005, en la gráfica 5 se indicaron con flechas rojas los gastos más altos registrados y que coinciden perfectamente con las inundaciones que se han citado en este apartado, sobre todo las inundaciones de 1955, 1995 y 1999.

Gráfica H4. Gastos generados por el río Bobos entre 1952 y 2005.



Usando el hec-georas se digitalizaron los ríos y las secciones transversales del mismo para definir el resto de los parámetros que pide crear el Hec-georas. Estas capas se exportaron a Hec-ras y con los gastos generados para distintos periodos de retorno, 2, 10,

## ATLAS DE PELIGROS NATURALES Y ANTROPOGÉNICOS DEL MUNICIPIO DE TLAPACOYAN, VERACRUZ.



50, 100 y 200 años, se ejecutó el software Hec-ras para generar los polígonos de inundación para cada periodo de retorno.

También se consideraron las precipitaciones para distintos periodos de retorno de tal forma que se generaron 2 mapas (H. 28 y H. 29) como apoyo a los datos empleados en la generación de distintos escenarios de inundación.

Siguiendo con la metodología empleada por Salas (2009), se analizaron los escenarios previamente considerados, 2, 10, 50, 100 y 200 años de los cual se desprende el Mapa H. 30, en el cual se muestran dichos escenarios siendo el de 200 años el que sobresale en cuanto a la magnitud de sus áreas de inundación, los cuales coinciden con los datos recabados en localidades como La Palmilla y Javier Rojo Gómez que es donde existe mayor cantidad de población que confirman este hecho.

Como se señala en el mapa H. 31 son las localidades de La Palmilla, La veguita, Javier Rojo Gómez e Ixtacuaco las afectadas por el río Bobos en una superficie de 596.94 hectáreas y de las cuales 532.46 son de alto riesgo y el resto de mediano riesgo. Para el caso de las inundaciones por otros ríos y arroyos, ellas tienen un nivel de riesgo medio con una superficie de 104.18 hectáreas.



Fotografía H3. Calle Graciano Sánchez en la localidad de la Palmilla área inundable a la orilla del río Bobos.

### Cuencas urbanas

Las cuencas urbanas o microcuencas que se pudieron determinar para la zona urbana de Tlapacoyan son muy importantes como se muestra en el Mapa H. 32, la parte más alta considerando su altitud concentra una parte importante de la precipitación para enviarle por medio de un canal que desaloja el agua de esa zona hacia las partes bajas del Municipio.

## ATLAS DE PELIGROS NATURALES Y ANTROPOGÉNICOS DEL MUNICIPIO DE TLAPACOYAN, VERACRUZ.



Hacia los extremos noroeste y sureste (Mapa H. 33) se diferencian 2 microcuencas, al extremo noroeste las aguas van hacia el río Sordo y la zona sureste hacia el río Itzapa. El río Sordo es afluente del río María de la Torre y el río Itzapa es afluente del río Bobos.

Una de las microcuencas que llega a ocasionar problemas de inundación es la que viene de la ciudad de Tlapacoyan sus aguas de lluvia bajan por un canal que va paralelo a la carretera federal no. 129 (Mapa H. 33) lo que ocasiona encharcamientos importantes sobre dicha carretera como se muestra en la fotografía 4. Las localidades que se ven afectadas son La Garita, Piedra Pinta y la entrada a El Encanto (Fotografías 5, 6, 7 y 8). La superficie con probable afectación es de alrededor de 14 hectáreas, que afecta viviendas, comercios, áreas agrícolas, daños a calles y causa interrupción de servicios al interrumpir la circulación vehicular de la carretera federal, sin embargo la población tiene conocimiento de que ya se encuentra en proceso la solución a esta problemática mediante la construcción de obras que incluyen el drenaje pluvial con la gestión del H. Ayuntamiento ante instancias Estatales y Federales.



Fotografía H4. Encharcamiento sobre la carretera federal 129 en el Municipio de Tlapacoyan.

Recientemente junto a la carretera federal no. 129 y cerca de la entrada a El Encanto se construyeron unos gaviones para evitar mayores daños por esta descarga de aguas de lluvia. Estos gaviones son una especie de contenedores de malla rellenos con piedras de la zona y que están ubicados a un lado del canal.

**ATLAS DE PELIGROS NATURALES Y  
ANTROPOGÉNICOS DEL MUNICIPIO DE  
TLAPACOYAN, VERACRUZ.**

**SEDESOL**



SECRETARÍA DE  
DESARROLLO SOCIAL



**Habitat**

Mejora todo lo que te rodea



ASP y PC



Fotografía H5. Canal de aguas pluviales a la altura de la localidad La Garita.



Fotografía H6. Canal en la calle posterior a la clínica del IMSS en Piedra Pinta.



Fotografía H7. Gaviones de protección de las aguas de lluvia, entrada a El Encanto.



Fotografía H8. Junto a la carretera federal en la entrada a El Encanto.

**ATLAS DE PELIGROS NATURALES Y  
ANTROPOGÉNICOS DEL MUNICIPIO DE  
TLAPACOYAN, VERACRUZ.**



**ATLAS DE PELIGROS NATURALES Y  
ANTROPOGÉNICOS DEL MUNICIPIO DE  
TLAPACOYAN, VERACRUZ.**

**SEDESOL**



SECRETARÍA DE  
DESARROLLO SOCIAL



**Hábitat**

Mejora todo lo que te rodea



**ASP y PC**

# BIBLIOGRAFÍA

**ATLAS DE PELIGROS NATURALES Y  
ANTROPOGÉNICOS DEL MUNICIPIO DE  
TLAPACOYAN, VERACRUZ.**



# ATLAS DE PELIGROS NATURALES Y ANTROPOGÉNICOS DEL MUNICIPIO DE TLAPACOYAN, VERACRUZ.



## BIBLIOGRAFÍA

Bases para Estandarización en la Elaboración de Atlas de Riesgo y Catálogo de Datos Geográficos para Representar el Riesgo de la SEDESOL.

CENAPRED. 2009. Base de Datos sobre declaratorias de emergencia, desastre y contingencia climatológica (2000-2009). Área de Estudios Económicos y Sociales del CENAPRED, con base en información del Diario Oficial de la Federación.

CENAPRED. 2006. Guía básica para la elaboración de atlas estatales y municipales de peligros y riesgos. Fenómenos hidrometeorológicos. Sistema Nacional de Protección Civil. México. 485 pp.

CENAPRED. 2007. Sequías. Serie fascículos. Secretaría de Gobernación. 36 pp.

CENAPRED. 2007. Ciclones tropicales. Serie fascículos. Secretaría de Gobernación. 52 pp.

CENAPRED. 2007. Heladas. Serie fascículos. Secretaría de Gobernación. 33 pp.

Comisión Nacional del Agua. 2008. Estadísticas del Agua en México 2008. 1a. edición 2008. México.

Comunicación Social H. Ayuntamiento de Tlapacoyan, viernes, 1 de octubre de 2009.

Comunicación Social H. Ayuntamiento de Tlapacoyan, viernes, 23 de octubre de 2009.

CONAGUA. 2005. Plan de emergencia del río Nautla.

Comisión Federal de Electricidad. 1993. Manual de obras Civiles.

DECRETO por el que se condona y exime del pago de las contribuciones federales que se indican y se otorgan facilidades administrativas a los contribuyentes y a las personas morales no contribuyentes de las zonas geográficas afectadas por las lluvias ocurridas en los meses de septiembre y octubre de 1999

Desinventar, 2007. En [www.desenredando.org](http://www.desenredando.org).

Dirección General de Comunicación Social. Comunicado sin número de fecha miércoles, 15 de noviembre de 2006. Daños materiales en viviendas e infraestructura eléctrica y telefónica dejan vientos del norte. Xalapa, Ver.

El periódico de México, 4-julio-2007.

Escobar Ohmstede, Antonio. 2004. Desastres agrícolas en México. Catálogo histórico II. Siglo XIX (1822-1900). Fondo de Cultura Económica-CIESAS. México.

## ATLAS DE PELIGROS NATURALES Y ANTROPOGÉNICOS DEL MUNICIPIO DE TLAPACOYAN, VERACRUZ.



Federico Acevedo Rosas y Antonio Luna Díaz Peón. Principales fenómenos meteorológicos que afectaron al Estado de Veracruz en el año 2005. En: Universidad Veracruzana, 2006. Inundaciones 2005 en el Estado de Veracruz. Xalapa, Veracruz.

García Enriqueta y Trejo Rosa Irma. 1990. Climatología de satélites aplicada al estudio de la precipitación en México. Instituto de Geografía de La UNAM. En: Orellana Lanza, Roger y Rosalía Vidal Zepeda (ed.). 2005. Enriqueta Garciae, Antología. Instituto de Geografía de la UNAM – Universidad Nacional Autónoma de México – Centro de Investigación Científica de Yucatán, A.C. México, D.F. 559 p.

Gobierno del Estado de Veracruz. 2005. Comunicado 01057.

Gobierno del Estado de Veracruz. Comunicado de Protección Civil / XALAPA, VER. 13 de Abril de 2008. Coordinación General de Comunicación Social.

Gobierno del Estado de Veracruz. 1999. Programa de desarrollo urbano del centro de población de Tlapacoyan. Primera Edición, 1999. Impreso en México.

Gobierno del Estado de Veracruz. 2002. Atlas Estatal de Riesgos 2000. Subsecretaría de Protección Civil.

Hernández Cerda María Engracia. s/a. Sequía meteorológica. En: Gay García Carlos (Compilador) (2000). México: una visión hacia el siglo XXI. El cambio climático en México. Instituto Nacional de Ecología, Universidad Nacional Autónoma de México, US Country Studies Program. México, 220 p. ISBN 968-36-7562-X

Hernández Unzón Alberto. 2007. Resumen de la temporada de ciclones tropicales. Servicio Meteorológico Nacional. Disponible en [www. http://smn.cna.gob.mx/](http://smn.cna.gob.mx/).

Horace y Selvin Burton. 2007. Modelos conceptuales de ondas tropicales. [www.meter.ucad.edu](http://www.meter.ucad.edu).

Hurricane & Storm Tracking for the Atlantic & Pacific Oceans [en línea]. <http://hurricane.terrapin.com/> [consulta: 10 noviembre 2009].

INEGI. 1997. Cuaderno estadístico municipal de Tlapacoyan. Edición 1997

Instituto de Geografía. 1990. Atlas Nacional de México, 3 vols. Instituto de Geografía, UNAM, México.

José Llanos Arias y Juan Cervantes Pérez, “Vientos máximos en el Estado de Veracruz”, en La ciencia y el hombre. Universidad Veracruzana, Número 21 septiembre-diciembre, 1995, Vol. VII, pp 185-208.

La jornada, 10 de noviembre de 1991.

## ATLAS DE PELIGROS NATURALES Y ANTROPOGÉNICOS DEL MUNICIPIO DE TLAPACOYAN, VERACRUZ.



Orellana L. R. y Nava. M., F. 2006. Mapa de Ocurrencia de Ondas Tropicales en la Zona Costera del Estado de Yucatán (1995 - 2005). Escala 1:500000. Programa de Ordenamiento Ecológico y Territorial de Costa de Yucatán.

Rodríguez Rodríguez Félix Atzayacatl. s/a. Alternativa proyecto ejecutivo protección margen izquierda del río lobos, localidad de Javier Rojo Gómez, Tlapacoyan, Veracruz. Tesis de licenciatura. Instituto Politécnico Nacional. México, D.F.

Salas Salinas Marco Antonio. 2009. Metodología para la elaboración de mapas de riesgo por inundaciones en zonas urbanas. Centro Nacional de Prevención de Desastres. Sistema Nacional de Protección Civil, 91 p. (Documento inédito).

Araña, S. y Ortiz, R., 1984. Volcanología Editorial Rueda. Madrid, pp.510.

Cardona-Alvarado, M., Colmenero, A., Valderrábano, Ma. De la Luz., 2008. La erosión hídrica del suelo en un contexto ambiental, en el Estado de Tlaxcala, México. Ciencia Ergo Sum Vol.14 Número 003 UAEM, Toluca pp.317-326.

Brunsdén, D. (1979). Mass movements, en Embleton, C. E. y J. B. Thornes (eds.), Progress in Geomorphology, Arnold. pp. 130-186.

Carrillo-Bravo, 1961. Geología del Anticlinorio de Huizachal-Peregrina, al NW de Ciudad Victoria Tamaulipas. Boletín de la Asociación Mexicana de Geólogos Petroleros, Vol 13 pp.1-98.

Chiappy-Jhones, C., Gama, L., Soto-Esparza, M., Geissert, D., Chávez, J., 2002. Regionalización paisajística del estado de Veracruz, México. Universidad y Ciencia Vol. 18 Número 36. pp. 87-113.

Comisión Federal de Electricidad y Instituto de Investigaciones Eléctricas, 1993. Manual de Diseño de Obras Civiles. Diseño por sismo.

Díaz R. A., Weckmann, O., Iturbe, R., septiembre 1973. "Licuación de arenas" Primera parte. UNAM, Instituto de Ingeniería pp. 255-274.

Dumble E. T, 1918. Geology of the Northern end of Tampico Embayment Area. Proc. Calif Acad. Sci. 4, Vol. 8, pp. 113-156.

Freundt, A., Wilson, C. J. N., Carey, S. N., 2000. Ignimbrites and block-and-ash flowdeposits. Encyclopedia of Volcanoes, Academic Press, pp. 581-599.

González de Vallejo, L., Ferrer, M., Ortuño, L. y Oteo, C., 2004. Ingeniería Geológica. Pearson Prentice Hall. Madrid, pp. 715.

Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI), 2000a. Carta Topográfica E14-B16, Escala 1:50 000.

# ATLAS DE PELIGROS NATURALES Y ANTROPOGÉNICOS DEL MUNICIPIO DE TLAPACOYAN, VERACRUZ.



Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI), 2000b. Carta Topográfica F14-D86, Escala 1:50 000.

López-Ramos, 1982. Geología de México. Tomo II, 3ra edición México.

Pedraza-Gilsanz, J., González-Carrasco, R., Herrero, A., Martín-Duque, F., Martín-Ridaura, A., Sanz, M.A., 1996. Geomorfología. Principios, métodos y aplicaciones. Editorial Rueda. Madrid, pp.414

PEMEX, 1967. Superintendencia General de Exploración Distrito Poza Rica. Departamento Geológico. "Informe Final de la hoja Atlas B-1 Altotonga- Misantla"

PEMEX, 1985. Coordinación Regional de Exploración Zona Centro Poza Rica. Informe Geológico Final "Prospecto Atzalán. I.G.P.R. 241.

PEMEX, 1989. "Estudio geológico de detalle estratigráfico en el prospecto Estanzuela, estados de Veracruz y Puebla". Informe Geológico I.G.P.R. 274. GEOIDE S.A. de C.V.

Muir, J. M., 1936. Geology of the Tampico Region: Bulletin of the American Association of Petroleum Geologist Tulsa, Oklahoma, U.S.A., 280 p.

Rodríguez, E. S., Murrieta-Hernández, J. y Gómez-López, D., 2003. Informe de la visita realizada a la ciudad de Tlapacoyan, Veracruz, el día 21 de octubre de 2003. Informe técnico inédito, Subsecretaría de Protección Civil del estado de Veracruz.