



**UNIVERSIDAD MICHOACANA DE SAN NICOLAS DE HIDALGO  
FACULTAD DE ARQUITECTURA**

**MEMORIA DE EXPERIENCIA PROFESIONAL**

**Atlas de riesgos del Municipio de Tuxpan,  
Michoacán**

**QUE PARA OBTENER EL TITULO DE ARQUITECTO**

**PRESENTA**

**JOSE MARIA CHAVEZ CIANCA**

**ASESOR:**

**MAESTRO EN ARQUITECTURA**

**JOAQUIN LOPEZ TINAJERO**

**MORELIA, MICH, MAYO DEL 2015**

# UNIVERSIDAD MICHOACANA DE SAN NICOLAS DE HIDALGO.



## Atlas de Riesgos del Municipio de Tuxpan, Michoacán.

PRESENTADA JOSE MARIA CHAVEZ CIANCA.

PARA OBTENER EL TITULO DE LICENCIATURA EN ARQUITECTURA.

ASESOR;

MAESTRO EN ARQUITECTURA JOAQUIN LOPEZ TINAJERO.

Morelia Mich. Mayo del 2015.





## ÍNDICE

Experiencia profesional - - - - -	2
Currículo profesional y escolaridad. - - - - -	3
Resumen / abstract - - - - -	6
Prologo - - - - -	7
A) 1.1 Introducción - - - - -	8
B) 1.2 Antecedentes - - - - -	10
C) 1.3 Justificación - - - - -	12

### CAPÍTULO I.-Introducción y Antecedentes.

I.1.- Introducción. - - - - -	14
I.2.- Antecedentes. - - - - -	16
I.3.- Objetivo general. - - - - -	18
I.4.- Objetivos particulares - - - - -	18
I.5.- Metodología General. - - - - -	19
I.6.- Contenido del Atlas de Riesgo. - - - - -	21

### CAPÍTULO II.- Determinación de la zona de estudio.

II.1.- Determinación de la Zona de Estudio. - - - - -	25
---	----

### CAPÍTULO III.- Caracterización de los elementos del medio natural.

III.1.- Fisiografía. - - - - -	29
III.2.- Geomorfología. - - - - -	29
III.3.- Geología. - - - - -	30
III.4.- Edafología. - - - - -	31
III.5.- Hidrología. - - - - -	34
III.6.- Climatología. - - - - -	35
III.7.- Uso de suelo y vegetación. - - - - -	36
III.8.- Áreas naturales protegidas. - - - - -	38
III.9.- Problemática ambiental.- - - - -	39





**CAPÍTULO IV.- Caracterización de los elementos sociales, económicos y demográficos.**

IV.1.- Elementos demográficos: dinámica demográfica, distribución de población, mortalidad, densidad de población. -----	41
IV.2.- Características sociales. -----	43
IV.3.- Principales actividades económicas en la zona. -----	44
IV.4.- Características de la población económicamente activa. -----	44
IV.5.- Estructura urbana. -----	44

**CAPÍTULO V.- Identificación de riesgos, peligros y vulnerabilidad ante fenómenos Perturbadores de origen natural.**

V.1.- Riesgos, peligros y/o vulnerabilidad ante fenómenos de origen Geológico.-	49
V.1.1.- Fallas y Fracturas. -----	49
V.1.2.- Sismos. -----	56
V.1.3.- Tsunamis o maremotos. -----	57
V.1.4.- Vulcanismo. -----	57
V.1.5.- Deslizamientos. -----	58
V.1.6.- Derrumbes. -----	64
V.1.7.- Flujos. -----	64
V.1.8.- Hundimientos. -----	64
V.2.- Riesgos, peligros y/o vulnerabilidad ante fenómenos de origen Hidrometeorológico. -----	64
V.2.1.- Ciclones (Huracanes y ondas tropicales). -----	73
V.2.2.- Tormentas eléctricas. -----	74
V.2.3.- Sequías. -----	74
V.2.4.- Temperaturas máximas extremas. -----	74
V.2.5.- Vientos Fuertes. -----	75
V.2.6.- Inundaciones. -----	76
V.2.7.- Masas de aire (heladas, granizo y nevadas). -----	77
V.2.8.- Riesgos, peligros y/o vulnerabilidad ante otros fenómenos (En caso de contar con esta información). -----	85
<b>CONCLUSIONES -----</b>	<b>91</b>





## EXPERIENCIA PROFESIONAL.

2

Dentro de esta etapa profesional, desarrollada en los últimos 15 años destacan como trabajos más recurrentes e interesantes;

- 250 diseños arquitectónicos casi todas casas habitación nivel medio a alto.
- 100 obras donde casi todas desde la elaboración de diseños arquitectónicos y planos de instalaciones. Y donde se requirieron también cálculos estructurales.
- 750 mediciones topográficas, donde destacan, deslindes, rectificación de medidas y colindancias, y proyectos de subdivisión y gestión de la misma.
- Diseño de 50 fraccionamientos tipo popular, medio, y parcelarios.
- Director de urbanismo y ecología en el ayuntamiento de Tuxpan Michoacán, en el periodo 2008 al 2011. Siendo los trabajos más sobresalientes los siguientes: coordinador intermunicipal del CITIRS (centro intermunicipal de tratamiento integral de residuos sólidos.)  
elaboración y supervisión del plan de desarrollo de centro de población.  
supervisión, asesoramiento y revisión del plan municipal de desarrollo urbano. coordinador general de limpia por la inundación del 2010.  
supervisor, asesoramiento y revisión del atlas de riesgos del municipio de Tuxpan, Michoacán.

Siendo en este último donde convergen todos los conocimientos adquiridos, en donde utilizo mis conocimientos para poder ayudar a las personas, y donde me ha dejado mayor satisfacción como profesionista y como persona, es por ello que expongo este trabajo el más significativo en toda mi carrera.



**ING. Y ESP. EN VAL. JOSE MARIA CHAVEZ CIANCA.**

VICENTE GUERRERO # 218. COL CENTRO. TUXPAN MICHOACAN C.P. 61420

TELEFONO 786 105 50 60.



3

**DATOS GENERALES.**

L. de Nac. Tuxpan, Michoacan.  
 F. de Nac. 25 de Febrero de 1977.  
 correo electronico. [arg\\_cianca@hotmail.com](mailto:arg_cianca@hotmail.com)

**ESCOLARIDAD.**

2014 - 2015	MAESTRIA EN VALUACION. En proceso actualmente. 56%	Universidad Autonoma de Zacatecas.
2015 - 2015	ESPECIALIDAD EN VALUACION EN MAQUINARIA Y EQUIPO En proceso actualmente. 60%	Universidad Autonoma de Zacatecas.
2014 - 2015	ESPECIALIDAD EN VALUACION CON ORIENTACION EN INMUEBLES Cedula Profesional En proceso actualmente.100%	Universidad Autonoma de Zacatecas.
2010 - 2010	SEMINARIO PRACTICO DE DISEÑO DE ESTRUCTURAS DE MAMPOSTERIA DE ACUERDO CON LAS NTC-RCDF 2004	Centro regional de desarrollo en la Ing. Civil, en Morelia, Mich. Morelia, Mich.
2009 - 2009	DIPLOMADO EN PROYECTO ESTRUCTURAL DE UNA CASA HABITACION	Fac. de ing civil U.M.S.N.H. Morelia, Mich.
2008 - 2009	DIPLOMADO EN VALUCACION INMOBILIARIA	Fac. de ing civil. U.M.S.N.H. Morelia, Mich.
2003 - 2004	DIPLOMADO EN PROYECTO ESTRUCTURAL DE UNA CASA HABITACION	Fac. de ing civil. U.M.S.N.H. Morelia, Mich.
1998 - 2003	INGENIERIA CIVIL Cedula Profesional En proceso actualmente.100%	Fac. de ing civil. U.M.S.N.H. Morelia, Mich.
2002 - 2003	OPERADOR DE SISTEMAS DE RED	Instituto lamark Morelia, Mich.
2001 - 2001	curso de ARCHICAD	C.M.I.C. Camara de la industria de la construccion Morelia, Mich.
1995 - 2000	LIC. ARQUITECTURA (titulacion en tramite)	Fac. de Arquitectura U.M.S.N.H. Morelia, Mich.
2000 - 2000	curso de AUTOCAD 3D	GRAFICAD Morelia, Mich.
1999 - 1999	curso de AUTOCAD 2D	GRAFICAD Morelia, Mich.
1991 - 1994	PREPARATORIA	Preparatoria #3 Cuahutemoc UAEM Toluca, Edo de Mexico.
1988 - 1981	SECUNDARIA	Esc. Sec. Fed. Gral. Fco j. mujica Tuxpan, Michoacan
1985 - 1988	PRIMARIA	Colegio Cristobal Colon Tuxpan, Michoacan



<b>CURSOS DE ACTUALIZACION.</b>			
2008 - 2011	COORDINADOR TECNICO EN EL PROYECTO INTERMUNICIPAL		URB-AL IDEAL, Intermunicipalidad de europa y america latina.
	URB-AL III COMISION EUROPEA		cd, hidalgo, Region oriente de Mich.
2011 - 2011	CURSO DE FORMACION DE PROMOTORES AMBIENTALES PARA		SUMA. Secretaria de urbanismo y
	EL MANEJO DE RESIDUOS SOLIDOS.		medio ambiente.
			Morelia, Mich.
2010 - 2010	PLANEACION ESTRATEGICA DE LA USOMAC		CONAFOR, Comision nacional forestal
			Morelia, Mich.
2010 - 2010	FORO INTERNACIONAL DESDE LO LOCAL		INAFED.
			Morelia, Mich.
2009 - 2009	FORMACION DE GESTORES SOCIALES PARA LA PROTECCION		SUMA. Secretaria de urbanismo y
	AMBIENTAL		medio ambiente.
			Tuxpan, Mich.
2009 - 2009	EL QUEHACER AMBIENTAL MUNICIPAL		SUMA. Secretaria de urbanismo y
	SUMA, CONAFOR, SEMARNAT, SEDEMUN, COEECO.		medio ambiente.
			Morelia, Mich.
2009 - 2009	TALLER DE IMPLEMENTACION DEL SIGAM		SUMA. Secretaria de urbanismo y
	SUMA Y SEMARNAT.		medio ambiente.
			Morelia, Mich.
2008 - 2008	LEALTAD COMO SERVIDORES PUBLICOS		Comision de la promocion de los
			derechos humanos
			Tuxpan, Mich.





<b>EXPERIENCIA LABORAL.</b>			
2011 - 2014	LIC. SABINO LOPEZ BLANCO, NOTARIO PUBLICO # 142		NOTARIA # 142.
	GESTION DE PROY. DE SUBDIVISION, Y TOPOGRAFIA.		Tuxpan, Mich.
		SUPERVISION DE GASOLINERA, EN TUXPAN MICH.	
		DISENO Y CONSTRUCCION DE CASAS HABITACION	
		SUPERVISION DE HOTEL, EN CD, HIDALGO, MICH.	
2011 - 2014	DIRECTOR GENERAL. DISEÑO Y CONSTRUCCION DE CASA		Tuxpan, Y Oriente de Michoacan.
	HABITACION Y TOPOGRAFIA Y DESLINDES DE TERRENOS.		
		DISENO Y CONSTRUCCION DE CASAS HABITACION	
		MEDICIONES Y DESLINDES TOPOGRAFICOS.	
2008 - 2011	DIRECTOR DE URBANISMO Y ECOLOGIA.		Tuxpan, Mich.
	H. AYUNT. DE TUXPAN, MICHOACAN.		
		PLANEACION, DISEÑO Y REHUBICACION DE MANCHA	
		URBANA, ASI COMO GESTION DE PROYECTOS MUNICIPALES.	
2005 - 2007	DIRECTOR GENERAL. DISEÑO Y CONSTRUCCION DE CASA		Tuxpan, Y Oriente de Michoacan.
	HABITACION Y MEDICION DE TERRENOS.		
		DISENO Y CONSTRUCCION DE CASAS HABITACION	
		MEDICIONES Y DESLINDES TOPOGRAFICOS.	
2004 - 2005	ING. MIGUEL ANGEL VERDEJO ALEJOS		Morelia, Mich
	DISEÑO Y CONSTRUCCION DE HABITACION Y TOPOGRAFIA.		
		DISENO Y CONSTRUCCION DE CASAS HABITACION	
		MEDICIONES Y DESLINDES TOPOGRAFICOS.	
2002 - 2004	ARQ. E ING. CUITLAHUAC PALMERIN ESCOBEDO.		Morelia, Mich
	DISEÑO Y CONSTRUCCION DE HABITACION Y TOPOGRAFIA.		
		DISENO Y CONSTRUCCION DE CASAS HABITACION	
		MEDICIONES Y DESLINDES TOPOGRAFICOS.	
2000 - 2002	ARQ. HECTOR LEONEL LOPEZ MONROY.		Tuxpan, Mich
	DISEÑO Y CONSTRUCCION DE HABITACION Y TOPOGRAFIA.		
		DISENO Y CONSTRUCCION DE CASAS HABITACION	
		MEDICIONES Y DESLINDES TOPOGRAFICOS.	
1997 - 2000	ING. BENJAMIN TELLEZ MENDOZA.		Cd Hidalgo, Mich
	DISEÑO Y CONSTRUCCION DE HABITACION Y TOPOGRAFIA.		
		DISENO Y CONSTRUCCION DE CASAS HABITACION	
		MEDICIONES Y DESLINDES TOPOGRAFICOS.	

5



ASESOR: M. EN ARQ. JOAQUÍN LÓPEZ TINAJERO  
 PRESENTA: JOSÉ MARÍA CHÁVEZ CIANCA





**RESUMEN / ABSTRACT**

Esta memoria de experiencia profesional presenta como parte de ella el desarrollo de “Atlas de Riesgos del municipio de Tuxpan Michoacán.” Obteniendo las herramientas y técnicas necesarias para prevenir, controlar, mitigar y compensar los impactos que los fenómenos naturales y de origen antrópicos que se pueden producir y afectar a la población que habita preponderantemente en los asentamientos humanos de la Cabecera Municipal de Tuxpan. A lo largo de los capítulos nos encontraremos con un antecedente general de la problemática relacionada con peligros de origen natural desde tiempo histórico y hasta la fecha, una reseña histórica breve acerca del proceso de ocupación de áreas de riesgo, la cita de las leyes y fundamentos jurídicos que motivan la elaboración del Atlas, la determinación de la zona de estudio su localización física, así mismo, la caracterización de los elementos del medio natural, de los elementos sociales, económicos y demográficos del Municipio; Y por supuesto, la identificación de riesgos, peligros y vulnerabilidad ante fenómenos perturbadores de origen natural del municipio en cuestión. Finalmente podemos definir que este proyecto de atlas es la problemática que se vive actualmente en el municipio de Tuxpan, y es el parte aguas para mejorar los trabajos antes elaborados, mediante proyectos ecológicos y respetar en los nuevos proyectos.

This report presents work experience as part of the development of "Risk Atlas town of Tuxpan Michoacan." Getting the tools and necessary to prevent, control, mitigate and offset the impact techniques of natural and anthropogenic origin phenomena may occur and affect the population living in human settlements predominantly of the Municipal Head of Tuxpan. Throughout the chapters we will find a general background of the problems related to natural hazards from historical time and to date, a brief history about the process of occupation of risk areas, the appointment of the laws and fundamentals legal motivating the development of the Atlas, the determination of the area of study their physical location, also, the characterization of the elements of the natural environment, social, economic and demographic elements of the Municipality; And of course, the identification of hazards, risks and vulnerability to natural phenomena disturbing the municipality. Finally we can define this atlas project is the problems that currently live in the city of Tuxpan, and is the watershed to improve before work produced by respected environmental projects and new projects.





Prologo.

7

Esta memoria de experiencia profesional presenta como parte de ella el desarrollo de “Atlas de Riesgos del municipio de Tuxpan Michoacán.” Obteniendo las herramientas y técnicas necesarias para prevenir, controlar, mitigar y compensar los impactos que los fenómenos naturales y de origen antrópicos que se pueden producir y afectar a la población que habita preponderantemente en los asentamientos humanos de la Cabecera Municipal de Tuxpan.

A lo largo de los capítulos nos encontraremos con un antecedente general de la problemática relacionada con peligros de origen natural desde tiempo histórico y hasta la fecha, una reseña histórica breve acerca del proceso de ocupación de áreas de riesgo, la cita de las leyes y fundamentos jurídicos que motivan la elaboración del Atlas, la determinación de la zona de estudio su localización física, así mismo, la caracterización de los elementos del medio natural, de los elementos sociales, económicos y demográficos del Municipio; Y por supuesto, la identificación de riesgos, peligros y vulnerabilidad ante fenómenos perturbadores de origen natural del municipio en cuestión.

El elemento primordial es hacer del conocimiento a la ciudadanía, principalmente a los que se ubican en zonas de peligro, a que realicen acciones de prevención como simulacros y de este modo saber cómo actuar antes, durante y después de una contingencia Ej.(Sismo). Para ello trabajaran en la comunidad, con elementos de protección civil, y en un momento dado implantando el Plan de Emergencia DNIII.

Hablar de prevención necesariamente es hablar del riesgo. El mal ordenamiento urbano de la ciudad, se refleja en los elevados índices de construcciones informales sobre ríos, arroyos, lagunas, esteros, presentando una condición de riesgo constante, como resultado de la acción de un fenómeno perturbador sobre un bien expuesto.

Finalmente podemos definir que este proyecto de atlas es la problemática que se vive actualmente en el municipio de Tuxpan, y es el parte aguas para mejorar los trabajos antes elaborados, mediante proyectos ecológicos y respetar en los nuevos proyectos.



## CAPÍTULO I. Antecedentes e Introducción.

### A) 1.1 Introducción.

8

Los desastres naturales así como el cambio climático han obligado al hombre a crear instrumentos de prevención como una herramienta que permita establecer bases de datos y realizar el análisis del peligro, de la vulnerabilidad y del riesgo ante desastres a escala nacional, regional, estatal y municipal, con el objeto de generar mapas y sistemas geográficos de información. Con ello se estará en posibilidad de simular escenarios de desastres, emitir recomendaciones para la oportuna toma de decisiones y establecer efectivas medidas de prevención y mitigación.

Es preciso mencionar que la utilidad de estos atlas de riesgo reside en que sus resultados pueden incorporarse a los programas de desarrollo urbanos, y reordenamiento territorial, permitiendo que el riesgo disminuya y se salvaguarde la vida de la población.

El municipio de Tuxpan, Michoacán, se encuentra sujeto al acontecimiento de diversos fenómenos naturales, además de los generados por la actividad humana, pues en la última década se han incrementado los daños a la infraestructura y medio ambiente debido a los efectos producidos, tanto por la actividad de sus estructuras geológicas como por los fenómenos meteorológicos, relativos a las precipitaciones pluviales producidas por las lluvias atípicas, acontecidos en los últimos años, en la Región Oriente del Estado, demarcación de su localización, las que han llegado hasta 1300 mm de promedio anual, las más sobresalientes las acontecidas durante los meses de Febrero y Marzo del año 2010, produciéndole al Río Tuxpan un caudal de 60 mil litros por segundo.

Lo anterior, también a consecuencia de sus características fisiográficas compuestas por elevaciones topográficas de gran altura, cuyo relieve está formado por el Sistema Volcánico Transversal, Sierra del Fraile y cerros de Zirahuato, Camacho, Ario, Cocina, Huirunio, Presidio, Víbora y Tortuga, y el Valle de Tuxpan, de topofomas caracterizadas por sierra alta compleja, en torno a los asentamientos humanos.





De los cuales podemos destacar los localizados en el Valle excavado por las corrientes perennes: Puerco, Taximaroa, Turundeo y Tuxpan y las de carácter intermitente: Tuxpan y los arroyos Chiquito, Aguacate y San Lorenzo y sus cuerpos de agua Perennes: Laguna Seca y Zirahuato. Además se han incrementado los niveles de riesgo con amenazas de origen antrópico, asociados con la transformación del medio natural y la conformación de asentamientos humanos sobre terrenos de poca aptitud urbanística.

Estos eventos, alteran el funcionamiento y comportamiento normal de la sociedad, particularmente de la infraestructura urbana y regional. Hacen obligatorio realizar estudios de rutas de evacuación, mapas de riesgos con la intención de detectar zonas vulnerables y limitar la construcción de asentamientos humanos en zonas de alto riesgo, tanto sísmico e hidrometeorológico.

Por tal motivo considero de suma importancia abordar como tema en esta memoria de experiencia profesional el desarrollo de “Atlas de Riesgos del municipio de Tuxpan Michoacán.”

En esta propuesta, se encontraran las herramientas y técnicas necesarias para prevenir, controlar, mitigar y compensar los impactos que los fenómenos naturales que se pueden producir y afectar a la población que habita preponderantemente en los asentamientos humanos de la Cabecera Municipal de Tuxpan, incluidos los de efectos desastrosos, cuyas pérdidas directas e indirectas relacionadas con el daño físico, expresado en víctimas, en daños a la infraestructura de servicios públicos, en las edificaciones, el espacio urbano, la industria, el comercio y el deterioro del medio ambiente, como también, los de efectos sociales como la interrupción del transporte, servicios públicos, medios de información y efectos económicos, tanto del comercio, la industria y demás fuentes



económicas.



10

IMAGEN 1: Vista panorámica de la cabecera municipal de Tuxpan Michoacán.

#### B) 1.2 Antecedentes.

Con base en testimonios de la población, el municipio de Tuxpan desde años anteriores ha presentado un crecimiento irregular que se verifica en campo a través de: manzanas irregulares y viviendas construidas sobre cauces de arroyos y pendientes mayores a los 20° que obstaculizan las bajadas del escurrimiento superficial, haciéndose altamente vulnerables ante el peligro de inundación generado por insuficiencia hidráulica de los canales, así como el colapso de las mismas.



ASESOR: M. EN ARQ. JOAQUÍN LÓPEZ TINAJERO  
PRESENTA: JOSÉ MARÍA CHÁVEZ CIANCA



Es importante señalar los impactos ambientales observados, pues con el tiempo éstos pueden convertirse en factores que condicionan los riesgos naturales. Entre ellos destaca la destrucción de la cubierta arbórea, con ello, la reducción de la infiltración de agua al subsuelo, lo que trae como consecuencia el agotamiento de los mantos freáticos. Canales que antes fueron utilizados para la agricultura de riego, hoy se observan secos, y lo pocos que quedan son utilizados como conductores de aguas residuales. En resumen, dentro de los riesgos posibles detectados en el Municipio están las inundaciones en zonas bajas en el centro de la Cabecera Municipal, pero sobretodo en la colonia Rio grande y valle del jornal, las cuales han sido la más afectada desde décadas atrás en cada temporada de lluvias; el colapso y derrumbe de viviendas asentadas en laderas como la colonia El mirador y sobre arroyos.

11

Desde 1959 año en el cual tuvo lugar una inundación no se había registrado otra con magnitudes devastadoras como la del 3 y 4 de febrero del 2010, en la que gran parte del municipio sobre todo la cabecera municipal y colonias aledañas fueron arrasados por una inundación por lluvias atípicas en la que cientos de familias perdieron sus patrimonios. Posteriormente un evento registrado el día 2 de julio de 2012 donde Más de 5 mil personas de 13 colonias y comunidades del municipio resultaron damnificadas debido a una tromba atípica.

Ante estos dos últimos eventos el municipio de Tuxpan fue declarado zona de desastres, por protección civil del estado de Michoacán; estos eventos por su margen de tan solo 2 años entre ambos hace suponer que en el municipio existan posibilidades de que se presenten nuevamente tanto amenazas naturales como antrópicas, que se pueden agravar, principalmente por el crecimiento anárquico y desarrollo inadecuado de actividades dentro de la zona urbana, así como en su periferia.



### C) 1.3 JUSTIFICACIÓN

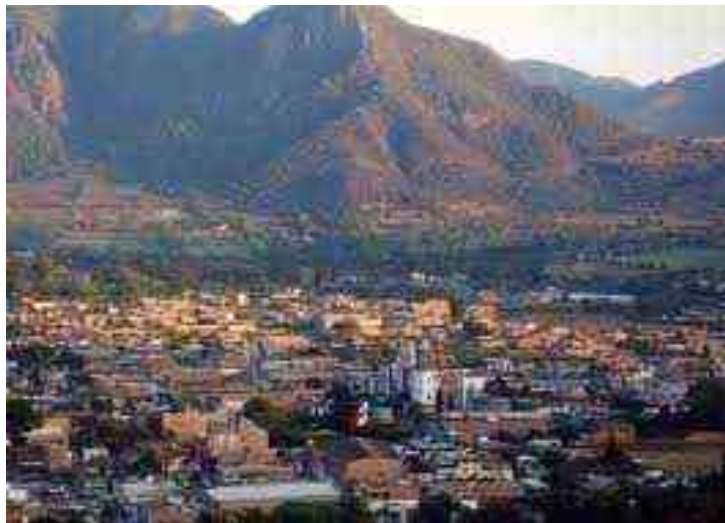
**12**

La frecuente incidencia de eventos naturales devastadores en los últimos años para el municipio de Tuxpan hace imperioso contar con un instrumento como lo es el atlas de riesgo, cuyo propósito de identificar las amenazas y riesgos naturales que pueden afectar a la población que habita preponderantemente en los asentamientos humanos de la Cabecera Municipal de Tuxpan Michoacán.

El cual incluya una serie de propuestas de acuerdo al nivel de afectación que pueden alcanzar estas amenazas. Complementariamente, el evaluar las amenazas naturales, es uno de los medios fundamentales que se convierta en un instrumento que apoye el ordenamiento territorial o la planeación física urbana, especialmente cuando se trata de determinar la aptitud ambiental de posibles zonas de expansión urbana o de localización de nueva infraestructura. Dichas evaluaciones, son básicas para definir y aplicar medidas de mitigación, debidamente justificadas en términos sociales y económicos dentro de la planeación urbana del municipio.



## CAPÍTULO I



### I.1.- INTRODUCCIÓN



ASESOR: M. EN ARQ. JOAQUÍN LÓPEZ TINAJERO  
PRESENTA: JOSÉ MARÍA CHÁVEZ CIANCA



## **1.1 INTRODUCCIÓN**

Por los riesgos a los que ha estado expuesta la población del municipio de Tuxpan, Michoacán, debido a los efectos producidos, tanto por la actividad de sus estructuras geológicas como por los fenómenos meteorológicos, relativos a las precipitaciones pluviales producidas por las lluvias atípicas, acontecidos en los últimos años, en la Región Oriente del Estado, demarcación de su localización, las que han llegado hasta 1300 mm de promedio anual, las más sobresalientes las acontecidas durante los meses de Febrero y Marzo del año 2010, produciéndole al Río Tuxpan un caudal de 60 mil litros por segundo. Lo anterior, también a consecuencia de sus características fisiográficas compuestas por elevaciones topográficas de gran altura, cuyo relieve está formado por el Sistema Volcánico Transversal, Sierra del Fraile y cerros de Zirahuato, Camacho, Ario, Cocina, Huirunio, Presidio, Víbora y Tortuga y el Valle de Tuxpan, de topofomas caracterizadas por sierra alta compleja, en torno a los asentamientos humanos localizados en el Valle excavado por las corrientes perennes: Puerco, Taximaroa o Turundeo y Tuxpan y las de carácter intermitente: Tuxpan y los arroyos Chiquito, Aguacate y San Lorenzo y sus cuerpos de agua Perennes: Laguna Seca y Zirahuato, siendo la de mayor importancia la presa de San Lorenzo.

**14**

A consecuencia de dichos fenómenos, Tuxpan es considerado como uno de los municipios con mayor propensión a la manifestación de amenazas de origen natural en el Estado. Aunado a lo anterior, se han incrementado los niveles de riesgo por la combinación con amenazas de origen antrópico, asociados con la transformación del medio natural y la conformación de asentamientos humanos sobre terrenos de poca aptitud urbanística. Los peligros naturales pueden ser considerados como recursos negativos. En todo sentido, ya que constituyen un elemento de los "problemas ambientales" que actualmente capturan tanta atención pública: alteran los ecosistemas naturales e incrementan el impacto de su degradación, reflejan el daño hecho por los humanos a su medio ambiente y pueden afectar a gran número de personas.

Con el propósito, de contar con las herramientas técnicas necesarias para prevenir, controlar, mitigar y compensar los impactos que los fenómenos naturales pueden producir, incluidos los de efectos desastrosos, cuyas pérdidas directas e indirectas relacionadas con el daño físico, expresado en víctimas, en daños a la infraestructura de servicios públicos, en las edificaciones, el espacio urbano, la industria, el comercio y el deterioro del medio ambiente, como también, los de efectos sociales como la interrupción del transporte, servicios públicos, medios de información y efectos económicos, tanto del comercio, la industria y demás fuentes económicas. Eventos estos, que en su concurrencia alteran el funcionamiento y comportamiento normal de la sociedad, particularmente de la infraestructura urbana y regional.





Hacen obligatorio realizar estudios de rutas de evacuación, mapas de riesgos con la intención de detectar zonas vulnerables y limitar la construcción de asentamientos humanos en zonas de alto riesgo, tanto sísmico, volcánico e hidrometeorológico. Razón por la cual, se ha procedido a la elaboración del presente Atlas de Riesgos del Municipio de Tuxpan, Michoacán.

15

Lo anterior hace presuponer que en el Municipio de Tuxpan y en particular la zona urbana de su Cabecera Municipal, existan posibilidades de que se presenten nuevamente tanto amenazas naturales como antrópicas, que se pueden agravar, principalmente por el crecimiento anárquico y desarrollo inadecuado de actividades dentro de la zona urbana, así como en su periferia.

Por lo anterior, el presente, estudio se realiza principalmente con el objetivo de identificar las amenazas y riesgos naturales que pueden afectar a la población que habita preponderantemente en la Cabecera Municipal de Tuxpan y con ello establecer un Atlas de riesgos, el cual incluya una serie de propuestas para mitigarlos de acuerdo al nivel de afectación que pueden alcanzar estas amenazas. Complementariamente, el evaluar las amenazas naturales, es uno de los medios fundamentales para el ordenamiento territorial o la planeación física urbana, especialmente cuando se trata de determinar la aptitud ambiental de posibles zonas de expansión urbana o de localización de nueva infraestructura. Dichas evaluaciones, son básicas para definir y aplicar medidas de mitigación, debidamente justificadas en términos sociales y económicos dentro de la planeación urbana del municipio.

Siendo por lo tanto, que este estudio forma parte del denominado “PROGRAMA PREVENCIÓN DE RIESGOS EN LOS ASENTAMIENTOS HUMANOS (PRAH): Modalidad Ordenamiento del Territorio Diagnóstico de Riesgos a Nivel de Municipio”, documento de investigación multidisciplinario realizado por Profesionales integrantes de la Empresa de Consultoría “Corporación Interdisciplinaria de Urbanismo, Desarrollo Ambiental y Diseño”; con el apoyo de dependencias de la Comisión Nacional del Agua, Ayuntamiento de Tuxpan, Protección Civil del Estado y del municipio, la Dirección de Urbanismo y Ecología Municipal y personal de la Delegación de SEDESOL-Michoacán. Resulta por ello de suma importancia conocer, con el mayor nivel de detalle posible, tanto los riesgos existentes en los asentamientos humanos del municipio, como la vulnerabilidad de la población. De ahí la relevancia de desarrollar estudios que den cuenta de estas amenazas, de su tipología y de su recurrencia, así como de la vulnerabilidad de la población a fin de tener una visión de conjunto de la relativa inseguridad de los asentamientos humanos o zonas señaladas. Este proyecto se utilizará como parte de una estrategia de gestión ambiental que servirá de base para la planeación de un desarrollo sustentable del municipio de Tuxpan, Michoacán.



## **I.2 ANTECEDENTES.**

Por su ubicación en el área de confluencia fisiográfica de la Provincia Eje Neovolcánico y Sierra Madre del Sur, dentro de la Subprovincia Mil Cumbres y la Depresión del Balsas; su compleja orografía en la que los cerros de Zirahuato, Camacho, Ario, Cocina, Huirunio, Presidio, Víbora y Tortuga circundan un estrecho valle con asentamientos humanos. Y aunado a lo anterior, resulta que su estructura geológica está formada por roca ígnea extrusiva, compuesta por dacita, basalto-brecha volcánica básica, andesita, dacita-brecha volcánica ácida, basalto; además de toba ácida metamórfica y suelo aluvial. Y cuyos suelos dominantes, son: Andosol, Luvisol, Vertisol y Leptosol. Como también debido a su hidrología, por que el municipio pertenece a la Región Hidrológica Balsas, a la Cuenca del Río Cutzamala, dentro de la Subcuenca de los Ríos Tuxpan y Zitácuaro, con sus corrientes de agua Perennes: Puerco, Taximaroa o Turundeo y Tuxpan, y las Intermitentes: Tuxpan y los arroyos Chiquito, Aguacate y San Lorenzo y sus cuerpos de agua Perennes de Laguna Seca, Zirahuato y San Lorenzo. Tuxpan es un municipio propenso a recibir el embate de diversos fenómenos naturales que ponen en peligro a la población.

**16**

Aunado a lo anterior, la zona urbana está creciendo sobre suelo aluvial del Cuaternario y roca ígnea extrusiva del Cuaternario y Neógeno, en lomerío de basalto con mesetas, sierra volcánica con estrato volcanes o estrato volcanes aislados con mesetas y sierra alta compleja; sobre áreas donde originalmente había suelos denominados Vertisol, Luvisol y Andosol; asimismo, está creciendo sobre terrenos previamente ocupados por agricultura y bosque de coníferas. Lo que ha hecho más complejo su desarrollo económico y humano. Por los consecuentes problemas de inundaciones, deslizamiento de taludes y destrucción de construcciones urbanas de infraestructura, vivienda y equipamiento urbano por los efectos de las estructuras geológicas de la zona.

Históricamente, el municipio de Tuxpan no había sufrido los embates por la afectación de los fenómenos naturales como lo acontecido en los últimos años, sobre todo lo sucedido durante los meses del año 2010, consistentes en fuertes inundaciones en las áreas de los asentamientos humanos, como también por los efectos de la falla geológica que cruza la colonia Prolongación Pueblita, dichos desastres se han presentado con mayor frecuencia últimamente debido a los procesos de formación del territorio, de tal forma que los efectos de los fenómenos se ven magnificados por una alta vulnerabilidad que afecta a la sociedad y la economía. Esta situación deriva de un conjunto de factores entre los que destaca la insuficiencia de medidas preventivas y de mitigación de zonas vulnerables, la falta de planeación en la localización y desarrollo de los asentamientos humanos, el manejo insuficiente de las cuencas hidrográficas y la baja capacidad de operación de los sistemas de alerta temprana.



Uno de los instrumentos de mayor relevancia en la planeación territorial y prevención de desastres es el Atlas de Riesgos Municipal, ya que en ellos se plasma la forma práctica y sencilla los resultados de diagnósticos realizados en el municipio que destacan las zonas de peligro, las características de vulnerabilidad de la población y el riesgo que corren los diferentes componentes estructurales del territorio. Lamentablemente el municipio de Tuxpan nunca había contado con dicho instrumento de prevención y mitigación de riesgos y peligros.

El municipio de Tuxpan es uno de los puntos neurálgicos del Estado, y de los más susceptibles ante los incidentes provocados por los fenómenos hidrometeorológicos del desastre del año 2010, trajeron como consecuencia la necesidad de revalorar las estrategias de protección civil elaborando el Atlas de Riesgos específico para las características y necesidades del territorio municipal.

### **FUNDAMENTACIÓN JURÍDICA.**

Con fundamento en lo estipulado en los artículos 4º, 5º, 10, 12, 15, 27 y demás relativos de la Ley General de Protección Civil; y dando cumplimiento al ordenamiento jurídico que regula las acciones de Protección Civil, las cuales tienen por objeto la Prevención, Auxilio y Apoyo a la población en el Estado, con respaldo y sustento en lo señalado en los artículos 1º, 3º, 4º y 18 fracciones I, VII y VIII, así como el numeral 45 de la Ley Estatal de Protección Civil en Michoacán; La Unidad Estatal, en coordinación con las dependencias institucionales y los grupos de auxilio voluntarios, realizarán las acciones necesarias preventivas para cuidar la integridad física de las personas, su patrimonio y el mismo medio ambiente. Para dar cumplimiento al ordenamiento jurídico que regula las acciones de Protección Civil, las cuales tienen por objeto la **PREVENCIÓN, AUXILIO y APOYO** a la población en el Estado, con respaldo y sustento en lo señalado en los artículos 1º, 3º, 4º 18º fracciones I, VII y VIII, así como el numeral 45 de la Ley Estatal de Protección Civil en Michoacán; La Unidad Estatal, en coordinación con las dependencias institucionales y los grupos de auxilio voluntarios, realizarán las acciones necesarias preventivas para cuidar la integridad física de las personas, su patrimonio y el mismo medio ambiente.

Por tal motivo las autoridades municipales por conducto de la Dirección de Desarrollo Urbano y Ecología del Municipio de Tuxpan apoyados por el Programa de Protección de Riesgos en los Asentamientos Humanos (PRAH) de la Secretaría de Desarrollo Social y en colaboración con Corporación Interdisciplinaria de Urbanismo, Desarrollo Ambiental y Diseño(Corporación CIUDAD), iniciaron los trabajos para la realización de los estudios pertinentes para el desarrollo del Atlas de Riesgos del Municipio de Tuxpan, Michoacán, con el fin de contar con información actual de las características de dicho territorio, su población y actividades económicas identificando las áreas de riesgo en sus diferentes grados de vulnerabilidad ante los peligros naturales que amenazan al municipio.



### I.3 Objetivo General.

Generar la información básica necesaria que permita a las autoridades municipales construir una sólida estrategia de prevención de desastres y reducción de riesgo en el municipio de Tuxpan, Michoacán.

18

### I.4.- Objetivos Particulares.

El presente trabajo se realiza en su primera etapa de diagnóstico e identificación de riesgos naturales dentro del Programa de Prevención de Riesgos en los Asentamientos Humanos (PRAH), el cual representa el interés de las diversas autoridades por avanzar hacia la superación de los rezagos y los profundos contrastes sociales en las ciudades y zonas metropolitanas del país, contribuyendo en la transformación de espacios seguros en términos de la prevención y mitigación de los riesgos naturales, como parte de las acciones dirigidas a promover su habitabilidad. A partir de lo anterior, establecer un **Atlas de Riesgos** basado en un sistema de información geográfica dinámico, mediante el cual se puedan realizar acciones tendientes a regular el uso del suelo; así como analizar y evaluar posibles escenarios de los diferentes eventos que se pudieran presentar y con ello, elaborar planes de emergencia, evacuación y líneas vitales.

El Programa se encuentra enmarcado en el Eje 3 del Plan Nacional de Desarrollo 2007-2012 que establece la importancia de prevenir y atender los riesgos naturales, con lo cual se pretende sensibilizar a las autoridades y a la población de la existencia de riesgos y la necesidad de incorporar criterios para la prevención de desastres en los planes o programas de desarrollo urbano y en el marco normativo de los municipios, además de hacer de la prevención de desastres una política de desarrollo sustentable, dirigida a mitigar la exposición de la población frente a amenazas de origen natural.

De acuerdo a lo anterior, este Programa de Prevención de riesgos en Asentamientos Humanos, se inscribe en el Programa Sectorial de Desarrollo Social Estrategia 3.4. Prevenir y atender los riesgos naturales en acciones coordinadas con la sociedad civil y se encuentra referido en la Estrategia Vivir Mejor, al contribuir para otorgar protección y certeza a las personas y comunidades para enfrentar contingencias ante condiciones adversas del entorno, así como en la protección ante desastres naturales, en donde se señala que en el ámbito preventivo se continuará con la elaboración de diagnósticos, estudios y mapas de riesgos; campañas de sensibilización de la población frente a las eventuales situaciones de riesgo y desastres y obras de mitigación de riesgos.

De ahí que el presente proyecto quede insertado en la elaboración de estudios y mapas de riesgos conformando en su conjunto el Atlas de Riesgos.



## **I.5.- Metodología General.**

### **Aspectos Generales**

La metodología utilizada en el presente proyecto, se realizó con base a las propuestas por distintas dependencias a través de un trabajo multidisciplinario, como se describe a continuación:

19

### **Primera etapa.**

Reconocimiento general del medio en donde se encuentra el área de estudio, con el fin de identificar las amenazas ocasionadas por fenómenos de tipo natural, existentes en la Región. Para lograrlo, se realizaron principalmente las siguientes actividades:

- Consulta de múltiples fuentes bibliográficas.
- Consulta a investigadores, pobladores, cronistas, hemerotecas y diversos archivos históricos, a fin de conocer que eventos naturales han sido más desastrosos y su frecuencia.
- Consultas con investigadores y autoridades de la Cabecera Municipal (comunicaciones personales), y registros en los que se definieran sus consecuencias en cuanto a daños causados a: la salud (heridos y muertos), a inmuebles o infraestructuras urbanas y regionales, e interrupción de servicios a la comunidad. Esto a fin de identificar y analizar estadísticamente la probabilidad de ocurrencia de cada uno de los eventos naturales que pudieran representar una amenaza, además de determinar si presentan ciclo natural.
- Consulta de Cartografía de INEGI y de diferentes autores e instituciones, con el fin de analizar los factores del medio físico de la zona de estudio, como son: vegetación, geología (litología y estructuras), suelos, uso actual, hidrología, geomorfología, clima y geohidrología.
- Análisis de las características geológicas e hidrológicas de la Región, evaluados mediante la interpretación de mosaicos fotográficos y fotografías aéreas a diferentes escalas y fechas. Detectar la presencia de agentes contaminantes de tipo natural que pudieran representar una amenaza para la población.

### **Segunda Etapa.**

- Compilación y análisis del contenido de la documentación disponible en la identificación de riesgos en barrios, describiendo el contenido del marco legal y programático aplicable a desastres.
- Identificación los riesgos geológicos, hidrometeorológicos, sanitarios, antropogénicos y tecnológicos; su origen, distribución, frecuencia, topología y magnitud de tales riesgos.
- Delimitación de las zonas de riesgo mitigable y no mitigable, así como las restricciones al asentamiento de la población e identificación de las viviendas, infraestructura y equipamiento urbano en situación de vulnerabilidad en zonas de riesgo mitigable y no mitigable.



### **Tercera Etapa.**

Identificación de los sitios en donde es más probable la ocurrencia y afectación de amenazas de tipo natural. Se logró mediante el estudio y análisis de cada una de las amenazas identificadas con anterioridad, para lo cual se consideró la metodología propuesta por diferentes instituciones (Tilling, 1993; ONU, 1992. Como el vulcanismo, la sismicidad e inundaciones.

### **Cuarta Etapa.**

Analizar el tipo de construcción, características y condiciones estructurales de las viviendas en riesgo. Estimar las tendencias de crecimiento y densificación de los asentamientos humanos ubicados en zonas de riesgo. Analizar, con los líderes de la comunidad, el grado de desconocimiento y percepción respecto a los riesgos. Analizar, con Protección Civil, el grado de conocimiento y percepción municipal respecto a los riesgos.

Estimar las fortalezas y las debilidades en relación al grado de organización y preparación de la comunidad para hacer frente a contingencias. Analizar el interés y la capacidad municipal para mitigar riesgos, prevenir desastres y atender posibles contingencias en los asentamientos humanos. Analizar el grado de desarrollo institucional de la función de protección civil en el municipio, en relación a personal, equipamiento y recursos presupuestales.

Partiendo de los conceptos fundamentales de riesgo, se advierte que la base fundamental para un diagnóstico adecuado de riesgo es el conocimiento científico de los fenómenos (peligros o amenazas) que afectan a una zona determinada, además de una estimación de las posibles consecuencias del fenómeno; éstas dependen de las características físicas de la infraestructura existente en la zona, así como de las características socioeconómicas de los asentamientos humanos en el área de análisis.

Así, ha sido posible plantear el procedimiento general para la elaboración del Atlas de Riesgos para el Municipio de Tuxpan, el cual se resume en los siguientes pasos:

- \_ Identificación de los fenómenos naturales que pueden afectar la zona en estudio;
- \_ Determinación del peligro asociado a los fenómenos identificados;
- \_ Identificación de los sistemas expuestos y su vulnerabilidad;
- \_ Evaluación de los diferentes niveles de riesgo asociado a cada tipo de fenómeno natural;
- \_ Integración sistemática de la información sobre los fenómenos naturales, peligro, riesgo y vulnerabilidad, considerando los recursos técnicos y humanos.

**Identificación de los fenómenos naturales que pueden afectar una zona en estudio.**



El riesgo depende de las condiciones específicas del sitio en estudio, según su ubicación, y de los fenómenos que pueden manifestarse con mayor o menor intensidad. Asimismo, las condiciones de vulnerabilidad de los sistemas expuestos de una región condicionan los niveles de riesgo a que está sometida. Por ello, el primer paso para la construcción del Atlas de Riesgos es la identificación de los fenómenos que han afectado y por lo tanto podrán afectar el área geográfica de Tuxpan.

21

Sobre todo, considerando que en México, el Sistema Nacional de Protección Civil reconoce, de acuerdo con su origen, los siguientes agentes perturbadores:

- Fenómenos geológicos;
- Fenómenos hidrometeorológicos;
- Fenómenos químicos;
- Fenómenos sanitario-ambientales;
- Socio-organizativos.

Para identificar los fenómenos que afectan nuestra zona en estudio, se recurrió a diferentes fuentes de información, tales como fuentes bibliográficas, hemerográficas y/o comunicación verbal.

La información anterior ha sido considerada como el punto de partida para la integración del presente Atlas de Riesgos, resultando de gran utilidad para las autoridades de protección civil municipal.

La información histórica fue representada en mapas temáticos que pueden aprovechar las autoridades de protección civil para tener conocimiento de los sitios que son susceptibles de ser afectados por un fenómeno determinado; asimismo, es la base para estimarla frecuencia con que un fenómeno afecta una zona de las áreas de asentamientos humanos.

#### **I.6.- Contenido del Atlas de Riesgo.**

El contenido del Atlas de Riesgos para el Municipio de Tuxpan, se apega a las Guías Metodológicas y lineamientos que para tal efecto han sido establecidos de acuerdo con lo estipulado en la Ley General de Protección Civil (LGPC), el Centro Nacional de Prevención de Desastres (CENAPRED), considerando el Sistema Nacional de Protección Civil y el Sistema de Prevención de Riesgos en Los Asentamientos Humanos, mediante las Bases para la Estandarización en la Elaboración de Atlas de Riesgos y Catálogo de Datos para Representar el Riesgo 2011, así como la Guía Básica para la elaboración de Atlas Estatales y Municipales de Peligros y Riesgos, versión 2004. De donde se determinó la siguiente estructura del documento:





El Atlas cuenta con un antecedente general en el que se explica de forma breve y clara la problemática relacionada con peligros de origen natural desde tiempo histórico y hasta la fecha. Incluyendo en este apartado todas las fuentes documentales que se consideraron como antecedentes y evidencias de eventos desastrosos en la Región. Además contiene una reseña histórica breve acerca del proceso de ocupación de áreas de riesgo. Así como, las aportaciones que para este documento fueron tomadas del Atlas de Riesgos del Estado de Michoacán. Contiene también, la cita de las leyes y fundamentos jurídicos que motivan la elaboración del Atlas.

Contempla además, la determinación de la zona de estudio, la que para el presente caso, ha quedado definida por la poligonal que identifica a la totalidad del territorio municipal de Tuxpan, Michoacán, explicándose las principales características de su localización física, tales como límites, principales accidentes geográficos, problemas con límites territoriales e información general.

Asimismo, se ha contemplado en el estudio, la caracterización de los elementos del medio natural, como los aspectos fisiográficos, geológicos, geomorfológicos, edafológicos, hidrológicos, climatológicos, de uso de suelo y vegetación, áreas naturales protegidas y problemática ambiental.

Por otro lado, fue realizada la caracterización de los elementos sociales, económicos y demográficos del Municipio, como: la dinámica demográfica, distribución de la población, mortalidad, densidad de población, características sociales, principales actividades económicas en la zona, características de la población económicamente activa y la estructura urbana de los asentamientos humanos.

Y por supuesto, la identificación de riesgos, peligros y vulnerabilidad ante fenómenos perturbadores de origen natural, como: los riesgos, peligros y/o vulnerabilidad ante fenómenos de origen geológico por fallas y fracturas, sismos, tsunamis o maremotos, vulcanismo, deslizamientos de taludes, derrumbes, flujos, hundimientos, erosión, riesgos, peligros y/o vulnerabilidad ante fenómenos de origen hidrometeorológico, ciclones (huracanes y ondas tropicales), tormentas eléctricas, sequías, temperaturas máximas extremas, vientos fuertes, inundaciones, masas de aire (heladas, granizo y nevadas), riesgos, peligros y/o vulnerabilidad ante otros fenómenos.

Asimismo, contiene una descripción general del contenido del Atlas en el orden establecido de los apartados y mapas que lo integran, como el plano base (topográfico) con los siguientes elementos: Localidades (nombres), vialidades principales, curvas de nivel, hidrografía, principales obras de infraestructura y líneas de comunicación. Plano, que como su nombre lo dice, ha servido de base para definir y trabajar en él toda la cartografía temática, replicando su simbología en todos los mapas.





Así pues, para efecto de lo anterior, y con la finalidad contextualizar las condiciones que prevalecen actualmente en el Municipio, primero hemos abordado y estudiado, en el primer Capítulo, lo relativo a los antecedentes referenciales del municipio, así como, sobre los riesgos naturales que se han presentado históricamente en el mismo, lo cual permitió determinar los fines a alcanzar con la aplicación del presente Atlas, los alcances del mismo, la metodología que se siguió para su elaboración y su contenido; en un segundo Capítulo, se determinó el espacio territorial comprendido en el estudio de referencia, que para el caso que nos ocupa, este quedó definido por los límites oficiales físico geográficos del territorio del municipio de Tuxpan; en el tercer Capítulo, se abordan los temas relacionados con la caracterización de los elementos del medio natural del área de estudio, como la fisiografía, geología, edafología, hidrología, climatología, uso de suelo y vegetación, áreas naturales protegidas y la problemática ambiental; de manera similar en el siguiente Capítulo, se determinó la caracterización de los elementos sociales, económicos y demográficos de la población del municipio, como la dinámica demográfica, distribución de la población, mortalidad y densidad de población; las características sociales, principales actividades económicas, características de la población económicamente activa y su estructura urbana. Lo anterior, con la finalidad de centrar el estudio en el entorno del marco referencial de las características propias del municipio, destacando sus mayores aprovechamientos para el beneficio de su población. Y en un quinto y último Capítulo, fueron identificados los riesgos, peligros y vulnerabilidad ante fenómenos perturbadores de origen natural, como los de origen geológico, hidrometeorológico. abordando la información referente a los programas, proyectos y acciones que se ha venido dando por parte de la Administración Pública de los tres ámbitos de gobierno, sobre todo en los aspectos de protección civil, dentro del municipio de Tuxpan, en lo particular también, los diferentes organismos e instituciones que han sido creados para la función de planear, ordenar, normar y controlar los impactos al desarrollo urbano por efectos de los fenómenos de riesgo natural, como los programas que incidiendo directamente en el Municipio, se han desarrollado en los ámbitos Federal, Estatal y Municipal, estudios estos, sobre los cuales se ha plasmado una idea globalizada en cuanto a sus aspectos generales, sociodemográficos, económicos, infraestructura, así como la operatividad de los planes o programas de desarrollo urbano, derivados y comprendidos en ellos.



## CAPÍTULO II



DETERMINACIÓN DE LA ZONA DE ESTUDIO





## **CAPÍTULO II.**

**25**

### **II.1.- Determinación de la Zona de Estudio.**

El municipio de Tuxpan es uno de los 113 municipios del Estado de Michoacán, se localiza al

Este del Estado, su cabecera municipal se ubica en las coordenadas 19°34' de latitud norte y 100°28' de longitud oeste, a una altura de 1,730 metros sobre el nivel del mar. El municipio se encuentra entre los paralelos 19°30' y 19°40' de latitud norte; los meridianos 100°22' y 100°36' de longitud oeste; con una altitud que va entre 1 500 y 2 900 m. Limita al Norte con los municipios de Irimbo y Áporo, al Este con Ocampo, al Sur con Jungapeo y Zitácuaro, y al Oeste con Hidalgo. Su distancia a la capital del Estado es de 130 Km. Ocupa el 0.41% de la superficie del Estado. Cuenta con 78 localidades y una población total de 26,026 habitantes. FUENTE: XIII Censo de Población y Vivienda INEGI 2010.

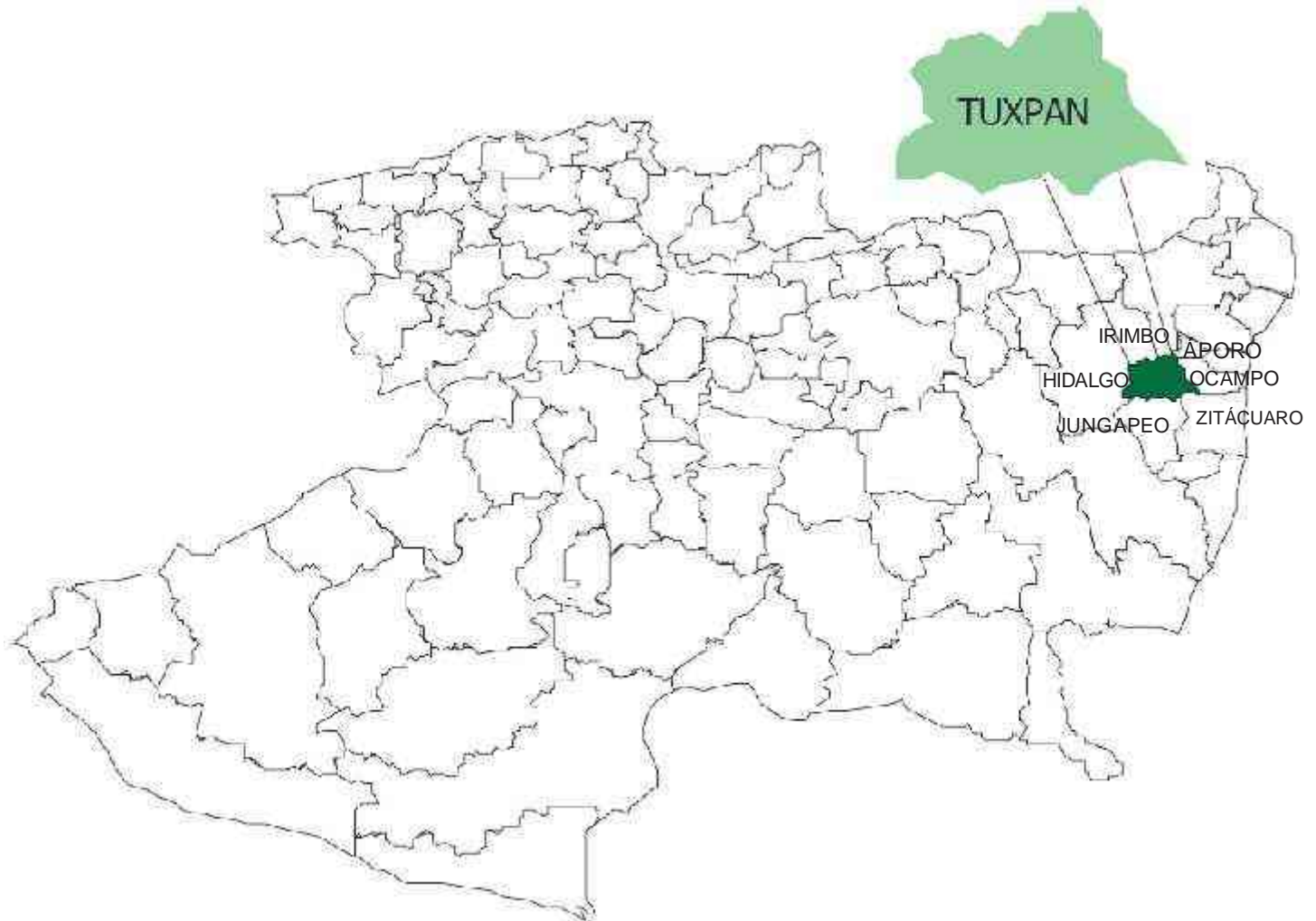
### **EXTENSIÓN TERRITORIAL.**

Su superficie es de 206.92 Km<sup>2</sup> y representa el 0.41 por ciento del total del Estado. Debiendo aclarar, que de acuerdo con el XIII Censo de Población y Vivienda del INEGI 2010, se le registra una superficie continental de 243.50 km<sup>2</sup>, lo anterior, para los efectos pertinentes. Asentando que para los efectos correspondientes y para fines del desarrollo del presente estudio, optaremos por realizar los correspondientes análisis con base en la superficie de 243.50 km<sup>2</sup>, por considerar de mayor certidumbre la información oficializada por el INEGI.

FUENTE: Gobierno del Estado de Michoacán de Ocampo. Secretaría de Planeación y Desarrollo Estatal. Carpeta Municipal de Tuxpan. Prontuario de información geográfica municipal de los Estados Unidos Mexicanos. Tuxpan, Michoacán de Ocampo, 2009.XIII Censo de Población y Vivienda INEGI, 2010.



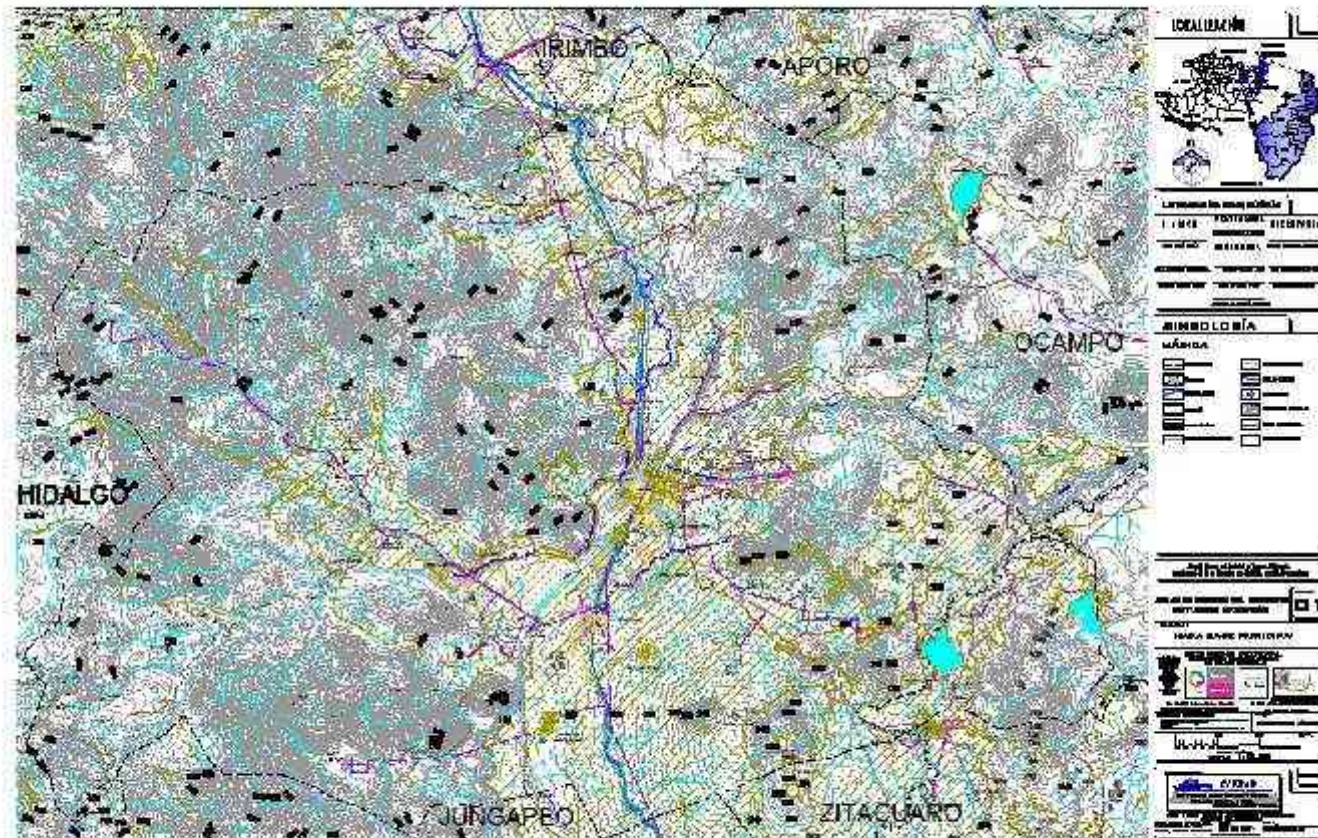
ASESOR: M. EN ARQ. JOAQUÍN LÓPEZ TINAJERO  
PRESENTA: JOSÉ MARÍA CHÁVEZ CIANCA



**Plano # 1. Ubicación dentro del estado del municipio de Tuxpan, Michoacán.**

Dentro del área de estudio (Superficie territorial municipal) se localizan elementos de infraestructura regional como 30.60 km de carreteras, de los cuales 16.60 km corresponden a carreteras federales, por medio de ellas se tiene comunicación, por el lado Oriente: con ciudades como Zitácuaro, Toluca y el D.F., y por el Norponiente, con Cd. Hidalgo y Morelia. 5 km de carreteras pavimentadas estatales y 8.90 km de carreteras revestidas, que comunican a las localidades del propio municipio y de localidades de municipios vecinos, como, Hidalgo, Jungapeo, Irimbo, Áporo y Ocampo. Se cuenta con caminos rurales y líneas de conducción de energía eléctrica de alta tensión y de teléfonos, como también con el trazo de una antigua vía de ferrocarril.





**Plano # 2. Mapa base municipal.** FUENTE: Elaboración propia por Corporación CIUDAD, con información cartográfica del INEGI. Mapa Base.

Es pertinente mencionar, que aun que el estudio es de cobertura municipal, los trabajos de detalle se circunscriben básicamente a la cabecera municipal, por ser esta la de mayor concentración de población y sitio real en donde los fenómenos naturales ofrecen riesgos alguno, y las demás localidades del municipio no presentan exposición a dichos riesgos y su cantidad de población está muy por debajo de los 2,500 habitantes. Por este motivo solamente fue elaborado para precisión de detalles el plano urbano de la localidad de Tuxpan.



## CAPÍTULO III



### CARACTERIZACIÓN DE LOS ELEMENTOS DEL MEDIO NATURAL



### CAPÍTULO III. Caracterización de los elementos del medio natural.

29

#### III.1.- Fisiografía.

Las características fisiográficas del Municipio de Tuxpan corresponden a la Provincia Eje Neovolcánico (52.06%) y Sierra Madre del Sur (47.94%), pertenece a la Subprovincia Mil Cumbres (52.06%) y Depresión del Balsas (47.94%), por lo que su Sistema fisiográfico es de topofomas caracterizado por Sierra alta compleja (47.94%), Sierra volcánica con estrato volcanes o estrato volcanes aislados con mesetas (37.29%), Lomerío de basalto con mesetas (12.16%) y Llanura aluvial (2.61%). FUENTE: Prontuario de información geográfica municipal de los Estados Unidos Mexicanos. Tuxpan, Michoacán de Ocampo, 2009.

#### III.2.- Geomorfología.

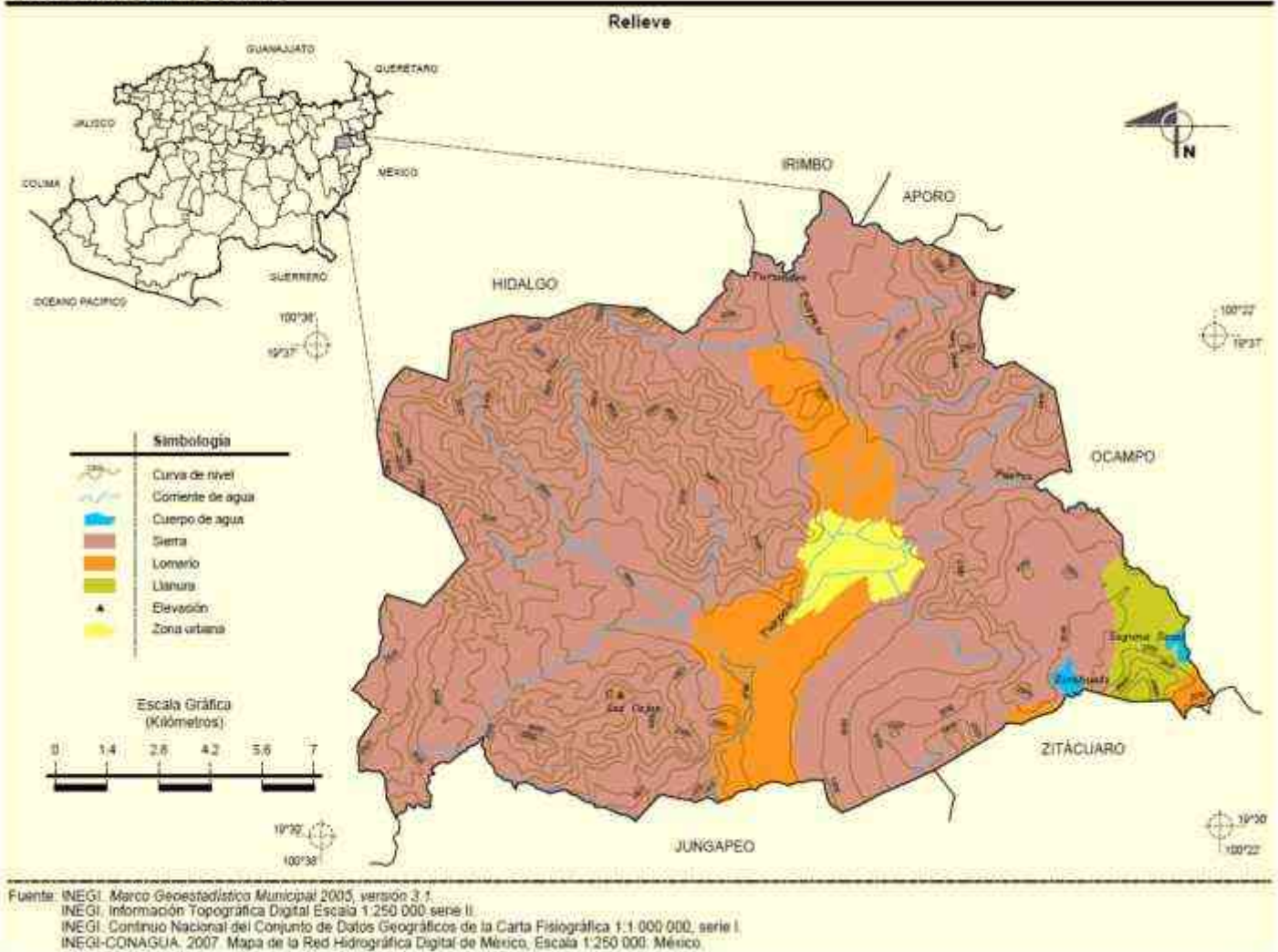
El relieve del municipio está formado por el sistema volcánico transversal, sierra del Fraile y cerros de Zirahuato, Camacho, Ario, Cocina, Huirunio, Presidio, Víbora y Tortuga, y el Valle de Tuxpan. Apreciándose en el siguiente mapa, que los asentamientos humanos del municipio se concentran fundamentalmente en la cabecera municipal y por ende, la de mayor densidad habitacional, y ésta a su vez, se ubica en la zona de relieve más bajo del municipio, compuesto por lomerío, lo que en conclusión, pone a la población en estado de mayor vulnerabilidad por la exposición de la población al riesgo hidrometeorológico, como lo ya acontecido recientemente en el año 2010.





Prontuario de información geográfica municipal de los Estados Unidos Mexicanos  
Tuxpan, Michoacán de Ocampo

30

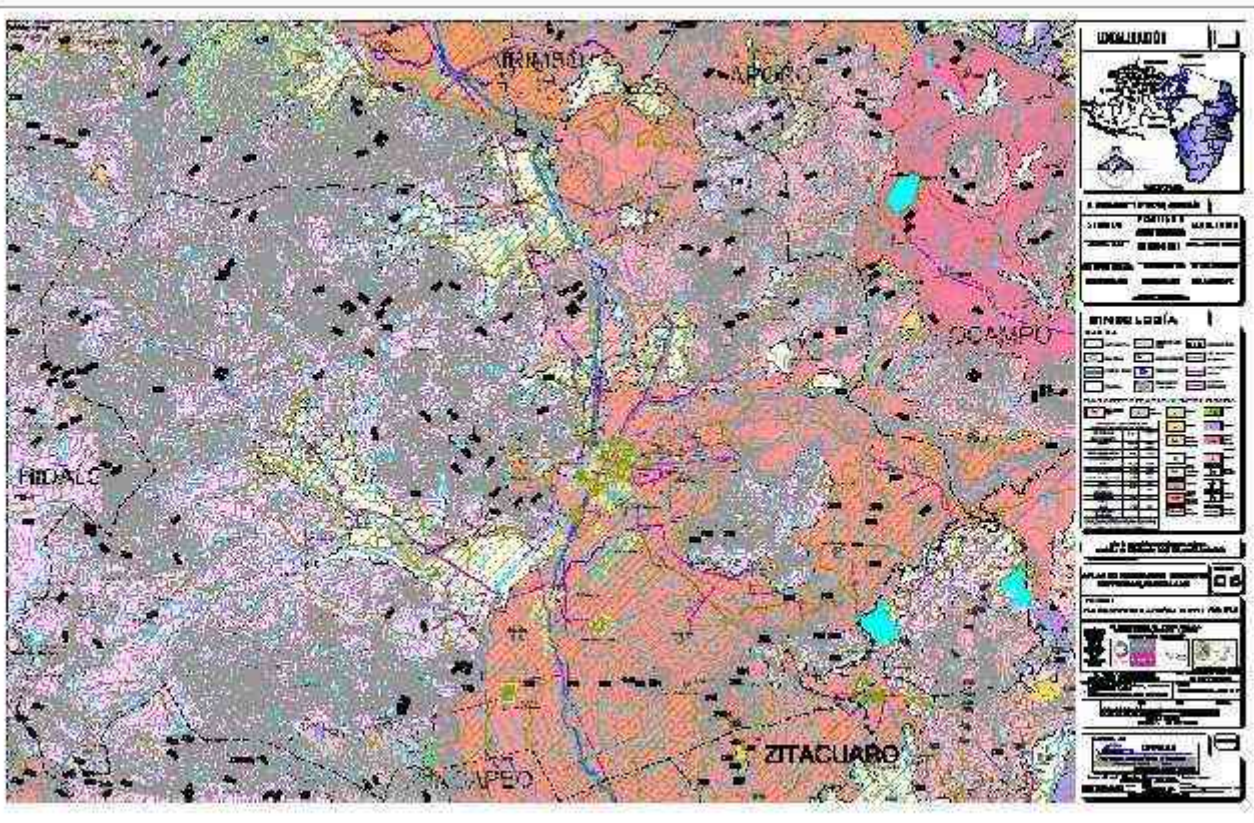


**Plano # 3. Información geográfica del municipio de Tuxpan, Michoacán.** FUENTE: Prontuario de información geográfica municipal de los Estados Unidos Mexicanos. Tuxpan, Michoacán de Ocampo, 2009.

### III.3.- Geología.

La formación geológica del Municipio, data de los períodos Neógeno (64.45%), Cuaternario (32.55%) y Jurásico Superior-Cretácico Inferior (0.22%). Y su estructura geológica está formada por roca Ígnea Extrusiva: dacita (46.04%), basalto-brecha volcánica básica (20.24%), andesita (13.05%), dacita-brecha volcánica ácida (5.04%), basalto (4.00%) y toba ácida (0.32%) Metamórfica: metasedimentaria (0.22%). Suelo: aluvial (8.31%). Es pertinente mencionar, que cuenta con una mina de caolín. El mapa siguiente nos muestra la ubicación de los asentamientos humanos que ofrecen vulnerabilidad por su exposición a riesgos por los efectos de estructuras geológicas.





**Plano # 4. Caracterización geológica.** FUENTE: Elaboración propia Corporación CIUDAD con información cartográfica del INEGI. Mapa Geológico.

### III.4.- Edafología.

Los suelos dominantes dentro del municipio, son: Andosol (55.54%), Luvisol (19.81%), Vertisol (13.28%) y Leptosol (8.59%). Y en muy pequeñas cantidades: El Feozem, Acrisol, Castañozem y Solonetz. Cuyos suelos tienen las siguientes características para el desarrollo de asentamientos humanos. Prontuario de información geográfica municipal de los Estados Unidos Mexicanos. Tuxpan, Michoacán de Ocampo, 2009.

**Andosol.** (De las palabras japonesas **an**: oscuro y **do**: tierra. Literalmente, tierra negra). Son suelos que se encuentran en aquellas áreas donde ha habido actividad volcánica reciente, puesto que se originan a partir de cenizas volcánicas. En condiciones naturales tienen vegetación de bosque de pino, abeto, encino, etcétera, o si los volcanes se encuentran en zona vegetal, tiene vegetación de selva. Se caracteriza por tener una capa superficial de color negro o muy oscuro (aunque a veces es clara) y por ser de textura esponjosa o muy suelta. Son muy susceptibles a la erosión, y su símbolo es (T). No apto para el desarrollo urbano.



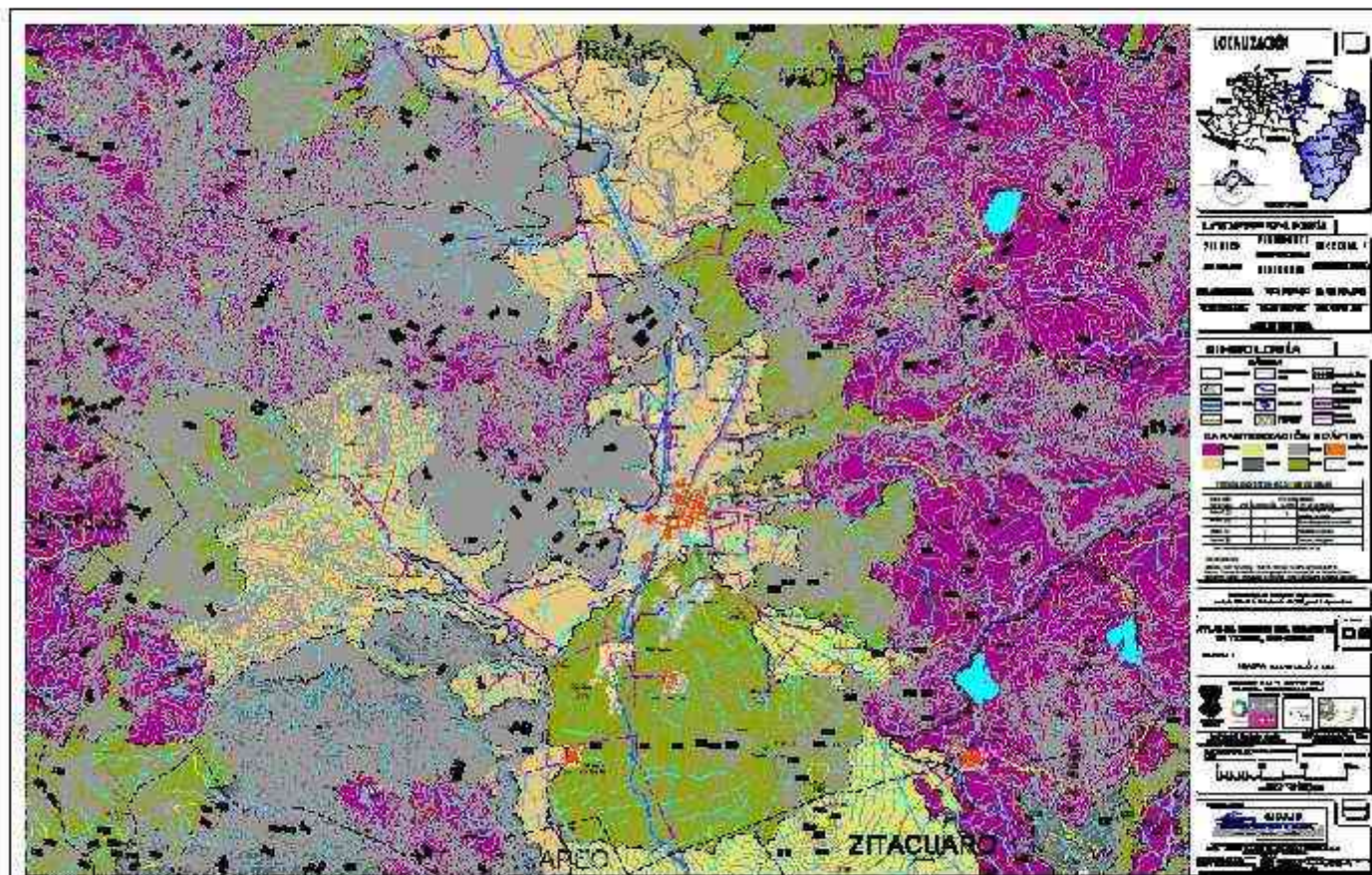
**Luvisol.** Del latín **luvi**, **luo**: lavar literalmente, suelo lavado). Son suelos que se encuentran en zonas templadas o tropicales lluviosas, aunque en ocasiones se puede encontrar en climas algo más secos. Su vegetación es de bosque o selva. Se caracterizan por tener, a semejanza de los Acrisoles, un enriquecimiento de arcilla en el subsuelo, pero son más fértiles y menos ácidos que éstos. Son frecuentemente rojos o claros, aunque también presentan tonos pardos o grises, que no llegan a ser muy oscuros. Se usan en México con fines agrícolas y rendimientos moderados, aunque en zonas tropicales proporcionan rendimientos más altos, en cultivos tales como el café y algunos frutales tropicales. Su productividad en el cultivo de frutales como el aguacate, también puede ser alta en algunas zonas templadas. Con pastizales cultivados o inducidos pueden dar buenas utilidades en la ganadería. El uso forestal de este suelo es muy importante, y sus rendimientos sobresalientes. Los principales aserraderos del país se encuentran en áreas donde los Luvisoles son abundantes. Son suelos de la susceptibilidad a la erosión y es importante indicar que en México muchos Luvisoles se hallan erosionados debido al uso agrícola y pecuario que se ha hecho en ellos sintomar las precauciones necesarias para evitar este fenómeno. Su símbolo es (L). Con restricción para el desarrollo urbano. Este tipo de suelo comparte con el Vertisol el área de alojamiento de los asentamientos humanos del municipio, con el 40%, aproximadamente.

**Vertisol.** (Del latín **verto**: voltear. Literalmente, suelo que se revuelve, que se voltea). Son suelos que se presentan en climas templados y cálidos, en zonas en las que hay una marcada estación seca y otra lluviosa, la vegetación natural de estos suelos va desde las selvas hasta los pastizales y matorrales de los climas semisecos. Se caracteriza por las grietas anchas y profundas que aparecen en ellos en la época de sequía. Son suelos muy arcillosos, frecuentemente negros o grises en las zonas del centro y oriente de México; y café rojizos en el norte. Son pegajosos cuando están húmedos y muy duros cuando están secos. A veces son salinos. Su utilización agrícola es muy extensa, variada y productiva. Son casi siempre muy fértiles pero presentan ciertos problemas con su manejo, ya que su dureza dificulta la labranza y con frecuencia presentan problemas de inundación y drenaje. Tienen por lo general una baja susceptibilidad a la erosión. Su símbolo es (V). Con restricción para el desarrollo urbano. Sin embargo, es en este tipo de suelo sobre el que prevalece la mayor cantidad de asentamientos humanos del municipio, en un estimado del 60%, aproximadamente.

**Leptosol.** (Anteriormente litosoles y rendzinas; fao, 1970). Son suelos que son muy someros y pedregosos, de poco desarrollo y con pocas características particulares; pero en este caso su formación se lleva a cabo sobre rocas consolidadas y su ubicación topográfica se asocia a las zonas montañosas, por lo que son altamente susceptibles a la erosión. Se les puede encontrar bajo muy diversas condiciones climáticas. Su potencial agrícola es limitado; para preservarlos de la erosión es preferible conservarlos bajo vegetación natural. También son utilizados para pastoreo extensivo. Con restricción para el desarrollo urbano.



Como se puede apreciar en el mapa siguiente, la mayor concentración de los asentamientos humanos del municipio se ha ubicado en suelo Vertisol, de donde se concluye, que analizando sus características, en cuanto a los posibles problemas que éstos pudieran presentar para el desarrollo urbano, se detecta que los suelos del lugar son arcillosos y por lo tanto expansivos, pero debido al poco espesor de capa de los mismos, no significa problema serio para el uso del desarrollo urbano, no contiene suelos colapsables, dispersivos ni corrosivos, suelos problemáticos para el desarrollo urbano, tampoco suelos granulares sueltos (gravas y arenas). FUENTE: Sistema Natural de Categorización de Suelos FAO/UNESCO, modificado por la Dirección General de Geografía del INEGI.

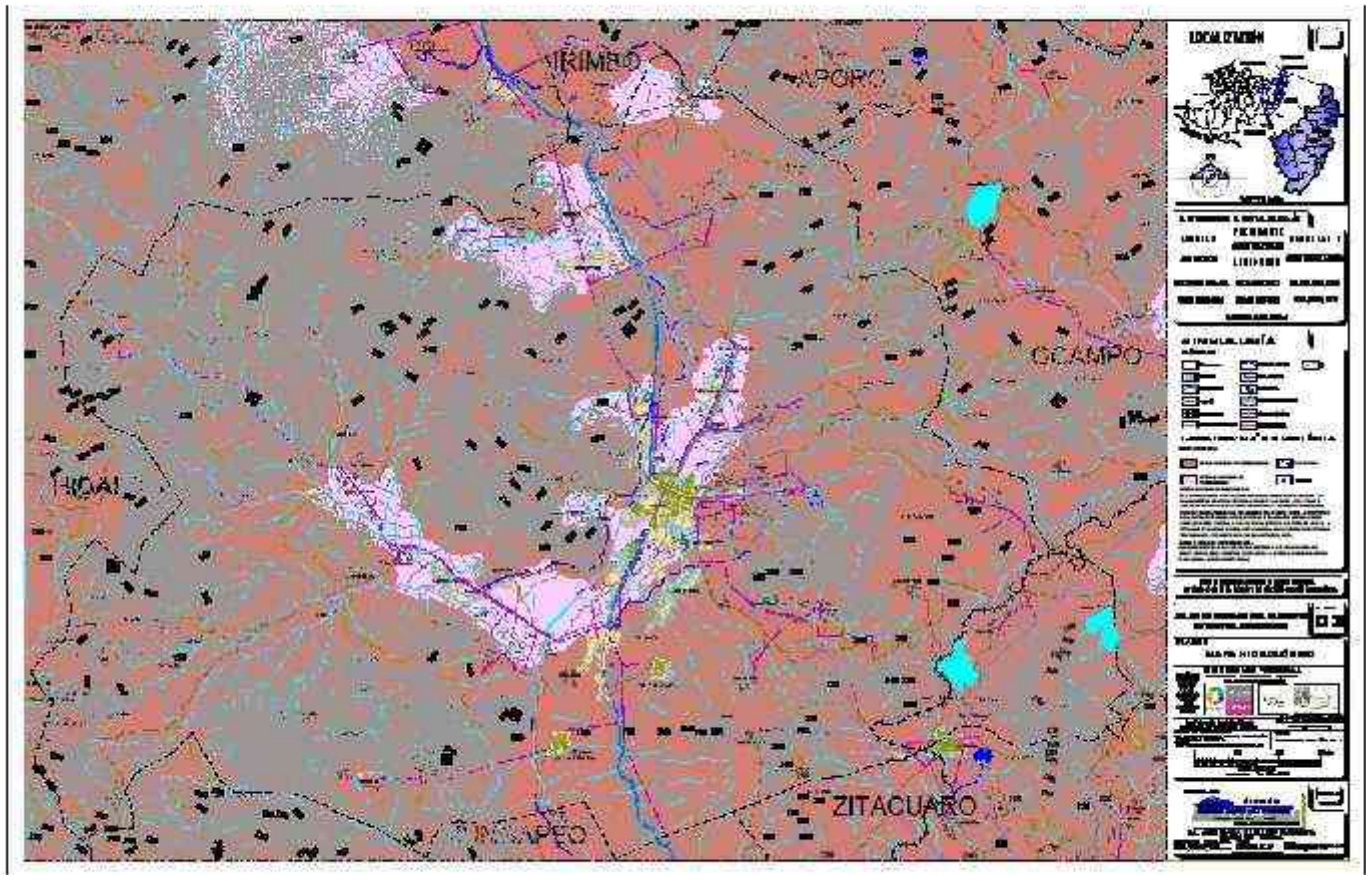


**Plano # 5. Mapa edafológico.** FUENTE: Elaboración propia Corporación CIUDAD con información cartográfica del INEGI.  
Mapa Edáfico.



### III.5.- Hidrología.

En cuanto a su hidrología, el municipio pertenece a la Región Hidrológica Balsas en el (100%), a la Cuenca del Río Cutzamala (100%), en la Subcuenca Río Tuxpan (93.87%) y Río Zitácuaro (6.13%), mantiene las corrientes de agua Perennes: Puerco (Angangueo), Turundeo y Tuxpan e Intermitente: Tuxpan y los arroyos Chiquito, Aguacate y San Lorenzo y sus cuerpos de agua Perennes (0.30%): Laguna Seca y Zirahuato, además tiene la presa de San Lorenzo. Las lluvias atípicas acontecidas en los primeros meses del año 2010, ocasionaron fuertes inundaciones por desbordamiento de los ríos Tuxpan, Puerco, Huirunio.

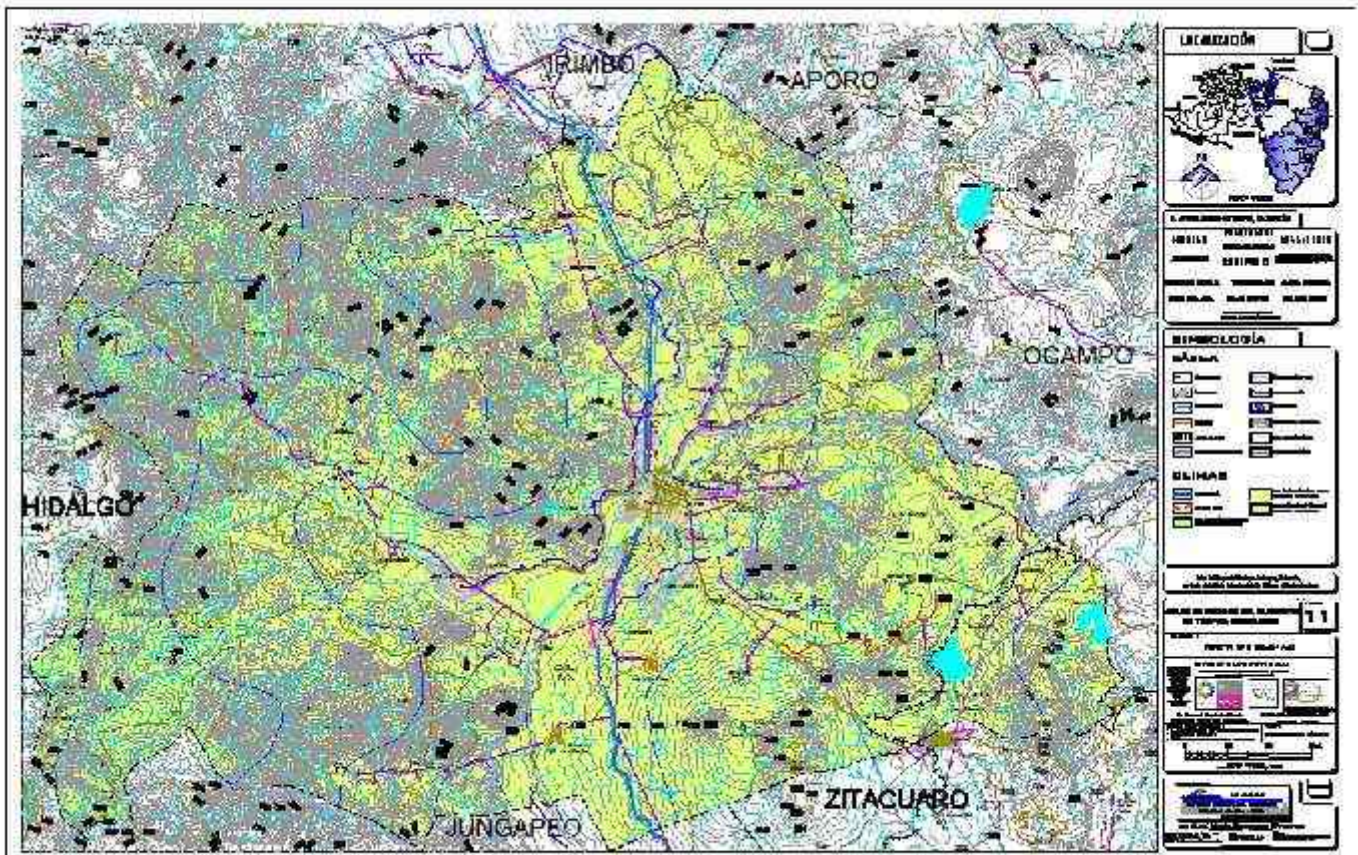


**Plano # 6. Caracterización geológica.** FUENTE: Elaboración propia Corporación CIUDAD con información cartográfica del INEGI. Mapa Hidrología.



### III.6.- Climatología.

El municipio de Tuxpan mantiene un rango de temperatura que va de los 12 – 22°C y cuenta con un clima templado subhúmedo (w1), con lluvias en verano, de humedad media, en esta área se concentran la mayor parte del pastizal y parte de áreas boscosas, abarcando el 55.04 % de la superficie total municipal; semicálido subhúmedo AC(w2), con lluvias en verano, de humedad media, representa un 30.72% de la superficie, esta es la de mayor abundancia para la agricultura debido a sus características propias; templado subhúmedo C(w2), con lluvias en verano, con 14.24 %, concentra mayor humedad y consistiendo en bosques y llanos de coníferas. Su precipitación media anual oscila entre los 800 y 1300mm. Los vientos dominantes se vuelven en dos direcciones **noreste a suroeste** en los meses de Octubre, Noviembre, Diciembre, Enero, Febrero y Marzo, y **suroeste a noreste** de Abril, Mayo, Junio, Julio, Agosto y Septiembre, este análisis es importante para la aplicación de criterios en la ubicación y construcción de los asentamientos humanos.

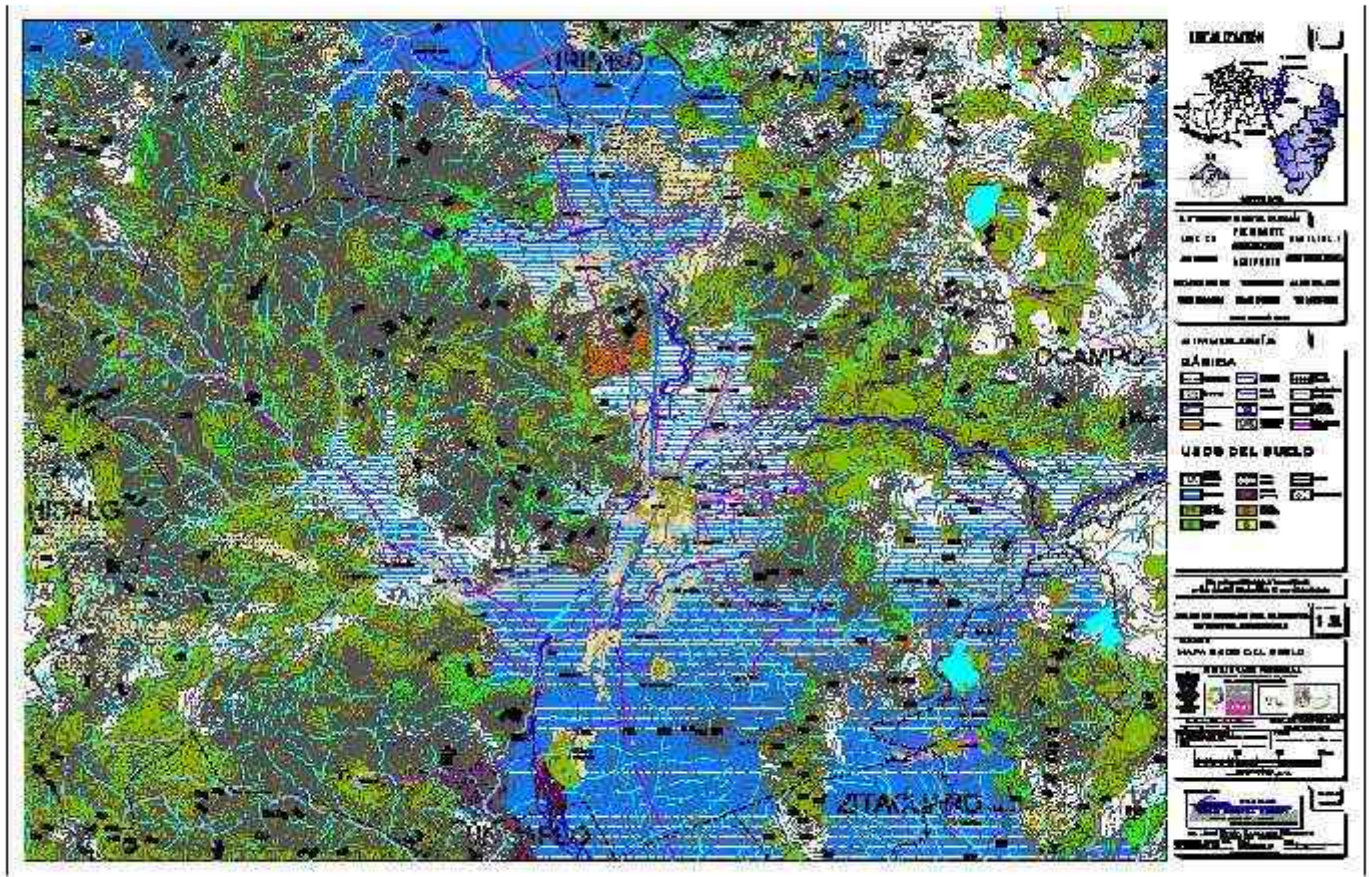


Plano # 7. Mapa de climas. FUENTE: Elaboración propia Corporación CIUDAD con información cartográfica del INEGI. Mapa de Climas.



### III.7.- Uso de suelo y vegetación.

El uso del suelo en el municipio, se compone de un 38.47% que se dedica a la agricultura, con una superficie sembrada de 6951 has., de las cuales 3000 has son de riego y 3951 has de temporal, de todas ellas, 5323 has se siembran cultivos mecanizados. Asimismo, considerando el dato de 243.50 km<sup>2</sup> de superficie continental del municipio, 93.67 km<sup>2</sup> tienen uso agrícola, 11.51 km<sup>2</sup> de pastizal, 78.29 km<sup>2</sup> de bosque, 58.35 km<sup>2</sup> de vegetación secundaria, 0.72 km<sup>2</sup> de cuerpos de agua, 0.96 km<sup>2</sup> de áreas urbanas, representando el 0.39% del territorio municipal; habiendo sido reforestadas 233 has. FUENTE: XIII Censo de Población y Vivienda INEGI, 2010. Prontuario de información geográfica municipal de los Estados Unidos Mexicanos. Tuxpan, Michoacán de Ocampo, 2009.



Plano # 8. Mapa uso del suelo. FUENTE: Elaboración propia Corporación CIUDAD con información cartográfica del INEGI. Mapa de Usos del Suelo.



La zona urbana está creciendo sobre suelo aluvial del Cuaternario y roca ígnea extrusiva del Cuaternario y Neógeno, en lomerío de basalto con mesetas, sierra volcánica con estrato volcanes o estrato volcanes aislados con mesetas y sierra alta compleja; sobre áreas donde originalmente había suelos denominados Vertisol, Luvisol y Andosol; asimismo, está creciendo sobre terrenos previamente ocupados por agricultura y bosque de coníferas.

### **Vegetación.**

Bosque (54.81%), Pastizal (4.73%) y Selva (1.29%). Un estudio de la cuenca del Río Tuxpan brinda información de las Geofacies del bosque abierto de pino-encino representativa (43.2%) de las cumbres, laderas y conos volcánicos que rodean el valle de Tuxpan con una mayor intensidad de la tala, y mayor desarrollo de matorrales y pastizales inducidos en el sotobosque. No obstante el carácter es forestal, con evidentes cambios en la estructura de las comunidades derivados de bosque a agrícola de temporal. Otra variación es la selva baja caducifolia con vegetación que alberga una nueva planta o flor de ornato denominada *P.rzedowskii* (Crassulaceae, Pachyphytum) y se encuentra en el cerro Piedra Redonda unos 12 km al oeste de Tuxpan, a una altura de 2140 msnm; región Centro-oriente del Estado, al sur del eje Neo volcánico en la región fisiográfica denominada depresión del Balsas Tuxpan Michoacán, México.

### **Uso potencial agrícola de la tierra.**

- Para la agricultura mecanizada continua (13.96%).
- Para la agricultura con tracción animal continua (12.40%).
- Para la agricultura con tracción animal estacional (0.69%).
- Para la agricultura manual continua (3.47%).
- Para la agricultura manual estacional (18.26%).
- No aptas para la agricultura (51.22%).

El cultivo de riego aprovecha los canales y Ríos que pasan por el Municipio, cultivando las parcelas en repetidas ocasiones con maíz, trigo, frijol, legumbres y vegetales, por ello se debe mantener el uso de suelo del lugar como tal por ser la agricultura una de las principales fuentes de ingresos de la población.

### **Uso potencial pecuario de la tierra.**

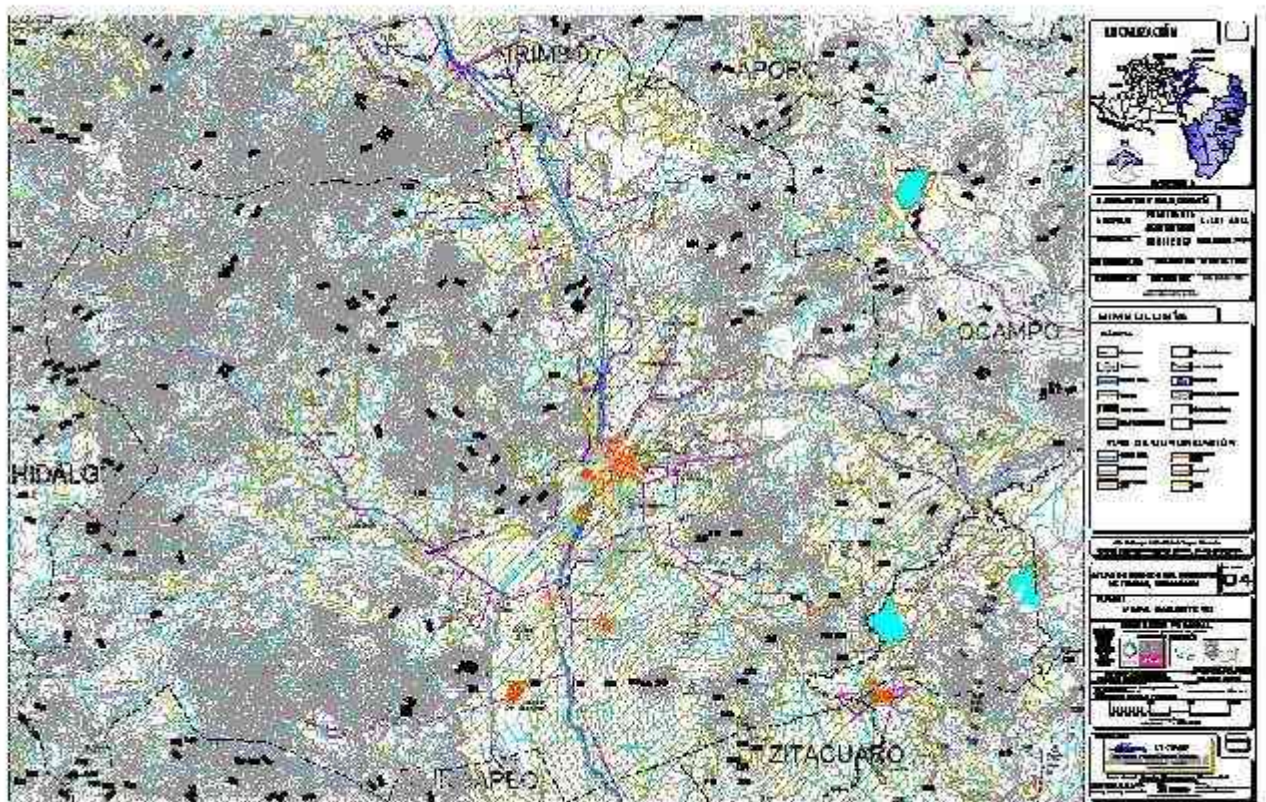
- Para el desarrollo de praderas cultivadas (13.96%).
- Para el aprovechamiento de la vegetación natural diferente del pastizal (31.35%).
- Para el aprovechamiento de la vegetación natural únicamente por el ganado caprino (51.91%).
- No aptas para uso pecuario (2.78%).





### Carreteras y otras vías de comunicación.

El municipio cuenta con 30.6 kilómetros de carreteras, federales 16.7, pavimentadas 5 (rojo en mapa) y revestidos 8.9. En el mapa se observan las principales carreteras (línea roja continua) y las terracerías (línea roja punteada). FUENTE: Gobierno del Estado de Michoacán de Ocampo. Secretaría de Planeación y Desarrollo Estatal. Carpeta Municipal de Tuxpan. Prontuario de información geográfica municipal de los Estados Unidos Mexicanos. Tuxpan, Michoacán de Ocampo, 2009.



**Plano # 9. Mapa carretero.** FUENTE: Elaboración propia Corporación CIUDAD con información cartográfica del INEGI. Mapa Carretero.

### III.8.- Áreas naturales protegidas.

El municipio de Tuxpan no cuenta con Áreas Naturales Protegidas, razón por la cual no fueron motivo de análisis en el presente estudio.

FUENTE: Gobierno del Estado de Michoacán. Secretaría de Urbanismo y Medio Ambiente, 2011.



### **III.9.- Problemática ambiental.**

Los problemas a los que se enfrenta la población tuxpense, en materia de medio ambiente, se centran principalmente en lo referente a la deficiente infraestructura hidráulica con que cuenta el Municipio, lo que trae como consecuencia algunos problemas de contaminación y azolve, por no recibir el adecuado mantenimiento y conservación, tanto las redes de infraestructura urbana de agua potable, drenajes residual y pluvial como de los ríos y canales que cruzan las zonas urbanas.

**39**

Otro aspecto lo constituye la contaminación del aire, agua y suelo de manera que permitan sostener indefinidamente la vida humana y su bienestar, y a la vez a la vida animal y vegetal. Por lo que se deberán encaminar acciones y programas que eviten, mitiguen y compensen los efectos producto de las emisiones de contaminantes del aire, agua y suelo, de manera que no exceda la capacidad de los sistemas naturales para absorberlos y procesarlos. Y a la vez, protegiendo y manteniendo la riqueza biológica y su diversidad.



## CAPÍTULO IV



CARACTERIZACIÓN DE LOS ELEMENTOS  
SOCIALES, ECONÓMICOS Y DEMOGRÁFICOS



## CAPÍTULO IV.

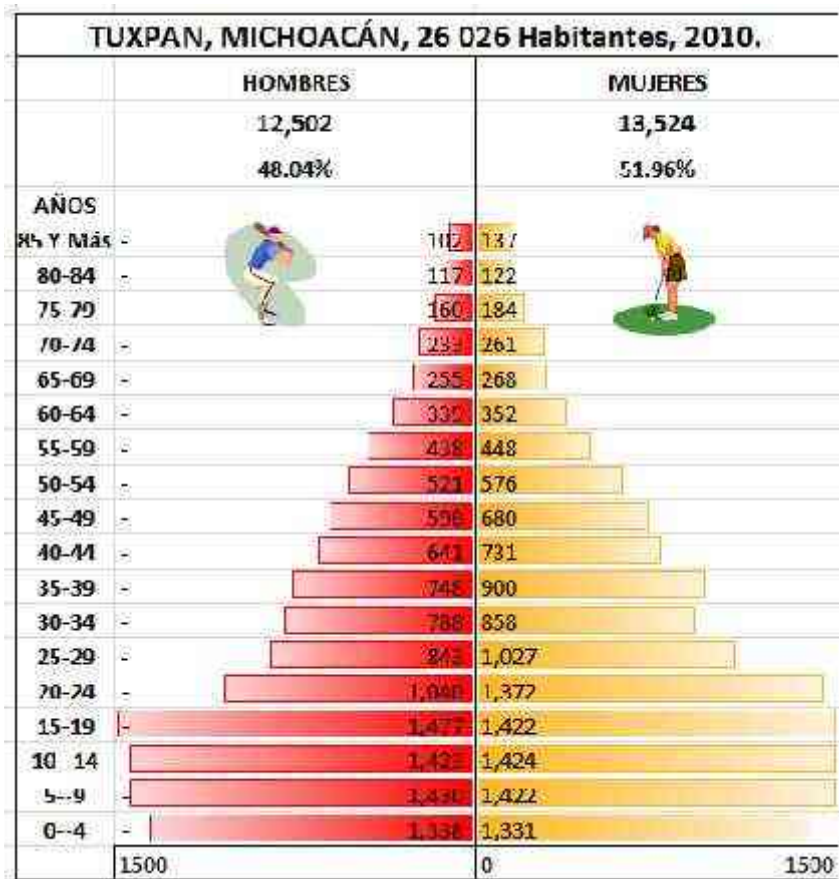
### Caracterización de los elementos sociales, económicos y demográficos.

41

#### IV.1.- Elementos demográficos: dinámica demográfica, distribución de población, mortalidad, densidad de población.

##### Dinámica demográfica.

En el II conteo de población y vivienda del 2005 el municipio registró 24 509 habitantes, que representan el 0.62% de la población total del Estado de Michoacán. Para el Censo INEGI 2010, se le registra una población de 26,026 habitantes: 12,502 hombres y 13,524 mujeres. El municipio ha mostrado una tasa de crecimiento de la población 2.45 en el periodo 1990-2000 y en el 2000-2005 disminuyó en 0.45. El grado de marginación del municipio es medio con un índice de -0.30 en el 2000. Se ubica en el lugar 37 de los 113 municipios en cuanto al índice de desarrollo humano.



**Grafica # 1. Datos de demográfica.** FUENTE: Elaboración propia Corporación CIUDAD con datos del INEGI.



**Distribución de la población.**

Continuando con los datos de población del INEGI 2005, por no contar con información detallada del INEGI 2010, se contempla que la población del municipio está distribuida en 78 localidades, las de mayor importancia en cuanto a población son la cabecera municipal con el 37.1%, Santa Ana 4.9%, La Soledad 4.2%, El Malacate 3.4%, por lo que a excepción de la localidad de Tuxpan, las demás localidades registran una población muy inferior a los 2,500 habitantes, siendo por lo tanto, que la población se concentró en un 62.90% en localidades menores a los 2,500 habitantes, es decir en zona rural.

Por lo que respecta a la distribución de la población en el municipio, ha venido teniendo el comportamiento contemplado en la tabla siguiente:

POBLACIÓN RURAL Y URBANA DEL MUNICIPIO		
Cuadro 2.4		TUXPAN
AÑO	URBANA	RURAL
1990	6 819	11 987
2000	9 084	14 875
2005	9 085	15 424
2010	9 122	16 904

**Grafica # 2. Población rural y urbana.** FUENTE: XI, XII Censo General de Población y Vivienda 1990 y 2000 y II Censo de Población y Vivienda, 2005 Michoacán, XIII Censo de Población y Vivienda 2010, INEGI.

**Mortalidad.**

Para el año 2008, se registraron en el municipio 613 nacimientos, de los cuales 304 fueron hombres y 309 mujeres. En el año 2009, hubo 134 defunciones generales: 79 hombres y 55 mujeres. FUENTE: XIII Censo de Población y Vivienda INEGI, 2010.

POBLACIÓN DE 12 AÑOS Y MÁS SEGÚN CONDICIÓN DE ACTIVIDAD, 2010		
Cuadro 6.1		
CONCEPTO	ESTADO	TUXPAN
Población de 12 años y más	3 264 181	19 336
Población económicamente activa total	1 658 417	9 445
PEA ocupada	1 583 852	8 536
PEA desocupada	74 565	909
Población económicamente inactiva	1 583 723	9 773
Estudiantes	492 064	2 915
Hogar	907 046	6 108
Jubilados y pensionados	49 541	132
Incapacitados permanentemente para trabajar	49 717	333
No especificado	85 355	118

**Grafica # 3. Población activa.** FUENTE: XIII Censo de Población y Vivienda, 2010. INEGI.



### **Densidad de población.**

Se estima que la densidad de población del municipio asciende a 107 hab/km<sup>2</sup>, 1.07 hab/ha. Lo anterior, considerando que el municipio tiene una extensión territorial de 243.5 km<sup>2</sup> o 24 350 has y que el Censo INEGI 2010, le registra una población de 26 026 habitantes. FUENTE: Análisis propio de Corporación CIUDAD, con base en información del XIII Censo de Población y Vivienda del INEGI 2010.

### **IV.2.- Características sociales.**

#### **Escolaridad.**

La población de 6 años y más en el municipio de Tuxpan, registrada en el XIII Censo de Población y Vivienda del año 2010, fue de 22 789 habitantes, la población de 5 años y más con primaria de 11 369, la población de 18 años y más con nivel profesional 1 322 habitantes, población de 18 años y más con posgrado 55 habitantes, alumnos egresados en preescolar 472, alumnos egresados en primaria 583, alumnos egresados en secundaria 327, alumnos egresados en profesional técnico 0 y alumnos egresados en bachillerato 56.

#### **Hacinamiento y Marginación.**

Población total 24,509 (100%), Población analfabeta de 15 años o más 1,731 (11.17%), Población sin primaria completa de 15 años o más 5,701 (37.06%), Ocupantes en viviendas sin drenaje ni servicio sanitario 2,680 (11.05%), Ocupantes en viviendas sin energía eléctrica 864 (3.57%), Ocupantes en viviendas sin agua entubada 3,489 (14.40%), Viviendas con algún nivel de hacinamiento 2,579 (46.80%), Ocupantes en viviendas con piso de tierra 5,494 (22.69%), Población en localidades con menos de 5000 habitantes 15,424 (62.93%), Población ocupada con ingreso de hasta 2 salarios mínimos 12,171 (69.54%), Índice de marginación - 0.24259, Grado Medio de marginación, Lugar que ocupa en el contexto nacional 1397. Fuente: CONAPO. Índices de Marginación, 2005.

**Pobreza.** considerando una población total de 24,509, se determinó que el 11.17% de población de 15 años o más era analfabeta, el 9.27% de población de 6 a 14 años no asistía a la escuela, el 63.49% de población de 15 años y más mantenía una educación básica incompleta, el 53.15% de hogares con población de 15 a 29 años, tenía algún habitante con menos de 9 años de educación aprobados, el 77.13% de población no era derechohabiente en servicios de salud, el 20.99% de viviendas particulares habitadas tenía piso de tierra, el 13.25% de viviendas particulares habitadas no disponía de excusado o sanitario, el 18.40% de viviendas particulares habitadas que no disponían de agua entubada de la red pública, el 18.85% de viviendas particulares habitadas no disponían de drenaje, el 4.64% de viviendas particulares habitadas no disponían de energía eléctrica, el 45.42% de viviendas particulares habitadas no disponían de lavadora, el 33.07% de viviendas particulares habitadas no disponían de refrigerador, el promedio de ocupantes por cuarto fue de 0.23, su índice de rezago social de -0.27249, el grado de rezago social es bajo, ocupando el 1366 lugar en el contexto nacional. Fuente: Estimaciones del CONEVAL, con base en INEGI, II Censo de Población y Vivienda 2005 y la ENIGH 2005.



#### **IV.3.- Principales actividades económicas en la zona.**

La actividad agrícola sobresale con la producción de maíz, avena forrajera y tomate verde. La población ganadera fue de más de 21 mil aves, más de 13 mil bovino y más de 3 mil cabezas de ganado caprino. Se registra una superficie de bosque de 12 092 hectáreas y un volumen de producción de resina de 100 toneladas. Cuenta con 34 establecimientos dedicados a la industria manufacturera y 345 comerciales, en turismo se registran 4 sitios naturales de importancia. II Censo de Población y Vivienda del INEGI 2005.

#### **IV.4.- Características de la población económicamente activa.**

La población registrada de 12 años y más fue de 16 139, en el año 2000, y la económicamente activa representa el 45%, mientras que la inactiva el 55%. La población activa que se encuentra ocupada representó el 98%, de ellos el 41.9% se encuentra ocupado en el sector primario, 17.1% en el secundario y el 38.9% en el terciario. De ellos el 17.9% no recibe ingresos, 16.29% recibe menos de un salario mínimo, 48.7 de 1 a 3 salarios mínimos, 11.1% recibe de 3 a 10 salarios mínimos y 1.51% recibe más de 10 salarios mínimos. El 2% se encuentra desocupado. II Censo de Población y Vivienda del INEGI 2005.

#### **IV.5.- Estructura urbana.**

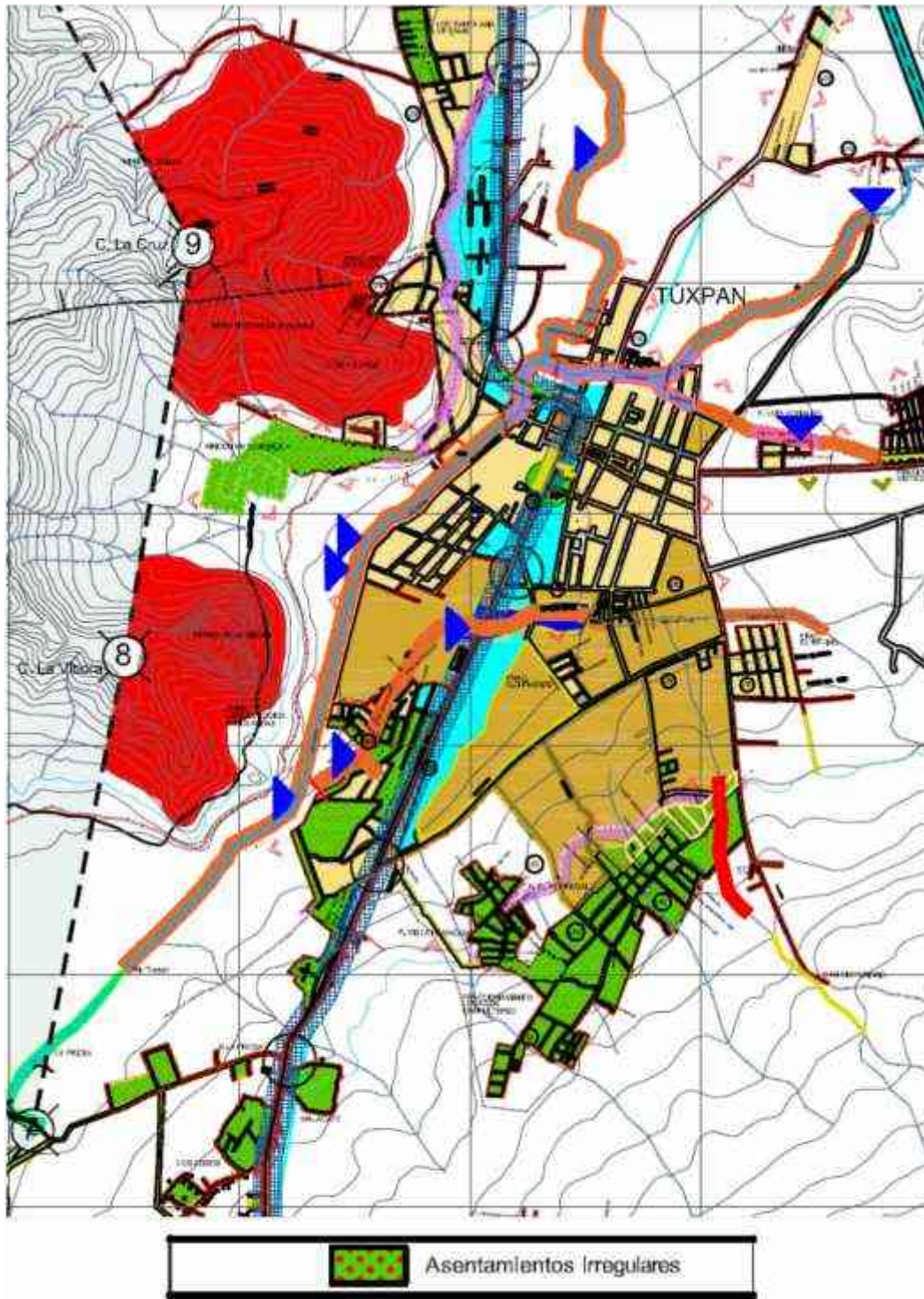
##### **Estructura urbana (equipamiento y servicios, asentamientos humanos irregulares, reservas territoriales y baldíos urbanos).**

De las 78 localidades que tiene el municipio, 61 cuentan con población de 20 y más habitantes, de ellas 42 cuentan con servicio de educación, 44 con el servicio de agua entubada, 37 con el servicio de drenaje y 61 con energía eléctrica; las 60 localidades se encuentran comunicadas con caminos de acceso y 8 tienen servicios de salud. FUENTE: Inventario de obra pública, 2005. SEPLADE.

Con base en el Censo de Población y Vivienda INEGI 2010, se registraron para el municipio de Tuxpan 6,335 viviendas, de las cuales 5,133 Viviendas particulares disponen de agua de la red pública en el ámbito de la vivienda, 6,151 viviendas disponen de energía eléctrica, 5,461 viviendas disponen de drenaje y 5,172 viviendas cuentan con piso diferente de tierra.

En cuanto a los asentamientos humanos irregulares, el Programa de Desarrollo Urbano del Centro de Población de Tuxpan 2009-2030, contempla que el crecimiento irregular se ha desarrollado en todo el Municipio por carecer de un ordenamiento urbano, pero se observa más en la parte Sureste, donde se localizan asentamientos humanos con estas características, como: El Pedregal, Vista Hermosa, el Tambor, Segunda Manzana de El Tambor, en la parte Norte de Santa Ana; y al Oeste, La Mariel, Los Lobos, El Malacate. Faltando Equipamiento e Infraestructura para un manejo equilibrado en el crecimiento descentralizado del Municipio.





**Plano # 10. Asentamientos irregulares.** FUENTE: Programa de Desarrollo Urbano del Centro de Población de Tuxpan 2009-2030.







En correspondencia con el crecimiento poblacional, el Programa de Desarrollo Urbano, en referencia, prevé para el año 2030 una proyección de reservas urbanas para el centro de población, toda vez que la expansión de la ciudad requerirá espacio sobre el cual se ubicarán nuevas funciones urbanas, comerciales, habitacionales y las Áreas para Infraestructura y Equipamiento urbano. La superficie estimada para reservas urbanas al año 2030 en el Área de Estudio es de 134.92 hectáreas y está calculada a partir de la superficie urbana al 2005, la población registrada al mismo año, la densidad de población y los incrementos de población para los años 2010, 2015, 2020, 2025 y 2030, respectivamente. Cabe señalar que dentro de la superficie estimada no se han considerado las hectáreas de superficie urbana baldía existente, las cuales deberán promoverse para ser ocupadas antes de hacer uso de las reservas urbanas, además se debe tomar en cuenta el supuesto de que los baldíos interiores y el incremento de la densidad poblacional reducirán significativamente estos requerimientos. La superficie estimada está determinada considerando un dato de proyección de población 21,607 habitantes para el año 2030, utilizando la tasa natural de crecimiento de 1.5%; estimación que se ha quedado corta en relación a la información que registra en población el Censo INEGI 2010, el cual contempla para ese año 26,026 habitantes.

FUENTE: Programa de Desarrollo Urbano del Centro de Población de Tuxpan 2009-2030.



ASESOR: M. EN ARQ. JOAQUÍN LÓPEZ TINAJERO  
PRESENTA: JOSÉ MARÍA CHÁVEZ CIANCA

## CAPÍTULO V



IDENTIFICACIÓN DE RIESGOS, PELIGROS  
Y VULNERABILIDAD ANTE FENÓMENOS  
PERTURBADORES DE ORIGEN NATURAL



## **CAPÍTULO V.**

### **Identificación de riesgos, peligros y vulnerabilidad ante fenómenos Perturbadores de origen natural.**

**48**

La alta densidad de población y la costosa infraestructura de las ciudades las exponen comparativamente más al impacto de los eventos naturales. Allí, las medidas de mitigación son más necesarias aún y, al mismo tiempo, económicamente hablando se justifican mejor que en las áreas menos desarrolladas. Probablemente, en las áreas urbanas se podrá establecer los mecanismos institucionales que son necesarios para el manejo del peligro. En pueblos pequeños, las medidas no estructurales de mitigación pueden ser la única alternativa al alcance. Tales asentamientos humanos dependen del gobierno sólo hasta cierto punto para enfrentarse a una alerta de peligro inminente o para recibir asistencia frente al peligro. Así pues, organizar a la comunidad local para enfrentarse a los peligros, es un aspecto especial del manejo de éstos.

Las características físicas del terreno, las normas para su uso, la susceptibilidad a peligros particulares, el nivel de ingresos y las características culturales de la población, también condicionan las opciones que tiene un área para manejar los peligros naturales.

Los desastres causados por los peligros naturales demandan enormes cantidades de capital para reponer lo que es destruido y dañado. La comunidad para el desarrollo debería encarar este aspecto porque proporciona, entre todos los temas ambientales, la más manejable de las situaciones: los riesgos son fácilmente identificados, las medidas de mitigación están disponibles, y los beneficios que resultan de las acciones para la reducción de la vulnerabilidad son altos en relación con los costos. De lo anterior, resulta necesario conocer las definiciones de los conceptos que se involucran en el presente documento de investigación.

El conocer las amenazas naturales y el nivel de consecuencia con que se pueden presentar en una determinada localidad, es de suma importancia cuando se trata de mantener en buen estado la salud de la población y del ambiente que ahí se encuentra, dado que nos permite tener un panorama de la forma en que la pueden afectar, lo que ayudará a elaborar programas de emergencia que tiendan a prevenir o disminuir los daños que causen fenómenos producidos por la naturaleza, mismos que se ven agravados cuando la población es vulnerable. De esta manera, el conocimiento de las amenazas naturales ayuda a las autoridades de la localidad a tomar las precauciones y decisiones necesarias, que incluirán evidentemente un plan de emergencia adecuado en el que participen todos los integrantes de la sociedad de una manera organizada y efectiva. Esto traerá consigo que la gente se sienta más segura, que tenga una mejor salud y cuide mejor el ambiente en el que se encuentra.



Las amenazas que pueden afectar al ser humano y demás seres vivos pueden ser causadas por el hombre (antrópicas, ej. explosiones, contaminación química, etc.) o por eventos naturales (inundaciones, erupciones volcánicas, sismos, etc.). Sin embargo, no se descarta que un desastre puede ser generado debido a una combinación de amenazas naturales y antropogénicas, como podría ser: el deslizamiento de una ladera o el represamiento de un arroyo al construir un fraccionamiento o un simple camino; o bien la inundación de una región al construir o desbordarse una presa.

### **V.1.- Riesgos, peligros y/o vulnerabilidad ante fenómenos de origen Geológico.**

Los peligros geológicos y geomorfológicos son aquellos generados por las fuerzas de la naturaleza en el interior o en la superficie terrestre. Su origen está determinado por procesos naturales de tipo endógeno que son aquellos que tienen lugar en el interior de la tierra y que dan lugar a fenómenos naturales de origen geológico como son los sismos, volcanes, tsunamis, fallas y fracturas, deslizamientos, derrumbes, hundimientos, y los de tipo exógeno que son aquellos que se presentan en la superficie terrestre debido a las acciones del aire, el sol, las lluvias y otros factores que contribuyen como el tipo de rocas y suelo, vegetación, el relieve, la pendiente del terreno entre otros.

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

#### **V.1.1.- Fallas y Fracturas.**

Los terremotos son causados por una súbita liberación de energía acumulada lentamente por deformaciones a lo largo de una falla en la corteza terrestre. Los terremotos y los volcanes ocurren más comúnmente en la zona de colisión entre placas tectónicas. Los terremotos representan una amenaza; particularmente severa debido a los intervalos irregulares de tiempo entre eventos, a la imposibilidad de predicciones adecuadas, y los peligros asociados con ellos:

- El sacudimiento del suelo es un peligro que afecta directamente cualquier estructura ubicada cerca del epicentro del terremoto. Las fallas estructurales cobran muchas vidas humanas en áreas densamente pobladas.
- El fallamiento, o aperturas de material en la superficie, ocurre como una separación de la roca firme a lo largo de zonas de debilidad.
- Los deslizamientos de tierra ocurren debido al sacudimiento del terreno en áreas que tienen topografía relativamente escarpada y poca estabilidad de taludes.



- La licuefacción de material no consolidado, con poco desnivel, puede ser iniciada por el sacudimiento del suelo. Los flujos y el esparcimiento lateral (fenómenos de licuefacción) son algunos de los peligros geológicos más destructivos.
- Los hundimientos del terreno, resulta del asentamiento de sedimentos flojos o no consolidados. Estos ocurren en suelos saturados de agua, rellenos, aluviales, y compuestos de otros materiales que están sujetos a asentamiento.

**50**

Dentro del territorio municipal de Tuxpan, existen cinco fallas geológicas, localizadas prácticamente en la parte Norte del municipio (Ver mapa Geológico), de las cuales una de ellas, ya se encuentra afectando zona de asentamientos humanos, localizada al Noroeste de la localidad de Tuxpan, cruzando la colonia Prolongación Pueblita (Ver plano de detalle), esta ya ha ocasionado destrucción de infraestructura urbana, viviendas y equipamiento urbano, como se aprecia en las fotografías siguientes; por la parte Noreste, también de la localidad de Tuxpan, se localiza otra de las fallas, aproximadamente a un kilómetro de la localidad Rincón de Cofradía, sobre el Cerro Las Iglesias, la cual no se aprecia a simple vista, pudiendo esta representar peligro futuro, aun así se deberán tomar las medidas preventivas correspondientes, las que se precisan con detalle en el capítulo correspondiente; las demás se encuentran demasiado distantes de algún asentamiento humano, razón por la cual no representan peligro alguno. Las fallas como sabemos, se asocian con fenómenos de colapsamiento; existen fallas que pueden ser consideradas sísmicamente activas, como es el caso de la primera que describimos, donde existen evidencias de sus movimientos y que además las estructuras están comprometidas con movimientos de influencia o inestabilidad de taludes.

El mapa siguiente nos muestra la ubicación de los asentamientos humanos que ofrecen vulnerabilidad por su exposición a riesgos por los efectos de estructuras geológicas activas, como es el caso de la colonia Prolongación Pueblita, ubicada al Norponiente de la localidad de Tuxpan. Colonia esta, sobre la que han sido fuertemente notorios los desastres ocasionados por los efectos de una falla geológica, aunado a que dicho asentamiento humano se ha asentado sobre suelos del tipo Vertisol Pélico de Aluvión, ambos con restricción para el desarrollo urbano.

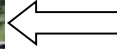
### **1.- Determinación de la Presencia del fenómeno perturbador fallas y fracturas.**

Se realizó el reconocimiento del sitio en cuestión, en busca de evidencia de la presencia de la falla geológica, mediante caminamientos en sus tres dimensiones (largo, ancho y profundidad). Determinándose la presencia del fenómeno perturbador, cuyas evidencias se presentan claramente en calles, banquetas, guarniciones, bardas, casas habitación, líneas de conducción y otras obras civiles. Como en paredes de cortes de terreno en barrancas, caminos y zanjas, donde pudieron apreciarse diferentes capas geológicas, con la traza de estas estructuras.

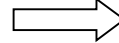




FUENTE: Corporación CIUDAD.  
 Foto de trazo de falla después de cruzar el Cerro La Cruz, Colonia Prolongación Pueblita.



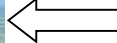
FUENTE: Corporación CIUDAD.  
 Foto de área de trazo de la falla, en dirección Poniente - Oriente hacia la Colonia Prolongación Pueblita.



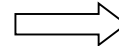
Riesgo Muy Alto  
**Imagen # 2 y 3. Trayectoria de falla geológica. En la col. Prolongación pueblita.**



FUENTE: Corporación CIUDAD.  
 Foto de casa habitación construida sobre la falla en la Colonia Prolongación Pueblita.



FUENTE: Corporación CIUDAD.  
 Foto de una vialidad afectada por la falla, Colonia Prol. Pueblita.



Riesgo Muy Alto  
**Imagen # 4 y 5. Destrozos de la falla geológica en la col. Prolongación pueblita.**



FUENTE: América Domínguez.  
 El Sol de Morelia, 27 de Julio del año 2010.  
 Foto vista de la falla en dirección Oriente – Poniente, al Poniente de la Colonia Prolongación Pueblita.



**Imagen # 6. Continuación de la falla geológica. Indicadores de vulnerabilidad.**

La vulnerabilidad física que se expone ante esta falla geológica, está identificada por las viviendas, infraestructura urbana y el equipamiento urbano, que se encuentra, tanto sobre el eje de la línea de falla como dentro de su franja de restricción, sumado a lo cual, dentro de la misma zona de ubicación del asentamiento humano se detectaron fenómenos relativos a deslizamientos de taludes, como se aprecia en las fotos anteriores, en las que se muestran altos grados de afectación de las construcciones e infraestructura.



De la misma manera, mediante la aplicación de una encuesta dirigida a la población que habita la colonia en comento, se pudo registrar su vulnerabilidad social, como sigue:

- 1.- La población sabe de la existencia de la falla geológica, del deslizamiento de taludes y el arrastre del suelo y rocas por los efectos de los escurrimientos pluviales del área en estudio.
- 2.- Están del conocimiento que los efectos de los fenómenos perturbadores en cita, continúan en proceso.
- 3.- Saben que están expuestos a un alto riesgo porque conocen los efectos causados por los fenómenos perturbadores.
- 4.- La población está dispuesta a ser reubicada, aceptando la correspondiente ayuda.
- 5.- Se registran 110 familias, aproximadamente, entre los que todavía habitan en el sitio y los que se han salido a rentar un espacio de habitar o viven momentáneamente en espacios prestados y alojados con familiares y amistades.

## **2.- Determinación del fenómeno perturbador (falla).**

### **Mapeo de la amenaza:**

Una vez que el fenómeno perturbador ha sido detectado, se ha procedido al mapeo sistemático del mismo, determinando rumbo, longitud, amplitud y desplazamiento de la falla en el terreno, así como la infraestructura urbana, vivienda, equipamiento urbano e instalaciones afectadas, presentando la información georreferenciada en mapas que se pueden manejar en sistemas de información geográfica. Para lo cual, se ha tomado como base la cartografía digital del INEGI.

## **3.- Determinación del origen del sistema perturbador (falla).**

### **Investigación de información:**

En este nivel se ha compilado toda la información posible relacionada con el tema, a fin de contar con datos evidenciales, mediante las cuales se puedan interpretar las causas del sistema perturbador, tanto en texto como con mapas. Siendo de esta forma, que se han logrado suficientes evidencias que nos demuestran la existencia de la falla geológica, con datos que han sido tomados de la cartografía temática del INEGI, como topografía, geología, edafología, hidrología, usos del suelo y vegetación, además del acercamiento de información tomada de estudios específicos de la zona, los cuales han sido practicados por diferentes instancias gubernamentales y de investigación, relativos a la geología, la tectónica regional o local, como del tipo geohidrológico y de la sismicidad municipal y la práctica de algunos estudios de geotecnia dentro del área de influencia.



#### **4.- Estudios de evaluación de subsuelo por métodos indirectos.**

##### **Estudios geofísicos.**

Por tratarse de una falla con movimientos apreciables, la evaluación del subsuelo se realizó con apoyo del estudio de resistividad eléctrica y sísmica, que fue practicado por Geólogos de la UNAM, durante el mes de Julio del año 2010, lo cual permitió determinar las causas que dieron origen a la falla, mediante la siguiente información: profundidad de la falla, así como los desplazamientos que la misma está ocasionando en los materiales geológicos del subsuelo.

**53**

#### **5.- Determinación de la afectación en obras e infraestructura.**

##### **Peritajes técnicos.**

De acuerdo con el trabajo de campo realizado por la Dirección de Desarrollo Social del DIF Municipal, se indica que 110 familias resultan afectadas, de un total de 450 personas, aproximadamente; hay 6 viviendas con pérdida total y 20 con daño estructural considerable.

Se realizaron peritajes técnicos de infraestructura urbana dañada, así como de obras de ingeniería civil y casas habitación, para determinar la vulnerabilidad de los sistemas expuestos. Determinándose el grado de afectación de obras civiles, de acuerdo con la clasificación del CENAPRED.

Tipo I. Casa para habitación unifamiliar, construida con muros de mampostería simple o reforzada, adobe, madera o sistemas prefabricados.

Tipo II. Edificios para viviendas, oficinas y escuelas, contruidos con concreto reforzado, acero, mampostería reforzada o sistemas prefabricados.

Tipo III. Construcciones especiales: teatros y auditorios, iglesias, naves industriales, construcciones antiguas. (No aplica).

Tipo IV. Tuberías superficiales o enterradas.

Este aspecto fue abordado tomando en consideración, los evidentes daños apreciables que han venido siendo causados por la falla, tanto en construcciones de edificación e infraestructura urbana como en instalaciones, las que han venido estando expuestas a diferentes grados de vulnerabilidad, con el consecuente riesgo para el ser humano. Concluyéndose técnicamente con dicho análisis, la determinación del riesgo inminente para el ser humano y la necesidad de su desalojo de las viviendas, la demolición de las mismas, la consecuente reubicación de la población y reaprovechamiento del espacio territorial con fines diferentes al uso urbano.





**Diagnóstico de las condiciones de las viviendas, la infraestructura y equipamiento urbano.**

No sin antes aclarar, que ante este tipo de fenómenos naturales, lo que aplica es realizar acciones de prevención, las de mitigación no resultan eficientes, puesto que, lo correspondiente es generar programas de reubicación de los asentamientos humanos que ya se localicen dentro de las franjas de restricción y de seguridad ante la exposición de riesgos, determinadas por los estudios de geotecnia correspondientes.

**54**

En la colonia de referencia, se detectaron elementos urbanísticos de pérdida total, tanto en los servicios de infraestructura urbana como en las viviendas. Registrándose una superficie territorial afectada por la falla, de 5.24 has., aproximadamente, espacio en el cual se ubican asentamientos humanos; una cantidad de 110 viviendas: 64 viviendas de construcción permanente con materiales de mampostería, losas de concreto y elementos estructurales a base de cadenas y castillos de confinamiento, 26 viviendas de materiales no duraderos, como la madera y láminas de asbesto y cartón. 18 viviendas de estructuras mixtas; una longitud de 1762 m de líneas de agua potable, 1747 m de líneas de drenaje, 1786 m de líneas de energía eléctrica, la mayoría de la postería se aprecia que ha perdido la verticalidad, con el consecuente riesgo porque los cables están experimentando esfuerzos de tensión, ya que en varias líneas no es el poste el que sostiene a los cables, sino los cables al poste de concreto, 875 m de líneas telefónicas y de tele cable, 7690 m<sup>2</sup> de pavimentos destruidos y semidestruídos, un tanque superficial de regulación de agua potable y las instalaciones de una escuela primaria. Apreciándose que no contaron con asesoría profesional para su diseño y construcción y la mayoría son de autoconstrucción. Estimándose una población afectada de 450 habitantes, cuyas características socioeconómicas, son de medio a bajo.

En cuanto a servicios, algunos han venido siendo reparados a medias, en la actualidad todas las viviendas cuentan con dichos servicios, presumiéndose la existencia de fugas, tanto de agua potable como de drenaje, con pérdidas muy importes y el consecuente riesgo de contaminaciones.



FENÓMENOS PERTURBADORES QUE OFRECEN RIESGO A LA POBLACIÓN					
FENÓMENO	ORIGEN	UBICACIÓN	EVIDENCIA	INDICADOR DE VULNERABILIDAD	
				FÍSICA	SOCIAL
FALLA	Geológico	Colonia Prolongación Pueblita	Dstrucción de pavimentos, banquetas, guarniciones, bardas, casas habitación, equipamiento urbano, líneas de conducción y distribución de agua, drenaje, energía eléctrica, formación de grietas en el terreno, etcétera.	Elementos urbanos de construcciones de edificaciones e instalaciones, ubicados sobre y en las proximidades de la línea de falla.	La población no posee la siguiente información: el origen del proceso perturbador, actividad, eventos detonadores de movimientos, acciones de protección, programas y acciones previstas por el gobierno, etc.

**Grafica # 4. Fenómenos perturbadores.**

Concluyéndose que ante este tipo de fenómenos naturales, lo que aplica es realizar acciones de prevención desde el momento en que se detecte la más mínima expresión del fenómeno, las de mitigación no resultan eficientes, puesto que, lo correspondiente es generar programas de reubicación de los asentamientos humanos que ya se localicen dentro de las franjas de restricción y de seguridad ante la exposición de riesgos, determinadas por los estudios de geofísicos correspondientes. En tal sentido, como ya se cuenta con información general cartográfica del INEGI, en la que se nos muestra, por lo menos la ubicación de las estructuras geológicas, que ofrecen determinados riesgos por encontrarse en las proximidades de los actuales asentamientos humanos, las que quedarán debidamente plasmadas en el presente Atlas. A partir de dicha información deberán desprenderse los estudios antes referidos, como medida preventiva en la autorización de los nuevos desarrollos urbanísticos.

Además el Municipio está en presencia de un número importante de fracturas geológicas diseminadas en todo su territorio, pero de todas ellas, solamente una localizada por la parte Noreste de la localidad de Tuxpan, aproximadamente a un kilómetro de la localidad Rincón de Cofradía, sobre el Cerro Las Iglesias, ver mapa geológico, la cual no se aprecia a simple vista, pudiendo esta representar peligro futuro, aun así se deberán tomar las medidas preventivas correspondientes, las que se precisan con detalle en el capítulo correspondiente. En el caso de la falla geológica que está afectando la Colonia Prolongación Pueblita, deberá realizarse el Programa de reubicación del asentamiento humano y reutilización del espacio atendiendo a la emergencia urbana detallada en el Estudio de Resistividad Eléctrica y Sísmica, con la finalidad de retirar del riesgo geológico a la población de la zona.



Por lo que ve a la fractura geológica, próxima a Rincón de Cofradía, se deberá realizar los estudios pertinentes para evitar la ubicación de futuros asentamientos humanos en función de la magnitud de su actividad, la cual a su vez, observará una distancia mínima al desarrollo urbano de 30 m a cada lado del eje de fractura. En acatamiento a lo contemplado en los Criterios de Desarrollo Urbano de la SEDESOL. De igual manera, en el caso de las áreas susceptibles a derrumbes o deslizamientos, sobre o al pie de laderas, cuyo material sea poco coherente y de adherencia frágil, con tendencias al desprendimiento por intensas lluvias, sobresaturación hidráulica, sobre peso, movimientos vibratorios o sísmicos, se preverá la franja de restricción necesaria en función del estudio respectivo, la cual no deberá ser menor a 25 m entre la base de estas y el desarrollo urbano.

### **V.1.2.- Sismos.**

Un sismo es un fenómeno que se produce por el rompimiento repentino en la cubierta rígida del planeta llamada Corteza Terrestre. Como consecuencia se producen vibraciones que se propagan en todas direcciones y que percibimos como una sacudida o un balanceo con duración e intensidad variables.

El Estado de Michoacán por su ubicación geográfica alcanza a comprender tres de las cuatro zonas sísmicas determinadas dentro de la República Mexicana, cruzándolo las clasificadas como zonas B,C y D, las que en orden de mayor intensidad sísmica son la D, C y B, partiendo de su costa con el Pacífico y hacia el interior de la República, siendo así, que el municipio de Tuxpan, Michoacán, se ubica en la zona B, la que juntamente con la zona C, son zonas intermedias, donde se registran sismos no tan frecuentemente o son zonas afectadas por altas aceleraciones pero que no sobrepasan el 70% de la aceleración del suelo (Manual de diseño de Obras Civiles “Diseño por Sismo” de la Comisión Federal de Electricidad).

### **1.- Determinación de la sismicidad local.**

#### **Aplicación:**

El municipio de Tuxpan, se encuentra localizado en una zona considerada de baja sismicidad. Los movimientos telúricos suaves y la baja intensidad de la energía que se libera en los eventos registrados en el área, hacen que el peligro asociado a estos fenómenos en la zona sea considerado de bajo a muy bajo. Sin embargo, a pesar de la baja intensidad en el Municipio se han sentido los efectos de sismos con epicentro localizados en las costas de Michoacán, Chiapas, Oaxaca y Guerrero. De acuerdo a los registros existentes en el Sistema Sismológico Nacional (SSN), no se registra medición alguna para el municipio de Tuxpan, seguramente que por haberse experimentado sismos de tan baja magnitud y de poca frecuencia, que se constituyen como de bajo riesgo, en comparación con otras zonas de mayor intensidad sísmica del Estado de Michoacán, aun que el Estado de Michoacán está considerado a escala nacional como uno de los más vulnerables a los sismos por su ubicación geográfica.



Se celebraron entrevistas con pobladores, en relación a los antecedentes históricos en cuanto a la presencia de sismos, que se hubieren presentado en la zona de estudio, y que hayan provocado daños en viviendas e infraestructura urbana. Cuya información recabada no aportó datos referentes a casos que hubieren causado daños al patrimonio edificado y servicios en los asentamientos humanos del Municipio o persona alguna.

**Indicadores de vulnerabilidad.**

Por lo anteriormente señalado, no fueron analizados indicadores de vulnerabilidad. Por no haberse presentado riesgo alguno.

**2.- Ubicación de la zona en cuestión, en mapas de Aceleración para Periodos de Retorno de 10, 100 y 500 años.**

No aplica, por no llegar a un nivel de excitación del terreno igual o mayor al 15% de g (147.15 cm/s<sup>2</sup>) o por no sobrepasar el 70% de la aceleración del suelo.

**3.- Ubicación de la zona en cuestión en el Mapa de Periodos de Retorno para Aceleraciones de 15% de g o Mayores.**

No aplica, por no llegar a un nivel de excitación del terreno igual o mayor al 15% de g (147.15 cm/s<sup>2</sup>) o por no sobrepasar el 70% de la aceleración del suelo.

**4.- Estudios de sitio.**

No aplica, por no llegar a un nivel de excitación del terreno igual o mayor al 15% de g (147.15 cm/s<sup>2</sup>) o por no sobrepasar el 70% de la aceleración del suelo.

**V.1.3.- Tsunamis o maremotos.**

Por su ubicación geográfica el Municipio de Tuxpan no está expuesto a riesgos por los efectos de Tsunamis o maremotos, razón por la cual no fueron analizados en el presente Estudio.

**V.1.4.- Vulcanismo.**

Por sus antecedentes geológicos en términos de vulcanismo, el municipio de Tuxpan no registra riesgos por efectos de volcanes en activo o extintos, por lo que en este renglón el peligro es muy bajo ante la presencia de nubes piroclásticas, derrames de lava o coladas y por partículas de de alto peso y calibre, motivo por el que no fue desarrollado dicho tema.



### **V.1.5.- Deslizamientos.**

El término deslizamiento de tierra incluye deslizamientos, caídas y flujos de materiales no consolidados. Los deslizamientos de tierra pueden iniciarse, por ejemplo, por terremotos y erupciones volcánicas, no contándose en el municipio de Tuxpan con información en referencia; pero sí, deslizamientos de tierras por otras causales, como: suelos saturados por lluvias intensas y por erosión causada por ríos, arroyos y escurrimientos pluviales. Aunque los deslizamientos son localizados, pueden ser muy dañinos debido a la frecuencia con que ocurren. Las clases de deslizamientos incluyen:

- Deslizamiento y avalanchas, un desplazamiento del recubrimiento en superficie debido a falla de corte a lo largo de un accidente estructural. Si el desplazamiento ocurre en material de superficie sin deformación total, se le conoce como un desprendimiento.
- Caída de rocas, que son caracterizadas por rocas con caída libre en acantilados. Estas suelen acumularse al pie del acantilado en forma de taludes, lo que es un riesgo adicional.
- Los flujos y esparcimientos laterales, que ocurren en material reciente no consolidado, asociados con una capa freática poco profunda. Aunque identificados con una topografía moderada, estos fenómenos de licuefacción pueden desplazarse a grandes distancias desde su lugar de origen.

El impacto de estos eventos depende de la naturaleza específica del deslizamiento. Las caídas de roca son peligros evidentes para la vida y la propiedad, en general, sólo representa un peligro muy local debido a su limitada área de influencia. Por el contrario, los deslizamientos de tierra, avalanchas, (flujos y esparcimiento lateral, frecuentemente con gran extensión espacial), pueden traer como consecuencia una pérdida masiva de vidas y de afectaciones en propiedades.

### **1.- Compilación de información de estudios realizados en el territorio objeto de análisis. Análisis cartográfico:**

Se realizó el estudio cartográfico para localizar los sitios con pendientes pronunciadas en las cuales pudieran estar presentes riesgos por deslizamiento, asimismo se consultó el Programa de Desarrollo Urbano del Centro de Población de Tuxpan 2009, con la finalidad de localizar y clasificar los deslizamientos anteriores. No se logró localizar estudio técnico específico efectuado con anterioridad en la zona en estudio, solamente de algunas recomendaciones de técnicos de instituciones expertos en la materia.

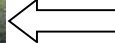
Como también, se efectuaron recorridos de campo para identificar las zonas de deslizamiento analizadas previamente, describiendo los materiales geológicos localizados. Procediendo posteriormente a la representación cartográfica de la información levantada, georreferenciándola con GPS e identificando la infraestructura urbana y asentamientos humanos con respecto a las zonas de peligro detectadas. Fortaleciendo la información con las entrevistas con la población y con el análisis de factores externos tales como la sismicidad, cubierta vegetal, deforestación, acción antrópica (terrazas, cortes y rellenos).



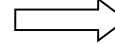
**Indicadores de vulnerabilidad.** Algunos indicadores de vulnerabilidad que fueron registrados, son: escarpes, grietas, afloramiento de rocas y hundimientos.



FUENTE: Corporación CIUDAD.  
Foto de escarpes lado Norte del Cerro La Cruz, en colindancia con la Colonia Prol. Pueblita, a 140 m de la Colonia.



FUENTE: Corporación CIUDAD.  
Foto de área de deslizamiento de taludes, al Sur de la Colonia Prolongación Pueblita, Cerro La Cruz, a 50 m de la Colonia.



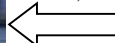
Riesgo Medio

Riesgo Bajo

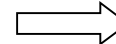
**Imagen # 7 y 8. Deslizamiento de taludes, en la col. Prolongación pueblita.**



FUENTE: Corporación CIUDAD.  
Foto de hundimiento de casa, en relación con el nivel de rasante de la calle, Colonia Prolongación Pueblita.



FUENTE: Corporación CIUDAD.  
Foto de afloramiento rocoso, al Poniente de la Colonia Prol. Pueblita. Topográficamente zona alta, a 150 m de la Colonia.



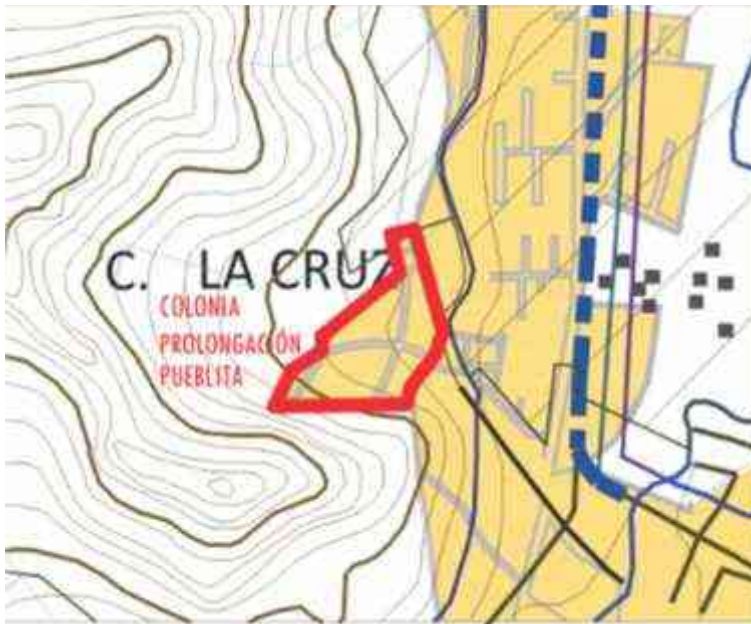
Riesgo Muy Alto

Riesgo Alto

**Imagen # 9 y 10. Destrozos por falla geológica en la col. Prolongación pueblita.**



## 2.- Elaboración de cartografía morfométrica.



60

Con relación a las pendientes topográficas, la Colonia Prolongación Pueblita está asentada en un área que va del 10% al 30% en su dirección ascendente de Oriente a Poniente. De acuerdo con los criterios de la SEDESOL, las pendientes topográficas superiores al 15%, son inadecuadas para el desarrollo urbano, por lo problemático y costoso de sus urbanizaciones.

Imagen # 11. Delimitación de la col. Prolongación pueblita.

En cuanto a la caracterización de los suelos, la colonia Prolongación Pueblita se ubica en un suelo con mezcla de Feozem + Vertisol Pélico Textura Media (Clave Hh + Vp/2), cuyas características, son:



Imagen # 12. Delimitación de la col. Prolongación pueblita.





**Imagen # 13. Col. Prolongación pueblita.**

Por lo que ve a los aspectos propios de los elementos geológicos, en la colonia Prolongación Pueblita se ubica sobre una falla geológica, además de contar en sus proximidades con zonas de deslizamiento de taludes, hundimientos y aludes de material por los efectos de los escurrimientos pluviales.

61

Con relación a la caracterización geológica la región del asentamiento humano en estudio, al igual que la localidad de Tuxpan, se localizan en suelos del Periodo Neógeno, Cuaternario y Jurásico Superior-Cretácico Inferior; su componente geológico está formado por roca ígnea extrusiva ácida.

Para el caso que nos ocupa, se analizaron las diferentes áreas litológicas, así como los principales rasgos estructurales, localizándose la presencia de una estructura geológica, con presencia de zonas inestables, tanto dentro como en las proximidades del asentamiento humano en estudio, lo cual ofrece problemática real por dicho aspecto, por lo que se hace necesario tomar medidas de protección civil, por este concepto de riesgos y contingencias urbanas; no registrándose diques, vetas, dolinas, minas, ni catas hacia el interior del terreno, aspectos que limitarían aún más la aptitud del suelo para el desarrollo de asentamientos humanos.

De acuerdo con el análisis y según los Criterios de Desarrollo Urbano de la SEDESOL, el terreno no tiene aptitud potencial adecuada para el desarrollo urbano, considerando las anteriores recomendaciones, además de la consideración de los tipos de materiales del subsuelo, que constituyen una forma de regular trabajabilidad con la maquinaria, no siendo necesario el uso de explosivos para el arreglo y manejo urbano, debido al fracturamiento de la roca por los efectos del interperismo y las características del estrato de boleto empacado. Debiéndose acatar para tal efecto, las disposiciones expuestas con anterioridad para las edificaciones e instalaciones existentes.





Así también, de acuerdo con los criterios contemplados en la Síntesis Metodológica de Estudios Integrados del Medio Natural, de la Dirección General de Desarrollo Urbano y Vivienda del Estado de México, los suelos Vertisoles y las rocas ígneas extrusivas de somera profundidad, presentan una modalidad con restricción al uso urbano. Por otro lado, y según las características físicas y mecánicas de una litología somera de los suelos, estos presentan una velocidad de transmisión sísmica de 600 a 1900 m/s, con una alta respuesta del suelo a la frecuencia oscilatoria alta, con características mecánicas y un grado de dureza clasificado como duro, y con una clasificación al riesgo de tipo medio.

De acuerdo con la cartografía geológica del INEGI, para el terreno en estudio los resultados de la verificación de campo e interpretación, tienen las siguientes características:

CONCEPTO	CARACTERÍSTICAS
Roca o suelo	Roca ígnea extrusiva con capa delgada de suelo Vertisol.
Espesor medio de suelo	28 cms
Relieve	Lomerío.
Espesor de las capas	Masivas.
Edad	Cuaternario.
Fracturamiento	Moderado.
Tipo de metamorfismo	Moderado.
Interperismo	Somero.
Permeabilidad	Alta
Materiales de construcción	Uso actual, sin determinación; uso potencial, relleno
Forma de ataque del material	Riper
Indicativos de agua subterránea	Sin determinación
Minerales	Sin determinación
Observaciones	Brecha volcánica básica que subyace al basalto.

**Grafica # 5. Cartografía geológica.** FUENTE: CGSNEGI. Carta Geológica, 1:50 000.

### Composición del suelo.

En el presente caso, los suelos observan un color gris, su fase física es considerada como lítica, con límite del suelo en espesores promedio de 70 cm, su limitante es la roca Ígnea extrusiva, su nivel freático no fue localizado debido a su gran profundidad. En cuanto a su denominación del horizonte A es Mólico, con un espesor de 24 cm, pero por su pendiente topográfica accidentada de lomerío es un suelo susceptible a la erosión, su reacción al HCL es nula, su textura es media; en cuanto a su estructura tiene forma de bloques subangulares, de tamaño fino, no tiene características de ser inundable debido a su adecuada pendiente topográfica, pero si tiene problemas de laboreo. Entre otras características, se detectan facetas, con un drenaje interno de tipo drenado, de acuerdo a su clasificación el suelo tiene la clave Hh+VP de un Feozem+Vertisol Pélico y su fase física es pedregoso y lítica profunda, el nivel freático no fue detectado mediante los sondeos geoelectrónicos del INEGI.



En cuanto a los datos analíticos de la muestra y con relación a su punto de control, el suelo tiene un horizonte o capa Ap, una profundidad de 0-24 cm, una textura con un 28% de arcilla, un 24% de limo y 42% de arena, clasificado por lo tanto, texturalmente con predominancia de arena, manteniendo una conductividad eléctrica de  $< 2$  mmhos/cm, el PH en agua con relación 1:1 de 6.0, con 2.0% de materia orgánica, con 19.0% de cationes intercambiables,  $> 50\%$  de saturación de bases, de 0.5 meq/100g. de sodio (Na),  $< 15\%$  de saturación de sodio (Na), 0.1 meq/100g. de potasio (K), de 6.3 meq/100g. de calcio (Ca), y 3.8 meq/100g. de magnesio (Mg), y de acuerdo con el método de Bray-kurtz, contiene 7.3 p.p.m de fósforo (P); color seco 10YR2/1 y húmedo 10YR3/1. Con restricción para el desarrollo urbano. FUENTE: Cartografía temática del INEGI.

Con los análisis anteriores se demuestra la no potencialidad del suelo para el uso del desarrollo habitacional existente.

### 3.- Análisis cartográfico, imágenes de satélite.



Imagen # 14. Trayectoria de la falla geológica en la col. Prolongación pueblita.



## **Determinación de los sitios susceptibles a deslizamiento.**

### **4.- Perfiles de pendiente.**

**64**

Muchas personas son conscientes de los deslizamientos catastróficos, pero pocas saben que los pequeños deslizamientos son un problema constante para aquellos involucrados en actividades de diseño y construcción. Estas personas, frecuentemente, pueden agravar el problema de los deslizamientos de tierra por deficiente planificación, diseño o prácticas de construcción. A menudo, el constructor también se ven forzados a situaciones difíciles de construcción o desarrollo como resultado de haber ignorado el peligro potencial de los deslizamientos de tierra. Esto se puede evitar si se reconoce el peligro desde un comienzo y se da la consulta efectiva entre quien se encarga de la planeación y el equipo de construcción antes de la planificación detallada del desarrollo. Como acontece en Tuxpan, apreciándose en la foto siguiente:

#### **V.1.6.- Derrumbes.**

No se detectaron zonas de derrumbes en el Municipio que afecten infraestructura o áreas de asentamientos humanos.

#### **V.1.7.- Flujos.**

La inestabilidad de laderas naturales, flujos de lodo y escombros, locales se encuentran presentes varios puntos del territorio municipal. Las condiciones se agravan por la deforestación, erosión y por la alteración de las condiciones de drenaje y de equilibrio original, ante la presencia de asentamientos humanos irregulares.

#### **V.1.8.- Hundimientos.**

Por sus antecedentes geológicos en términos de hundimientos no fue localizado registro de zonas de riesgos, por lo que en este renglón el peligro es muy bajo ante la presencia de fenómenos perturbadores de este tipo, motivo por el que no fue desarrollado dicho tema.

### **V.2.- Riesgos, peligros y/o vulnerabilidad ante fenómenos de origen Hidrometeorológico.**

En este documento se hace una conceptualización del riesgo de lluvias torrenciales y se describe, en términos generales, la evolución de los factores que determinan el nivel de dicho riesgo en la micro cuenca del municipio de Tuxpan.

El agua es uno de los recursos naturales más valiosos de cualquier país; pero al mismo tiempo es uno de los recursos más difíciles de controlar ya que frecuentemente se presentan situaciones extremas tales como las sequías y las inundaciones.



Precisamente estos dos fenómenos son quizá a nivel mundial los que mayor impacto tienen en la población. Esta concepción de coexistencia del hombre con la naturaleza ha ido cambiando con la modernidad y el desarrollo, por lo que el impacto de las inundaciones también ha aumentado al establecerse más asentamientos humanos en zonas inundables poco aptas para este uso del suelo, generando importantes afectaciones sociales y económicas.

**65**



**Imagen # 15. Inundación en la calle Benito Juárez. En la col. Centro.**

Los eventos más frecuentes en el municipio de Tuxpan, se relacionan con precipitaciones extremas que en pocos minutos saturan el área hidráulica los escurrimientos y ríos del municipio, sobre todo, los que cruzan la cabecera municipal, desbordándose en su trayecto, ocasionando anegaciones en las zonas urbanas de entre 10 a 200 cm de tirante. Esto principalmente en las áreas más bajas o en las zonas de concentración de los escurrimientos, debido fundamentalmente al poco incremento de velocidad de salida del agua pendiente topográfica que tienen los terrenos del trazo de los ríos.



Un problema asociado a este tipo de eventos es la basura acumulada en las calles que tapa la entrada de los registros de drenaje.

66



**Imagen # 16. Rescate de personas por parte de protección civil.**

Las amenazas hidrometeorológicas se refiere a las amenazas que son provocadas por los procesos hidrológicos o meteorológicos. Éstas, excepto los huracanes y las inundaciones, generalmente producen efectos menos perceptibles a corto plazo pero son continuos y afectan a superficies muy grandes. Este tipo de procesos se relacionan frecuentemente con las cualidades del suelo, porque es el factor que sufre daños más directos y en el que más se reflejan los desastres que pueden causar el agua, viento y demás procesos meteorológicos. Sin embargo, estas amenazas ocurren con más frecuencia y mayor intensidad cuando se modifican los demás factores que conforman el ambiente, como son la vegetación, geomorfología y el suelo.



Dentro de estas amenazas se encuentran las provocadas por los procesos de erosión con su consecuente depósito de sedimentos, movimientos de masa (deslizamientos) y principalmente las inundaciones.

**67**



**Imagen # 17. Cause del Rio Anganguero.**

La localidad de Tuxpan por sus condiciones particulares de topografía y precipitación pluvial ha necesitado invertir fuertes sumas de dinero en la construcción de ademes y muros laterales de los ríos por su paso dentro y en las proximidades de las manchas urbanas, que no solo sirven para desplazar las aguas pluviales, sino que además, funcionan como una defensa ante los excedentes de precipitación que se han llegado a presentar sobre todo en la cabecera municipal. Los principales eventos de inundación pluvial se relacionan con precipitaciones intensas que en poco tiempo saturan los arroyos, ríos y drenaje o bien cuando alguno de estos se desbordan, provocando la acumulación del agua y la inundación de viviendas y equipamientos urbanos.

FUENTE: Foto durante la inundación en el Río Tuxpan. Dirección de Protección Civil del Gobierno del Estado de Michoacán.





Las inundaciones fluviales: se generan cuando el agua que se desborda de los ríos queda sobre la superficie de terreno cercano a ellos. A diferencia de las pluviales, en este tipo de inundaciones el agua que se desborda sobre los terrenos adyacentes corresponde a precipitaciones registradas en cualquier parte de la cuenca tributaria y no necesariamente a lluvia sobre la zona afectada, como fue el caso de las inundaciones en Tuxpan en el mes de febrero del año 2010.

Las inundaciones de la parte baja de la Subcuenca se presentan cuando se aparecen lluvias atípicas, tanto en terrenos del municipio de Tuxpan como los municipios de Hidalgo, Irimbo, Áporo y Ocampo, que se ubican aguas arriba en las partes altas de las montañas, generando el cubrimiento de grandes extensiones del terreno. La suma de los efectos de las lluvias, puede causar importantes estragos ya que no solo propician la entrada del agua a los asentamientos humanos, sino que además impiden la salida rápida del drenaje de las aguas residuales, acentuando las inundaciones de tipo fluvial. Este tipo de fenómeno no afecta frecuentemente al municipio de Tuxpan, sin embargo, en el año 2010 para los meses de Febrero y Marzo se registró la conjunción de todos estos fenómenos generando la inundación más grave de la cual se tenga historia en tierras tuxpeñas.

Pertinente es hacer notar, que la Secretaría de Gobernación por conducto del Sistema Nacional de Protección Civil, el CENAPRED y el Sistema de Alerta Temprana (SIAT), a las 14:00 del día 1 de Febrero del año 2010, mediante sendos Boletines No. 032.01.02.2010, No. 33.02.02.2010 y No. 35.04.02.2010 alertó sobre la presencia de un fenómeno hidrometeorológico (Aire frío con lluvias fuertes de 50 a 70 mm), durante las próximas 24 horas, en los Estados de Nayarit, Michoacán y Guerrero, siendo probable que ocurran inundaciones y corrientes de lodo, dictando las siguientes recomendaciones:

- \* Precaución por lluvias fuertes e importante entrada de humedad procedente del Océano Pacífico en días y lugares enunciados.
- \* Precaución por ambiente frío y heladas en horas y sitios indicados.
- \* Dar especial atención a personas enfermas y de la tercera edad, niños e indigentes.
- \* Seguir indicaciones de Protección Civil local.
- \* Atender boletines emitidos por el Sinapro.

Inundación por falla de infraestructura hidráulica: Este tipo de inundación responde a dos modalidades. La primera es resultado del diseño inapropiado en la construcción de la infraestructura, debido a fallas en los cálculos o bien por eventos extraordinarios que rebasen los cálculos elaborados para su construcción. La segunda modalidad se refiere a las fallas en la operación. Esto tiene que ver con el manejo de las compuertas y errores de cálculo en el almacenamiento que obligan a incrementar de manera preventiva el gasto de la obra, afectando a las comunidades ubicadas río abajo. Los resultados nos indican que el máximo de precipitación registrado en la zona de estudio es de hasta dos metros de tirante, los cuales se presentaron en el mes de Febrero del año 2010.



Este tipo de precipitación fue amplia y puede ser considerada una fuente de peligro bajo dos condiciones. La primera en función de la intensidad y la segunda en función de la capacidad de almacenamiento de los cuerpos de agua.

Desafortunadamente, no fue posible conseguir los registros de intensidad de la precipitación pluvial para esa Región Oriente del Estado, de las fechas arriba señaladas. Sin embargo, de acuerdo a la investigación hemerobibliográfica realizada, se pudo constatar de diferentes eventos en el Municipio en los cuales la intensidad ha jugado un papel importante.

#### **Acontecimientos ocurridos.**

De los informes presentados por la Dirección de Protección Civil del Estado, de fecha 8 de Febrero del año 2010, se registran los acontecimientos siguientes:

- Se interrumpieron los servicios de salud, educación y comercios, sobre todo los de ventas de alimentos.
- Bajo la dotación de agua potable hasta en un 90% y el servicio de drenaje colapsó en su totalidad.
- El transporte fue suspendido en algunas colonias y localidades del municipio, debido a la gran acumulación de agua y lodo.
- El servicio telefónico fue suspendido en algunas colonias.
- La Comisión Federal de Electricidad mantuvo el servicio al 50% de la capacidad instalada.
- Mantuvieron en albergues a 1, 358 personas entre hombres, mujeres y niños.
- Las colonias afectadas, fueron: Santa Ana, Pueblita, Prol. Pueblita, Chamizal, Ombligo del Diablo, Francisco Villa o Valle del Jornal, Rio Grande, Zona Centro, Salitre, Miguel Hidalgo, Las Flores, El Naranjal y Lázaro Cárdenas.
- Las comunidades afectadas, fueron: Laurelitos, La Cofradía, El Malacate, Puerto del Obispo, Milpillias, Capulín, Pedregal, Corucha, Rincón de Corucha, Potrero del paso, Acúmbaro, Soledad y Turundeo.
- Se Estimaron daños parciales en 2,000 viviendas aproximadamente y 250 con perdidas mayores. Así como daños no cuantificados al momento en el sector agrícola y ganadero.
- Rescate de una persona en la presa de Tuxpan y recuperación de un cuerpo, quedando pendiente de localizar dos más. Todos empleados de la Comisión Nacional del Agua.

#### **Evaluación parcial de Daños hecho por el Instituto de Infraestructura Educativa del Gobierno del Estado:**

- Primaria Francisco Villa: Col. Valle del Jornal, perdidas del mobiliario.
- Jardín de Niños Jesús Romero Flores: Col. Pueblita, daños muro de contención.
- Jardín de Niños 30 de Abril: Col. El Naranjal, daños mobiliario y un aula cocina (reubicación)
- Escuelas de Puerto del Obispo, Rio Grande y Santa Ana: Sin datos.





**Evaluación de la Agencia Estatal de Inversiones:**

Daños en:

- 20 Tiendas de abarrotes.
- 4 Farmacias.
- 8 Tiendas de muebles y talleres.
- 11 Tiendas de ropa y calzado.
- 17 Fondas de alimentos y comida.
- 43 Diversos.

**70**

**Evaluación hecha por la Junta Local de Caminos:**

- .- 65 Km de terracería requieren retiro de derrumbes, limpieza de cunetas, rastreos y colocación de material para revestir.
- .- 30.3 Km de caminos pavimentados requieren bacheo, desazolve de alcantarillas y cunetas, rehabilitación de cunetas.
- .- Falta dictaminar sobre los puentes del Chamizal, carretera federal, puente de la colonia Pueblita.
- .- Se realizaron 146 rescates de riesgo durante la emergencia y 1195 evacuaciones utilizando la lancha y el unimog.

Pertinente es hacer resaltar, que el peligro más importante se presenta cuando entran en juego dos o más tipos de fuente de peligro combinando sus efectos e incrementando su potencial, como sucedió en Tuxpan. Cada uno de estos registros ha concluido con la inundación de importantes áreas del municipio, principalmente de la Cabecera Municipal de Tuxpan y todos ellos se han registrado en los últimos años. Como no se tiene registro alguno de antecedentes similares a esta magnitud de precipitaciones, no nos fue posible estimar una tasa de incidencia de eventos por determinada cantidad de años.

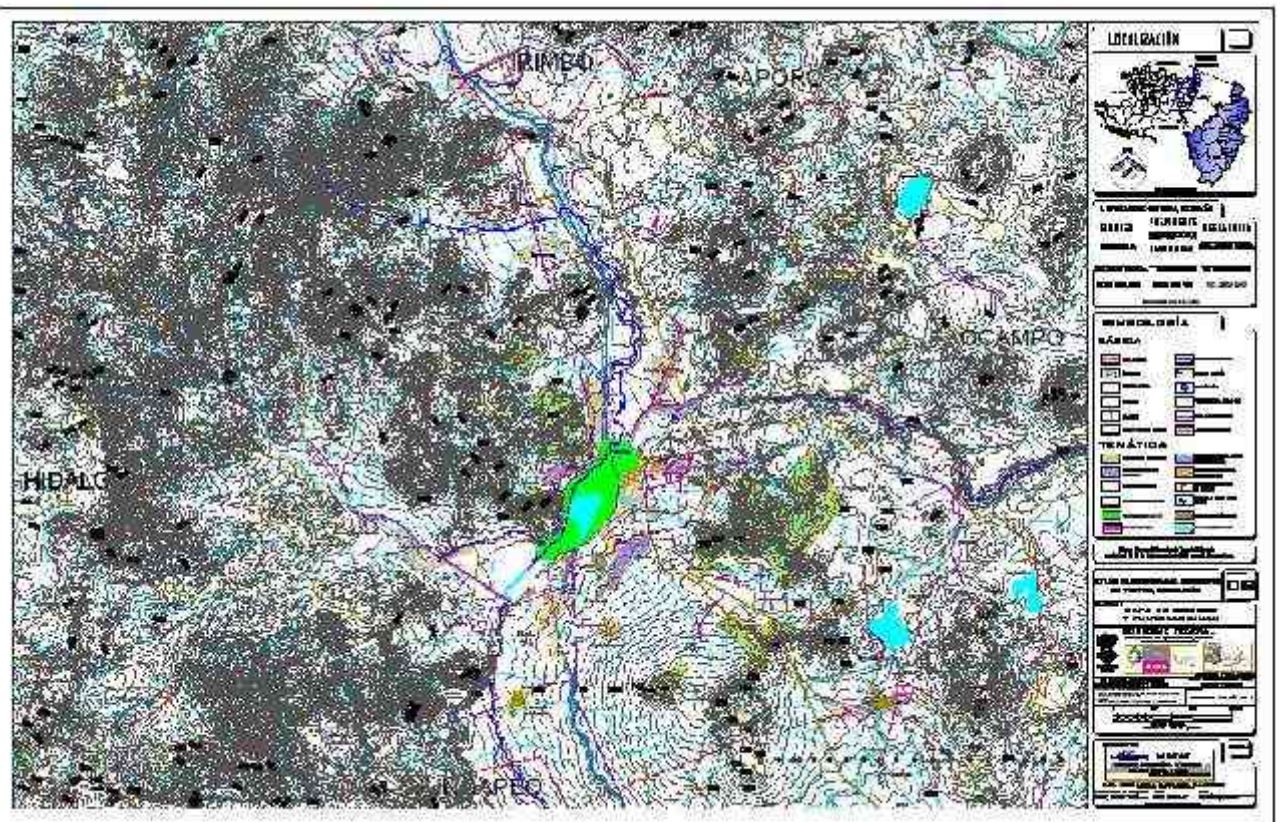
El 45.83% de las casas muestreadas corresponden al tipo IV. Las características de este tipo de viviendas son las siguientes: cuentan con techos de loza de concreto y paredes de mampostería con refuerzos confinados. Del total de muestras el 78.40% no contó con asesoría profesional para la construcción de las casas, el 5.68% carecen de agua entubada y sí cuentan con el servicio de drenaje y energía eléctrica. Estas se pueden clasificar como casas de nivel medio ya que en su mayoría cuentan con enseres domésticos básicos aunque sin lujos y acabados en paredes de cemento planchado e instalaciones eléctricas ocultas.

En contraste, para el tipo de vivienda V, el 15.90% contó con la asesoría profesional para su diseño y construcción y el 84.1% restante no contó con dicha asesoría, las cuales se ubican principalmente en las colonias afectadas.



De esta información podemos deducir que en general la media se encuentra entre los tipos II, III y IV con 13.02%, 10.41% y 45.83% respectivamente del total de casas muestreadas. El 5.72% de las viviendas muestreadas corresponden al tipo VI Residencias, las cuales cuentan con una estructura basada en el diseño y supervisión de un profesional y tienen un proyecto de tipo arquitectónico el cual avala la consistencia de dichas construcciones. Poseen una buena simetría y detalles estructurales tales como castillos, cadenas y cimentación confinada e instalaciones eléctricas, hidráulicas y sanitarias. El promedio de construcción es de 125 metro cuadrados con una distribución adecuada. En su interior se encuentran entre dos a cuatro equipos de aires acondicionados y poseen enseres domésticos que sobrepasan la media en cuanto a lujo y confort según la clasificación tipo VI que se muestra en el cuadro 7.1. Este tipo de viviendas se encuentran ubicadas principalmente en fraccionamientos como:

MAPA DE NIVELES DE INUNDACIÓN, FEBRERO DEL AÑO 2010.

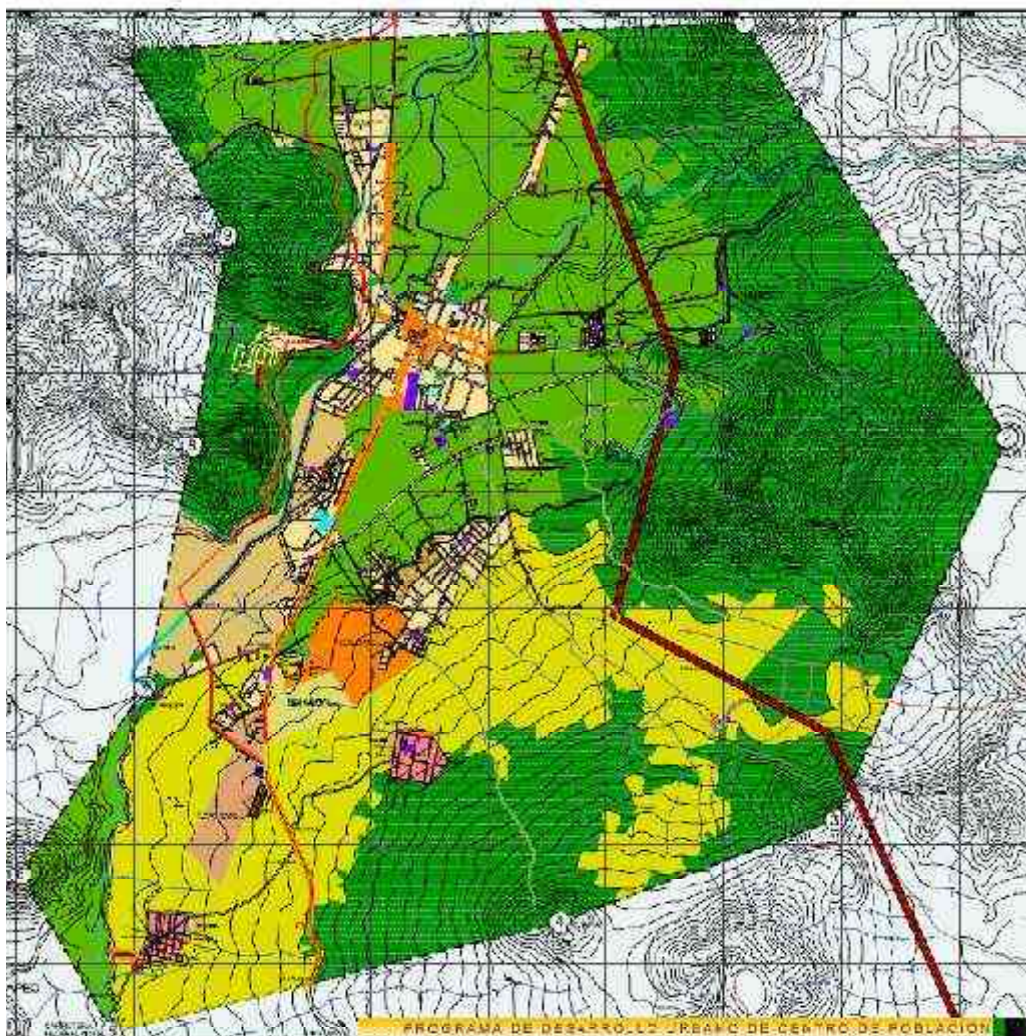



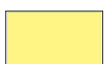

**Plano # 11. Mapa de riesgos y vulnerabilidad.** FUENTE: Elaboración propia Corporación CIUDAD con información cartográfica del INEGI. Mapa de Zonas de Inundación.



MAPA DE RESERVA TERRITORIAL PARA LA EXPANSIÓN URBANA.

72



-  CRECIMIENTO A CORTO PLAZO 61.066 HECTÁREAS
-  ÁREA DE CRECIMIENTO URBANO MEDIANO PLAZO 26.06 HECTÁREAS
-  CRECIMIENTO URBANO A LARGO PLAZO 47.78 HECTÁREAS

**Plano # 12. Mapa de asentamientos humanos irregulares.** FUENTE: Programa de desarrollo urbano de centro de población de Tuxpan, Michoacán.



ASESOR: M. EN ARQ. JOAQUÍN LÓPEZ TINAJERO  
PRESENTA: JOSÉ MARÍA CHÁVEZ CIANCA

### **Evolución histórica y prospectiva de las tendencias de expansión territorial y ocupación del suelo.**

**73**

Para precisar las tendencias de crecimiento urbano de las áreas del municipio de Tuxpan, el primer paso fue determinar las tendencias de crecimiento de la población e identificar las localidades que se consideran urbanas a partir de los datos de los diferentes censos disponibles. De manera inicial para determinar a las localidades urbanas, se recurrió a la definición hecha por el INEGI, misma que considera como localidad urbana a aquella que alberga a 2,500 habitantes o más. Por tal motivo, el área rural es tomada como aquella que integra a las localidades que contienen menos de 2,500 habitantes. Con esa consideración y tomando en cuenta los datos del Censo de Población y Vivienda del INEGI 2010, el municipio de Tuxpan solamente cuenta con una localidad que puede ser considerada como urbana, la Cabecera Municipal Tuxpan.

Cabe señalar que el municipio de Tuxpan no cuenta con programa municipal de desarrollo urbano, pero que de acuerdo con el Programa de Desarrollo Urbano del Centro de Población de la localidad de Tuxpan 2009-2030, se definieron diversas áreas de importancia para dicha localidad, en función de los procesos de urbanización y crecimiento de la ciudad. Como se aprecia en el Plano de Zonificación Secundaria, que se anexa a continuación, observándose notoriamente la previsión del crecimiento urbano de la ciudad, hacia el Sur de la misma.

Continuando con el análisis de la información contenida en el Censo INEGI 2010, se puede apreciar que el ritmo de crecimiento de la población en los últimos años nos ha llevado a que exista hasta el momento una tendencia hacia la transformación de localidades rurales en urbanas aún que con incrementos pequeños de población, no suficientes a la fecha como para que en el corto tiempo puedan algunas de ellas ser consideradas ya como urbanas; sin poder precisar periodo alguno de su transformación. No obstante lo anterior, serán localidades que a la vez que estarán experimentando su cambio a urbanas simultáneamente se estarán consolidando urbanísticamente.

### **MAPA DE EVOLUCIÓN HISTÓRICA Y PROSPECTIVA DE LAS TENDENCIAS DE EXPANSIÓN TERRITORIAL Y OCUPACIÓN DEL SUELO.**

#### **V.2.1.- Ciclones (Huracanes y ondas tropicales).**

Por lo que respecta a la exposición que pudiera tener el municipio de Tuxpan ante los peligros por incidencias de Ciclones (Huracanes y ondas tropicales), en el mapa siguiente se puede apreciar la poca importancia de dichos fenómenos, motivo por el que no fueron comprendidos en este Estudio.



**V.2.2.- Tormentas eléctricas.**

Como ya se estudió en el capítulo correspondiente, en lo relativo a las características del los climas, a las temperaturas, vientos dominantes y los ciclos de lluvias del municipio, se trata de un territorio que no ha estado expuesto a los efectos de los riesgos por sequías, razón por la cual no se cuenta con registros de acontecimientos de dichos fenómenos, y por lo tanto, se consideró de poca trascendencia el desarrollo del tema de referencia.

**V.2.3.- Sequías.**

Como ya se estudió en el capítulo correspondiente, en lo relativo a las características del los climas, a las temperaturas, vientos dominantes y los ciclos de lluvias del municipio, se trata de un territorio que no ha estado expuesto a los efectos de los riesgos por sequías, razón por la cual no se cuenta con registros de acontecimientos de dichos fenómenos, y por lo tanto, se consideró de poca trascendencia el desarrollo del tema de referencia.

**V.2.4.- Temperaturas máximas extremas.**

Las condiciones climáticas hacia el Centro de Tuxpan [ubicadas entre los 1800 y los 2100 m.s.n.m], presentan temperaturas más estables: entre los 6 y los 24 grados para los meses de Noviembre a Marzo y de los 12 a los 27 grados entre los meses de Mayo y Octubre, favoreciendo el desnivel local de tres “pisos” bioclimáticos que se adaptan a la distribución de las estructuras geológicas.

- 1) 1300 m.s.n.m favorece la formación de: selva baja caducifolia en los lomeríos sedimentarios de labase.
- 2) 1400 m.s.n.m, bosques puros y mixtos de pino-encino en las laderas de montañas volcánicas.
- 3) 3500 m.s.n.m, abetales puros en las laderas altas y cumbres de las principales elevaciones que yano pertenecen al Municipio de Tuxpan pero si a su entorno ecológico.

**Temperaturas mínimas y máximas promedio mensuales durante el año.**

	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE
MINIMA	1.0°	3.5°	6.0°	9.0°	11.0°	12.0°	17.0°	19.0°	23.0°	23.5°	21.0°	16.2°
MAXIMA	27.3°	29.1°	29.5°	28.1°	28.3°	29.0°	26.3°	27.0°	26.1°	26.0°	21.2°	18.9°

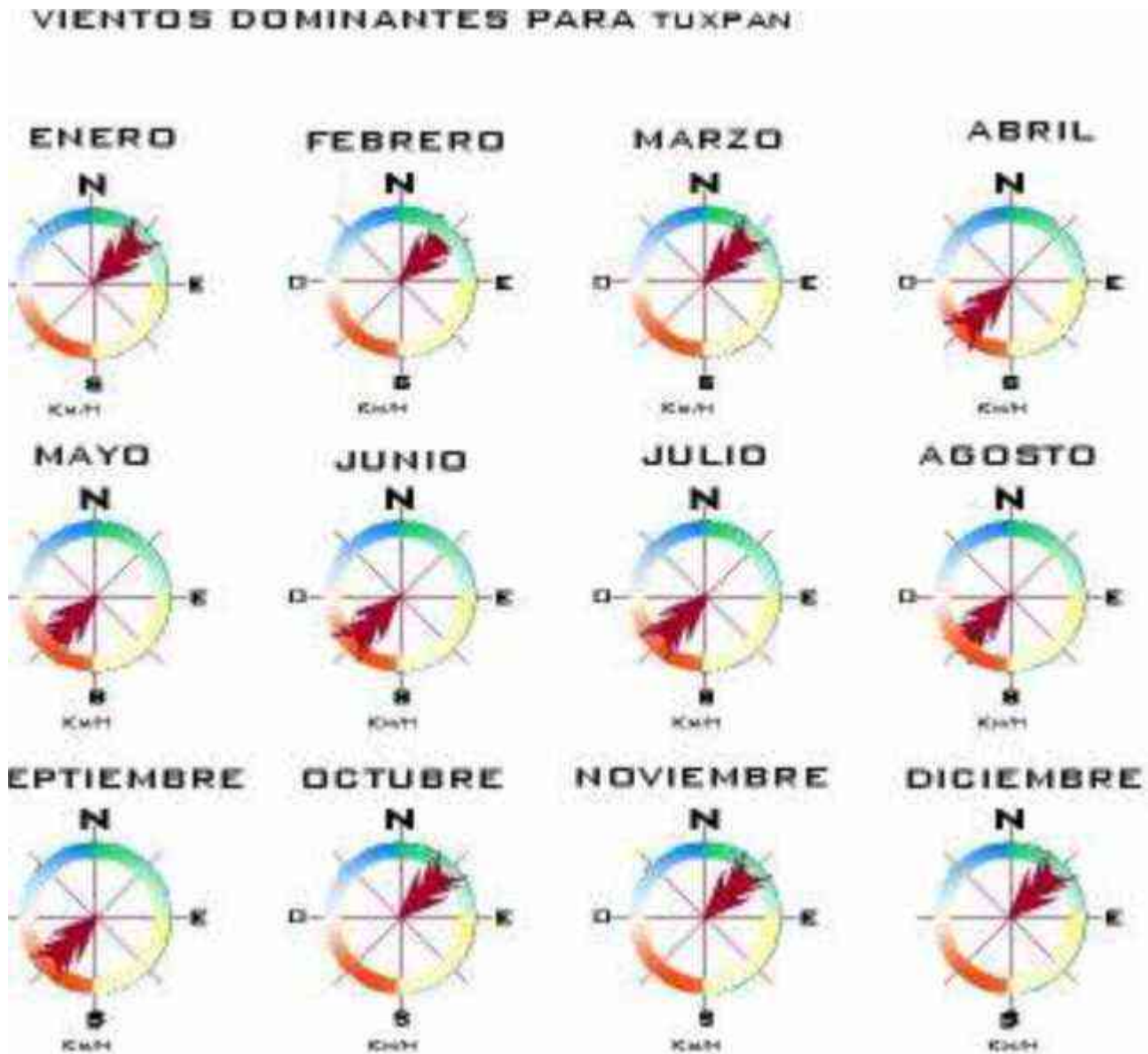
**Grafica # 6. Temperaturas máximas y mínimas.** FUENTE: Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación.

De donde se desprende que, el municipio de Tuxpan por no presentar ciclos de climas extremos, no está expuesto a riesgos de fuertes heladas como tampoco a periodos de sequías.



**V.2.5.- Vientos Fuertes.**

De acuerdo con la información proporcionada por la Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación, en el municipio de Tuxpan no se presentan vientos fuertes que lo puedan exponer a riesgos inminentes, en gran medida debido a la conformación orográfica de su territorio. Optándose por no considerar necesario el estudio respectivo.



**Grafica # 7. Vientos dominantes.** FUENTE: Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación.



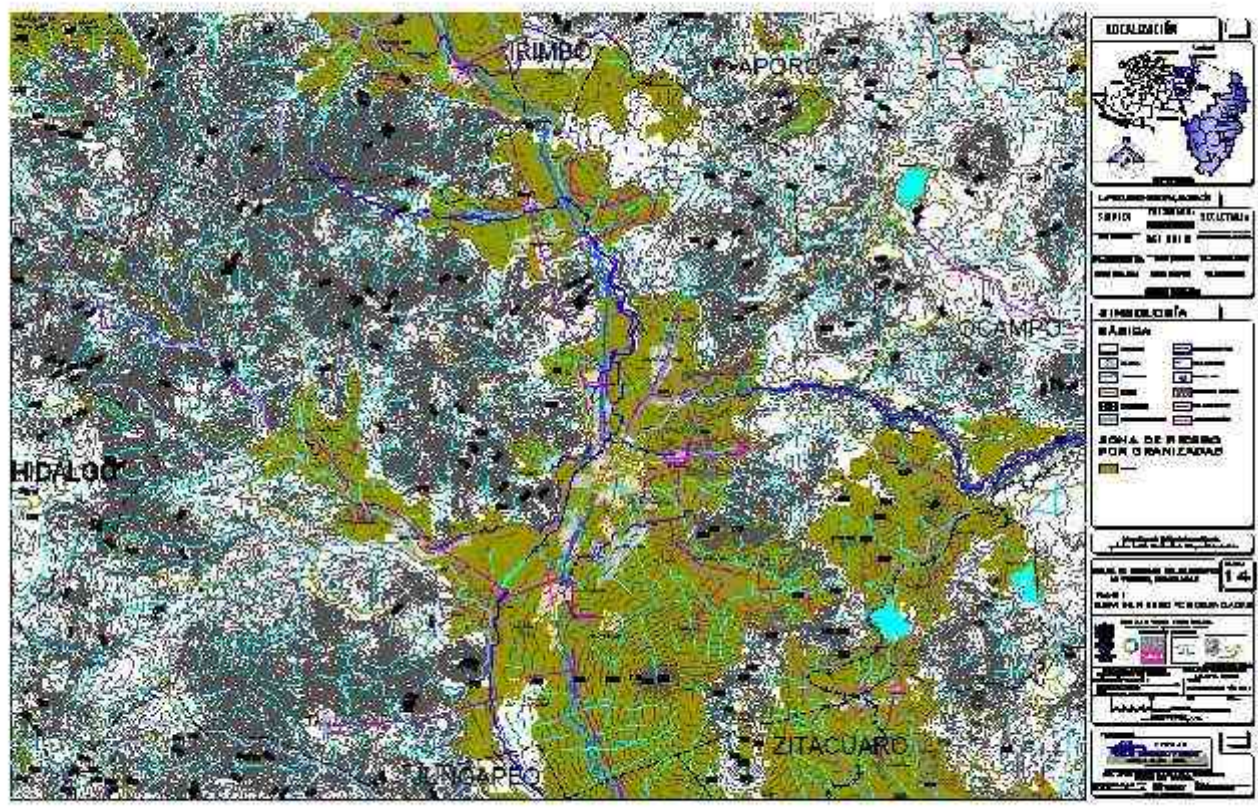
V.2.6.- Inundaciones.



**Plano # 13. Zonas Inundables.** FUENTE: Elaboración propia Corporación CIUDAD con información cartográfica del INEGI. Mapa de Zonas Inundadas.



V.2.7. Mapa de aire (heladas, granizo y nevadas)



77

**Plano # 14. Mapa de aire (heladas, granizo y nevadas).** FUENTE: Elaboración propia Corporación CIUDAD con información cartográfica del INEGI. Mapa de Riesgos por Granizadas.



ASESOR: M. EN ARQ. JOAQUÍN LÓPEZ TINAJERO  
PRESENTA: JOSÉ MARÍA CHÁVEZ CIANCA





**Plano # 15. Mapa de riesgos por incendios forestales.** FUENTE: Elaboración propia Corporación CIUDAD con información cartográfica del INEGI. Mapa de Riesgos por Heladas.

#### PROYECTOS:

- Reubicación de la población habitante en la Colonia Prolongación Pueblita.
- Encausamiento de arroyos y escurrimientos pluviales que cruzan los asentamientos humanos.
- Estabilización de taludes y laderas.
- Estabilización de rocas.
- Tratamiento de grietas u oquedades en el subsuelo.
- Pavimentación de rutas de evacuación en zonas de riesgo.
- Presas de gavión.
- Bordos.
- Construcción, ampliación o rehabilitación de drenaje pluvial y sanitario.
- Obras de protección en cauces de ríos y arroyos.
- Área natural protegida Presa Tuxpan.
- Corregir entubamiento de arroyo pluvial.
- Ampliación del área hidráulica del puente Pueblita.





**CAPACITACIÓN:**

.- Cursos, talleres y estrategias de difusión, de educación y sensibilización para la prevención de desastres.

**79**

**ACCIONES:**

- .- Reforestación con fines de prevención.
- .- Reubicación de asentamientos humanos localizados en derechos de vía y áreas de restricción de infraestructura regional, urbana y cauces de ríos, canales, arroyos y escurrimientos pluviales.
- .- Mantenimiento y desazolve de ríos, arroyos y canales.
- .- Regularización de asentamientos humanos.



## ÍNDICE

### CAPÍTULO VI. ANEXO

VI.1.- Glosario de Términos. -----	4	80
VI.2.- Bibliografía. -----	6	
VI.3.- Cartografía empleada (índice y breve descripción de los mapas contenidos) ---	6	
VI.4.- Metadatos. -----	7	
VI.5.- Fichas de campo. -----	7	
VI.6.- Memoria fotográfica (con descripción y ubicación de cada imagen). -----	7	
VI.7.- Nombre de la consultoría y personas que elaboran el Atlas. -----	10	

### CAPÍTULO VI. ANEXO

#### VI.1.- Glosario de Términos.

**Amenaza.** Se refiere a la probabilidad de un fenómeno físico dañino para la sociedad, es el evento agresor potencial.

**Análisis de riesgos.** Identificación y evaluación sistemática de objetos de peligro y riesgo.

**Deforestación.-** Pérdida de la vegetación natural de una región geográfica, producto de la actividad humana.

**Desastre.** Es el evento concentrado en tiempo y espacio, en el cual la sociedad o una parte de ella sufre un daño severo y pérdidas para sus miembros, de tal manera que la estructura social se desajusta y se impide el cumplimiento de las actividades esenciales de la sociedad, afectando el funcionamiento vital de la misma. Evento en donde ocurrieron decesos, lesiones y daños a la propiedad, bienes, servicios o al medio ambiente, con un alto costo en tiempo y dinero. Se puede considerar como una “amenaza consumada”.

**Desecación.-** Pérdida de agua por los poros de los sedimentos debida a la compactación o evaporación causada por exposición al aire.

**Deslizamiento de rocas.-** Deslizamiento rápido y repentino de rocas a lo largo de planos de debilidad.

**Deslizamiento de terreno.-** Movimiento rápido de masa térrea como deslizamiento de escombros, de lodo o de suelo.

**Deslizamiento.-** Movimiento lento por efecto de la gravedad y hacia debajo de suelos y materiales. Deformación permanente de un suelo o roca debido a un esfuerzo.

**Elementos del Territorio.** Constituyen la población, propiedades, actividad económica, servicios públicos, entre otros, que están expuestos a un riesgo en un área dada.

**Erosión.-** Proceso geológica que desgasta, remueve y transporta rocas, materiales sin consolidar y suelos. Remoción de suelo y partículas de roca por el viento, ríos y hielo.

Escala de Mercalli. **Grados de intensidad sísmica expresados con números romanos del I al XII, basado en la percepción del fenómeno.**

**Falla.** Superficie de contacto entre dos bloques rocosos con movimientos relativos entre sí. Pueden ser fallas normales, laterales o inversas. Estructuras geológicas que representan planos o superficies de movimiento relativo entre dos bloques de roca o material. Superficie de ruptura de roca a lo largo de la cual ha habido movimiento diferencial.



**Fenómeno.-** Es todo aquel evento natural o tecnológico que puede ocasionar daño o destrucción en zonas urbanas.

**Flujo.-** Movimiento de una masa bien mezclada de roca, tierra y agua que se comporta como un fluido y se desplaza pendiente abajo.

**Fractura.-** Superficie de ruptura de roca que se observa como una abertura visible en superficie. Superficie de discontinuidad de la roca. Plano de ruptura de una roca a lo largo de la cual no hay movimiento diferencial. La presencia de fracturas favorece la inconsistencia de las rocas y materiales inconsolidados.

**Gestión de riesgos.-** La gestión del riesgo se refiere a un proceso social complejo por medio del cual se eleva la concientización de la población, análisis de causas y transformación de la realidad, participación activa de todos los actores, proceso social, del que se derivan otros procesos o consecuencias económicas, humanas, sociales, tradicionales, todo desde una perspectiva social, que incide directamente en los procesos de desarrollo de una comunidad humana.

**Granizo.-** Precipitación de agua en estado sólido, en forma de granos de hielo de diversos tamaños que afectan a las regiones agrícolas, zonas ganaderas y zonas urbanas.

**Heladas.-** Congelación del agua del suelo por el descenso de temperatura por debajo de cero grados centígrados. Se producen en tiempos anticiclónicos, con calma y sin nubosidad, principalmente en invierno.

**Hundimiento.-** Movimiento vertical y hacia abajo por acción y efecto de la gravedad.

**Inestabilidad de laderas.-** Movimiento de roca y/o suelo en las formas de relieve o laderas montañosas, cerros o lomas por acción de la gravedad.

**Información estadística.-** Con la información disponible de estadísticas de desastres registrados al nivel de ciudad, preferentemente del periodo 1985 a 2003 se integrara información de manera puntual con atributos de tipo, víctimas, pérdidas, frecuencia, zona y fecha.

**Intemperismo.-** Proceso geológico de degradación química de las rocas y materiales cuando son expuestas en la superficie terrestre.

**Isosistas.** Líneas que separan áreas con distintos grados de intensidad sísmica.

**Mitigación.-** Son las acciones y medidas para impedir o disminuir el daño o la destrucción de los fenómenos naturales o tecnológicos en una zona urbana.

**Peligro Natural.** Es la probabilidad de que un fenómeno potencialmente dañino suceda en un sector determinado y dentro de un intervalo específico de tiempo.

**Peligro.-** Probabilidad de ocurrencia de fenómenos destructivos de acuerdo a las características naturales y ubicación del lugar. Condición química o física que tiene el potencial para causar daño a la gente, la propiedad o el medio ambiente.

**Riesgo Específico.** Es el grado de pérdidas esperadas en un determinado elemento debidas a un fenómeno natural específico, expresado por el producto de la peligrosidad y la vulnerabilidad del elemento.





**Riesgo sísmico.** Probabilidad de riesgo por efecto sísmico que es producto de tres factores: El valor de los bienes expuestos (c), tales como vidas humanas, edificios, carreteras, puertos, tuberías, etc; la vulnerabilidad (v), que es un indicador de la susceptibilidad a sufrir daño, y el peligro (P) que es la probabilidad de que ocurra un sismo en un lugar determinado de cierta intensidad sísmica. Así,  $R = C \times V \times P$ .

**Riesgo.-** Es la medida de la pérdida económica o daño a la vida humana en términos de probabilidad y magnitud. La zona de riesgo es aquella en donde se tiene medida del daño esperado ante la presencia de un fenómeno destructivo.

**Toxicidad.** Capacidad de una sustancia para causar daño a los tejidos vivos, deterioro del sistema nervioso central, enfermedades severas o muerte, por ingestión, inhalación o absorción de la piel.

**Zonificación.-** La Zonificación es un procedimiento que regionaliza zonas de riesgos y de peligro en zonas urbanas o ciudades y que pueden quedar representadas al nivel de municipio, colonia, barrio o zona de pobreza. Para llegar a la definición de Zonificación se requieren los temas de la traza urbana, el tema de predios o manzanas, calles y terracerías, la carta topográfica y la información estadística que se tiene registrada al nivel de la zona urbana o ciudad, preferentemente del periodo 1985 a 2003.



## **VI.2.- Bibliografía.**

- Alcocer S., Bitrán D., Zepeda O. (2001) Propuesta “Atlas Nacional de Riesgos. Sistema Virtual de Identificación de Riesgos de Desastres en México”.
- Bitrán D. (2001), “Características del Impacto Socioeconómico de los principales desastres ocurridos en México en el período 1980-99”. Libro 1. Serie impacto Socioeconómico de los Desastres en México, CENAPRED.
- Cardona O.D (1996) “Variables involucradas en el manejo de Riesgos”. Revista Desastres y Sociedad. No 6, Año 4.
- CENAPRED (2001). “Diagnóstico de Peligros e Identificación de Riesgos de Desastres en México”, Centro Nacional de Prevención de Desastres, México D.F.
- CENAPRED (2003), Curso Introductorio a las Metodologías para la Elaboración de los Atlas de Riesgo Estatales y Municipales.
- CENAPRED (2002) “Programa especial de prevención y mitigación del riesgo de desastres 2001-2006”.
- Guía Cartográfica para el levantamiento de Riesgos a nivel Municipal. (1998). Secretaría de Gobernación.
- Gobierno Federal. Ley General de Protección Civil. (2002), publicada en el Diario Oficial de la Federación el 12 de mayo de 2000.
- Gobierno del Estado de Michoacán de Ocampo. Ley Estatal de Protección Civil en Michoacán.
- Gobierno Federal. Secretaría de Desarrollo Social. Programa de Protección de Riesgos en los Asentamientos Humanos (PRAH).
- Gobierno Municipal. Plan Municipal de Desarrollo del Municipio de Tuxpan 2007-2011.
- Gobierno Municipal. Programa de Desarrollo Urbano del Centro de Población de Tuxpan 2009.
- Alcocer S., Bitrán D., Zepeda O. (2001) Propuesta “Atlas Nacional de Riesgos. Sistema Virtual de Identificación de Riesgos de Desastres en México”.
- Basic Engineering (2002), “Análisis de requerimientos y necesidades para el ANR-SIIRIDE”, Asesoría al CENAPRED.
- Instituto de Ingeniería, UNAM-CENAPRED (2003) “Guía Metodológica para el Análisis del Peligro, Vulnerabilidad, Riesgo y Pérdidas Causadas por Desastres Naturales o Antropogénicos y su Reducción y Prevención”.
- Ley General de Protección Civil. (2002), publicada en el Diario Oficial de la Federación el 12 de mayo de 2000.
- Ordaz M. (1996), “Algunos Conceptos del Análisis de Riesgos”. Revista Prevención. CENAPRED.
- Reyes, C. (2003) “Algunas consideraciones generales para el desarrollo del Atlas Nacional de Riesgos. CENAPRED”.
- UN/ISDR (2002), “Vivir con Riesgo. Un repaso mundial de iniciativas de reducción de desastres”.



**VI.3.- Cartografía empleada (índice y breve descripción de los mapas contenidos).**

**84**

**A.- DETERMINACIÓN DE LA ZONA DE ESTUDIO.**

**Mapa Base Área de Estudio.**

**B.- CARACTERIZACIÓN DE LOS ELEMENTOS DEL MEDIO NATURAL.**

**Mapa base urbano de la localidad de Tuxpan.**

**Mapa de Fisiografía.**

**Mapa de Geología.**

**Mapa Zonas de Restricción Geológica.**

**Mapa de Geomorfología.**

**Mapa de Edafología.**

**Mapa de Hidrología.**

**Mapa de Climatología.**

**Mapa de Uso de Suelo.**

**Mapa de Riesgos y Vulnerabilidad.**

**Mapa Carretero.**

**Mapa zonas Inundadas.**

**Mapa Riesgos por Incendios.**

**Mapa Riesgos por Heladas.**

**Mapa Riesgos por Granizada.**

**Mapa Urbano para Detalles.**





**Imagen # 18 y 19. Ejemplos de desastres por falla geológica.**

**C.- CARACTERIZACIÓN DE LOS ELEMENTOS SOCIALES, ECONÓMICOS Y DEMOGRÁFICOS.**

Mapa de Distribución y Densidad de Población de la Zona de Estudio.

Mapa de Aspectos Sociales y Estructura Urbana de la Zona de Estudio.

Mapa de la Cabecera Municipal con Distribución y Densidad de Población por AGEBS.

Mapa de la Cabecera Municipal con Asentamientos Humanos Irregulares y Baldíos.

Mapa de la Cabecera Municipal con Límite de Crecimiento y Tendencias.

**V.2.8. RIESGOS, PELIGROS Y/O VULNERABILIDAD ANTE FENÓMENOS.**

Mapa de Zonas de Riesgos por Deslizamientos, Derrumbes, Flujos, Hundimientos y Erosión.

Mapa de Microzonificación de Fallas y fracturas Geológicas.

Mapa de Inundaciones.

Mapa de Índice de Riesgo Relativo.

Mapa de Índice de Exposición.

Mapa de Índice de Vulnerabilidad.

**VI.4.- Metadatos.**

**VI.5.- Fichas de campo.**

**VI.6.- Memoria fotográfica (con descripción y ubicación de cada imagen).**







86

**Imagen # 20 y 21. Ejemplos de desastres por deslaves.**

Casas destruidas por la falla geológica de la Colonia Prolongación Pueblita de la localidad de Tuxpan.



**Imagen # 22 y 23. Ejemplos de desastres estructurales por falla geológica.**

Zona con riesgo de derrumbes de rocas en la Colonia Prolongación Pueblita de la localidad de Tuxpan.

Dstrucción de elementos de la infraestructura urbana por la falla geológica de la Colonia Prolongación Pueblita de la localidad de Tuxpan.





7

**Imagen # 24 y 25. Ejemplos de deslizamiento de taludes.**  
Zona con riesgo por deslizamiento de taludes en la Colonia Prolongación Pueblita.



**Imagen # 26 y 27. Ejemplos de hundimientos por falla geológica.**  
Zona con riesgo por aludes en la Colonia Prolongación Pueblita de la localidad de Tuxpan.





88

**Imagen # 28 y 29. Ejemplos de inundación en las principales calles.** Áreas que fueron inundadas en la localidad de Tuxpan por las lluvias atípicas del mes de Febrero del año 2010.



Muros de contención construidos en las márgenes de los Ríos Taximaroa o Turundeo, Anganguero y Tuxpan, lo cual resolvió el riesgo por inundaciones por concepto de desbordamiento de dichos ríos.



**Imagen # 30 y 31. Ejemplos de soluciones al problema, con muro de contención en ríos de Tuxpan.**



Secciones hidráulicas de los puentes sobre el Río Tuxpan, observándose la necesidad de incrementar la sección hidráulica del Puente Pueblita, mediante la apertura de dos arcos más. **Imagen # 32 y 33. Ejemplos de desazolve en ríos de la cabecera municipal.**

90



## **CONCLUSIONES.**

Tuxpan tiene registros de destructivas inundaciones por lo que es necesario la caracterización detallada del riesgo de lluvias torrenciales, así como la evolución de los factores que determinan el nivel de dicho riesgo en la micro cuenca del municipio de Tuxpan.

**91**

El agua es uno de los recursos naturales más valiosos de cualquier país; pero al mismo tiempo es uno de los recursos más difíciles de controlar ya que frecuentemente se presentan situaciones extremas tales como las sequías y las inundaciones.

Precisamente estos dos fenómenos son quizá a nivel mundial los que mayor impacto tienen en la población. Esta concepción de coexistencia del hombre con la naturaleza ha ido cambiando con la modernidad y el desarrollo, por lo que el impacto de las inundaciones también ha aumentado al establecerse más asentamientos humanos en zonas inundables poco aptas para este uso del suelo, generando importantes afectaciones sociales y económicas.

Los eventos más frecuentes en el municipio de Tuxpan, se relacionan con precipitaciones extremas que en pocos minutos saturan el área hidráulica los escurrimientos y ríos del municipio, sobre todo, los que cruzan la cabecera municipal, desbordándose en su trayecto, ocasionando anegaciones en las zonas urbanas de entre 10 a 200 cm de tirante. Esto principalmente en las áreas más bajas o en las zonas de concentración de los escurrimientos, debido fundamentalmente al poco incremento de velocidad de salida del agua pendiente topográfica que tienen los terrenos del trazo de los ríos.





**IMAGEN # 34. Inundación Calzada pueblita 2010.**

Un problema asociado a este tipo de eventos es la basura acumulada en las calles que tapa la entrada de los registros de drenaje.





**IMAGEN # 35. Azolve de coladera.**

Las amenazas hidrometeorológicas se refiere a las amenazas que son provocadas por los procesos hidrológicos o meteorológicos. Éstas, excepto los huracanes y las inundaciones, generalmente producen efectos menos perceptibles a corto plazo pero son continuos y afectan a superficies muy grandes. Este tipo de procesos se relacionan frecuentemente con las cualidades del suelo, porque es el factor que sufre daños más directos y en el que más se reflejan los desastres que pueden causar el agua, viento y demás procesos meteorológicos. Sin embargo, estas amenazas ocurren con más frecuencia y mayor intensidad cuando se modifican los demás factores que conforman el ambiente, como son la vegetación, geomorfología y el suelo.







Dentro de estas amenazas se encuentran las provocadas por los procesos de erosión con su consecuente depósito de sedimentos, movimientos de masa (deslizamientos) y principalmente las inundaciones.

**94**

El municipio de Tuxpan por sus condiciones particulares de topografía y precipitación pluvial ha necesitado invertir fuertes sumas de dinero en la construcción de ademes y muros laterales de los ríos por su paso dentro y en las proximidades de las manchas urbanas, que no solo sirven para desplazar las aguas pluviales, sino que además, funcionan como una defensa ante los excedentes de precipitación que se han llegado a presentar sobre todo en la cabecera municipal. Los principales eventos de inundación pluvial se relacionan con precipitaciones intensas que en poco tiempo saturan los arroyos, ríos y drenaje o bien cuando alguno de estos se desbordan, provocando la acumulación del agua y la inundación de viviendas y equipamientos urbanos.

Las inundaciones fluviales se generan cuando el agua que se desborda de los ríos queda sobre la superficie de terreno cercano a ellos. A diferencia de las pluviales, en este tipo de inundaciones el agua que se desborda sobre los terrenos adyacentes corresponde a precipitaciones registradas en cualquier parte de la cuenca tributaria y no necesariamente a lluvia sobre la zona afectada, como fue el caso de las inundaciones en Tuxpan en el mes de febrero del año 2010.





**IMAGEN # 36. Rio chiquito Tuxpan Michoacán 2010.**





**IMAGEN # 37. Rio chiquito desbordado Tuxpan Michoacán 2010.**





**IMAGEN # 38. Puente Zaragoza desbordado Tuxpan Michoacán 2010.**

Las inundaciones de la parte baja de la Subcuenca se presentan cuando se aparecen lluvias atípicas, tanto en terrenos del municipio de Tuxpan como los municipios de Hidalgo, Irimbo, Áporo y Ocampo, que se ubican aguas arriba en las partes altas de las montañas, generando el cubrimiento de grandes extensiones del terreno. La suma de los efectos de las lluvias, puede causar importantes estragos ya que no solo propician la entrada del agua a los asentamientos humanos, sino que además impiden la salida rápida del drenaje de las aguas residuales, acentuando las inundaciones de tipo fluvial.



Este tipo de fenómeno no afecta frecuentemente al municipio de Tuxpan, sin embargo, en el año 2010 para los meses de Febrero y Marzo se registró la conjunción de todos estos fenómenos generando la inundación más grave de la cual se tenga registro.

**98**



**IMAGEN # 39. Inundación calle Morelos, Tuxpan Michoacán 2010.**



ASESOR: M. EN ARQ. JOAQUÍN LÓPEZ TINAJERO  
PRESENTA: JOSÉ MARÍA CHÁVEZ CIANCA



**IMAGEN # 40. Inundación calle Juárez, Col. Centro en Tuxpan Michoacán 2010.**





100

**IMAGEN # 41. Inundación calle Juárez, Tuxpan Michoacán 2010.**

Pertinente es hacer notar, que la Secretaría de Gobernación por conducto del Sistema Nacional de Protección Civil, el CENAPRED y el Sistema de Alerta Temprana (SIAT), a las 14:00 del día 1 de Febrero del año 2010, mediante sendos Boletines No. 032.01.02.2010, No. 33.02.02.2010 y No. 35.04.02.2010 alertó sobre la presencia de un fenómeno Hidrometeorológico (Aire frío con lluvias fuertes de 50 a 70 mm), durante las próximas 24 horas, en los Estados de Nayarit, Michoacán y Guerrero, siendo probable que ocurran inundaciones y corrientes de lodo, dictando las siguientes recomendaciones:



ASESOR: M. EN ARQ. JOAQUÍN LÓPEZ TINAJERO  
PRESENTA: JOSÉ MARÍA CHÁVEZ CIANCA



- Precaución por lluvias fuertes e importante entrada de humedad procedente del Océano Pacífico en días y lugares enunciados.
- Precaución por ambiente frío y heladas en horas y sitios indicados.
- Dar especial atención a personas enfermas y de la tercera edad, niños e indigentes.
- Seguir indicaciones de Protección Civil local.
- Atender boletines emitidos por el Sinaproc.

**101**

Inundación por falla de infraestructura hidráulica, Este tipo de inundación responde a dos modalidades. La primera es resultado del diseño inapropiado en la construcción de la infraestructura, debido a fallas en los cálculos o bien por eventos extraordinarios que rebasen los cálculos elaborados para su construcción. La segunda modalidad se refiere a las fallas en la operación. Esto tiene que ver con el manejo de las compuertas y errores de cálculo en el almacenamiento que obligan a incrementar de manera preventiva el gasto de la obra, afectando a las comunidades ubicadas río abajo. Los resultados nos indican que el máximo de precipitación registrado en la zona de estudio es de hasta dos metros de tirante, los cuales se presentaron en el mes de Febrero del año 2010.







**IMAGEN # 42. Inundación colonia rio grande, Tuxpan Michoacán 2010.**

Inundación Tuxpan Michoacán 2010

De los informes presentados por la Dirección de Protección Civil del Estado, de fecha 8 de Febrero del año 2010, se registran los acontecimientos siguientes:

- ❖ Se interrumpieron los servicios de salud, educación y comercios, sobre todo los de ventas de alimentos.
- ❖ Bajo la dotación de agua potable hasta en un 90% y el servicio de drenaje colapsó en su totalidad.
- ❖ El transporte fue suspendido en algunas colonias y localidades del municipio, debido a la gran acumulación de agua y lodo.





- ❖ El servicio telefónico fue suspendido en algunas colonias.
- ❖ La Comisión Federal de Electricidad mantuvo el servicio al 50% de la capacidad instalada.
- ❖ Mantuvieron en albergues a 1, 358 personas entre hombres, mujeres y niños.
- ❖ Las colonias afectadas, fueron: Santa Ana, Pueblita, Prol. Pueblita, Chamizal, Ombligo del Diablo, Francisco Villa o Valle del Jornal, Rio Grande, Zona Centro, Salitre, Miguel Hidalgo, Las Flores, El Naranjal y Lázaro Cárdenas.
- ❖ Las comunidades afectadas, fueron: Laurelitos, La Cofradía, El Malacate, Puerto del Obispo, Milpillas, Capulín, Pedregal, Corucha, Rincón de Corucha, Potrero del paso, Acúmbaro, Soledad y Turundeo.
- ❖ Se Estimaron daños parciales en 2,000 viviendas aproximadamente y 250 con pérdidas mayores. Así como daños no cuantificados al momento en el sector agrícola y ganadero.
- ❖ Rescate de una persona en la presa de Tuxpan y recuperación de un cuerpo, quedando pendiente de localizar dos más. Todos empleados de la Comisión Nacional del Agua.





**IMAGEN # 43. Daños por inundación en casa de la colonia el Chamizal, Tuxpan Michoacán 2010.**





IMAGEN # 44. Daños por inundación colonia el Chamizal, Tuxpan Michoacán 2010.



Evaluación parcial de Daños elaborado por el Instituto de Infraestructura Educativa del Gobierno del Estado

**106**

- ❖ Primaria Francisco Villa: Col. Valle del Jornal, pérdidas del mobiliario.
- ❖ Jardín de Niños Jesús Romero Flores: Col. Pueblita, daños muro de contención.
- ❖ Jardín de Niños 30 de Abril: Col. El Naranjal, daños mobiliario y un aula cocina (reubicación)
- ❖ Escuelas de Puerto del Obispo, Rio Grande y Santa Ana: Sin datos.



**IMAGEN # 45. Daños Jardín de niños Jesús Romero Flores, Tuxpan Michoacán 2010.**



ASESOR: M. EN ARQ. JOAQUÍN LÓPEZ TINAJERO  
PRESENTA: JOSÉ MARÍA CHÁVEZ CIANCA

Evaluación de la Agencia Estatal de Inversiones

Se registraron los siguientes daños en:

- ❖ 20 Tiendas de abarrotes.
- ❖ 4 Farmacias.
- ❖ 8 Tiendas de muebles y talleres.
- ❖ 11 Tiendas de ropa y calzado.
- ❖ 17 Fondas de alimentos y comida.
- ❖ 43 Diversos.

**107**



**IMAGEN # 46. Daños a comercio, Tuxpan Michoacán 2010.**



Evaluación hecha por la Junta Local de Caminos

- ❖ 65 Km. de terracería requieren retiro de derrumbes, limpieza de cunetas, rastreos y colocación de material para revestir.
- ❖ 30.3 Km. de caminos pavimentados requieren bacheo, desazolve de alcantarillas y cunetas, rehabilitación de cunetas.
- ❖ Falta dictaminar sobre los puentes del Chamizal, carretera federal, puente de la colonia Pueblita.
- ❖ Se realizaron 146 rescates de riesgo durante la emergencia y 1195 evacuaciones utilizando la lancha y el unimog.

**108**



**IMAGEN # 47. Daños a vialidad, calle Juárez, col pueblita en Tuxpan Michoacán 2010.**



## Propuestas generales de obras de mitigación y prevención de riesgos.

109

Como se habrá dado cuenta a lo largo de este trabajo, los peligros y riesgos principales que afectan al municipio de Tuxpan Michoacán, son las inundaciones y los deslizamientos. En consecuencia, con objeto de mitigar y prevenir estos riesgos se deprenden las siguientes recomendaciones generales:

### Fallas y fracturas

- ✓ Reubicación de la población habitante en la Colonia Prolongación Pueblita.
- ✓ Tratamiento de grietas u oquedades en el subsuelo.
- ✓ Pavimentación de rutas de evacuación en zonas de riesgo.

### Inundaciones

- ✓ Encausamiento de arroyos y escurrimientos pluviales que cruzan los asentamientos humanos.
- ✓ Presas de gavión.
- ✓ Bordos.
- ✓ Construcción, ampliación o rehabilitación de drenaje pluvial y sanitario.
- ✓ Obras de protección en cauces de ríos y arroyos.
- ✓ Área natural protegida Presa Tuxpan.
- ✓ Corregir entubamiento de arroyo pluvial.
- ✓ Ampliación del área hidráulica del puente Pueblita.
- ✓ Reforestación en toda la región oriente de Michoacán, perteneciente a la cuenca del Cutzamala.
- ✓ Respetar las zonas federales.





## Deslizamientos

- ✓ Estabilización de taludes y laderas.
- ✓ Estabilización de rocas.
- ✓ Pavimentación de rutas de evacuación en zonas de riesgo.
- ✓ Reforestación en toda la región oriente de Michoacán, perteneciente a la cuenca del Cutzamala.

**110**

En cuanto a capacitación para la mitigación de los riesgos antes mencionados se proponen la realización de cursos, talleres y estrategias de difusión, de educación y sensibilización para la prevención de desastres.

Aunado a la construcción de proyectos se proponen las siguientes acciones de prevención:

- ✓ Reforestaciones
- ✓ Reubicación de asentamientos humanos localizados en derechos de vía y áreas de restricción de infraestructura regional, urbana y cauces de ríos, canales, arroyos y escurrimientos pluviales.
- ✓ Mantenimiento y desazolve de ríos, arroyos y canales.
- ✓ Regularización de asentamientos humanos.



INUNDACIÓN EN EL MUNICIPIO DE TUXPAN, MICHOACÁN. EL MES DE FEBRERO DEL 2010.

111

CAUSAS.

- ✓ Basura. (producto de asentamientos humanos.)
- ✓ Ramas. (producto de la tala de árboles frutales.)
- ✓ Causas con nulo mantenimiento.
- ✓ Drenes inadecuados e insuficientes en cruces carreteros.
- ✓ No respetar zonas federales. (120 construcciones solo en el arroyo las limas)

FEBRERO DEL 2010.

- ✓ Antes
- ✓ Durante
- ✓ Después
- ✓

SOLUCIONES PROPUESTAS.

- ✓ Ampliación y mantenimiento al área hidráulica de ríos y arroyos.
- ✓ Drenes transversales en la carretera nacional # 15.
- ✓ Respetar las zonas federales de ríos, arroyos, presa, y todo cuerpo de agua.
- ✓ Reforestación en toda la región oriente de Michoacán, perteneciente a la cuenca del Cutzamala.



INUNDACIÓN EN EL MUNICIPIO DE TUXPAN, MICHOACÁN. EL MES DE FEBRERO DEL 2010.

112

CAUSAS

- ✓ Causas con nulo mantenimiento.



**IMAGEN # 48 y # 49. Basura y ramas en todos los causes de Tuxpan Michoacán 2010.**

- ✓ Ramas. (producto de la tala de árboles frutales.)





113

**IMAGEN # 50 y # 51. Basura y ramas en todos los causes de Tuxpan Michoacán 2010.**

- ✓ Causes con nulo mantenimiento.



**IMAGEN # 52 y # 53. Nulo mantenimiento de limpia, chapón, y nunca se cuidó el área hidráulica. En los causes de Tuxpan Michoacán 2010.**

- ✓ Basura. (producto de asentamientos humanos.)
- ✓ Ramas. (producto de la tala de árboles frutales.)





**IMAGEN # 53 y # 54. Descuido de poner cerca o dentro del cauce el producto de la podas de árboles frutales. Y Nulo mantenimiento.**

- ✓ Erosión del suelo y azolve de ríos.



**IMAGEN # 55 y # 56. Creciente y alarmante la erosión y la postre el azolve en los cuerpos de agua en la región oriente. Producto de la tala masiva y clandestina de los bosques.**

- ✓ Drenes inadecuados e insuficientes en cruces carreteros. (sin contar arroyos que fueron entubados a un mínima capacidad del nivel de aguas máximas.
- ✓ No respetar zonas federales. (120 construcciones solo en el arroyo las limas)





115

**IMAGEN # 57 y # 58. Canales que antes eran a cielo abierto después fueron malamente entubados con dimensiones muy por debajo de su capacidad original.**

FEBRERO DEL 2010.

✓ Antes, Durante y Después.



**IMAGEN # 59 y # 60. Rio Anganguero, en febrero del 2010.**



ASESOR: M. EN ARQ. JOAQUÍN LÓPEZ TINAJERO  
PRESENTA: JOSÉ MARÍA CHÁVEZ CIANCA



IMAGEN # 61 y # 62. Puente Zaragoza, febrero del 2010.

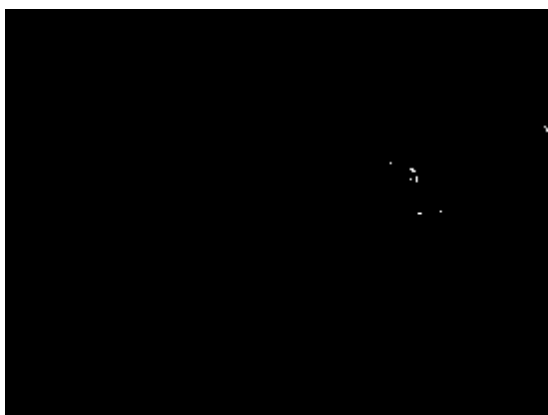


IMAGEN # 62 y # 63. Colonia Centro de Tuxpan, Michoacán en febrero del 2010.



ASESOR: M. EN ARQ. JOAQUÍN LÓPEZ TINAJERO  
PRESENTA: JOSÉ MARÍA CHÁVEZ CIANCA



**117**

**IMAGEN # 64 y #65. Inicio de trabajos para drenar y retirar material producto de la inundación.**



**IMAGEN # 66 y # 67. Planeación de los trabajos por parte de las autoridades municipales, estatales y federales, en la región oriente. Febrero del 2010.**







118



**IMAGEN # 68, # 69, # 70 y # 71. Nivel de inundación en algunos puntos del municipio de Tuxpan, Michoacán.**



ASESOR: M. EN ARQ. JOAQUÍN LÓPEZ TINAJERO  
PRESENTA: JOSÉ MARÍA CHÁVEZ CIANCA

SOLUCIONES PROPUESTAS.

- ✓ Ampliación y mantenimiento al área hidráulica de ríos y arroyos.

119

Ejemplo # 1. Rio Anganguero entre los puentes Zaragoza y puente Morelos.



**IMAGEN # 72, # 73, # 74 y #75. Fotos de antes, durante y después de la inundación del Rio Anganguero entre los puentes Zaragoza y Morelos.**



✓ Ampliación y mantenimiento al área hidráulica de ríos y arroyos.

120

Ejemplo # 2. Rio Anganguero y arroyo san victoriano.



**IMAGEN # 76, # 77, # 78 y # 79. Fotos de antes, durante y después de la inundación del Rio Anganguero en el cruce con el arroyo San Victoriano.**



ASESOR: M. EN ARQ. JOAQUÍN LÓPEZ TINAJERO  
PRESENTA: JOSÉ MARÍA CHÁVEZ CIANCA

- ✓ Ampliación y mantenimiento al área hidráulica de ríos y arroyos.

121

Ejemplo # 3. Arroyo calicanto (o las limas) sobre la carretera nacional # 15.



**IMAGEN # 80, # 81, # 82 y # 83. Fotos de antes, durante y después de la inundación del arroyo el calicanto. En el cruce con la carretera nacional #15. Febrero del 2010.**



ASESOR: M. EN ARQ. JOAQUÍN LÓPEZ TINAJERO  
PRESENTA: JOSÉ MARÍA CHÁVEZ CIANCA

- ✓ Ampliación y mantenimiento al área hidráulica de ríos y arroyos.

Ejemplo # 4. Arroyo calicanto (o las limas) en la colonia ampliación Rio grande.



**IMAGEN # 84, # 85, # 86 y # 87. Fotos de antes, durante y después de la inundación del arroyo el calicanto. En la colonia ampliación del rio grande. en Febrero del 2010.**

- ✓ Ampliación y mantenimiento y desazolve de la presa Tuxpan.

Ejemplo # 5. DESAZOLVE PRESA TUXPAN.





**IMAGEN 85 y 86. Fotos de antes y después de la presa Tuxpan, (derivadora de Tuxpan)**

- ✓ Drenes transversales en la carretera nacional # 15.



**IMAGEN 87, 88, 89, 90, y 91. Fotos de tres de los cinco drenes más grandes que existían en la carretera nacional #15 del lado sur del municipio de Tuxpan, Michoacán.**

- ✓ Respetar las zonas federales de ríos, arroyos, presa, y todo cuerpo de agua.
- ✓ Reforestación en toda la región oriente de Michoacán, perteneciente a la cuenca del Cutzamala.





124

**IMAGEN # 92 y 93. Fotos del antes y después en puentes peatonal en el Rio Tuxpan.**



ASESOR: M. EN ARQ. JOAQUÍN LÓPEZ TINAJERO  
PRESENTA: JOSÉ MARÍA CHÁVEZ CIANCA

# ¡AVISO IMPORTANTE!

De acuerdo a lo establecido en el inciso “a” del **ACUERDO DE LICENCIA DE USO NO EXCLUSIVA** el presente documento es una versión reducida del original, que debido al volumen del archivo requirió ser adaptado; en caso de requerir la versión completa de este documento, favor de ponerse en contacto con el personal del Repositorio Institucional de Tesis Digitales, al correo [dgbrepositorio@umich.mx](mailto:dgbrepositorio@umich.mx), al teléfono 443 2 99 41 50 o acudir al segundo piso del edificio de documentación y archivo ubicado al poniente de Ciudad Universitaria en Morelia Mich.

U.M.S.N.H  
DIRECCIÓN DE BIBLIOTECAS