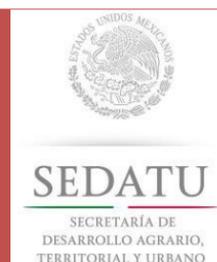


Atlas de Riesgos del Municipio de San Pablo Etla



2014



ESPACIOS URBANOS Y DISEÑOS MAKALE S.A. DE C.V."

SOT/DGOTAZR/PRAH/AE/420293PP003207/AR/48/14
ENTREGA FINAL

Contenido

CAPITULO I. Introducción, antecedentes y objetivo.....	2	5.1.3. Tsunamis o maremotos.....	40
1.1 Introducción.....	3	5.1.4. Inestabilidad de Laderas.....	41
1.2 Antecedentes.....	3	5.1.5 Flujos.....	42
1.3 Objetivos.....	3	5.1.6. Caídas o derrumbes.....	44
1.4 Alcances.....	3	5.1.7. Hundimientos.....	45
1.5 Metodología General.....	3	5.1.8 Agrietamiento.....	46
1.6 Contenido del Atlas de Riesgo.....	5	5.2 Riesgos, peligros y/o vulnerabilidad ante fenómenos de origen Hidrometeorológico.....	50
CAPÍTULO II. Determinación de niveles de análisis y escalas de representación cartográfica.....	6	5.2.1 Ondas Cálidas y Gélidas.....	60
2.1 Determinación de la Zona de Estudio.....	6	5.2.2 Sequías.....	62
CAPITULO III. Caracterización de los elementos del medio natural.....	8	5.2.3 Heladas.....	65
3.1 Fisiografía.....	8	5.2.4 Tormentas de granizo.....	67
3.2 Geología.....	10	5.2.5 Tormentas de nieve.....	69
3.3 Geomorfología.....	11	5.2.6 Ciclones Tropicales.....	74
3.4 Edafología.....	12	5.2.7 Tornados.....	77
3.5 Hidrología.....	14	5.2.8 Tormentas de polvo.....	78
3.6 Climatología.....	16	5.2.9 Tormentas Eléctricas.....	83
3.7 Uso de Suelo y Vegetación.....	17	5.2.10 Lluvias Extremas.....	85
3.8 Aéreas Naturales Protegidas.....	18	5.2.11 Inundaciones pluviales, fluviales, costeras y lacustres.....	97
CAPÍTULO IV. Caracterización de los elementos sociales, económicos y demográficos.....	19	CAPÍTULO VI. Obras de Mitigación.....	107
4.1 Elementos demográficos: dinámica demográfica, distribución de población, mortalidad, densidad de población.....	19		
4.2 Características sociales.....	24		
4.3 Principales actividades económicas.....	30		
4.4 Características de la Población Económicamente Activa.....	31		
4.5 Estructura urbana.....	33		
CAPITULO V. Identificación de amenazas, peligros, vulnerabilidad y riesgos ante fenómenos perturbadores de origen natura I.....	34		
5.1 Riesgos, peligros y/o vulnerabilidad ante fenómenos de origen Geológico.....	34		
5.1.1. Vulcanismo.....	34		
5.1.2. Sismos.....	35		

CAPÍTULO I. Introducción, antecedentes y objetivo

1.1 Introducción

El estudio de la relación entre los fenómenos naturales y la sociedad ha generado un interés por parte de diferentes niveles del gobierno para saber cómo actuar antes, durante y después de dichos procesos o desastres naturales, para así, poder garantizar la seguridad y bienestar de la población. El riesgo ante eventos naturales, ha sido un tema que cada día adquiere más presencia en las agendas de gobernantes comprometidos con la relación entre los desastres, el desarrollo económico, el medio ambiente o la sustentabilidad.

Tal como señala Ayala y Ulcina (2002) podemos entender al riesgo natural como la posibilidad de que un territorio y la sociedad que lo habita pueda verse afectado por un fenómeno natural de rango extraordinario. La catástrofe es el efecto perturbador que provoca sobre un territorio un episodio natural extraordinario y que a menudo supone la pérdida de vidas humanas. Si las consecuencias de dicho episodio natural alcanzan una magnitud tal que ese territorio necesita ayuda externa en alto grado se habla de desastre, concepto que alude al deterioro que sufre la economía de una región y al drama social provocado por la pérdida de numerosas vidas.

La reducción de riesgos de desastre se ha convertido en un punto de reflexión obligada cada vez en más órdenes de decisión, debido principalmente al impacto de los desastres, en muchas de las ciudades del país han provocando problemas críticos para el desarrollo económico y social. Actualmente los efectos de los desastres en nuestro país han evidenciado una falta de apropiación adecuada del territorio, donde no se consideran los aspectos físicos y aquellos relacionados con los peligros geológicos e hidrometeorológicos.

Importantes investigadores han demostrado que las pérdidas de las zonas siniestradas provocan retrocesos impactantes en el desarrollo económico de los países latinoamericanos, que llegan a ser superados en décadas (Maskrey 1997:5), en ocasiones las inversiones públicas –infraestructura y equipamientos- así como el patrimonio social acumulado por años se pierden tras el impacto de los fenómenos naturales.

Para evitar la expansión de los asentamientos humanos en zonas susceptibles a los desastres, así como mitigar las afectaciones de la población que ya se encuentra en una zona de riesgo, es necesario elaborar estudios científicos sobre las características físicas del territorio que den a la población en general y a las autoridades, elementos para disminuir el impacto de los fenómenos naturales, con la finalidad de guiar el desarrollo de las comunidades hacia una planificación más apta.

Por lo anterior surge la necesidad de contar con un estudio integral que analice los aspectos físicos y sociales del municipio de San Pablo Etlá. Este diagnóstico detalla las características físicas de su territorio en términos de: Geología, Geomorfología, Edafología, Hidrología y Vegetación. Así mismo identifica la información geográfica de los peligros hidrometeorológicos y geológicos; delimita las zonas expuestas a peligro y define las características de la población y sus viviendas ubicadas en estas zonas, para calcular el riesgo.

Este instrumento denominado Atlas de Riesgos del Municipio San Pablo Etlá, brinda a las autoridades municipales elementos para la toma de decisiones, así como para el diseño de estrategias que disminuyan la vulnerabilidad de la población. La importancia de considerar este instrumento de planeación en las políticas de desarrollo urbano y territorial recae en las autoridades municipales, sin embargo, la participación de la sociedad en la reducción de riesgos es muy relevante, considerar la disminución de riesgos de desastre mejorará la calidad de vida de la población de manera notable.

El presente Atlas de Riesgos se realiza debido al interés de que los gobiernos municipales cuenten con las herramientas necesarias para el diagnóstico, identificación precisa de los peligros, y la determinación de los niveles de vulnerabilidad y riesgo a través de metodologías científicas, para el correcto uso del territorio. La Secretaría de Desarrollo Social, a través del Programa de Prevención de Riesgos en los Asentamientos Humanos y el Centro Nacional de Prevención de Desastres se han enfocado a apoyar la política de prevención de desastres, a través de la elaboración de Atlas Municipales de Riesgos, y su vinculación con la regulación y ocupación del suelo.

De acuerdo con el Sistema Nacional de Protección Civil, SINAPROC, 2012, la fundamentación jurídica de este tipo de estudios se basa en la Ley General de Protección Civil, los cambios realizados en esta Ley fortalecen las capacidades de los mexicanos para prevenir riesgos y desastres derivados de los fenómenos naturales. Cabe señalar, que cada Estado cuenta con su propia normatividad que sigue los lineamientos contemplados por la Ley General. En el Estado de Oaxaca, se cuenta con la Ley Estatal de Protección Civil publicada el lunes 14 de septiembre de 2009, en donde se enuncian la estructura y responsabilidades de las dependencias involucradas en la protección civil.

A su vez, se establece como instrumento de sistematización y de apoyo a la protección civil el Atlas de Riesgos, y como obligatorio la elaboración de sus Programas Estatales y Municipales de Protección Civil. En el Estado de Oaxaca la dependencia responsable de la protección civil es Instituto de Protección Civil, que tiene como visión impulsar estrategias orientadas a la prevención, al fortalecimiento de capacidades locales y a la gestión integral del riesgo.

Cabe señalar, que la elaboración de este documento se apega por completo a los términos de referencia establecidos por la SEDATU dentro del documento "Bases para la Estandarización en la Elaboración de Atlas de Riesgo y Catálogo de Datos Geográficos para Representar el Riesgo"; y a la metodología establecida por el Centro Nacional de Prevención de Desastres (CENAPRED).

El apego al presente documento, asegura la reducción de riesgos naturales en San Pablo Etlá, además a través de este documento el municipio obtiene elementos científicos suficientes para lograr una adecuada planeación territorial y detección precisa de las zonas de peligro, vulnerabilidad y riesgos.

1.2 Antecedentes

La superficie total del municipio de San Pablo Etlá es de 33.17 km² y se encuentra situado en la parte central del estado, en la región denominada los valles centrales, pertenece al distrito de Etlá. Este municipio cuenta con dos cerros, el Mogote del Pozo y la Peña los cuales son un latente riesgo para la comunidad por tener este municipio alta actividad sísmica. El pasado 20 de marzo del 2012 este municipio fue declarado como zona de desastre, tras el sismo de 7.4 grados escala de Richter, lo cual ocasiona grandes pérdidas materiales para los habitantes del municipio.

Existen dos ríos principales, el río Molina y el río Gusano, ambos desembocan en el río Atoyac, por lo que la presencia de estos ríos puede potenciar la vulnerabilidad del municipio frente a fenómenos hidrometeorológicos extraordinarios.

Su clima es templado, con oscilación anual corta y lluvias moderadas durante el verano y principios de otoño. A pesar de que el clima en este municipio no es muy húmedo, en San Pablo Etlá se han presentado algunos problemas respecto a las inundaciones llegando incluso a emitirse una declaratoria de desastre natural por la ocurrencia de lluvia severa e inundación pluvial a consecuencia de la depresión tropical "Matthew", asociada a una baja presión en el océano pacífico los días 25, 26 y 27 de septiembre de 2010.

1.3 Objetivos

Realizar el inventario de los peligros en el municipio de San Pablo Etlá, para contar con un instrumento de análisis que sirve de base para la adopción de estrategias de reducción de riesgos. Los elementos principales a obtener son la delimitación de zonas en peligro hidrometeorológico y geológico a través del análisis de información científica y técnica como los registros históricos de fenómenos, comportamiento regional ante las amenazas naturales, etc, que se obtiene de los centros e institutos de investigación y de las dependencias locales, además del levantamiento en campo; la utilización de técnicas geomáticas; de percepción remota; modelos tridimensionales integrados en un sistema de información geográfica.

Objetivos específicos

- Identificar y describir los peligros naturales en apego a los lineamientos de SEDATU.
- Generar, validar y representar cartográficamente la información temática de las zonas vulnerables.
- Identificar y representar cartográficamente los niveles de riesgo por causas naturales y definir las medidas de prevención y mitigación a implementar.
- Hacer posible la consulta y análisis de la información de los diferentes peligros de origen natural que afecta al territorio del Municipio
- Obtener un instrumento de información confiable y capaz de integrarse a una base de datos nacional.

1.4 Alcances

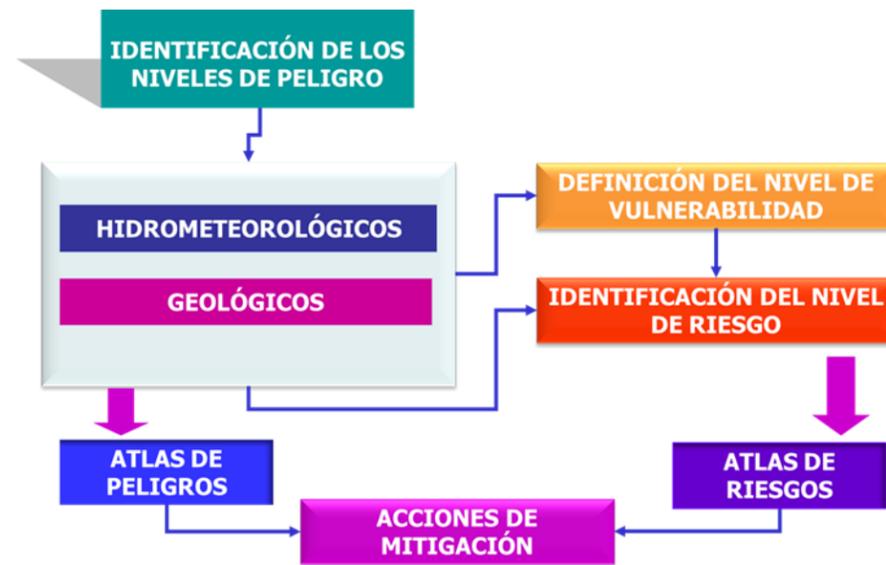
Los alcances del Atlas de Riesgos, serán acotados por completo por las Bases para la Estandarización de Atlas de Riesgos establecidas por SEDATU. El Atlas de Riesgos contará con cartografía de alta precisión, integrada en una solución geomática, alimentada por información geo-referenciada de tipo raster y vectorial para lograr una modelación detallada de los agentes perturbadores de origen natural que inciden en el área de estudio, pretendiendo con ello la identificación de áreas susceptibles a afectarse por algún desastre. Esta información es un insumo que permite identificar la población en condición de vulnerabilidad, con lo cual, las autoridades correspondientes podrán realizar acciones preventivas y obras de mitigación.

El atlas establece las bases técnicas para que las autoridades locales estructuren una planeación territorial adecuada y eviten la expansión de los asentamientos humanos hacia zonas de peligro o riesgo, su correcta implementación consolidará el Sistema de Protección Civil, permitirá manipular y actualizar la información para una mejor toma de decisiones.

1.5 Metodología General

La base fundamental para un diagnóstico adecuado de riesgo, es el conocimiento científico de los fenómenos (peligros o amenazas) que afectan a una región determinada, además de una estimación de las posibles consecuencias del fenómeno; estas 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.

Figura 1. Esquema conceptual del Atlas de Riesgos



Fuente: Elaboración propia con base en SEDATU. Metodología de los Atlas de Riesgos.

Así, la metodología para la elaboración del Atlas de Riesgos del Municipio San Pablo Etlá, puede resumirse en los siguientes pasos:

1. Compilación y análisis del contenido de la documentación hemerográfica, técnica y científica disponible en relación a la incidencia previa de contingencias en el municipio, encontrando lo siguiente:
 - Detección de información útil para la identificación de peligros en el municipio que se encuentre incluida en estudios, diagnósticos y mapas de riesgo ya existentes.
 - Identificación primaria de los peligros naturales existentes (geológicos e hidrometeorológicos), así como sus orígenes y componentes.
2. Reconocimiento e identificación en campo de los niveles de peligro a través de sistemas de geoposicionamiento global.
 - Recorridos en campo por grupos de especialistas en geología e hidrología para verificar en campo las estimaciones realizadas
 - Vaciado de información en sistema de información geográfica y verificación de información obtenida.
 - Entrevistas con autoridades locales para identificar procesos puntuales
 - Recorridos en campo con autoridades de protección civil.
3. Estimación de los niveles de peligro
 - Con base en la información obtenida en campo se determinan las zonas de peligro.
 - Estimación de niveles de peligro, con base en periodos de retorno.
4. Determinación de la vulnerabilidad

- Análisis en campo de aspectos sociales
- Realización de encuestas de las zonas identificadas con riesgo para conocer el nivel de percepción social del riesgo
- Determinación de niveles de vulnerabilidad considerando como elemento base de análisis los aspectos socioeconómicos de las familias y la calidad de los materiales de la vivienda.

5. Determinación de los niveles de riesgo y obras de mitigación
 - Con la información obtenida se realiza a través de modelos la determinación del nivel de riesgo para aquellas amenazas que evidencien un alto y muy alto nivel de peligro en la zona.

Con base en la información vectorial y raster se realiza una estandarización y homogenización de la información geográfica, se establecen los contenidos de acuerdo a lo señalado en las Bases para la Estandarización de Atlas de Riesgos en específico, en el diccionario de datos de la SEDATU.

1.6 Contenido del Atlas de Riesgo

El contenido del presente documento se establece como lo dictan las Bases para la Estandarización en la Elaboración de Atlas de Riesgos de la SEDATU mostradas en la siguiente tabla:

Cuadro 1. Contenido general del Atlas de Riesgos

Cuadro 2. Contenido general del Atlas de Riesgos ATLAS DE RIESGOS, Santa María Petapa, OAXACA	
CAPÍTULO I. Antecedentes e Introducción Introducción Antecedentes Objetivo Alcances Metodología General	CAPÍTULO V. Identificación de riesgos, peligros y vulnerabilidad ante fenómenos perturbadores de origen natural <i>Riesgos, peligros y/o vulnerabilidad ante fenómenos de origen Geológico</i> 1. Vulcanismo 2. Sismos 3. Tsunamis 4. Inestabilidad de laderas 5. Flujos 6. Caídos o derrumbes 7. Hundimientos 8. Subsistencia 9. Agrietamientos
CAPÍTULO II. Determinación de la zona de estudio Determinación de la Zona de Estudio	<i>Riesgos, peligros y/o vulnerabilidad ante fenómenos de origen Hidrometeorológico</i> Hidrometeorológico 1. Ondas cálidas y gélidas 2. Sequías 3. Heladas 4. Tormentas de granizo 5. Tormentas de nieve 6. Ciclones tropicales 7. Tornados 8. Tormentas polvo 9. Tormentas eléctricas 10. Lluvias extremas 11. Inundaciones pluviales, fluviales, costeras y lacustres
CAPÍTULO III. Caracterización de los elementos del medio natural Fisiografía Geología Geomorfología Edafología Hidrología Climatología Uso de suelo y vegetación Áreas naturales protegidas	CAPÍTULO VI. Medidas De Mitigación
CAPÍTULO IV. Caracterización de los elementos sociales, económicos y demográficos Elementos demográficos: dinámica demográfica, distribución de población, mortalidad, densidad de población. Características sociales Principales actividades económicas en la zona Características de la población económicamente activa Estructura urbana	CAPÍTULO VII. Anexo * Glosario de Términos Bibliografía Cartografía empleada Metadatos Fichas de campo Memoria fotográfica

Elaboración propia con origen en las Bases de Estandarización de Atlas de Riesgos SEDATU

El contenido del presente atlas se divide en los siguientes siete capítulos:

CAPITULO I.- Introducción y Antecedentes:

En este capítulo se describe el planteamiento del problema, la importancia de contar con un Atlas de Riesgo actualizado, los antecedentes generales desde tiempo histórico hasta la fecha, y las evidencias de eventos de desastres en la región. Se hace mención de los documentos existentes relacionados con el Atlas de Riesgos. Se describe también, el objetivo

del estudio, sus alcances y la metodología general en la cual se rige la elaboración de este documento.

CAPITULO II.- Determinación de la Zona de Estudio:

En este capítulo se determina la poligonal que identifica el área de estudio, su ubicación y las principales características de su localización. Se determinan las escalas de análisis y el nivel de análisis de los diferentes fenómenos naturales, se incluye el Mapa Base del área de estudio.

CAPITULO III.- Caracterización de los Elementos del Medio Natural:

En este apartado se realiza un análisis de los elementos que conforman el medio físico del área de estudio, partiendo de las características naturales del lugar, entre los cuales se encuentran: Geología, Geomorfología, Edafología, Clima, Precipitación, Hidrología, Uso de Suelo y Vegetación, Áreas Naturales protegidas; cada tema desarrollado se acompaña de un mapa temático.

CAPITULO IV.- Caracterización de los Elementos Sociales, Económicos y Demográficos:

Se realiza un análisis de la situación demográfica social y económica del municipio para conocer las condiciones generales en las que se encuentra. Dentro de los temas a desarrollar en este capítulo están: los aspectos demográfico, es decir el comportamiento de población, a través del análisis del crecimiento de la población, composición de la población, índice de masculinidad, características sociodemográficas como nivel de educación e índice de analfabetismo, índice de marginación, etc. Dentro de los procesos económicos, se encuentran: principales actividades económicas, analizada por sectores y subsectores económicos.

CAPITULO V.- Identificación de Riesgos, Peligros y Vulnerabilidad ante Fenómenos Perturbadores de Origen Natural:

En este capítulo se analiza cada uno de los elementos perturbadores de origen natural, enumerando sus características como: periodicidad, área de ocurrencia y el grado o nivel de impacto para poder llevar a cabo la zonificación de las áreas de riesgo o peligro Este apartado es considerado la esencia del Atlas de Riesgo, ya que en este se identifican los riesgos, peligros y vulnerabilidad del municipio, se señalan las zonas más propensas a sufrir procesos destructivos, cuantificando población, infraestructura, equipamiento.

CAPITULO VI.- Medidas de Mitigación

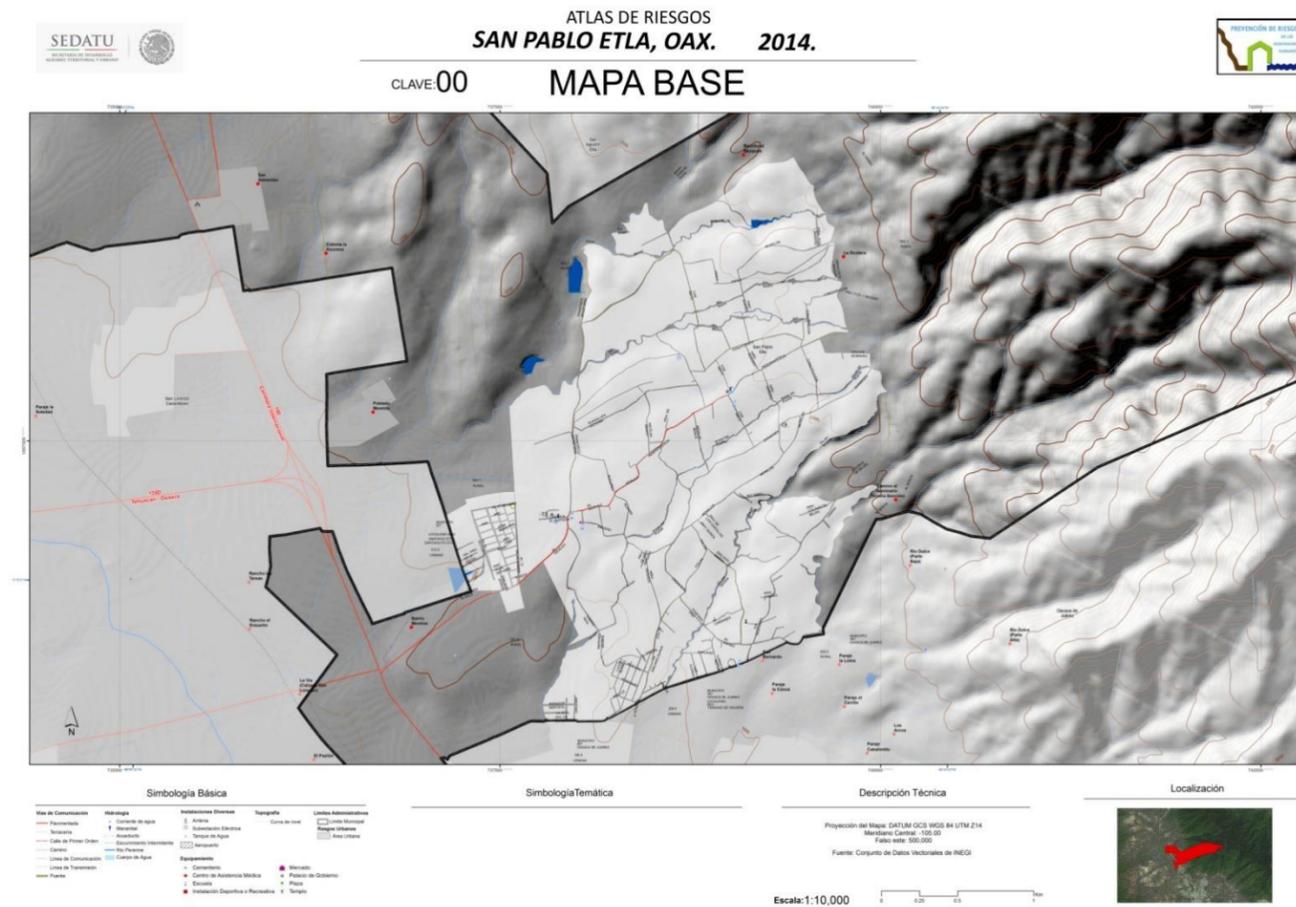
Con base en la información del capítulo V se identifican las zonas con mayor riesgo y en este capítulo se proponen obras y acciones para disminuir el riesgo.

CAPITULO VII.- Anexos:

En este apartado se incluye: el glosario de términos, la bibliografía, la cartografía empleada, metadatos, fichas de campo y memoria fotográfica.

Figura 3. Mapa base urbano de San Pablo Etlá, Oax.

Cuadro 3. Niveles y escalas de análisis en el municipio



Elaboración propia con base en INEGI

AGENTE PERTURBADOR	Nivel BEEARCDR	Escala cartográfica
Hundimientos, subsidencia y agrietamientos (fallas)	2	1:20,000 a 1:20,000
Sismos	2	1:20,000
Tsunamis o maremotos	1	1:250,000
Vulcanismo	1	1:20,000 a 1:10,000
Procesos de remoción en masa (Inestabilidad de laderas, flujos, caídos o derrumbes)	2	1:20,000 a 1:10,000
Hundimientos	1	1:20,000
Lluvias extremas	1	1:20,000
Ciclones (Huracanes y ondas tropicales) y tornados	1	1:250,000
Tormentas eléctricas	1	1:100,000
Sequías	1	1:100,000
Ondas cálidas y gélidas	1	1:100,000
Tormentas polvo	1	1:20,000
Inundaciones pluviales, fluviales, costeras y lacustres	2	1:10,000 a 1:1,000
Tormentas de granizo y nevadas	1	1:100,000

CAPITULO III. Caracterización de los elementos del medio natural.

3.1 Fisiografía

México tiene una diversidad de formas de relieve que lo convierte en uno de los países del mundo con mayores características y variedades topográficas. Éstas influyen en las condiciones climáticas, tipos de suelos y vegetación, e incluso en las actividades económicas. Con base en sus características geomorfológicas, el territorio mexicano se divide en 15 provincias fisiográficas; cada una está definida como una región de paisajes y rocas semejantes en toda su extensión. En cada una de ellas hay variaciones que a veces determinan la existencia de dos o más sub provincias, así como de topofomas o discontinuidades que contrastan con la homogeneidad litológica y paisajística de la provincia.

Provincias Fisiográficas

Fisiográficamente hablando, el Municipio de San Pablo ETLA se encuentra en la Provincia Fisiográfica Sierra Madre del Sur, limita al Norte con la Provincia del Eje Neovolcánico; al Este, tiene límites con la Provincia de la Llanura Costera del Golfo del Sur, la Cordillera Centroamericana del Océano Pacífico; en la porción Sur, limita con el Océano Pacífico. En el contexto de la República Mexicana, la Provincia Fisiográfica de la Sierra Madre del Sur comprende parte de los Estados de Jalisco, Colima, Michoacán, Guerrero (todo el estado), México, Morelos, Puebla, Oaxaca y Veracruz. Se extiende a lo largo y muy cerca de la costa del Pacífico, con una dirección general noroeste a sureste, su altitud es de poco más de 2000 m, en ella nacen varias corrientes que desembocan en el pacífico y en su vertiente interior se localizan las cuencas del río Balsas, Verde y Tehuantepec.

Es la Provincia de mayor complejidad geológica, ya que se encuentran rocas ígneas, sedimentarias y la mayor abundancia de rocas metamórficas del país, el choque de las placas tectónicas de Cocos y la placa norteamericana, provoco el levantamiento de esta Sierra y han determinado en gran parte su complejidad.

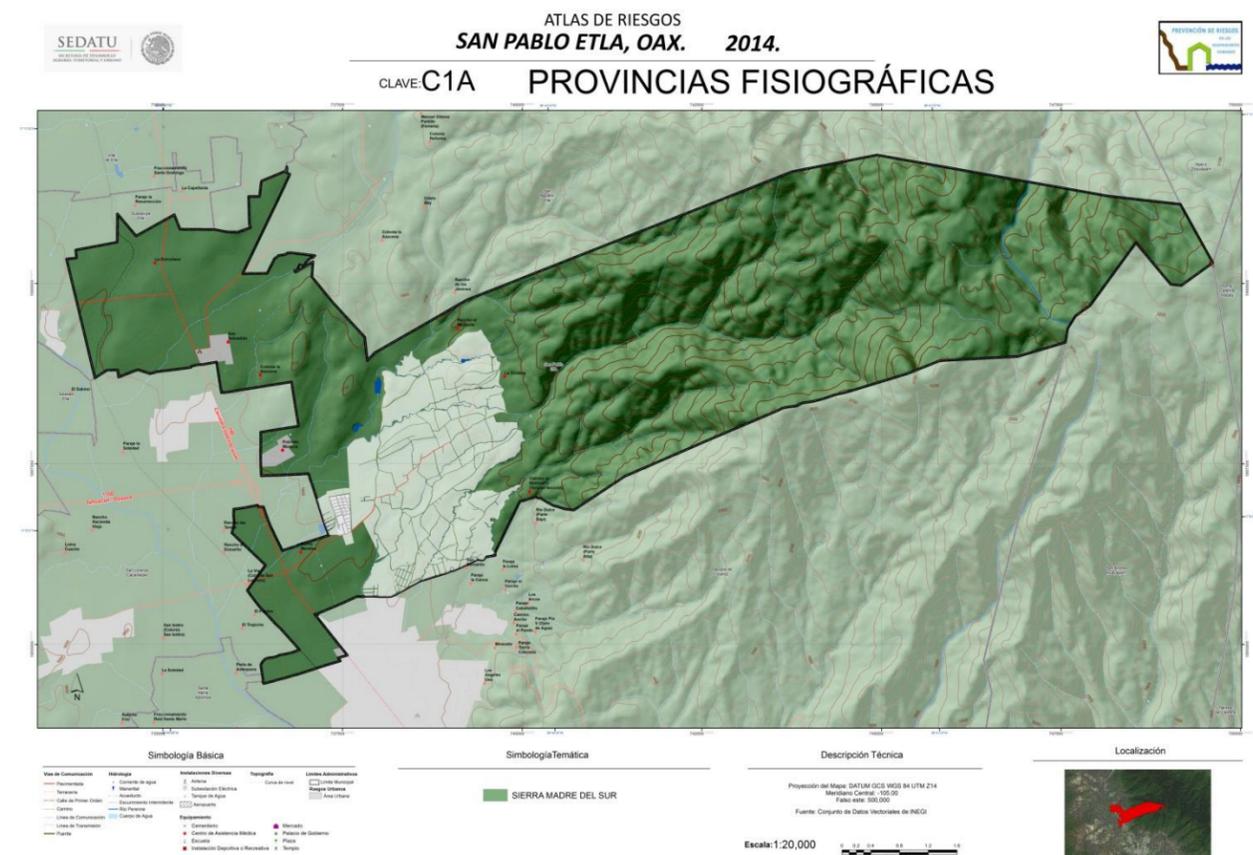
Existe amplia diversidad de comunidades vegetales, al grado de que ha sido reconocida como una de las regiones florísticas más ricas de México y del mundo.

.Cuadro 4. Provincias Fisiográficas

ENTIDAD	NOMBRE	%	SUPERFICIE Km ²
PROVINCIA	SIERRA MADRE DEL SUR	100	33.17

Elaboración propia con base en INEGI

Figura 4. Provincias fisiográficas de San Pablo ETLA, Oax.



Elaboración propia con base en INEGI

Subprovincias Fisiográficas

El municipio de San Pablo Etlá, es cubierto por dos subprovincia fisiográfica conocidas como Sierras Orientales y Sierras y valles de Oaxaca cuyas características son:

Cuadro 5. Subprovincias Fisiográficas

ENTIDAD	NOMBRE	%	SUPERFICIE Km ²
SUBPROVINCIA	SIERRAS ORIENTALES	62.64	20.77
SUBPROVINCIA	SIERRAS Y VALLES DE OAXACA	37.36	12.39

Elaboración propia con base en INEGI

Sierras Orientales

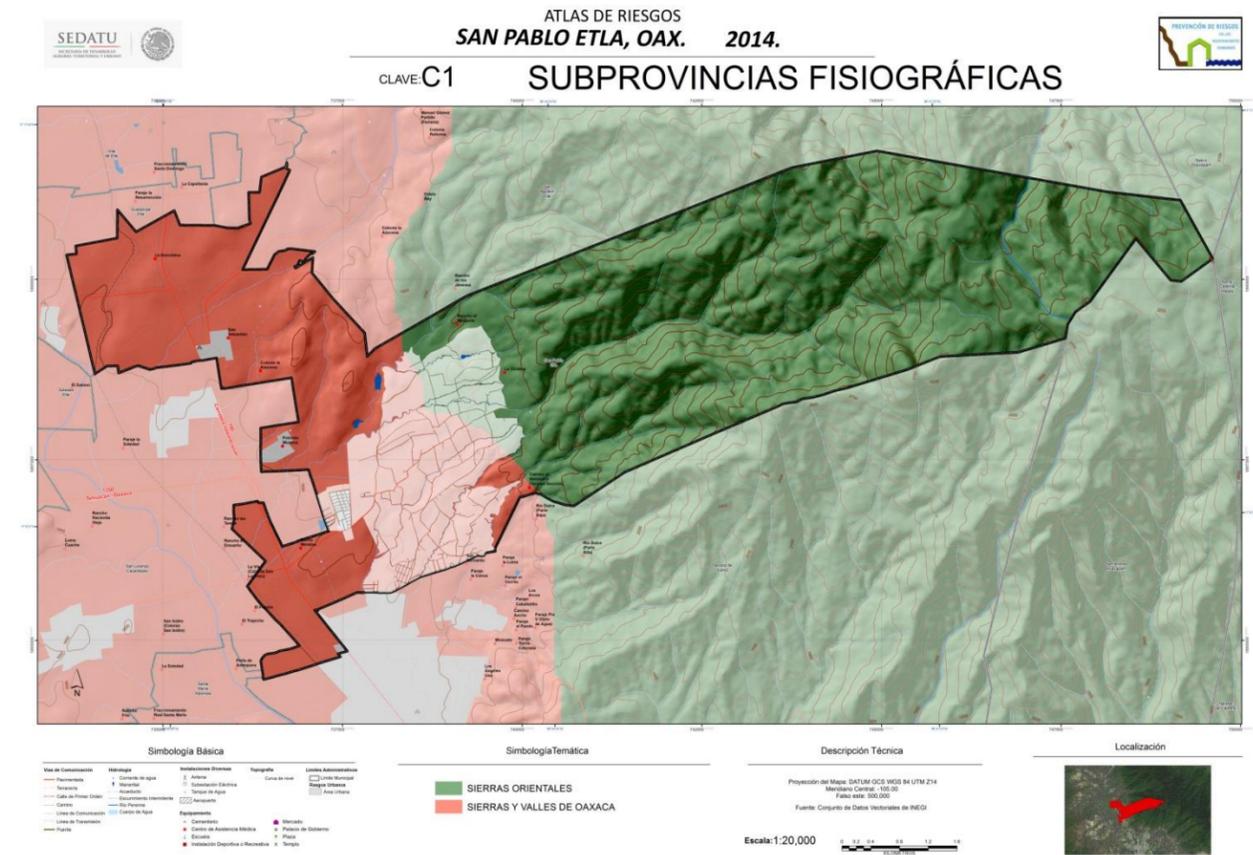
Esta zona montañosa abarca desde la región de Orizaba, Veracruz, hasta Salina Cruz, Oaxaca, y se extiende en el sur entre este puerto y el de Pochutla. La porción norte, conocida como sierra de Zongolica, es menos abrupta que el resto de la subprovincia, en la cual dominan las rocas calcáreas del Cretácico, que le dan afinidad con la Sierra Madre Oriental. En su extremo oriental presenta características cársticas, y afloran en ella esquistos asociados con aluviones antiguos.

Esta subprovincia fisiográfica cubre una superficie aproximada de 20.77km² lo que representa un 62.24% del territorio municipal. Abarca toda la zona centro, este y noreste del municipio.

Sierras y Valles de Oaxaca

Esta subprovincia fisiográfica cubre una superficie aproximada de 12.39km² lo que representa un 37.36% del territorio municipal. Abarca la parte oeste y suroeste del municipio.

Figura 5. Subprovincias fisiográficas de San Pablo Etlá



3.2. Geología

Con respecto a las unidades geológicas que afloran en el municipio se tiene rocas del periodo Cretácico, Cuaternario, Paleógeno y Terciario, mismas que se describen a continuación.

Cuadro 6. Unidades Geológicas

CLAVE	ENTIDAD	CLASE	TIPO	ERA	SISTEMA	SERIE	%	SUPERFICIE KM ²
K(Ct)	UNIDAD CRONOESTRATIGRÁFICA	METAMÓRFICA	CATACLASITA	MESOZOICO	CRETÁCICO	N/D	50.95	16.9
Ki(lu-ar)	UNIDAD CRONOESTRATIGRÁFICA	SEDIMENTARIA	LUTITA-ARENISCA	MESOZOICO	CRETÁCICO	CRETÁCICO INFERIOR	25.45	8.44
Ki(lu)	UNIDAD CRONOESTRATIGRÁFICA	SEDIMENTARIA	LUTITA	MESOZOICO	CRETÁCICO	CRETÁCICO INFERIOR	8.67	2.87
Ti(cg)	UNIDAD CRONOESTRATIGRÁFICA	SEDIMENTARIA	CONGLOMERADO	CENOZOICO	PALEÓGENO	N/D	8.1	2.68
Q(s)	SUELO	N/A	N/A	CENOZOICO	CUATERNARIO	N/A	6.82	2.26

Elaboración propia con base en INEGI

Cataclasita

Las cataclasitas son rocas de falla cohesivas de texturas aleatorias (Marshak y Mitra, 1988) que se forman a temperaturas relativamente elevadas, en el rango de 150 a 300°C. La temperatura es un factor físico importante durante dicho proceso porque favorece la densidad de fracturamiento del protolito. Además, tiene influencia sobre la fragmentación de aquellos minerales con una considerable anisotropía en la expansión termal (Frederich y Wong, 1986).

Esta unidad geológica cubre una superficie aproximada de 16.90 km² lo que representa un 50.95% del territorio municipal. Se localiza en la zona este y parte del centro del municipio.

Lutita

Es una roca sedimentaria compuesta por partículas del tamaño de la arcilla y del limo. Es la roca sedimentaria más abundante. Las lutitas pueden contener cantidades relativamente grandes de material orgánico, en comparación con otros tipos de rocas y, por consiguiente, poseen el potencial para convertirse en rocas generadoras ricas en hidrocarburos, aunque una lutita típica contiene sólo un 1% de materia orgánica. Las lutitas se localizan en ambientes sedimentarios acuáticos, caracterizados por existir un nivel de energía muy bajo, como son: las llanuras de inundación de ríos; parte distales de abanicos aluviales; fondos de lagos y mares, etc.

Esta unidad geológica cubre una superficie aproximada de 2.87 km² lo que representa un 8.67% del territorio municipal. Se localiza en la zona centro del municipio.

Areniscas

Son rocas sedimentarias detríticas formadas en ambientes marinos, fluviales o de origen eólico. Como indica su nombre, están constituidas por arena cuarzosa de ángulo vivos, unidas por cementos naturales muy diversos. O bien por arena sílicea unida por elementos calizos arcillosos.

La combinación lutita-arenisca cubre una superficie aproximada de 8.44 km² lo que representa un 25.45 % del territorio municipal, localizándose en la parte oeste del municipio.

Conglomerado

Los conglomerados son rocas sedimentarias formadas por consolidación de cantos, guijarros o gravas, de fragmentos superiores a 4 mm, generalmente se desarrollan en el ambiente fluvial.

En la composición de los conglomerados intervienen fundamentalmente tres factores: la litología de la zona de alimentación de la cuenca sedimentaria, clima y relieve de la zona sometida a erosión. El clima y la litología determinan que minerales terminarán formando parte del conglomerado, sea por alteración química o disgregación física de las rocas preexistentes. El relieve determina con qué rapidez se producirá el proceso de erosión, transporte y sedimentación, ya que dependiendo de lo abrupto del terreno así existirá mayor o menor tiempo para que la alteración química de los minerales tenga lugar.

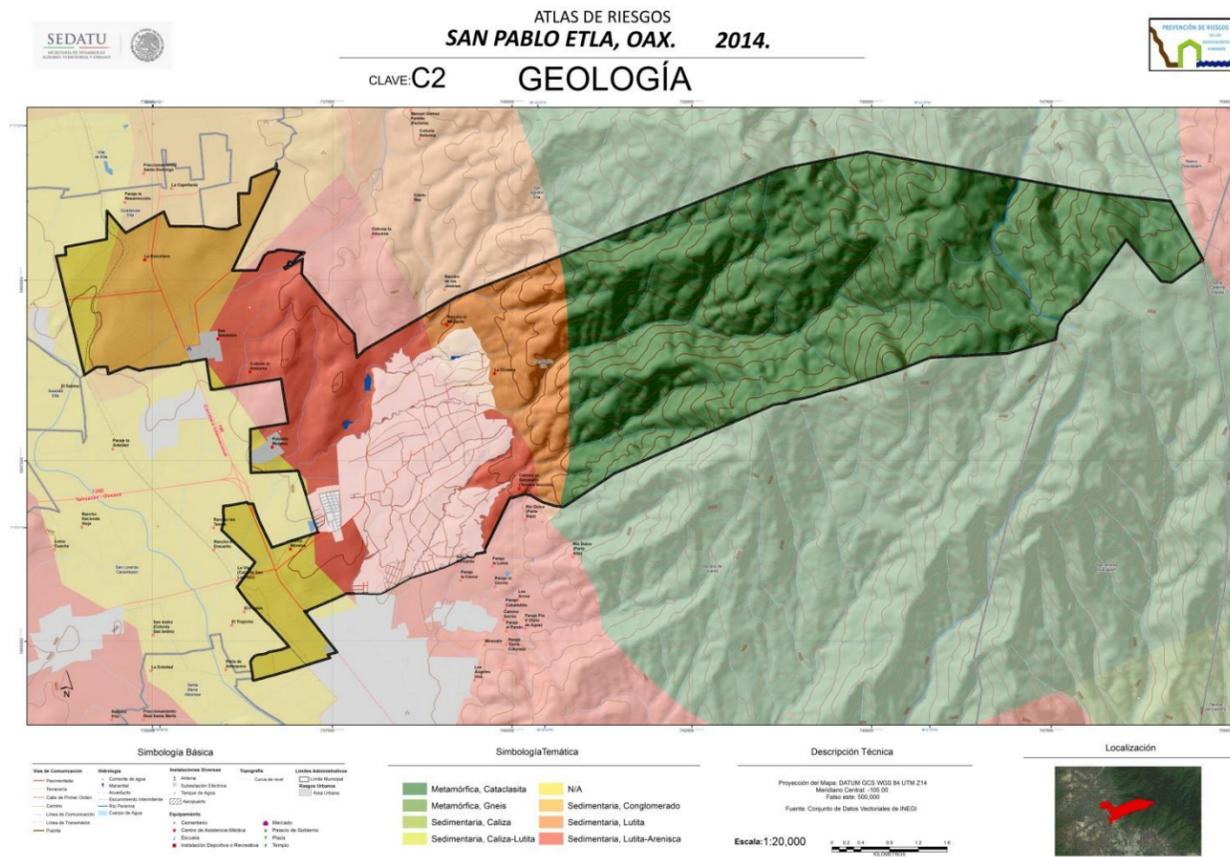
Cubre una superficie aproximada de 2.68 km² lo que representa un 25.45 % del territorio municipal, localizándose en la parte noroeste del municipio.

Suelo aluvial

Estos suelos se forman cuando los arroyos y ríos disminuyen su velocidad. Las partículas de suelo suspendidas son demasiado pesadas para que las lleve la corriente decreciente y son depositadas en el lecho del río. Las partículas más finas son depositadas en la boca del río, formando un delta. Los suelos aluviales varían en contenido mineral y en las características específicas del suelo en función de la región y del maquilaje geológico de la zona, pero en general son ricos en nutrientes.

Esta unidad geológica cubre una superficie aproximada de 2.26 km² lo que representa un 6.82% del territorio municipal. Se localiza al suroeste del municipio.

Figura 6. Geología de San Pablo Etlá, Oax.



3.3. Geomorfología

El municipio está representado principalmente por Sierra alta compleja, Llanura aluvial con lomerío y Sierra Baja compleja.

Cuadro 7. Sistemas de Topoformas

NOMBRE	DESCRIPCIÓN	%	SUPERFICIE KM ²
SIERRA	SIERRA ALTA COMPLEJA	62.64	20.77
VALLE	VALLE DE LADERAS TENDIDAS CON LOMERÍO	29.24	9.69
LOMERÍO	LOMERÍO CON LLANURAS	8.12	2.69

Elaboración propia con base en INEGI

Sierra Alta Compleja

Este sistema de topoformas se caracteriza por ser una zona de montañas con una elevación mayor al entorno geográfico, conformada por rocas de origen diverso. Dicho sistema cubre una superficie aproximada de 20.77 km² lo que representa un 62.64% del territorio municipal, abarca toda la zona centro, este y noreste del municipio.

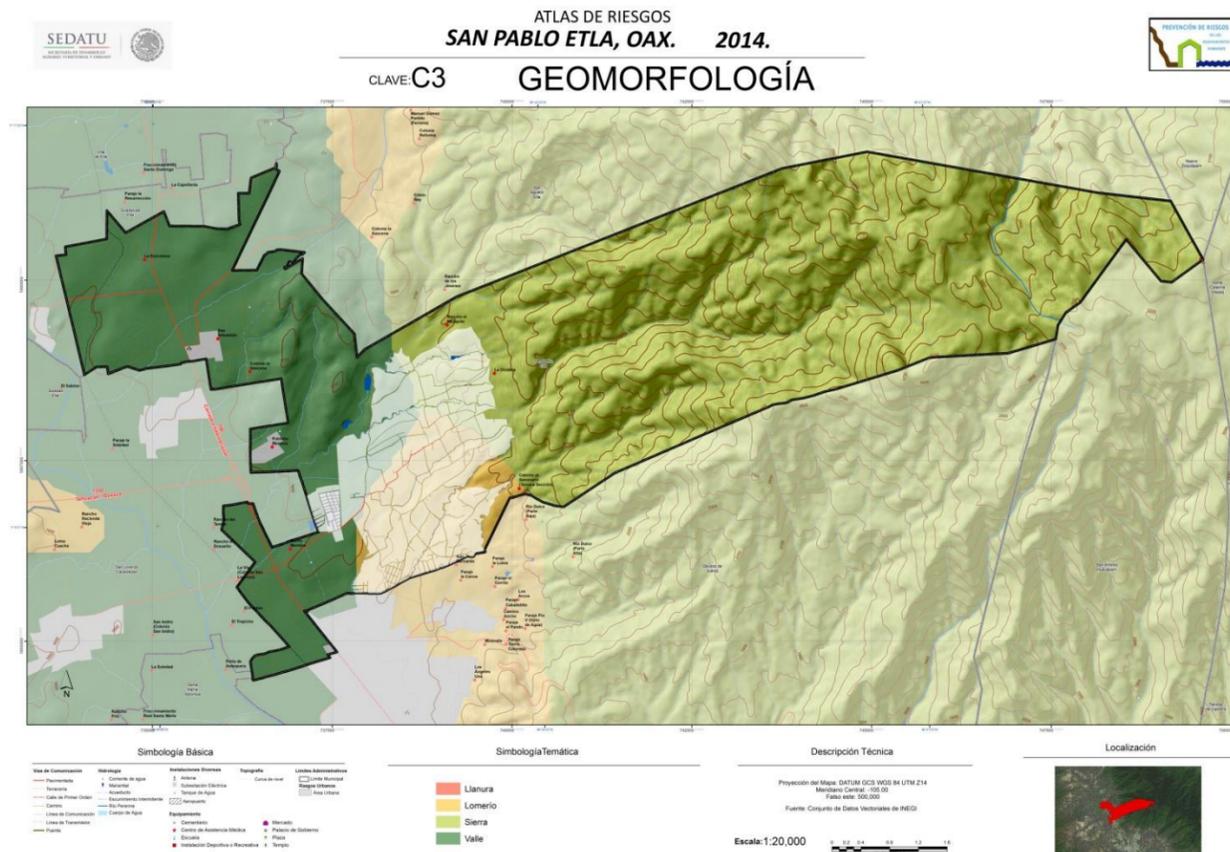
Lomerío con llanuras

Este sistema de topoformas se caracteriza por esta formado por un conjunto de lomas con elevaciones de poca altura, normalmente de forma redondeada, asociado a terrenos relativamente planos (sin elevaciones o depresiones prominentes). Cubre una superficie aproximada de 9.69 km² lo que representa un 29.24% del territorio municipal, se localiza en la parte sur del municipio.

Valle de laderas tendidas con lomerío

Este sistema de topoformas se caracteriza por ser una depresión alargada e inclinada hacia el mar o una cuenca endorreica, generalmente ocupada por un río, con una porción de la superficie extendida, y un conjunto de lomas. Cubre una superficie aproximada de 2.69 km² lo que representa un 8.12% del territorio municipal y abarca la parte oeste del municipio.

Figura 7. Geomorfología de San Pablo Etlá



Elaboración propia con base en INEGI

3.4. Edafología

El suelo es la capa más superficial de la corteza terrestre, en la cual encuentra soporte la cubierta vegetal; es un sistema complejo que se forma por las diferentes condiciones climáticas y geomorfológicas de un lugar a lo largo del tiempo, que condicionan la formación de numerosas clases de suelos, los cuales pueden presentar diferentes tipos de aptitud, función y vulnerabilidad.

De acuerdo a la información generada por el Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI) se obtiene la información Edafológica Escala 1: 250 000 Serie II, en donde para la Clasificación de los suelos se utilizó el sistema internacional Base Referencial Mundial del Recurso Suelo publicado en 1999 por la Sociedad Internacional de las Ciencias del Suelo, Centro Internacional de referencia e Información en Suelos (ISRIC) y la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO/UNESCO).

El municipio presenta tres tipos de suelos: cambisol, vertisol y regosol mismos que se describen a continuación:

Cuadro 8. Unidades Edafológicas

CLAVE	NOMBRE DEL SUELO 1	NOMBRE DEL SUBSUELO 1	NOMBRE DEL SUELO 2	NOMBRE DEL SUBSUELO 2	TEXTURA	FASE FISICA	%	SUPERFICIE KM 2
Re+Lv+Bh/2/L	REGOSOL	EÚTRICO	LUVISOL	VÉRTICO	MEDIA	LÍTICA	53.22	17.65
Re+l/1/L	REGOSOL	EÚTRICO	LITOSOL		GRUESA	LÍTICA	43.25	14.34
Hh+Vc/2	FEZEM	HÁPLICO	VERTISOL	CR¾MICO	MEDIA		3.54	1.17

Elaboración propia con base en INEGI

Regosol

El término Regosol deriva del vocablo griego rhegos que significa "sábana", haciendo alusión al manto de alteración que cubre la tierra. Estos suelos constituyen la etapa inicial de formación de otros suelos, sin embargo, en la fase de desarrollo que muestran tienen características que permiten identificarlos como unidad. Son muy parecidos al material del que se derivan (calizas, lutitas areniscas y depósitos aluviales). El horizonte A que los integra descansa sobre la roca, o bien en una capa mineral u horizonte C que tiene variaciones poco

significativas con respecto al primero, la más notable es la tonalidad clara. Son de color pardo, grisáceo amarillento; de textura arenosa en la costa y arcillosa en los originarios de lutitas y calizas. El pH es ligeramente ácido en los eútricos y moderadamente alcalino en los calcáricos. La capacidad de intercambio catiónico es de baja a media y la saturación de bases es alta, con cantidades de medias a altas de calcio, de bajas a moderadas de magnesio y bajas de potasio. Su fertilidad es media y conforme se intemperizan las partículas de mayor tamaño, quedan a disposición de las plantas diversos minerales.

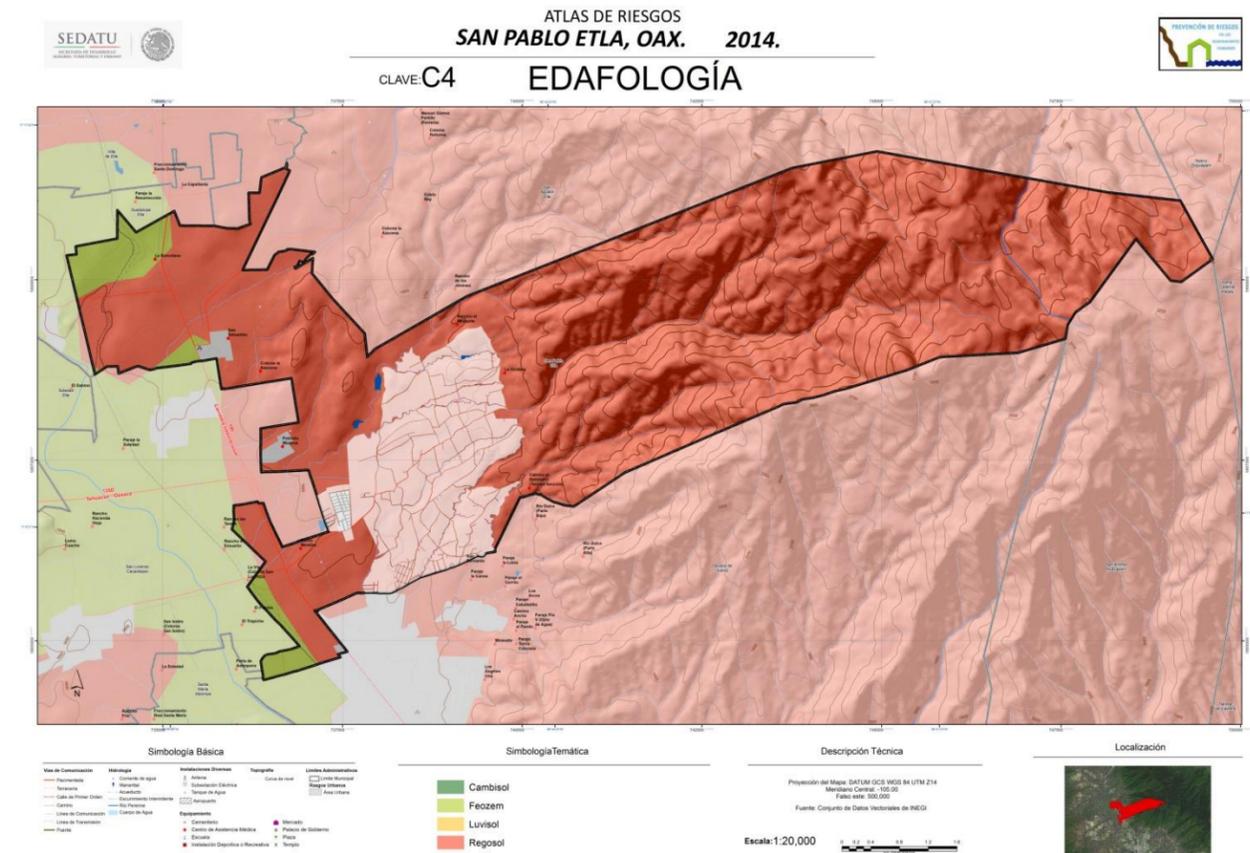
Este tipo de suelo en el más representativo en el municipio cubre una superficie aproximada de 31.99 km² lo que representa un 96.47% del territorio municipal, abarca todo el municipio a excepción de un par de áreas ubicadas en el noroeste y suroeste del municipio.

Feozem

El término Feozem deriva del vocablo griego "phaios" que significa oscuro y del ruso "zemlja" que significa tierra, haciendo alusión al color oscuro de su horizonte superficial, debido al alto contenido en materia orgánica. Se puede presentar en cualquier tipo de relieve y clima, excepto en regiones tropicales lluviosas o zonas muy desérticas. Se caracteriza por tener una capa superficial oscura suave, rica en materia orgánica y nutrientes (INEGI).

Cubre una superficie aproximada de 1.17 km² lo que representa un 3.54 % del territorio municipal, está presente en un par de zonas pequeñas: la primera al noroeste y la segunda al suroeste del municipio respectivamente.

Figura 8. Mapa de Edafología para el municipio de San Pablo Etlá, Oax.

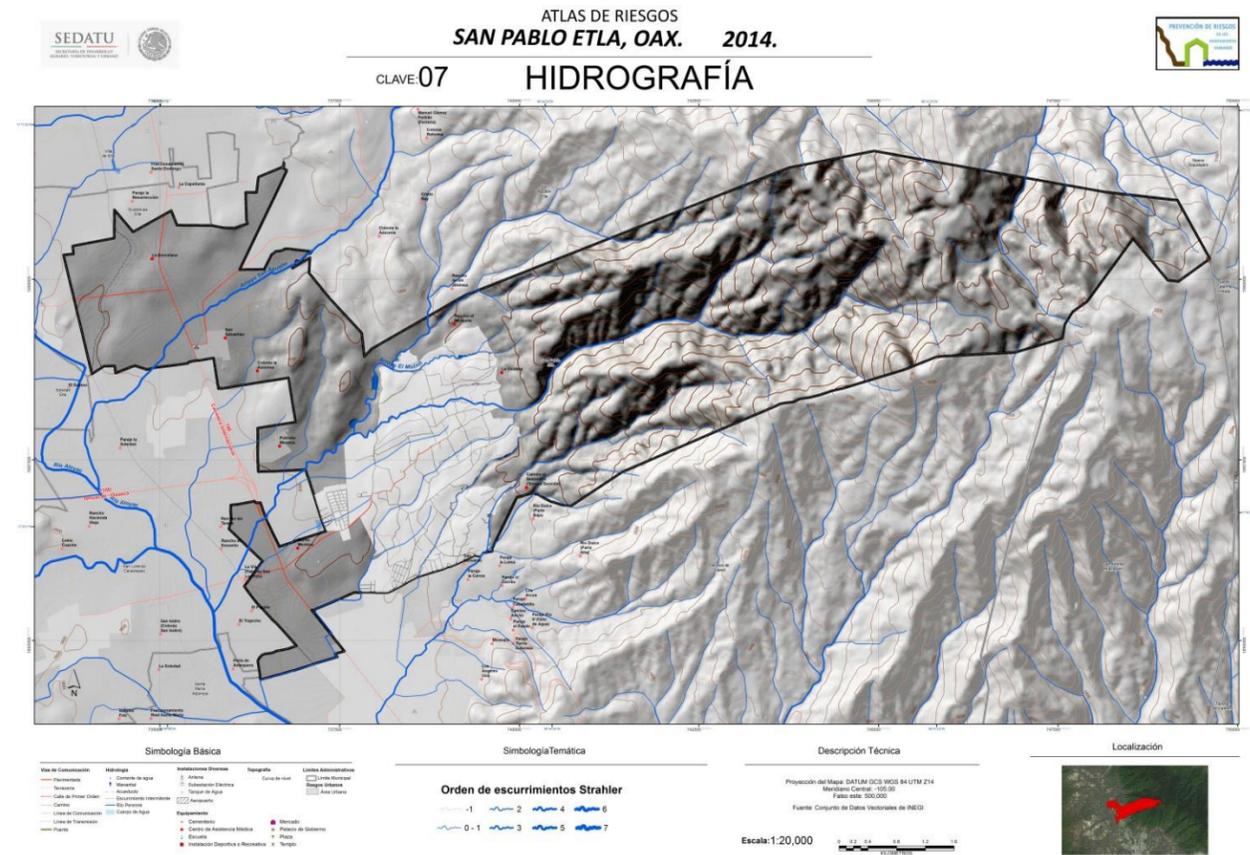


Elaboración propia con base en INEGI

3.5. Hidrografía

Los principales ríos en el municipio son: el río Molino y el río Gusano, estos ríos desembocan en el río Atoyac, ambos descendiendo de la Sierra norte del San Pablo. Oaxaca cuenta con 8 regiones hidrológicas: la que ocupa mayor extensión territorial es la región hidrológica Papaloapan (RH28) con 24.24% del total estatal; tiene sólo una cuenca: R. Papaloapan. La región hidrológica Costa Chica-Río Verde (RH20) con 24.02% se sitúa en segundo lugar y comprende tres cuencas: R. Atoyac, R. La Arena y Otros y R. Ometepec o Grande. En tercer lugar está la región hidrológica Tehuantepec (RH22) con 19.14%, compuesta por dos cuencas: L. Superior e Inferior y R. Tehuantepec. Continúa, según porcentaje de extensión, la región hidrológica (RH21) Costa de Oaxaca (Puerto Ángel), con 10.54%, dividida en tres cuencas: R. Astata y Otros, R. Copalita y otros, y R. Ometepec y otros. La región hidrológica Coatzacoalcos (RH29), con 10.34%, tiene sólo la cuenca R. Coatzacoalcos. La región hidrológica Balsas (RH18) con 8.89% se integra por 2 cuencas: R. Atoyac y R. Tlapaneco. Las regiones hidrológicas restantes: Costa de Chiapas (RH23) con 1.28% y Grijalva-Usumacinta (RH30) con 1.55% participan con una cuenca cada una; la primera con la cuenca Mar Muerto y la segunda con la cuenca R. Grijalva-Tuxtla Gutiérrez.

Figura 9. Hidrografía de San Pablo Etlá



Cuencas y subcuencas

El municipio se halla inmerso en la región Hidrológica 20 Costa Chica-Río Verde, en la cuenca R. Atoyac (100%) y en la subcuenca R. Atoyac-Oaxaca de Juárez (100%) respectivamente.

Cuadro 9. Región Hidrológica Costa Chica Rio Verde

PROPIEDAD	VALOR
IDENTIFICADOR	20
CLAVE REGIÓN HIDROLÓGICA	RH20
NOMBRE DE LA REGIÓN HIDROLÓGICA	COSTA CHICA - RIO VERDE
ÁREA (KM ²)	39,856.87
PERIMETRO (KM)	1,522.86

Fuente: Elaboración propia con base en el SIATL

Cuadro 10. Cuenca R Atoyac

PROPIEDAD	VALOR
IDENTIFICADOR	77
CLAVE REGIÓN HIDROLÓGICA	RH20
NOMBRE DE LA REGIÓN HIDROLÓGICA	COSTA CHICA - RIO VERDE
CLAVE CUENCA	A
NOMBRE CUENCA	R. ATOYAC
ÁREA (KM ²)	18,258.49
PERIMETRO (KM)	1005.39

TOTAL DE DESCARGAS 3	0
LUGAR A DONDE DRENA 4	-
TOTAL DE DESCARGAS 4	0
TOTAL DE DESCARGAS	1
PERIMETRO (KM)	546.87
ÁREA (KM ²)	5,863.47
DENSIDAD DE DRENAJE	1.8337
COEFICIENTE DE COMPACIDAD	2.014
LONGITUD PROMEDIO DE FLUJO SUPERFICIAL DE LA SUBCUENCA (KM)	0.136336369
ELEVACIÓN MÁXIMA EN LA SUBCUENCA (M)	3,300
ELEVACIÓN MÍNIMA EN LA SUBCUENCA (M)	1,200
PENDIENTE MEDIA DE LA SUBCUENCA (%)	29.72
ELEVACIÓN MÁXIMA EN CORRIENTE PRINCIPAL (M)	2,671
ELEVACIÓN MÍNIMA EN CORRIENTE PRINCIPAL (M)	1,190
LONGITUD DE CORRIENTE PRINCIPAL (M)	19,7040
PENDIENTE DE CORRIENTE PRINCIPAL (%)	0.751
SINUOSIDAD DE CORRIENTE PRINCIPAL	2.089119828

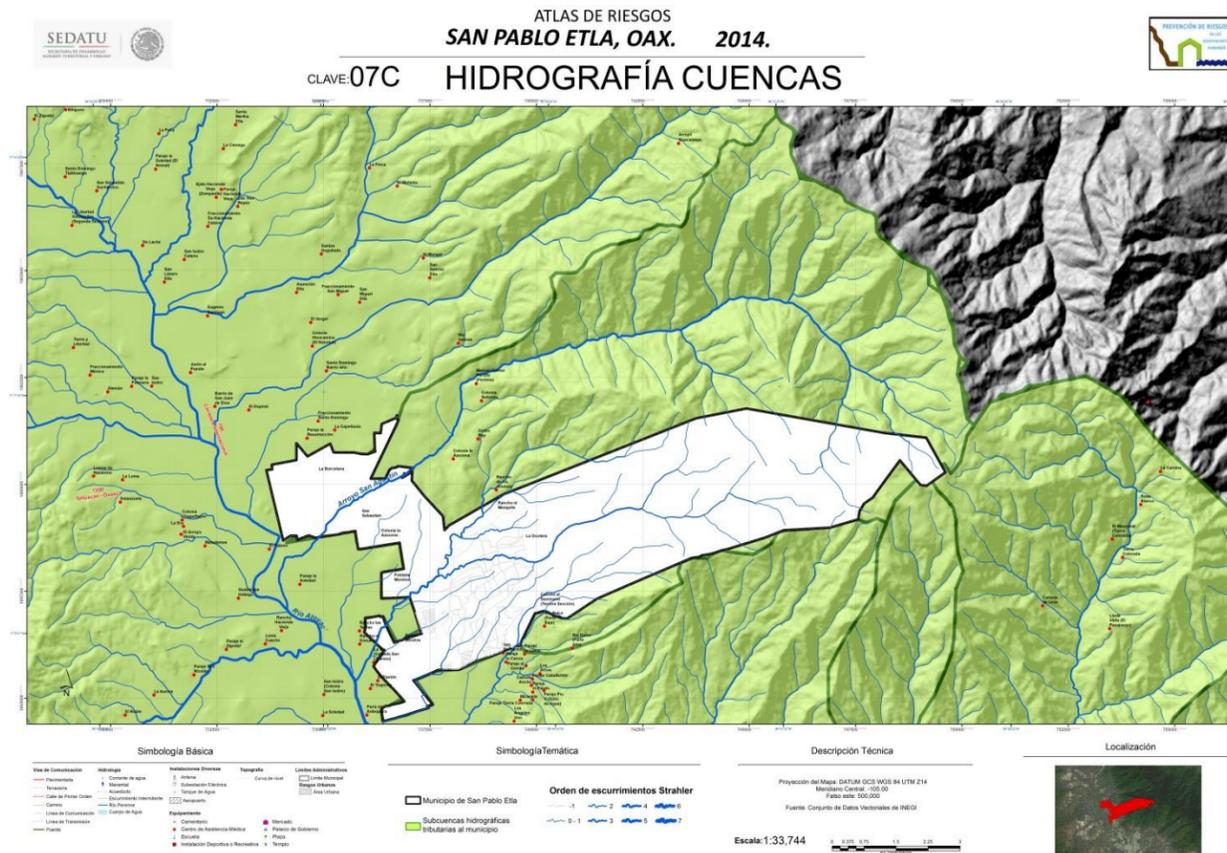
Fuente: Elaboración propia con base en el SIATL

Cuadro 11. Subcuenca R. Atoyac - Oaxaca de Juárez

PROPIEDAD	VALOR
IDENTIFICADOR EN BASE DE DATOS	126
CLAVE DE SUBCUENCA COMPUESTA	RH20AC
CLAVE DE REGIÓN HIDROGRÁFICA	RH20
NOMBRE DE REGIÓN HIDROGRÁFICA	COSTA CHICA - RIO VERDE
CLAVE DE CUENCA	A
CLAVE DE CUENCA COMPUESTA	A
NOMBRE DE CUENCA	R. ATOYAC
CLAVE DE SUBCUENCA	C
NOMBRE DE SUBCUENCA	R. ATOYAC - OAXACA DE JUÁREZ
TIPO DE SUBCUENCA	EXORREICA
LUGAR A DONDE DRENA (PRINCIPAL)	RH20AB R. ATOYAC - SAN PEDRO JUCHATENGO
TOTAL DE DESCARGAS (DRENAJE PRINCIPAL)	1
LUGAR A DONDE DRENA 2	-
TOTAL DE DESCARGAS 2	0
LUGAR A DONDE DRENA 3	-

Por el territorio municipal pasan los ríos el molino que nace del río catrina río oscuro y río bejuco a una altitud de 2,950 msnm en las faldas de la peña grande (peña de san Felipe) que por sus caudales es la principal corriente de la región, que contribuye al fortalecimiento del río Atoyac aguas abajo, esta región hidrológica abastece de agua potable y de riego, a los cultivos agrícolas de gran parte de las poblaciones, de los valles centrales, y al cruzar por la sierra sur del estado de Oaxaca.

Figura 10. Cuencas Hidrográficas de San Pablo Etlá



TIPO DE CLIMA	DESCRIPCIÓN TEMPERATURA	%	SUPERFICIE KM ²
(A)C(wo)	Semicálido subhúmedo del grupo C, temperatura media anual mayor de 18°C.	37.51	12.44
C(wo)	Templado subhúmedo, temperatura media anual entre 12°C y 18°C.	31.57	10.47
C(w1)	Templado subhúmedo, temperatura media anual entre 12°C y 18°C.	15.51	5.14
Cb'(w2)	Semifrío subhúmedo con verano fresco largo, temperatura media anual entre 5°C y 12°C.	15.41	5.11

Elaboración propia con base en INEGI

(A)C(wo)

Semicálido subhúmedo del grupo C, temperatura media anual mayor de 18°C, temperatura del mes más frío menor de 18°C, temperatura del mes más caliente mayor de 22°C. Precipitación del mes más seco menor de 40 mm; lluvias de verano con índice P/T menor de 43.2, y porcentaje de lluvia invernal del 5% al 10.2% del total anual.

Cubre una superficie aproximada de 12.44 km² lo que representa un 37.51 % del territorio municipal, se localiza en toda la parte oeste del municipio.

C(wo)

Templado subhúmedo, temperatura media anual entre 12°C y 18°C, temperatura del mes más frío entre -3°C y 18°C y temperatura del mes más caliente bajo 22°C. Precipitación en el mes más seco menor de 40 mm; lluvias de verano con índice P/T menor de 43.2 y porcentaje de precipitación invernal del 5% al 10.2% del total anual.

Este tipo de clima se presenta en la zona centro del territorio municipal, cubre una superficie aproximada de 10.47 km² lo que representa un 31.57% del territorio municipal.

C(w1)

Templado subhúmedo, temperatura media anual entre 12°C y 18°C, temperatura del mes más frío entre -3°C y 18°C y temperatura del mes más caliente bajo 22°C. Precipitación en el mes más seco menor de 40 mm; lluvias de verano con índice P/T entre 43.2 y 55 y porcentaje de lluvia invernal del 5% al 10.2% del total anual.

3.6. Climatología

De acuerdo al sistema de clasificación de Köopen modificado por E. García (1987), en el municipio se presentan cuatro climas: (A)C(wo) Semicálido subhúmedo del grupo C, C(wo) Templado subhúmedo, C(w1) Templado subhúmedo, Cb'(w2) Semifrío, subhúmedo.

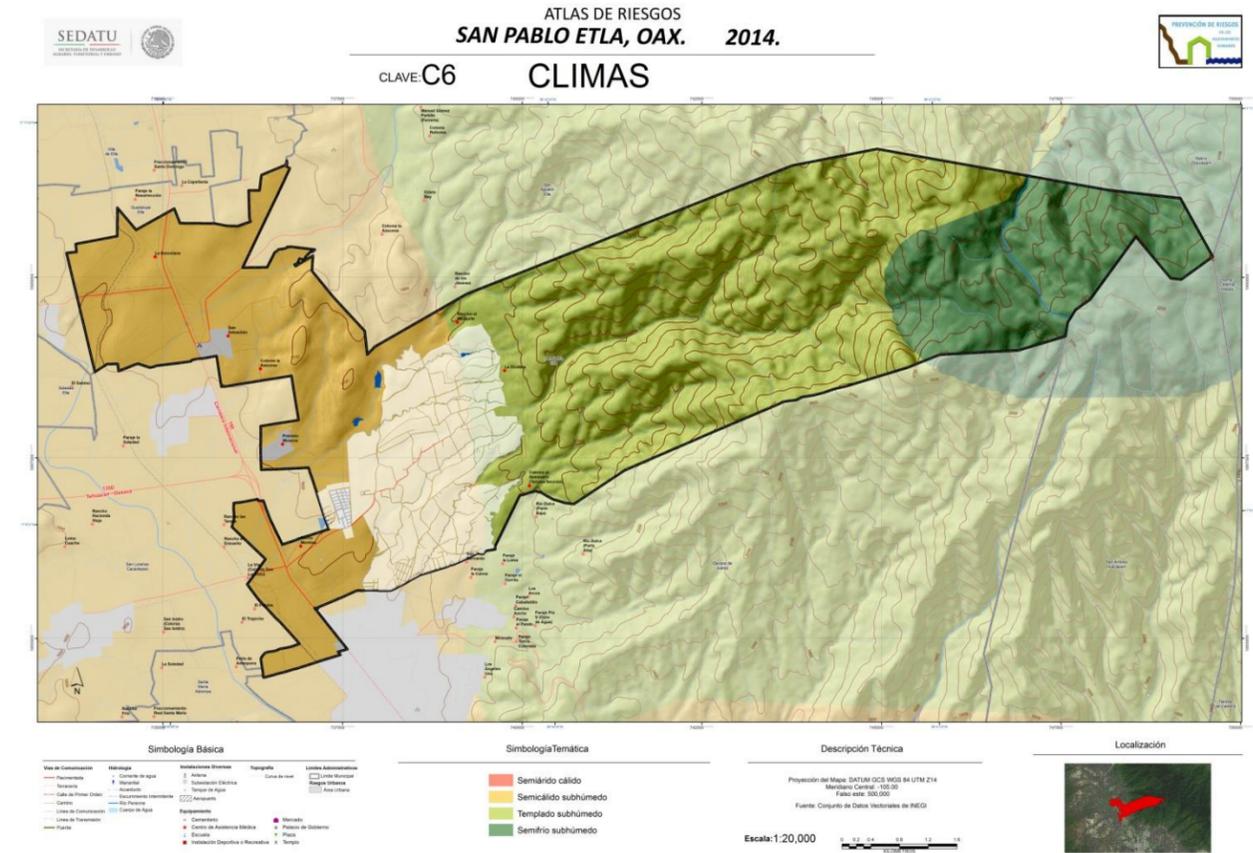
Cuadro 12. Características Climáticas

Este tipo de clima abarca una franja que atraviesa el territorio municipal en la parte este, cubre una superficie aproximada de 5.14 km² lo que representa un 15.51% del territorio municipal.

Cb'(w2)

Semifrio subhúmedo con verano fresco largo, temperatura media anual entre 5°C y 12°C , temperatura del mes más frío entre -3°C y 18°C, temperatura del mes más caliente bajo 22°C. Precipitación en el mes más seco menor de 40 mm; lluvias de verano y porcentaje de lluvia invernal del 5 al 10.2% del total anual.

Cubre una superficie aproximada de 5.11 km² lo que representa un 15.41% del territorio municipal, se presenta en una zona ubicada al este del municipio.



Elaboración propia con base en INEGI

Figura 11. Climas San Pablo Etlá

3.7 . Uso de Suelo y Vegetación

A lo largo del territorio nacional se distribuye una gran diversidad de comunidades vegetales naturales como los bosques, selvas, matorrales y pastizales, junto con amplios terrenos dedicados a actividades agrícolas, ganaderas, acuícolas y zonas urbanas. A las diferentes formas en que se emplea un terreno y su cubierta vegetal se les conoce como "uso del suelo".

Para el caso del municipio de San Pablo Etlá los usos de suelo y vegetación se distribuyen de la siguiente forma:

Cuadro 13. Tipo de Vegetación

ENTIDAD	TIPO	VEGETACIÓN SECUNDARIA	EROSIÓN	%	SUPERFICIE KM ²
AREA AGRICOLA-PASTIZAL	AGRICULTURA DE TEMPORAL, PASTIZAL INDUCIDO	NINGUNO	CON EROSIÓN APRECIABLE	35.31	11.71
BOSQUE	BOSQUE DE PINO	NINGUNO	SIN EROSIÓN APRECIABLE	23.53	7.8
BOSQUE	BOSQUE DE PINO-ENCINO	NINGUNO	SIN EROSIÓN APRECIABLE	18.89	6.26
BOSQUE	BOSQUE DE ENCINO	NINGUNO	SIN EROSIÓN APRECIABLE	16.85	5.58
ÁREA AGRICOLA	AGRICULTURA DE RIEGO	NINGUNO	SIN EROSIÓN APRECIABLE	5.42	1.79

Elaboración propia con base en INEGI

Agricultura de Temporal, Pastizal inducido

En este tipo de uso de suelo se combinan porciones de pastizal inducido con agricultura de temporal siendo los principales cultivos: maíz, frijol, garbanzo. Este tipo de uso de suelo cubre una superficie aproximada de 11.71 km² lo que representa un 35.31% del territorio municipal y se localiza en la parte oeste del municipio.

Bosque de pino

Es una comunidad constituida por árboles del género Pinus, de amplia distribución; Rzedowski menciona que en México existen 35 especies del género Pinus. La fisonomía de estos bosques es característica y las diferentes especies de pino que los definen presentan alturas que van de los 15 a los 30 m en promedio. Estos bosques son de amplia distribución en México, se localizan en las cadenas montañosas de todo el país desde los 300 m de altitud hasta los 4 200 m en el límite altitudinal de la vegetación arbórea. Con frecuencia se encuentran asociados con encinares y otras especies, son los de mayor importancia económica en la industria forestal del país Cubre una superficie aproximada de 7.80 km² lo que representa un 23.53% del territorio municipal y se localiza en noreste del municipio.

Bosque de pino-encino

Esta comunidad, junto con los bosques de encino-pino se consideran fases de transición en el desarrollo de bosques de pino o encino puros. Este tipo de bosque se distribuye ampliamente en la mayor parte de la superficie forestal de las partes altas de los sistemas montañosos del país, la cual está compartida por las diferentes especies de pino (Pinusspp.) y encino (Quercusspp.); siendo dominantes los pinos (INEGI).

Este uso de suelo cubre una superficie aproximada de 6.26 km² lo que representa un 18.89% del territorio municipal y se localiza en una área al este del municipio.

Bosque de Encino

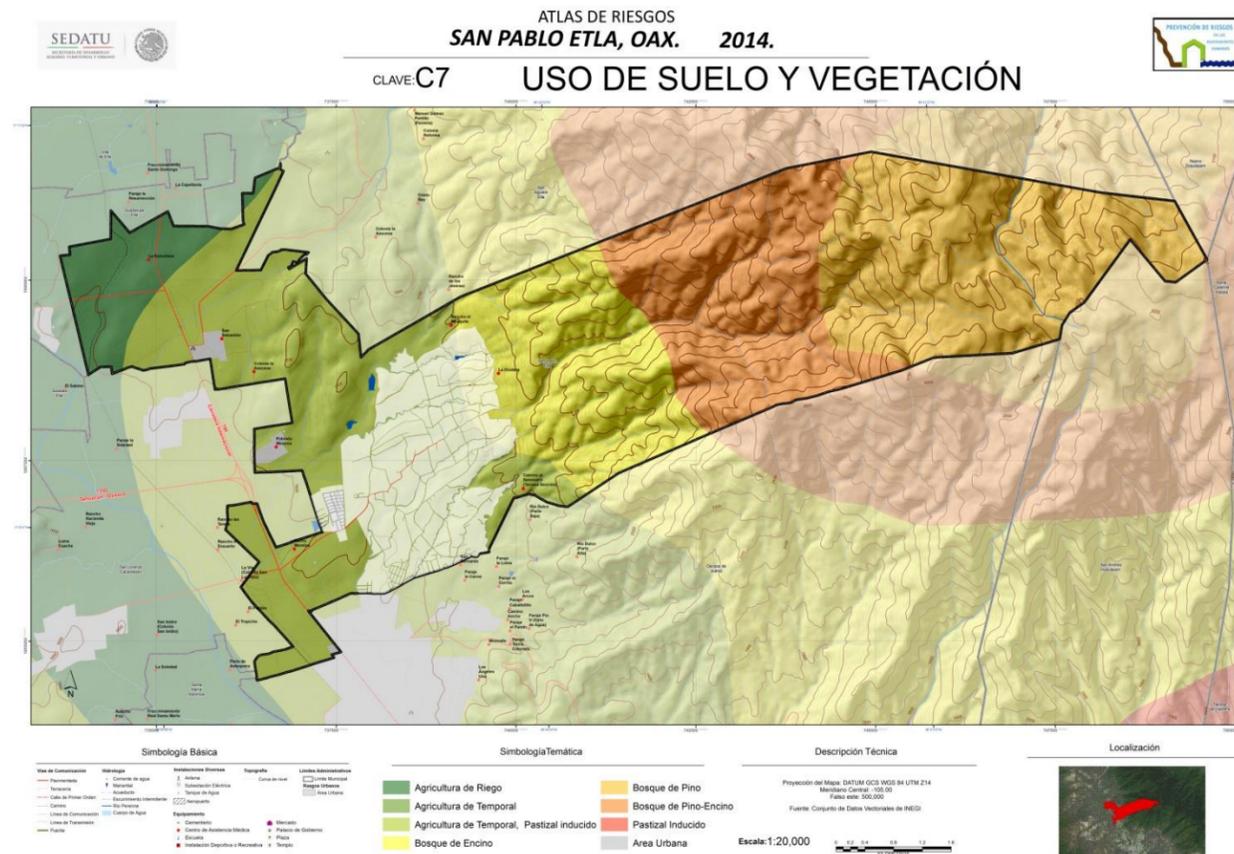
Junto con los bosques de pino, los bosques de encino representan el otro tipo importante de vegetación templada de México. Su distribución, de acuerdo con Rzedowski abarca prácticamente desde el nivel del mar, hasta los 3,100 m, sin embargo, la mayoría de estas zonas se ubican entre los 1,200 y 2,800 msnm. Las especies más comunes de estas comunidades son encino laurelillo (Quercus laurina), encino (Q. magnoliifolia), encino blanco (Q. candicans), roble (Q. crassifolia), etc. Estos bosques han sido muy explotados con fines forestales para la extracción de madera para la elaboración de carbón y tablas para el uso doméstico, lo cual provoca que este tipo de vegetación tienda a fases secundarias las que a su vez sean incorporadas a la actividad agrícola y pecuaria.

Este tipo de uso de suelo cubre una superficie aproximada de 5.58 km² lo que representa un 16.85% del territorio municipal y se localiza en la parte centro del municipio.

Agricultura de Riego

Este tipo de agricultura utiliza agua suplementaria para el desarrollo de los cultivos durante el ciclo agrícola, por lo que su definición se basa principalmente en la manera de cómo se realiza la aplicación del agua, por ejemplo la aspersión, goteo, o cualquier otra técnica, es el caso del agua rodada (distribución del agua a través de surcos o bien tubería a partir de un canal principal y que se distribuye directamente a la planta), por bombeo desde la fuente de suministro. En el municipio los principales cultivos son: maíz, frijol, garbanzo y sorgo. Cubre una superficie aproximada de 1.79 km² lo que representa un 5.42% del territorio municipal y se localiza en una pequeña zona ubicada al noroeste del municipio.

Figura 12. Uso de suelo y vegetación de San Pablo Etlá



Elaboración propia con base en INEGI

3.8 . Áreas Naturales Protegidas

El municipio no cuenta con zonas consideradas como áreas naturales protegidas, aunque es importante desarrollar una estrategia de conservación con el objeto de apoyar en la mejora de la calidad de vida de los pobladores locales y mitigar los impactos negativos a los ecosistemas y su biodiversidad.

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

4.1. Elementos demográficos: dinámica demográfica, distribución de población, mortalidad, densidad de población.

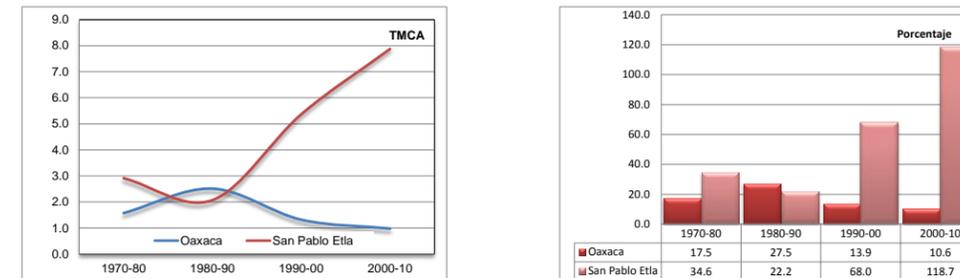
El municipio de San Pablo Etla en los últimos años ha tendido a aumentar su crecimiento poblacional, al pasar de 2.6 mil habitantes en 1970 a 3.5 mil en 1980 (con una tasa de 2.9%) y duplicarse en 20 años para llegar a 7.1 mil en 2000 (a un ritmo de 5.4% anual) y duplicarse nuevamente en la última década para llegar a 15.5 mil habitantes con una tasa de 7.9 por ciento anual, entre los incrementos más elevados del estado de Oaxaca (cuadro 12 y gráficas 1 y 2).

Cuadro 14. Oaxaca y San Pablo Etla : Población y crecimiento promedio anual 1970-2010

Año	Oaxaca		San Pablo Etla		Participación del municipio (%)
	Total	TCMA (%)	Total	TCMA (%)	
1970	2,015,424		2,572		0.1
1980	2,369,076	1.6	3,461	2.9	0.1
1990	3,019,560	2.5	4,228	2.1	0.1
2000	3,438,765	1.3	7,103	5.4	0.2
2010 ¹	3,801,962	1.0	15,535	7.9	0.4

Fuente: Elaborado con base en los censos de población y vivienda 1970 a 2010. 1 Incluye una estimación de población a nivel estatal de 21 195 personas que corresponden a 7 065 viviendas sin información de ocupantes.

Gráficas 1 y 2.- Oaxaca y San Pablo Etla TCMA, 1990 a 2030; y Crecimiento demográfico municipal de 1990 a 2010.



Fuente: Elaboración propia con datos de los Censos de Población y Vivienda, INEGI 1990 al 2010.

Esta tendencia se refleja también en las proyecciones de población, las cuales indican un sostenido aumento de los habitantes del municipio, aunque a ritmos menores de los que se presentaron entre 2000 y 2010. Se espera que al 2030 el municipio llegue a tener una población de casi 20 mil habitantes, el 0.48 por ciento de la población estatal. De esta forma, su tasa de crecimiento disminuirá a 1.7 por ciento entre 2010 y 2020 y a 0.5 por ciento entre 2020 y 2030, cifras que superan los promedios de crecimiento a nivel estatal.

Cuadro 15. Población y crecimiento promedio anual 1990-2010 y sus proyecciones al año 2030

Estado / Municipio	1990	2000	2010	2020	2030
Oaxaca	3,019,560	3,438,765	3,801,962	4,093,486	4,130,422
San Pablo Etla	4,228	7,103	15,783	18,701	19,634
% Respecto al Estado	0.14%	0.21%	0.42%	0.46%	0.48%
Tasa de Crecimiento Media Anual		90 - 00	00 - 10	10-20	20 - 30
Oaxaca		1.3	1.0	0.7	0.1
San Pablo Etla		5.3	8.3	1.7	0.5
Crecimiento Relativo		90 - 00	00 - 10	10-20	20 - 30
Oaxaca		13.9	10.6	7.7	0.9
San Pablo Etla		68.0	122.2	18.5	5.0

Fuente: 1990 al 2010: INEGI Censos de Población y Vivienda, 1990 a 2010; para los años 2020 y 2030, CONAPO Proyecciones de la Población de México, 2010-2050.

La población de San Pablo Etla es, en su mayoría, de mujeres, las cuales representan 52.2 por ciento del total, y por ello, el municipio tiene un índice de masculinidad de 91.6 hombres por

cada cien mujeres, casi igual al promedio estatal (91.7). En términos de la edad promedio, en San Pablo Etlá es superior al promedio de la entidad, con 26 años la mediana, mientras que en los hombres es de 25 años y las mujeres de 27.

Por otra parte, mientras en Oaxaca el promedio es de 2.85 hijos vivos, en San Pablo Etlá es de 1.78 hijos por mujer.

Cuadro 16. Oaxaca e San Pablo Etlá : Características de la población, 2010

Estado Municipio	Población por sexo			Índice de masculinidad ¹	Edad mediana			Promedio de hijos nacidos vivos ²
	Total	% Hombres	% Mujeres		Total	Hombres	Mujeres	
Oaxaca	3,801,962	47.8	52.2	91.7	24	23	25	2.85
San Pablo Etlá	15,535	47.8	52.2	91.67	26	25	27	1.78

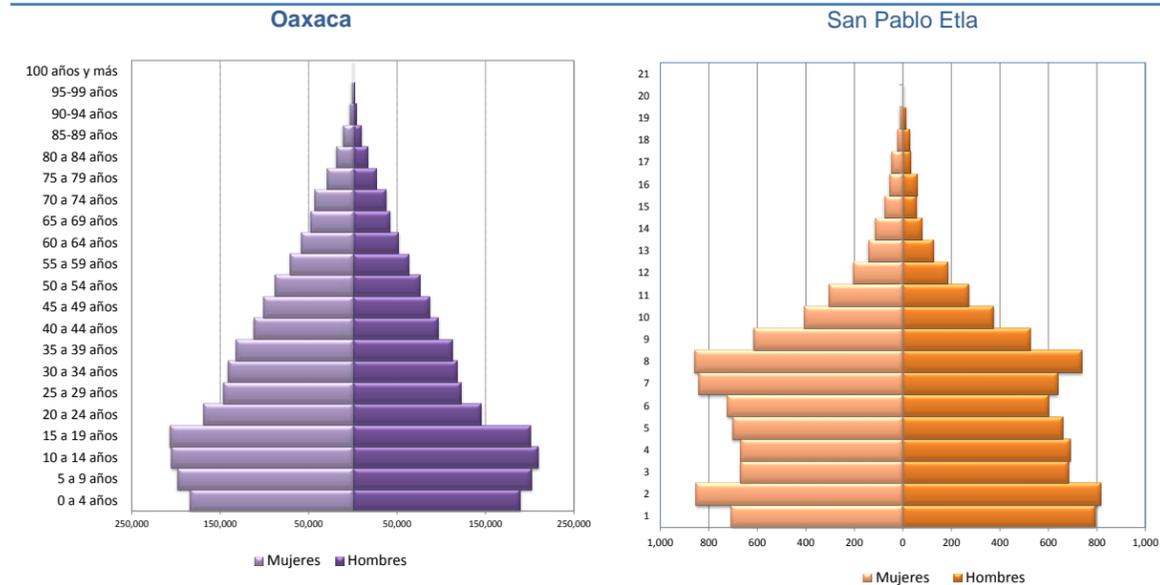
1/ Proporción de población masculina por cada 100 mujeres.

2/Se refiere al porcentaje de hijos nacidos vivos de las mujeres de 12 años y más por cada cien; de éstas, excluye a las que no especificaron si han tenido hijos y a las que sí han tenido pero no especificaron el total de ellos.

.Fuente: INEGI, Censo de Población y Vivienda, 2010

La gráfica 3 representa la distribución de la población por edades y sexo, la pirámide de edades, para Oaxaca e San Pablo Etlá en 2010. Resaltan tres aspectos principales: una alta proporción de población en edad infantil, de 5 a 10 años; en segundo lugar una mayor proporción de población en edades activas, principalmente de población entre 30 a 39 años y un menor porcentaje de adultos de más de 60 años, principalmente mujeres.

Gráficas 3. Oaxaca e San Pablo Etlá Pirámides de población por grupos quinquenales de edad, 2010



Fuente: Elaboración propia con base en el Censo de Población y Vivienda del INEGI, 2010.

La base de la forma piramidal demuestra una ampliación de niños y jóvenes. (Ver grafica 3). Si bien a nivel estatal resulta de la disminución de la tasa de mortalidad infantil, la cual ha decrecido en 8 puntos porcentuales en Oaxaca para el año 2010, en el municipio se observa que hay una tendencia de ampliación de niños, por otros efectos que no tienen que ver necesariamente con la natalidad, sino con la migración como se explica más adelante.

Esta forma que adopta la distribución de habitantes por edad y sexo en el municipio se explica por la inmigración de familias en edades activas conformando esta peculiar estructura poblacional, por lo que los estratos de familias con edades de entre 30 y 39 años se instalan en el municipio, aumentando la proporción de esos grupos de edad.

En San Pablo Etlá como en varias poblaciones de Oaxaca, la longevidad de las mujeres es mayor que la de los hombres, el grupo de mujeres de 75 años y de 80 años a más, supera al de hombres.

Los índices de dependencia económica dan cuenta de este fenómeno, como se ilustra en el siguiente cuadro y gráfica. Destaca que comparando la proporción de niños menores de 15 años con respecto al promedio estatal, San Pablo Etlá tiene casi 1.4 puntos porcentuales menos que Oaxaca; en cambio, de la población en edad activa, es superior al promedio de la entidad. Y por el contrario, la proporción de adultos mayores en el municipio se ubica muy por debajo del promedio estatal.

Aunque en términos de la población total por estos grandes grupos de edad no representan un volumen importante, el total de menores de 15 años es de 4.5 mil niños y jóvenes, el de adultos mayores de 604 personas y los habitantes en edad activa son 10.3 mil, en función de la dependencia que tienen niños y adultos mayores respecto a las personas en edad activa el promedio es menor al que presenta la entidad.

Cuadro 17. Oaxaca e San Pablo Etna: Población por grandes grupos de edad y razón de dependencia, 2010

Estado/ Municipio	Población total ¹	Grupos de edad			Razón de dependencia ²		
		De 0 a 14 años	De 15 a 59 años	De 60 años y más	Total	Infantil y juvenil	De la 3a edad
Oaxaca	5,728,654	30.8	58.3	10.9	71.6	52.9	18.6
San Pablo Etna	15,394	29.4	66.7	3.9	49.9	44.0	5.9

Notas

1/ **Excluye a la población con edad no especificada**

2/ **Indica la población en edades dependientes (menores de 15 años y mayores de 60) por cada cien personas en edad activa (de 15 a 59 años)**

Fuente: Elaboración propia con base en el Censo de Población y Vivienda del INEGI, 2010.

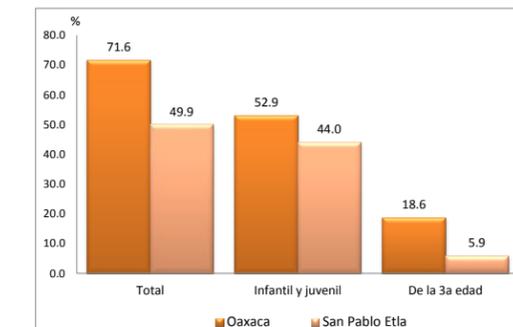
Destaca, particularmente que por cada cien adultos en edades activas hay 44 niños y jóvenes menores de 15 años; el promedio estatal es de 52.9 niños por cada cien adultos: de igual forma, por cada cien personas activas, en el municipio hay 5.9 adultos mayores, mientras que el promedio en la entidad es de 18.6. Esto indica una dependencia de niños y jóvenes y adultos mayores respecto a las personas en edades activas, lo que es indicativo de niveles de desarrollo medio en el municipio, En total, la dependencia de esos grupos de edad respecto a los adultos en edades activas es de 49.9 frente a 71.6 que se presentan en la entidad (gráficas 4 y 5)

Gráficas 4 y 5.- Oaxaca e San Pablo Etna , Distribución de población por grandes grupos de edad, y razón de dependencia, 2010

Grupos de edad



Razón de dependencia



Notas

1/ **Excluye a la población con edad no especificada**

2/ **Indica la población en edades dependientes (menores de 15 años y mayores de 60) por cada cien personas en edad activa (de 15 a 59 años)**

Fuente: Elaboración propia con base en el Censo de Población y Vivienda del INEGI, 2010.

La mortalidad en el municipio ha tendido a reducirse, siendo la causa de esta tendencia un menor promedio de hijos en las parejas y el incremento de la esperanza de vida. En San Pablo Etna en el año 2010 existieron 2 defunciones de menores de un año, lo que representa el 0.217 por ciento de la población fallecida a nivel estatal. En el mismo año el Municipio de San Pablo Etna registró 41 defunciones es decir el 0.19 por ciento respecto al total de defunciones en el Estado de Oaxaca.

El número de nacimientos de San Pablo Etna en el año 2010 fue de 190 niños pero mueren 2, lo que da una proporción de 0.0034 defunciones por cada cien nacimientos. (Cuadro 17).

Cuadro 18. Oaxaca e San Pablo Etna : Nacimientos y Mortalidad, 2009

Concepto	Estado de Oaxaca	San Pablo Etna	
	Total	Total	% del total estatal
Defunciones generales por residencia habitual, 2010	21,721	41	0.19
Defunciones de menores de un año de edad por municipio de residencia habitual del fallecido 2010	922	2	0.217
Nacimientos, 2010	109,624	190	0.173
Esperanza de vida al nacimiento, 2010	75.5		

Fuente: INEGI. Estadísticas de natalidad, mortalidad y nupcialidad.

El cuadro 6 señala que San Pablo Etla es un municipio de atracción migratoria, que en términos de su volumen representa 1,990 personas al año que ingresan al municipio y salen 1,585, lo que da un balance positivo de 405 habitantes. Por ello su tasa presenta una proporción de 5.23 por cada mil habitantes, lo que se le considera de atracción migratoria.

Cuadro 19. Oaxaca e San Pablo Etla : Migración interna 2005-2010

Absolutos	Oaxaca	San Pablo Etla
Inmigrantes	158,882	1,990
Emigrantes	178,851	1,585
Saldo neto	-19,969	405
Tasas (por cada mil habs)		
Inmigrantes	4.36	15.88
Emigrantes	3.58	10.65
Saldo neto	0.78	5.23
Condición migratoria	Equilibrio	Atracción

Fuente: Elaboración propia con base en la Muestra del Censo de Población y Vivienda, INEGI, 2010.

La distribución territorial de la población indica que las localidades de San Pablo Etla son 8 rurales y dos mixta, es decir, 26.5 por ciento de sus pobladores habitan en localidades rurales y 73.5 por ciento en dos localidades mixtas, una de las cuales es la cabecera municipal (Cuadro 19).

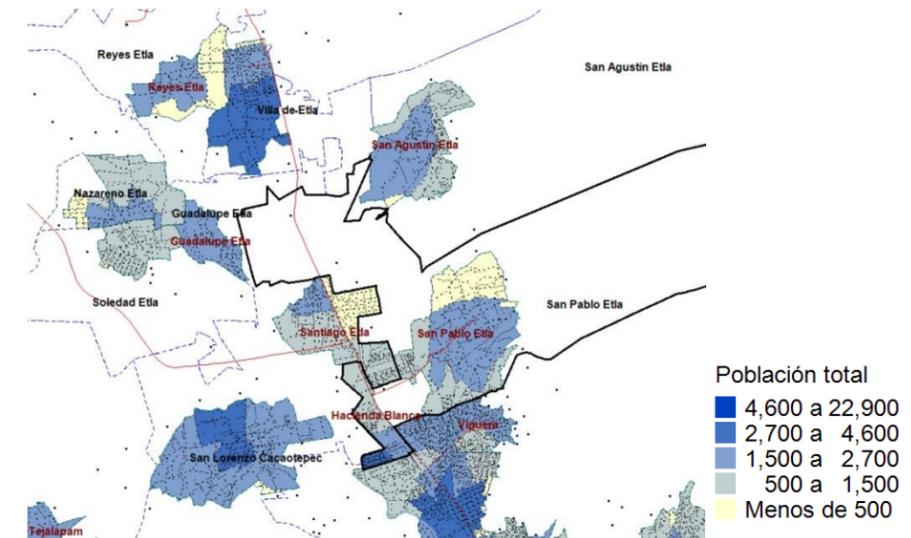
Cuadro 20. Oaxaca e San Pablo Etla : Distribución territorial de la población, 2010

Tamaño de localidad	Oaxaca			San Pablo Etla		
	Localidades	Población	% Pob.	Localidades	Población	% Pob.
Total	10,496	3,801,962	100.0	10	15,535	100.0
De 1 a 2,499 hab	10,321	2,002,757	52.7	8	4,119	26.5
De 2,500 a 14,999 hab.	156	839,780	22.1	2	11,416	73.5
De 15,000 y más hab.	19	959,425	25.2	0	0	0.0

Fuente: Elaboración propia con base en el Censo de Población y Vivienda del INEGI, 2010.

El municipio de San Pablo Etla se ubica en la zona norponiente de la ciudad de Oaxaca y forma parte de su zona metropolitana. Su cabecera municipal se encuentra conurbada con las localidades de Santiago Etla y Trinidad de Viguera. La mayor parte de su población se ubica en la zona centro de la localidad.

Figura 13. San Pablo Etla Principales localidades, 2010



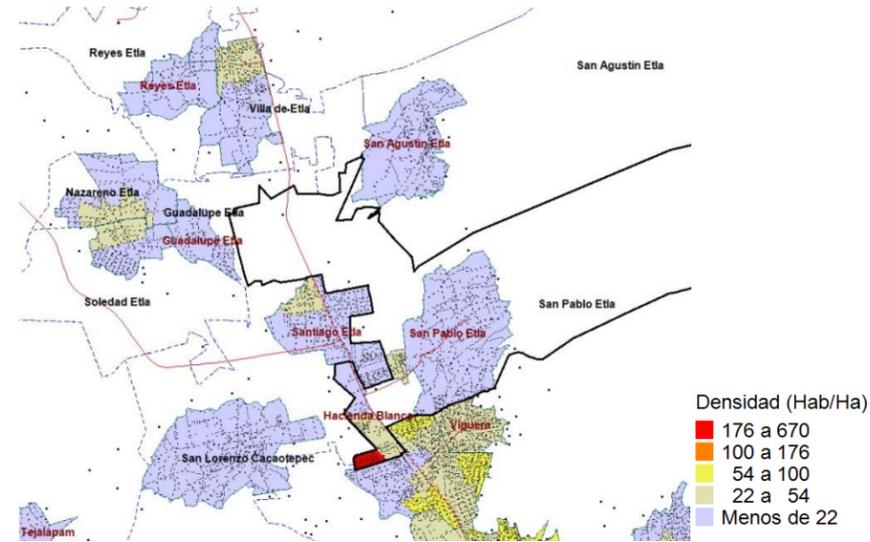
Fuente: Elaboración propia con base en INEGI, Censo de Población y Vivienda 2010.

San Pablo Etla presenta bajas densidades de población en toda su cabecera municipal por lo que la densidad media es menor a 22 habitantes por hectárea.

Atlas de Riesgos del municipio de San Pablo Etlá, Oaxaca, 2014

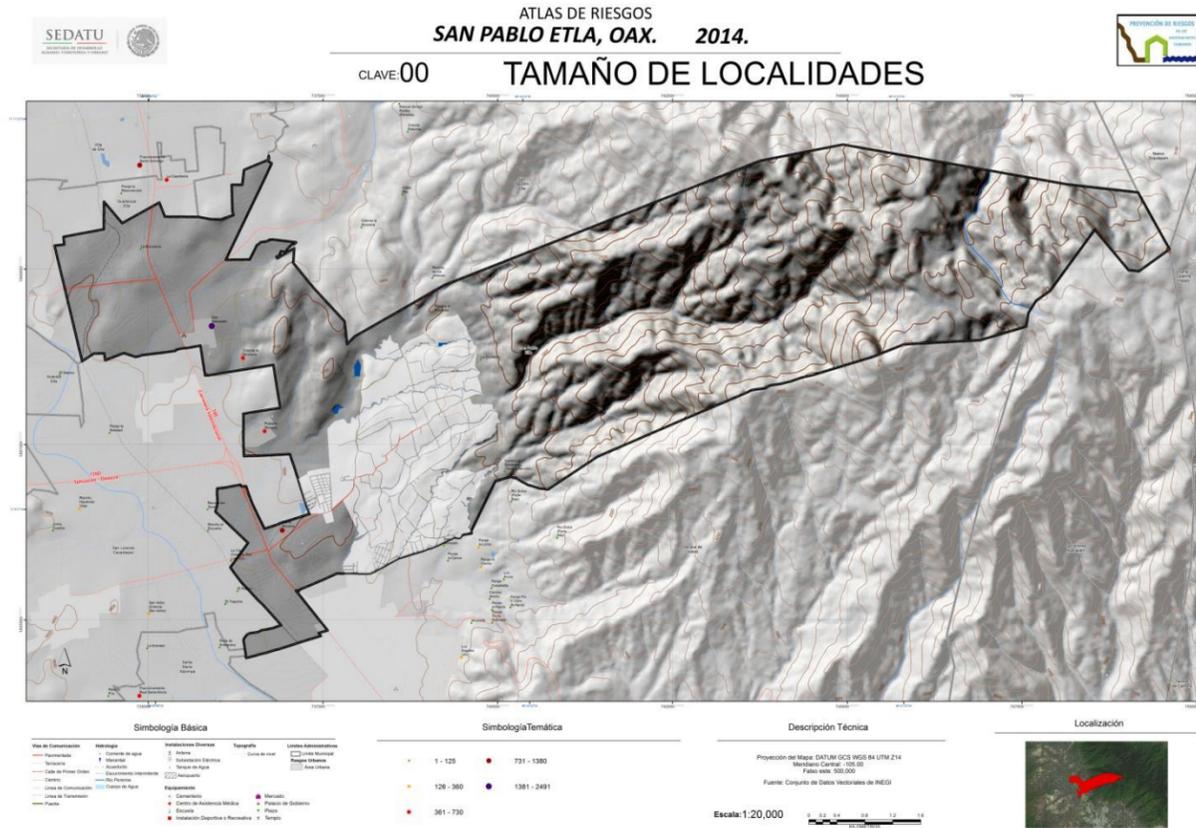


Figura 14. San Pablo Etlá Densidad en las principales localidades, 2010



Fuente: Elaboración propia con base en INEGI, Censo de Población y Vivienda 2010

Mapa Tamaño de localidades par el municipio de San Blas Atempa



4.2. Características sociales

4.2.1. Población de Habla Indígena

En San Pablo Etlá, el número de personas que hablan alguna lengua indígena son 518 personas. De esta población la mayor parte habla español y lengua indígena (98.0 por ciento), y el resto no habla español.

Las mujeres indígenas de mayor edad son las que generalmente no hablan español en el municipio.

Cuadro 21. Oaxaca e San Pablo Etlá. Población mayor de 3 años que hablan lengua indígena, 2010

Entidad municipio	Población de 3 años y más que habla lengua indígena ¹	Que habla español			No habla español		
		Total	Hombres	Mujeres	Total	Hombres	Mujeres
		%	%	%	%	%	%
Oaxaca	1,184,312	977,035	49.5	50.5	207,277	38.2	61.8
San Pablo Etlá	519	518	51.4	48.6	1	0.0	100.0

1/ Excluye a la población que no especificó su lengua indígena.

Elaboración propia con base en el Censos de Población y Vivienda del INEGI, 2010.

4.2.2. Analfabetismo y educación

En cuanto al nivel de analfabetismo en San Pablo Etlá, una proporción reducida de su población de 15 años y más es analfabeta (1.9%), porcentaje que es 15 puntos porcentuales menor al promedio del estado, el cual presenta un nivel de analfabetismo de 16.3 por ciento. De esta población analfabeta, la mayor incidencia se concentra en las mujeres, donde poco más de siete de cada 10 personas analfabetas son mujeres y el resto son hombres. En particular, las mujeres analfabetas se concentran en los grupos de mayor edad.

Cuadro 22. Oaxaca e San Pablo Etlá Población de 15 años y más por condición de alfabetismo, 2010

Entidad municipio	Población de 15 años y más ¹	Alfabetos	%	Analfabetas			
				Total	%	Hombres	Mujeres
						%	%
Oaxaca	2,591,966	2,153,325	83.1	421,810	16.3	34.5	65.5
San Pablo Etlá	10,811	10,605	98.1	206	1.9	27.2	72.8

1/ Excluye a la población que no especificó su condición de alfabetismo.

Elaboración propia con base en el Censos de Población y Vivienda del INEGI, 2010.

De la población de niños y jóvenes de 6 a 14 años que saben leer, en San Pablo Etlá el 91.8 por ciento están en esa condición, más que el promedio estatal. Del 8.2 por ciento de niños y jóvenes en el municipio que no saben leer y escribir, 50.2 por ciento son hombres y 49.8 por ciento son mujeres (cuadro 23). Estos niños que no saben leer y escribir generalmente se encuentran en actividades productivas, por lo que su educación básica se trunca a temprana edad.

Cuadro 23. Oaxaca e San Pablo Etlá : Población de 6 a 14 años que sabe leer y escribir, 2010

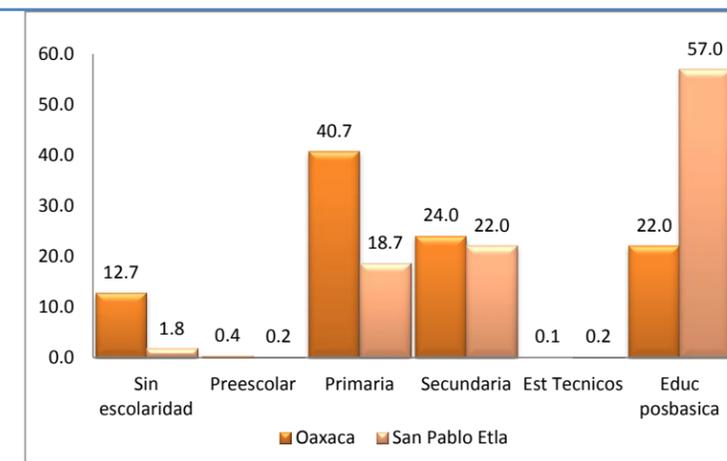
Entidad municipio	Población de 6 a 14 años ¹	Sabe leer y escribir	%	No sabe leer y escribir			
				Total	%	Hombres	Mujeres
						%	%
Oaxaca	735,285	608,249	82.7	118,827	16.2	52.9	47.1
San Pablo Etlá	2,606	2,393	91.8	213	8.2	50.2	49.8

1/ Excluye a la población que no especificó su condición de lectura y escritura.

Elaboración propia con base en el Censos de Población y Vivienda del INEGI, 2010.

La población de 12 años y más en San Pablo Etlá tiene un nivel de educación posbásica (media superior y profesional) mayor al promedio del estado (57% y 22%, respectivamente). En particular, la población sin escolaridad es muy baja, ya que es menor en casi 11 puntos porcentuales al promedio de Oaxaca, y en cuanto a educación primaria es menor en 22 puntos porcentuales a la media de la entidad.

Gráfica 6. Oaxaca e San Pablo Etlá: nivel de escolaridad de la población de 12 años y más, 2010.



1/ Excluye a la población que no especificó su nivel de escolaridad

Elaboración propia con base en los Censos de Población y Vivienda del INEGI, 2010.

4.2.3. Servicios Médicos

Un factor importante de las condiciones generales de vida en el municipio de San Pablo Etlá es la cobertura de los servicios de salud ofrecidos por las instituciones públicas. En el año 2010, según cifras de INEGI, tanto a nivel estatal como municipal, más de la mitad de la población está cubierta o cuenta con algún tipo de seguridad social resultado una cobertura del 61% con 9.5 mil derechohabientes, superando al promedio estatal de 56.5 por ciento.

El 62.3% de los derechohabientes están cubiertos por los servicios de salud que otorga el Instituto Mexicano del Seguro Social, mientras que los afiliados al ISSSTE son el 21.2 por ciento. Por su parte el Seguro Popular el cubre al 11.1 por ciento de los derechohabientes del municipio, que representan una proporción menor al promedio estatal. En cuanto al resto de derechohabientes de otras instituciones, su aportación es marginal respecto a los descritos.

Cuadro 24. Oaxaca e San Pablo Etlá : Población según condición de derechohabiencia, 2010

Entidad municipio	Población total ¹	Condición de derechohabiencia			
		Derechohabiente		No derechohabiente	
		Abs	%	Abs	%
Oaxaca	3,766,908	2,129,000	56.5	1,637,908	43.5
San Pablo Etlá	15,361	9,459	61.6	5,902	38.4

1/ Excluye a la población que no especificó su condición de derechohabiencia

Elaboración propia con base en los Censos de Población y Vivienda del INEGI, 2010

Gráfica 7. Oaxaca e San Pablo Etlá, Servicios de salud, 2010.



Elaboración propia con base en los Censos de Población y Vivienda del INEGI, 2010.

4.2.4. Características de la Vivienda

En San Pablo Etlá para el año 2010 se registraron 4,337 viviendas particulares habitadas en el municipio con un promedio de 3.5 habitantes por vivienda, por debajo del promedio del estado (4.1 ocupantes por vivienda). El servicio de agua entubada dentro de la vivienda tiene una cobertura del 91.5 por ciento en el municipio, que representa tres veces más que el promedio estatal. En cuanto al drenaje conectado a la red pública las viviendas cuentan con la cobertura de 90.4 por ciento, El 4.4 por ciento de las viviendas tiene piso de tierra y solo 2.6 por ciento de las viviendas tienen 2.5 habitantes por cuarto, cuando la media estatal es de 13.6 por ciento (cuadro 23)

Cuadro 25. San Pablo Etlá, Características de la vivienda, 2010

Viviendas	Oaxaca	San Pablo Etlá
Total de viviendas particulares habitadas	934,055	4,337
Promedio de ocupantes por vivienda	4.0	3.5

Atlas de Riesgos del municipio de San Pablo Etlá, Oaxaca, 2014

Viviendas que disponen de agua entubada al interior de la vivienda (%)	32.0	91.5
Viviendas que disponen de drenaje a la red pública (%)	35.4	90.4
Viviendas con piso de tierra (%)	18.7	4.4
Vivienda con 2.5 habitantes por cuarto (%)	13.6	2.6

Elaboración propia con base en los Censos de Población y Vivienda del INEGI, 2010.

La cobertura de agua potable indica que este servicio se encuentra extendido por toda la cabecera municipal; en cambio, en cuanto al drenaje se observa una menor cobertura siendo la zona centro y norte donde se presenta un mayor déficit. El área sur de la localidad tiene una mayor cobertura del servicio.

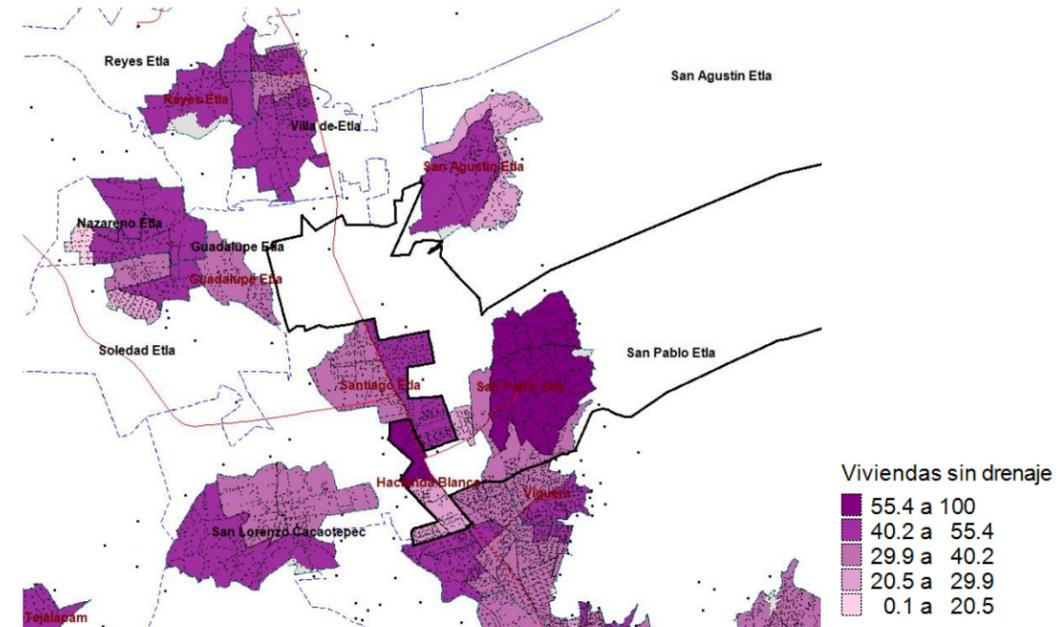
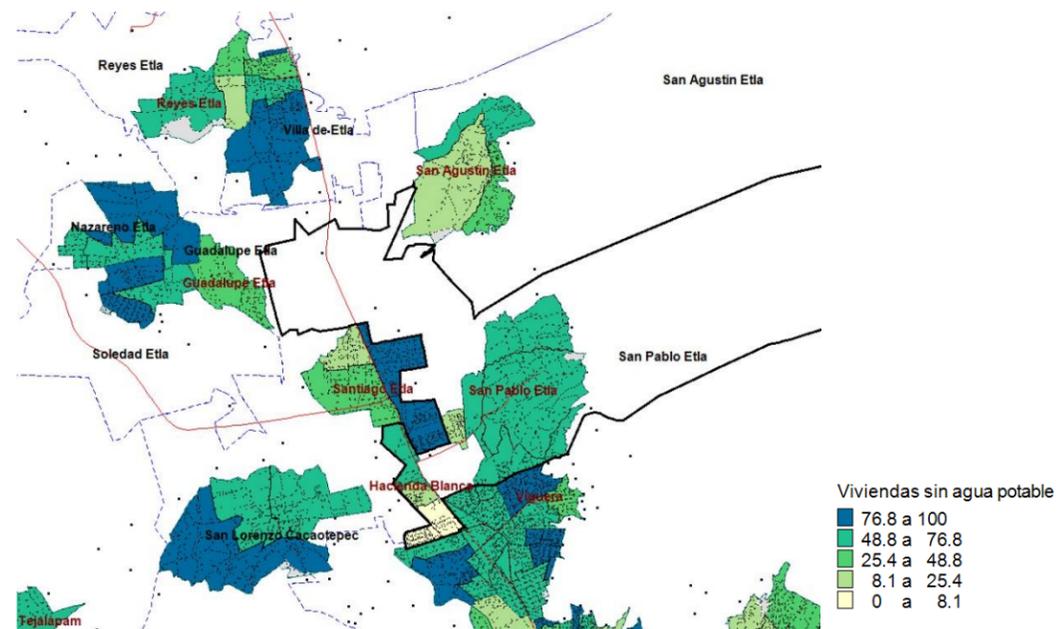


Figura 15. San Pablo Etlá. Porcentaje de vivienda sin agua potable y sin drenaje ,2010

Fuente: Elaboración propia con base en AGEBS de INEGI del año 2010



Para determinar aquellas viviendas que no son adecuados para resistir algún fenómeno natural y/o climático, se analiza por el material de construcción de las viviendas, principalmente en techos, paredes y pisos. Para el caso del municipio San Pablo Etlá, en el año 2010 el 75.2% del total de las viviendas tiene losa de concreto, y 5.1 por ciento de teja, por lo que las viviendas tienen techos de materiales no durables son el 19.7 por ciento.

Cuadro 26. Viviendas vulnerables ante fenómenos naturales en el Municipio San Pablo Etlá para el año 2010.

Entidad municipio /características de materiales	Losa de concreto (%)	Teja o terrado (%)	Lámina metálica, lámina de asbesto, palma, paja, madera o tejamanil (%)	Tabique, ladrillo, block, piedra, cantera, cemento o concreto (%)	Madera o adobe (%)	Viviendas con piso de tierra (%)
Oaxaca	43.2	9.0	45.4	66.4	25.6	18.7
San Pablo Etlá	75.2	5.1	19.3	84.6	12.9	4.4

Fuente: Elaboración propia con base en INEGI. Censo de Población y Vivienda 2010. Tabulados del Cuestionario Ampliado

En cuanto a paredes, 84.6 por ciento tiene paredes durables y 12.9 por ciento tiene paredes de madera o adobe, que pueden ser durables con mantenimiento adecuado. En cambio, 4.4 por ciento de las viviendas tienen pisos de tierra. En San Pablo Etlá el uso de materiales no durables en la vivienda en techos, paredes y pisos durables no se encuentra tan extendido. Predominan principalmente los materiales de madera, pero se requiere formular normas para que las viviendas nuevas incluyan materiales durables en su construcción y para dar mantenimiento preventivo al parque habitacional existente y en todo caso hacerlas más resistentes a la presencia de fenómenos naturales.

4.2.5. Marginación

Junto con la vulnerabilidad física de las viviendas, se presenta también la vulnerabilidad social de los habitantes. En el caso de San Pablo Etlá, el nivel de marginación es muy bajo, de acuerdo con los datos del Índice de Marginación como muestra el cuadro 25.

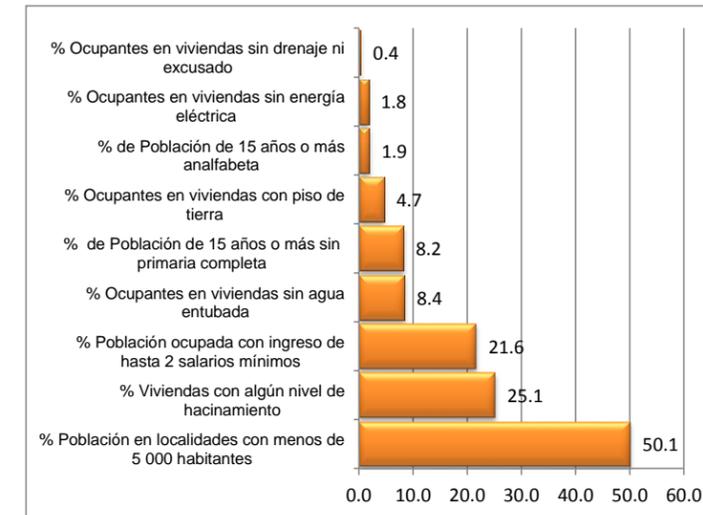
Cuadro 27. San Pablo Etlá, índice y grado de marginación y lugar que ocupa en el contexto nacional por municipio, 2010

Municipio	Población total	Índice de marginación	Grado de marginación	Índice de marginación escala 0 a 100	Lugar que ocupa en el contexto nacional
Oaxaca	3,801,962	2.14623	Muy alto	80.48110959	3
San Pablo Etlá	15,535	-1.6208	Muy bajo	9.3582	2 354

Fuente: Elaboración propia con base en estimaciones del CONAPO con base en INEGI, Censo de Población y Vivienda 2010

Los mayores rezagos en el municipio tienen que ver con su ubicación en localidades pequeñas (100%) y muy por debajo, con el nivel de hacinamiento (25%).

Gráfica 8. San Pablo Etlá, Indicadores del índice de marginación municipal, 2010.



Fuente: CONAPO, Índice de Marginación, 2010.

A nivel localidad, tres localidades se clasifican como de muy bajo grado de marginación, dos de bajo, dos de medio y solo dos de alto grado de marginación.

Cuadro 28. San Pablo Etlá, índice y grado de marginación por localidad y escala 1 a 100, 2010.

Localidad	Población total	Índice de marginación	Grado de marginación	Índice de marginación escala 0 a 100	Lugar que ocupa en el contexto estatal
San Pablo Etlá	3 658	-1.196421	Bajo	5.2	8,022
Poblado Morelos	616	-1.191327	Bajo	5.2	8,019
Hacienda Blanca	7 758	-1.515438	Muy bajo	2.6	8,101
San Sebastián	1 984	-1.328881	Muy bajo	4.1	8,068
Barrio Morelos	923	-1.327621	Muy bajo	4.1	8,067
Colonia la Azucena	365	-1.014206	Medio	6.6	7,894
La Borcelana	120	-0.650480	Alto	9.5	7,278
La Ocotera	73	-0.833648	Medio	8.0	7,689
Camino Al Seminario (Tercera Sección)	25	0.365772	Alto	17.6	3,481

Fuente: CONAPO, Índice de Marginación por localidad, 2010.

Atlas de Riesgos del municipio de San Pablo Etlá, Oaxaca, 2014

La cabecera municipal de San Pablo Etlá tiene 8 AGEB cuyo grado de marginación es bajo y muy bajo en dos, tres de alto y uno de muy alto.

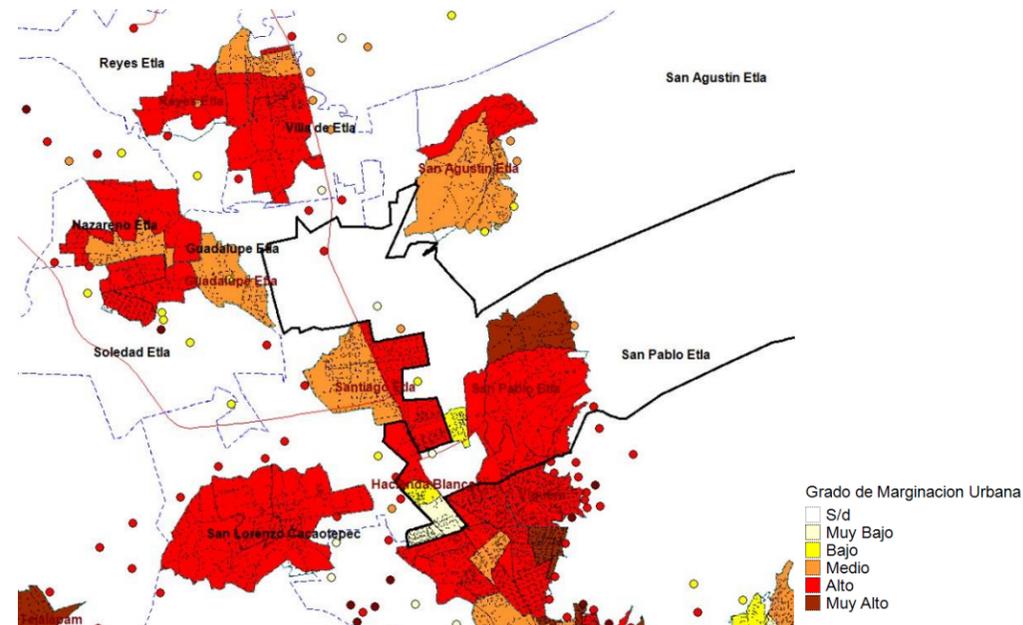
Cuadro 29. Oaxaca e San Pablo Etlá : AGEB urbanas según grado de marginación, 2010

Localidad	AGEB urbanas	Grado de marginación urbana				
		Muy alto	Alto	Medio	Bajo	Muy bajo
San Pablo Etlá	8	1	3	0	2	2

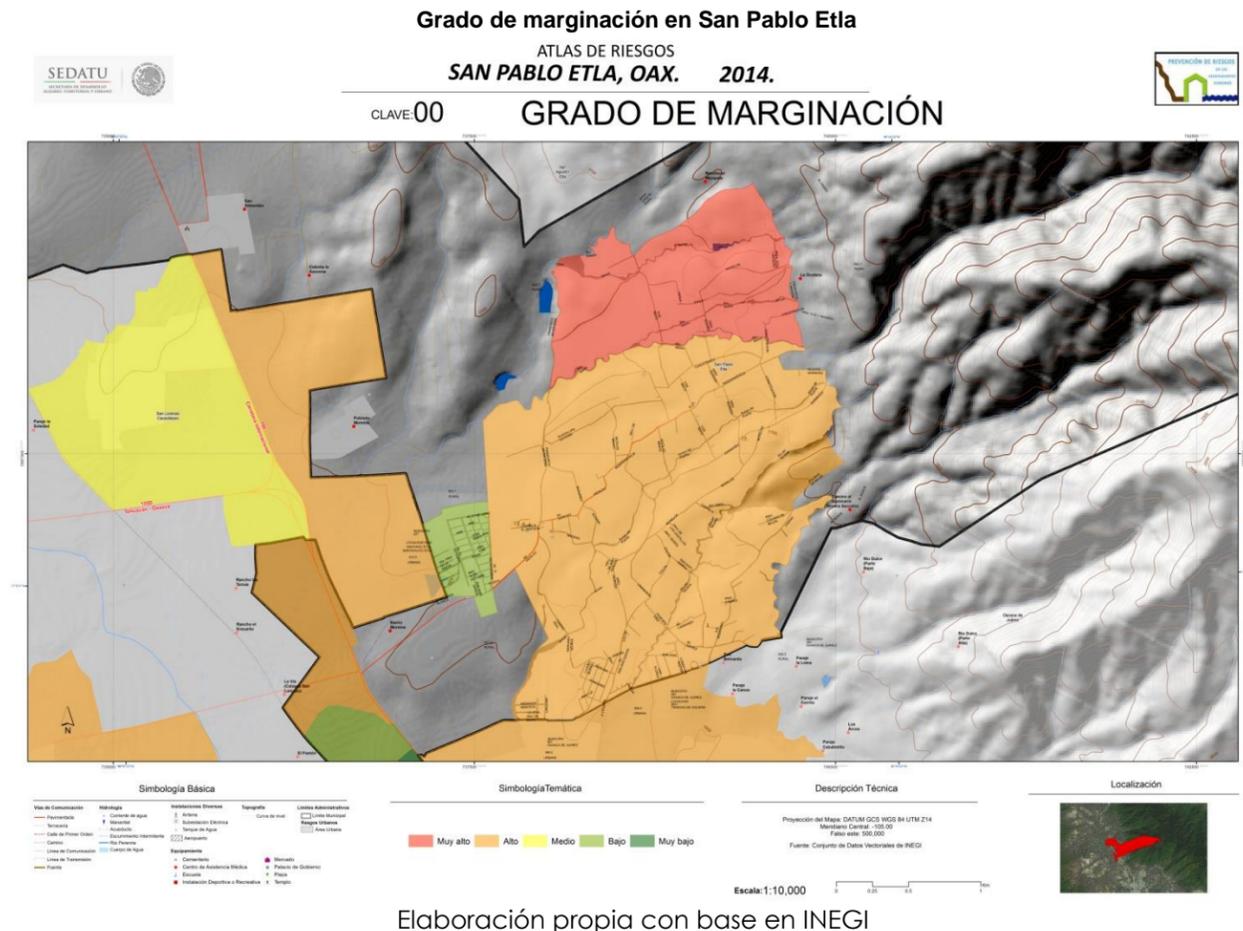
Notas: Sólo se consideran las AGEB urbanas con al menos 20 viviendas particulares habitadas con información de ocupantes, y cuya población en dichas viviendas es mayor a la suma de la población que reside en viviendas colectivas, la población sin vivienda y la población estimada en viviendas particulares clasificadas como habitadas pero sin información, tanto de las características de la vivienda como de sus ocupantes

Fuente: CONAPO, Índice de Marginación urbana, 2010.

Figura 16. San Pablo Etlá. Índice de marginación urbana ,2010



Fuente: CONAPO, Índice de Marginación por localidad y urbana, 2010.



4.2.6. Pobreza y rezago social

El Consejo Nacional de Evaluación de la Política de Desarrollo social (CONEVAL) realiza la medición de la pobreza considerando los indicadores de ingreso corriente per cápita, rezago educativo, acceso a los servicios de salud, acceso a la seguridad social, calidad y espacios de la vivienda, acceso a servicios básicos en la vivienda, acceso a la alimentación y el grado de cohesión social con datos provenientes de la Encuesta Nacional de Ingreso y Gasto de los Hogares y los resultados del Censo de Población y Vivienda 2010, provenientes del INEGI.

La medición de la pobreza en los municipios del país en 2010 ayuda a identificar los avances y retos en materia de desarrollo social, y favorece, con información relevante y oportuna, la evaluación y el diseño de las políticas públicas. Fueron 19 las variables utilizadas para el análisis, las cuales pertenecen a las diversas dimensiones que conforman la pobreza: ingreso, educación, salud, seguridad social, calidad y espacios de la vivienda, servicios básicos en la vivienda y alimentación.

Atlas de Riesgos del municipio de San Pablo Etlá, Oaxaca, 2014

De acuerdo con esta información, se observa que San Pablo Etlá en relación con Oaxaca presenta condiciones menos desfavorables dado que San Pablo Etlá reporta casi 17.3 puntos porcentuales menos pobres que a nivel estatal; su condición urbana disminuye la proporción de pobres extremos (1.9%) que a nivel estatal es de 29.8 por ciento. En cuanto a la proporción de personas que viven con ingresos inferiores a la línea de bienestar mínimo, el municipio de San Pablo Etlá presenta una proporción de solo 3.3 por ciento, situación menos favorable que la entidad, cuya proporción es de 36.8 por ciento (cuadro 17).

Cuadro 30. San Pablo Etlá, Nivel de pobreza por tipo, 2010.

Estado / Municipio	Población total	Pobreza		Pobreza extrema		Ingreso inferior a la línea de bienestar mínimo	
		%	Personas	%	Personas	%	Personas
Oaxaca	3,801,962	67.4	2,566,157	29.8	1,135,230	36.8	1,402,923
San Pablo Etlá	11,825	17.3	2,044	1.9	220	3.3	385

Fuente: estimaciones del CONEVAL con base en el MCS-ENIGH 2010 y la muestra del Censo de Población y Vivienda 2010.

El Índice de Rezago Social incorpora indicadores de educación, salud, servicios básicos en la vivienda, y calidad y espacios en la vivienda. Aunque el IRS no es una medición de pobreza, ya que no incorpora los indicadores de ingreso, seguridad social y alimentación, permite tener información de indicadores sociales desagregados, con lo que CONEVAL contribuye con la generación de datos para la toma de decisiones en materia de política social.

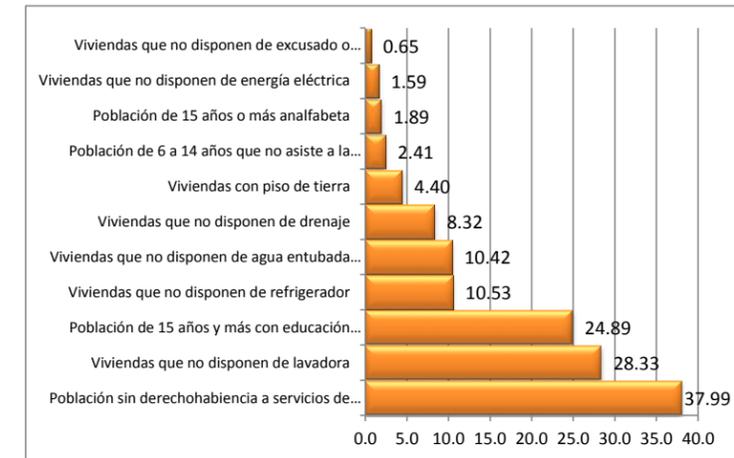
Cuadro 31. San Pablo Etlá, índice y grado de marginación y lugar que ocupa en el contexto nacional por municipio, 2010.

Municipio	Población total	Índice de rezago social	Grado de rezago social	Lugar que ocupa en el contexto nacional
Oaxaca	3,801,962	2.41779	Muy alto	2
San Pablo Etlá	11,825	-1.34903	Muy bajo	2318

Fuente: Elaboración del CONEVAL con base en INEGI, Censo de Población y Vivienda 2010

De acuerdo con las variables que constituyen el Índice de Rezago Social, se observa que en San Pablo Etlá, las dos categorías de mayor rezago se ubican en la falta de derechohabencia de 38 por ciento de sus habitantes; de disponibilidad de lavadora en 28 por ciento de las viviendas y de 24 por ciento de mayores de 15 años con educación básica incompleta.

Gráfica 9. San Pablo Etlá, Indicadores del índice de Rezago social, 2010.



Fuente: CONEVAL, Índice de Rezago Social, 2010.

4.2.7. Población con capacidades diferentes

Respecto a la población con capacidades diferentes, el municipio de San Pablo Etlá cuenta con 494 habitantes que presentan algún tipo de limitación para realización de actividades, es decir el 3.2% de la población municipal tiene algún tipo de limitación para caminar o moverse independientemente, debilidad visual o auditiva.

Cuadro 32. San Pablo Etlá. Población según tipo de limitaciones, 2010

Población limitada	Núm. de habitantes en el municipio	% con respecto a la población total de Mpio.
Población Total	15,350	100.00
Población sin limitación en la actividad	14,856	96.78
Población con alguna limitación	494	3.22
Población con limitación para caminar o moverse, subir o bajar	264	1.72
Población con limitación para ver, aun usando lentes	166	1.08
Población con limitación para escuchar	95	0.62
Población con limitación para hablar, comunicarse o conversar	45	0.29

Población con limitación para vestirse, bañarse o comer	24	0.16
Población con limitación para poner atención o aprender cosas sencillas	27	0.18
Población con limitación mental	27	0.18

Fuente: Elaboración propia con base en INEGI. Censo de Población y Vivienda 2010.

En el siguiente cuadro se presentan los tipos de limitación registrados en el municipio en cada localidad censal

Cuadro 33. San Pablo Etlá. Población según tipo de limitaciones por localidad, 2010.

Localidad	Población con limitación en la actividad	Población con limitación para caminar o moverse, subir o bajar	Población con limitación para ver, aún usando lentes	Población con limitación para hablar, comunicarse o conversar	Población con limitación para escuchar	Población con limitación para vestirse, bañarse o comer	Población con limitación para poner atención o aprender cosas sencillas	Población con limitación mental	Población sin limitación en la actividad
San Pablo Etlá	271	138	112	19	66	14	11	10	3,312
Poblado Morelos	9	5	4	0	0	0	0	0	607
Hacienda Blanca	93	39	29	12	9	4	9	8	7,599
San Sebastián	79	63	11	9	9	3	4	4	1,883
Barrio Morelos	16	5	3	3	3	1	2	2	892
Colonia La Azucena	13	8	0	1	3	0	0	1	351
La Borcelana	4	3	1	1	2	2	0	1	116
La Ocotera	7	2	4	0	2	0	1	1	66
Camino Al Seminario (Tercera Sección)	1	1	1	0	1	0	0	0	18
Rancho El Mezquite	*	*	*	*	*	*	*	*	*

Fuente: Elaboración propia con base en INEGI. Censo de Población y Vivienda 2010.

4.3 Principales actividades económicas

El Municipio de San Pablo Etlá tiene una escasa participación económica en la entidad dado que concentra el 0.27 por ciento del personal ocupado de la entidad y 0.13 por ciento de las unidades económicas, pero su aportación económica es de 0.36 por ciento del Valor Agregado

Censal Bruto (VACB) estatal. Esto indica que la economía local es muy débil, lo que se manifiesta en la creación de sólo 1,100 empleos locales, que no satisfacen las necesidades laborales de la población residente y se tiene que trasladar la capital del estado (cuadro 32).

Cuadro 34. Indicadores de la participación del municipio San Pablo Etlá en la economía estatal respecto a unidades económicas, personal ocupado y el valor agregado censal bruto en 2009.

Estado / Municipio	Unidades Económicas	Personal ocupado	Valor agregado censal bruto (Millones de pesos)
Oaxaca	144,372	405,228	36,000,990
San Pablo Etlá	186	1,100	130,363
%	0.13	0.27	0.36

Nota: El Valor Agregado Censal Bruto (VACB)*: Es el valor de la producción que se añade durante el proceso de trabajo por la actividad creadora y de transformación del personal ocupado, el capital y la organización (factores de la producción), ejercida sobre los materiales que se consumen en la realización de la actividad económica. Aritméticamente, el VACB resulta de restar a la Producción Bruta Total el Consumo Intermedio; se le llama bruto porque no se le ha deducido el consumo de capital fijo.

Unidades económicas:** Son las unidades estadísticas sobre las cuales se recopilan datos, se dedican principalmente a un tipo de actividad de manera permanente. Se definen por sector de acuerdo con la disponibilidad de registros contables y la necesidad de obtener información con el mayor nivel de precisión analítica.

Fuente: Elaboración propia con base en INEGI. Censos económico 2009. Resultados definitivos.

En el Municipio de San Pablo Etlá, el sector comercio al por menor prevalece como la principal actividad económica, con 95 unidades económicas que representan la mitad del total municipal; éstas se refieren a comercio básico. Este rubro ocupa al mayor porcentaje de la población ocupada con 290 personas y un valor agregado de 30 millones de pesos.

Atlas de Riesgos del municipio de San Pablo Etlá, Oaxaca, 2014

Cuadro 35. Principales sectores de actividad económica en el Municipio San Pablo Etlá, su aportación al VACB, personal ocupado y unidades económica (%) en 2008.

Clave	Sector económico	No. de establecimientos		Pob Ocupada		Valor Agregado censal Bruto	
		Abs	%	Abs	%	Abs	%
22	GENERACIÓN, TRANSMISIÓN Y DISTRIBUCIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA, SUMINISTRO DE AGUA Y DE GAS	*	-	4	0.36	30	0.02
23	CONSTRUCCIÓN	*	-	73	6.64	5,931	4.55
31	INDUSTRIAS MANUFACTURERAS	18	9.68	92	8.36	10,803	8.29
43	COMERCIO AL POR MAYOR	11	5.91	425	38.64	72,835	55.87
46	COMERCIO AL POR MENOR	95	51.08	290	26.36	30,991	23.77
53	SERVICIOS INMOBILIARIOS Y DE ALQUILER DE BIENES MUEBLES E INTANGIBLES	*	-	3	0.27	66	0.05
54	SERVICIOS PROFESIONALES, CIENTÍFICOS Y TÉCNICOS	*	-	1	0.09	18	0.01
56	SERVICIOS DE APOYO A LOS NEGOCIOS Y MANEJO DE DESECHOS Y SERVICIOS DE REMEDIACIÓN	*	-	10	0.91	177	0.14
61	SERVICIOS EDUCATIVOS	*	-	28		756	
62	SERVICIOS DE SALUD Y DE ASISTENCIA SOCIAL	5	2.69	9	0.82	26	0.02
71	SERVICIOS DE ESPARCIMIENTO CULTURALES Y DEPORTIVOS, Y OTROS SERVICIOS RECREATIVOS	*	-	2	0.18	24	0.02
72	SERVICIOS DE ALOJAMIENTO TEMPORAL Y DE PREPARACIÓN DE ALIMENTOS Y BEBIDAS	21	11.29	56	5.09	987	0.76
81	OTROS SERVICIOS EXCEPTO ACTIVIDADES GUBERNAMENTALES	36	19.35	107	9.73	7,719	5.92
Total		186	100.0	1,100	100.0	130,363	100.0

Elaboración propia con base en Características principales de las unidades económicas del sector privado y paraestatal que realizaron actividades durante 2008 en Puebla, según municipio, sector, subsector, rama y subrama de actividad económica en INEGI. Censos económicos 2009. Resultados definitivos.

4.4 Características de la Población Económicamente Activa

En San Pablo Etlá, del total de la población de 12 años y más, 60.3 % tiene alguna actividad y 39.7 por ciento no es activa. De los casi 3 mil personas de la PEA el 98.1 por ciento se encuentra ocupada y solo un 1.9 por ciento no está ocupada. En comparación con el promedio de Oaxaca este municipio se encuentra en condiciones favorables en el empleo generado.

Cuadro 36. Oaxaca e San Pablo Etlá : Condición de actividad económica, 2010

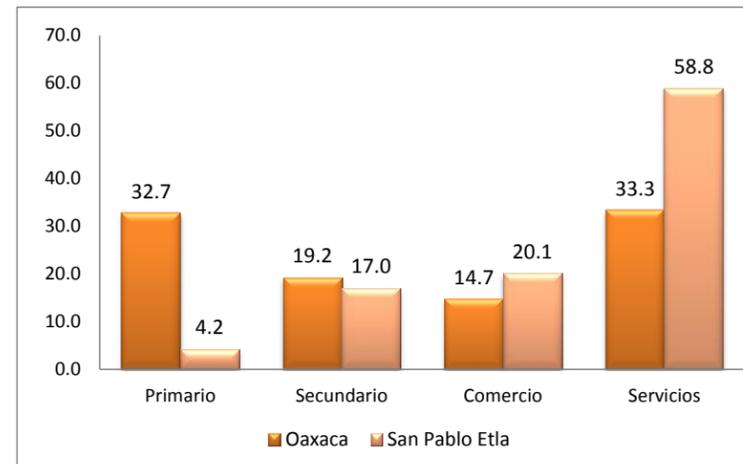
Entidad /municipio	Población de 12 años y más	Condición de actividad económica					%
		Población económicamente activa			Población no económicamente activa		
		Total	%	Ocupada	Desocupada		
Oaxaca	2,825,071	1,343,189	47.5	96.7	3.3	1,481,882	52.5
San Pablo Etlá	11,608	6,995	60.3	98.1	1.9	4,613	39.7

Fuente: Elaboración propia con base en INEGI. Censo de Población y Vivienda 2010.

Por sectores, la población económicamente activa de San Pablo Etlá se emplea principalmente en el sector servicios, donde se ubican 58.8 por ciento (gráfica 10). Esta proporción supera por mucho el promedio estatal que es de 33.3 por ciento y en comercio se emplea uno de cada cinco habitantes del municipio. En cambio, en actividades secundarias y primarias el municipio se encuentra por debajo del estado, lo que denota una economía urbana.

Fuente: Elaboración propia con base en INEGI. Censo de Población y Vivienda 2010.

Gráfica 10. Oaxaca e San Pablo Etlá , Distribución por sectores económicos de la PEA Ocupada, 2010

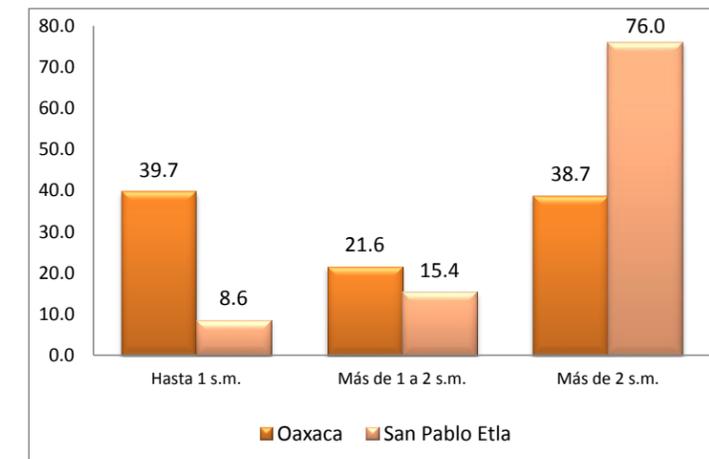


Fuente: Elaboración propia con base en INEGI. Censo de Población y Vivienda 2010.

Por tipo de ocupaciones, se observa que una proporción importante de la PEA son profesionistas, técnicos y administrativos (42.7%) y comerciantes y trabajadores en servicios (35.8%). En cambio el resto de las ocupaciones se ubican por debajo de la media estatal. En particular, es muy escasa la mano de obra de trabajadores de la industria y agropecuarios (gráfica 11).

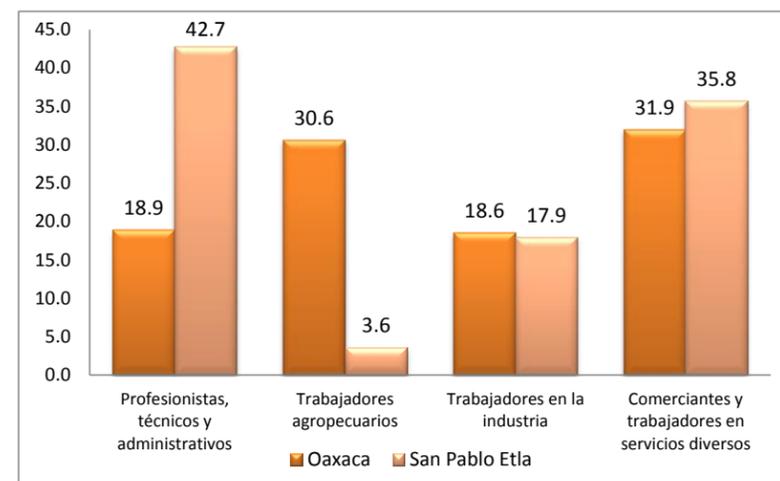
Finalmente, el nivel de ingresos indica que 76 por ciento de la PEA recibe más de 2sm, proporción mayor al promedio estatal (38.7%). En contraste, la PEA que recibe de 1 a 2 vsm y menos de 1vsmson muy menores al promedio del estado (Gráfica 12). Esto denota una situación más favorable del municipio que la entidad, donde hay una proporción de población que tiene mayores recursos.

Gráfica 12. Oaxaca e San Pablo Etlá, Distribución por nivel de ingreso de la PEA Ocupada, 2010



Fuente: Elaboración propia con base en INEGI. Censo de Población y Vivienda 2010.

Gráfica 11. Oaxaca e San Pablo Etlá , Distribución por división ocupacional de la PEA Ocupada, 2010



4.5 Estructura urbana

El Municipio de San Pablo Etlá se localiza en la región norponiente de la ciudad de Oaxaca y se encuentra conurbado con varias localidades próximas al mismo (Santiago Etlá y Trinidad de Viguera).

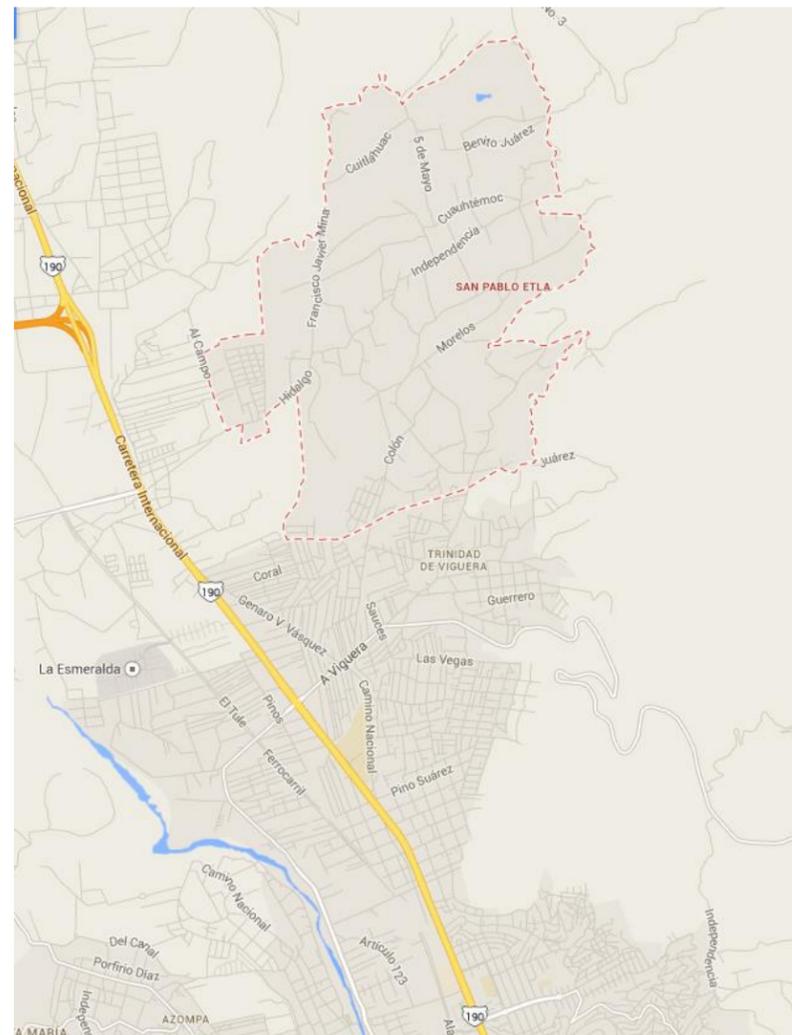
El principal acceso es la carretera federal 190 y que se conecta con ella a partir de la avenida Hidalgo, que lleva al centro de la localidad. El otro acceso principal es el Camino a San Pablo Etlá que se sale del camino a Vigueras y que recorre de sur a norte por el municipio vecino del mismo nombre.

Atlas de Riesgos del municipio de San Pablo Etlá, Oaxaca, 2014

Por su ubicación presenta una conformación irregular sobre lomas, por lo que no hay manzanas regulares. Las avenidas principales son Hidalgo, Independencia y Morelos los cuales van de sur a norte de la localidad.

La mayor parte del poblamiento de la zona se localiza al sur y hacia el norte predomina la dispersión de la localidad.

Figura 17. Estructura urbana de San Pablo Etlá



Fuente: Google Map ©2013 Cnes/Spot Image, DigitalGlobe, INEGI

CAPÍTULO V. Identificación de riesgos, peligros y vulnerabilidad ante fenómenos perturbadores de origen natural

5.1 Riesgos, peligros y/o vulnerabilidad ante fenómenos de origen Geológico

Los fenómenos naturales ocurren en la superficie de manera constante en el tiempo, pero variable en cuanto a magnitud. Un fenómeno se convierte en peligro natural cuando altera parcial o totalmente algún aspecto físico de un territorio, mismo en donde se encuentra asentada la población. De esta manera cualquier fenómeno natural que ocurra en los sistemas atmosférico, biótico, litosférico, hidrológico, etc., o entre ellos, y presente una probabilidad de afectación del ser humano y sus actividades, debe ser considerado peligro. A lo largo de la historia del poblamiento de un territorio, la sociedad ha estado expuesta a diferentes fenómenos naturales, algunos de éstos han causado algún tipo de daño o afectación a la infraestructura, actividades o en las vidas mismas de la población (Campos-Vargas et al., 2010).

Los fenómenos naturales que se producen por la dinámica de la superficie de la corteza terrestre y que la modifican, se consideran fenómenos naturales geológicos y/o geomorfológicos, los primeros cuando se deben a la dinámica interna del planeta y los procesos de litificación; los segundos cuando modifican la forma del relieve en un paisaje determinado, ya sea producto de la interacción interna del planeta –procesos endógenos- o por la externa –procesos exógenos. Cuando un fenómeno, de índole geológico-geomorfológico, afecta de alguna forma las actividades o vida de la población, se convierte en peligro. Cuando la población no tiene la capacidad, en cuanto al conocimiento del fenómeno, de organización social y económica para afrontarlo, así como incapacidad política para mitigar y reducir el grado de afectación de la población con respecto al peligro, el escenario resultante será el de un desastre, mal llamado, natural.

Así la capacidad de solventar un peligro por parte de la sociedad, determina su grado de vulnerabilidad. En este sentido es posible distinguir varios tipos de vulnerabilidades, por ejemplo cuando una sociedad tiene la capacidad en maquinaria o tecnológica para reparar casi en su totalidad los daños producidos por un peligro natural, se dice que su vulnerabilidad educativa o tecnológica es alta. Por esta razón, el reconocimiento en la naturaleza de los peligros, como su origen, tipología, mecánica, características, duración e intensidad así como recurrencia, es vital para su prevención y mitigación.

5.1.1 Vulcanismo

El municipio San Pablo Etlá, Oaxaca, se localiza en la costa del Pacífico del estado de Oaxaca. En la zona sismogeneradora y de generación de magmas por excelencia para México, ya que es aquí en donde se piensa se genera el magmatismo que se ve expuesto en el centro del país. Pero para que esto ocurra es necesario que la placa que se introduce por debajo de la placa de

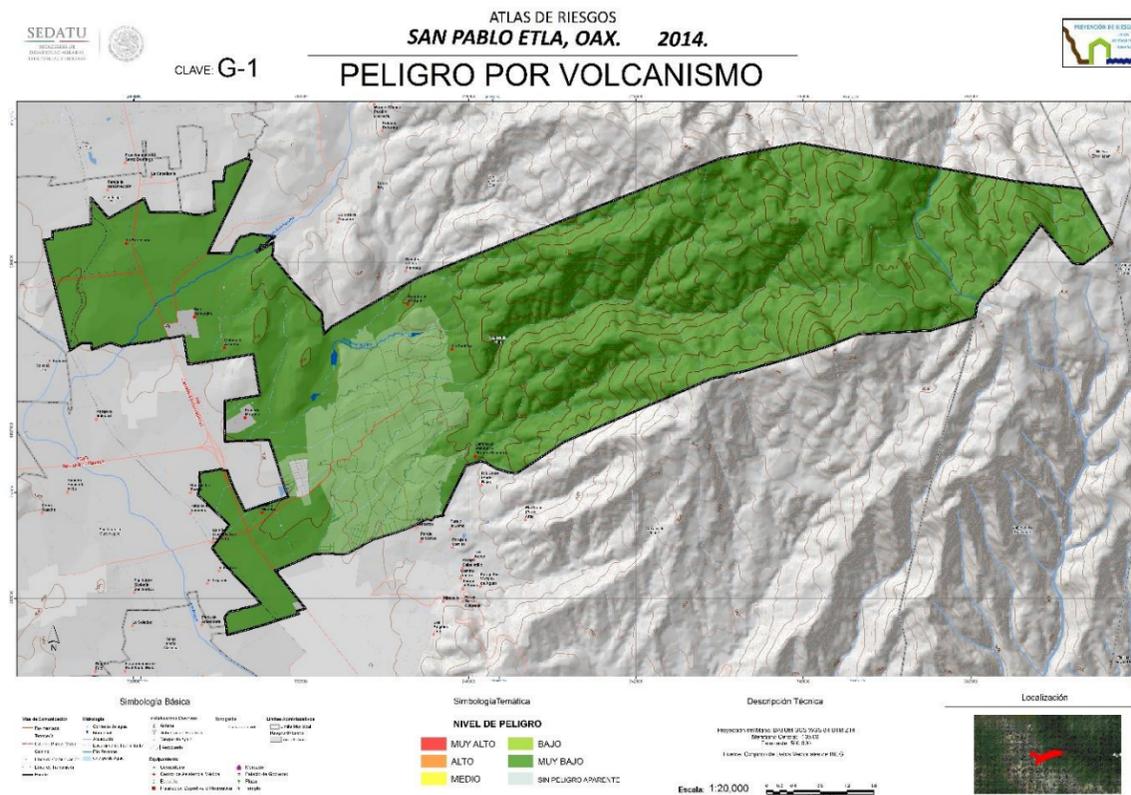
Norteamérica llegue a una profundidad aproximada de 100 km, es aquí cuando las condiciones petrográficas cambian y se produce la fusión. En México este fenómeno supone que ocurre a 350 km al interior del continente, justo en el centro del país. Por esta razón la probabilidad de que se emplace un volcán al interior del municipio es prácticamente nula. Por otro lado también es importante considerar que los volcanes tienen la capacidad de afectar un radio a su alrededor. Dependiendo de los productos expulsados por el volcán será el alcance de los mismos. Los volcanes de mayor actividad en México, más cercanos al municipio, son los Tuxtlas, en Veracruz, y el Pico de Orizaba, entre Puebla y Veracruz. La distancia a la cual se encuentran estas estructuras es mayor a los 200 km (Fig. 7).

Por lo que es muy difícil que sus productos, en caso de tener una erupción de gran magnitud, alcancen el territorio ocupado por el municipio. Pero es posible que en el caso de que el volcán de los Tuxtlas entrara en actividad, la ceniza emitida puede alcanzar el centro de Oaxaca, aun así el espesor de ceniza que mantelería al región sería bajo. Por esta razón el peligro volcánico es muy bajo (Fig. 8).



Figura 18. Distancia del municipio a los grandes volcanes del Cinturón Volcánico Mexicano.

Figura 19. Mapa de peligro volcánico para el municipio de San Pablo ETLA, Oaxaca.



lugares ocurre (cerca de Mexicali y en el estado de Chiapas) el proceso de transurrencia. En el océano Pacífico las placas de Cocos y Rivera en su origen, propician los fenómenos de extensión, en donde, se forma nueva corteza oceánica, y se desplaza lentamente lejos de su punto de origen. Este movimiento trata de empujar, al llegar a la base, a la placa de Norteamérica. Esta placa al ser más grande y ligera, le cuesta trabajo moverse, por lo que prefiere cabalgar a la placa que la empuja, esto ocasiona el proceso de subducción de las placas. El límite de subducción es muy importante ya que es en este donde se generan fenómenos como el volcanismo y la sismicidad. Mientras que en la zona de divergencia localizada en el fondo del Mar de Cortés, no es habitual la ocurrencia de sismicidad, pero entre sectores de divergencia la placa se disloca y muestra un movimiento horizontal diferenciado, a partir de fallas laterales en el límite mismo. Estas fallas al desplazarse generan sismicidad.

Predecir la ocurrencia exacta y temporal de un sismo no es posible con el nivel de conocimiento actual. La cartografía de zonas susceptibles a verse afectadas por el efecto sísmico se ha enfocado a definir las zonas que maximizan la aceleración del terreno cuando las ondas sísmicas pasan por él. En este sentido la regionalización geomorfológica es una herramienta potente para la definición de áreas susceptibles a maximizar las ondas sísmicas. El mapa de zonas susceptibles a ser afectadas por el efecto sísmico que se presenta está definido de acuerdo con la vocación geológica, estratigráfica y geomorfológica del terreno; por lo que corresponde a un mapa que representa terrenos que son susceptibles a incrementar la aceleración del terreno cuando este se ve afectado por un movimiento sísmico.

De acuerdo con la zona de subducción, el país ha sido dividido en 4 grandes zonas sísmicas. Para su división se utilizó la información sísmica del país desde el inicio del siglo pasado, a partir de registros históricos (SSN, 2011). Estas zonas son un reflejo de la ocurrencia de sismos en las diversas regiones. En la zona A no se tienen registros históricos de sismos, no se han reportado sismos en los últimos 80 años. Las zonas B y C son zonas intermedias, aquí los registros de sismos no son tan frecuentes. La zona D es una zona donde se han reportado grandes sismos históricos, y su ocurrencia es muy frecuente. Cabe resaltar que esta división toma como fuente principal de sismicidad la zona de subducción y desprecia la sismicidad ocurrida intraplaca (Fig. 20).

5.1.2 Sismos

La sismicidad es un fenómeno natural producto de los esfuerzos en la corteza terrestre, debido a diferentes fuerzas, principalmente al movimiento de las placas tectónicas. El mundo se encuentra dividido por múltiples placas tectónicas, definidas por la presencia de uno o varios de los tres límites que son la divergencia, convergencia y transurrencia. En los últimos dos límites se presentan comúnmente sismicidad. El país se encuentra dividido en varias placas tectónicas las cuales se pueden dividir en continentales: Norteamérica (que comprende a cerca del 90 % del territorio continental), Caribe (al sur de México) y oceánicas: Pacífica, de Cocos (enfrente de las costas de Michoacán hasta Chiapas), y de Rivera (enfrente de las costas de Colima, Jalisco y Nayarit). La sismicidad comúnmente se produce en los límites de estas placas, y rara vez al interior.

En el país se presentan los tres tipos de fenómenos. El límite de las placas de Norteamérica y Pacífica, en el Mar de Cortés, se presenta el proceso de extensión y en continente en dos

Atlas de Riesgos del municipio de San Pablo Etlá, Oaxaca, 2014

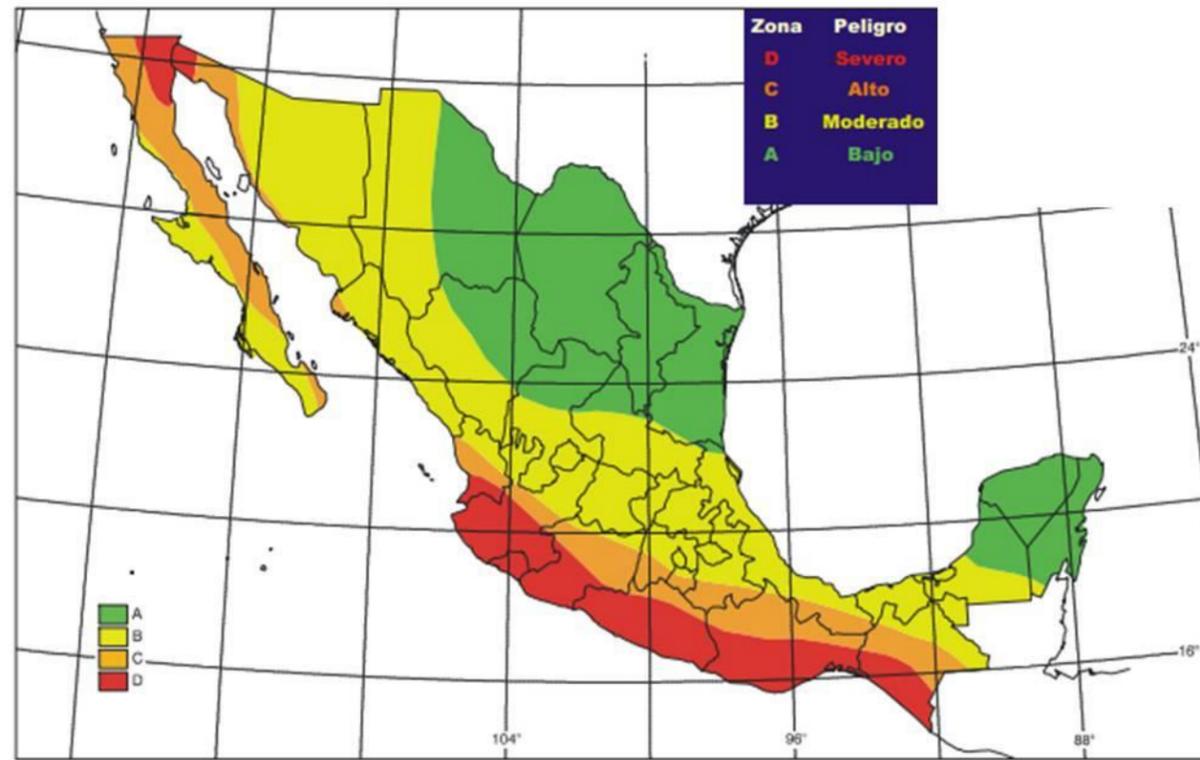


Figura 20 Mapa de zonas sísmicas de acuerdo con la zona sismogeneradora en el país. Nótese que el borde costero de Oaxaca se encuentra en la zona de mayor peligrosidad sísmica (Fuente SSN).

El municipio de San Pablo Etlá, se encuentra en la zona D, aproximadamente a 204 km del borde en donde se introduce la placa de Cocos por debajo de la Norteamericana, es decir de la zona sismogeneradora. La actividad sísmica en el borde costero del Pacífico es muy elevada, solo en el estado de Oaxaca tenemos más de 3800 sismos de magnitudes que van desde 2 hasta cerca de 7 en los últimos 6 años (de enero del 2006 a julio del 2012). Los sismos de mayor magnitud (+6) registrados por el SSN ocurridos dentro del estado, tienen una recurrencia ca. 2 años (2008, 2010, 2012). En la actualidad los sismos que han ocurrido en la región del municipio desde 1998 a la fecha son 276 (Fig. 2) (Tabla 1). La mayoría de los sismos en la región ocurren entre los rangos de magnitud de 3.3 a 5 y son relativamente profundos de 46 hasta 104 km, sólo uno se reporta con epicentro de 20 km con una magnitud de 3.7.

Tabla 1. Sismos ocurridos en los alrededores de San Pablo Etlá, Oaxaca desde 1998 hasta 2014.

Fecha	Latitud	Longitud	Prof_km	Mag_	Zona
16/10/2013	17.14	-96.63	58	3.7	11 km al NORESTE de STA LUCIA DEL CAMINO, OAX
16/04/2014	17.09	-96.81	69	3.4	4 km al SUROESTE de STA MARIA ATZOMPA, OAX

30/10/2014	17.14	-96.64	69	3.7	10 km al NORESTE de STA LUCIA DEL CAMINO, OAX
11/11/2014	17.17	-96.65	59	3.3	13 km al NORESTE de STA LUCIA DEL CAMINO, OAX
04/05/2007	17.2	-96.84	70	4.8	13 km al NOROESTE de STA MARIA ATZOMPA, OAX
13/12/2007	17.26	-96.7	82	4.5	20 km al NORESTE de STA MARIA ATZOMPA, OAX
01/05/1998	17.18	-96.76	104	4.3	OAXACA
19/01/2006	17.13	-96.75	65	4.2	5 km al NORESTE de STA MARIA ATZOMPA, OAX
09/06/2012	17.18	-96.63	55	4.2	15 km al NORESTE de STA LUCIA DEL CAMINO, OAX
02/04/2001	17.07	-96.62	73	4.1	OAXACA
01/06/2008	17.04	-96.8	65	4.1	6 km al NOROESTE de CUILAPAM, OAX
28/11/2007	17.2	-96.87	70	4	15 km al NOROESTE de STA MARIA ATZOMPA, OAX
26/05/2013	17.1	-96.68	46	4	5 km al NORESTE de STA LUCIA DEL CAMINO, OAX
20/03/2011	17.13	-96.67	71	3.9	8 km al NORESTE de STA LUCIA DEL CAMINO, OAX
24/03/2013	17.17	-96.87	72	3.9	13 km al NOROESTE de STA MARIA ATZOMPA, OAX
24/07/2001	17.28	-96.73	74	3.8	OAXACA
13/02/2005	17.22	-96.63	70	3.7	OAXACA
21/12/2010	17.25	-96.81	20	3.7	17 km al NORTE de STA MARIA ATZOMPA, OAX
25/05/2011	17.2	-96.74	77	3.7	11 km al NORESTE de STA MARIA ATZOMPA, OAX
21/08/2005	17.02	-96.81	67	3.6	OAXACA
20/07/2000	17.18	-96.79	70	3.5	OAXACA
06/08/2008	17.18	-96.77	56	3.5	8 km al NORTE de STA MARIA ATZOMPA, OAX
23/08/2008	17.25	-96.59	81	3.5	24 km al NORESTE de STA LUCIA DEL CAMINO, OAX
06/09/2011	17.09	-96.64	78	3.5	6 km al NORESTE de STA LUCIA DEL CAMINO, OAX
07/02/2009	17.18	-96.57	77	3.4	19 km al NORESTE de STA LUCIA DEL CAMINO, OAX
01/08/2013	17.03	-96.83	65	4	7 km al NOROESTE de CUILAPAM, OAX

Atlas de Riesgos del municipio de San Pablo Etla, Oaxaca, 2014

El mapa de peligros sísmico también incluye el estudio probabilístico de ocurrencia, desplazamiento, acumulación de energía, así como el cálculo de tasas de recurrencias. De esta manera los eventos de gran energía o mayor desplazamiento tienen una recurrencia de periodos largos, mientras que los eventos de baja energía ocurren en periodos cortos (Zúñiga et al., 1997; Ávila 2011).

Para la determinación de las zonas susceptibles a ser afectadas por el efecto sísmico no solo es importante la ocurrencia y cercanía del movimiento tectónico, sino además el comportamiento de los materiales (litología), en el terreno, cuando la onda sísmica viaja en ellos. Los posibles efectos de sitio producidos por la competencia de los materiales en respuesta a las ondas sísmicas. De esta manera las capas lacustres y friables constituidos por materiales finos (arenas finas, limos y arcillas) y saturados en agua pueden amplificar el fenómeno físico.

De acuerdo con las aceleraciones máximas, obtenidas en la literatura científica, a diferentes periodos de retorno (10, 100 y 500 años), para el estado de Oaxaca, el municipio de San Pablo Etla presenta valores que rondan los 35 a 200 gales (o cm/s^2) (Fig. 3, 4 y 5). Estos valores indican que, de acuerdo con las tasas de retorno a corto plazo, no implican un peligro y mucho menos riesgo para las construcciones en el municipio (ya que se requiere de una aceleración mayor a los 135 gales para presentar afectación estructural en las construcciones). En cambio los periodos de retorno mayores a los 100 años, al alcanzar valores de hasta 200 gales, representan un importante peligro para las construcciones en el municipio.

Figura 22. Mapa de aceleración máxima para un periodo de retorno de 10 años (CENAPRED, 2006; SSN 2014).

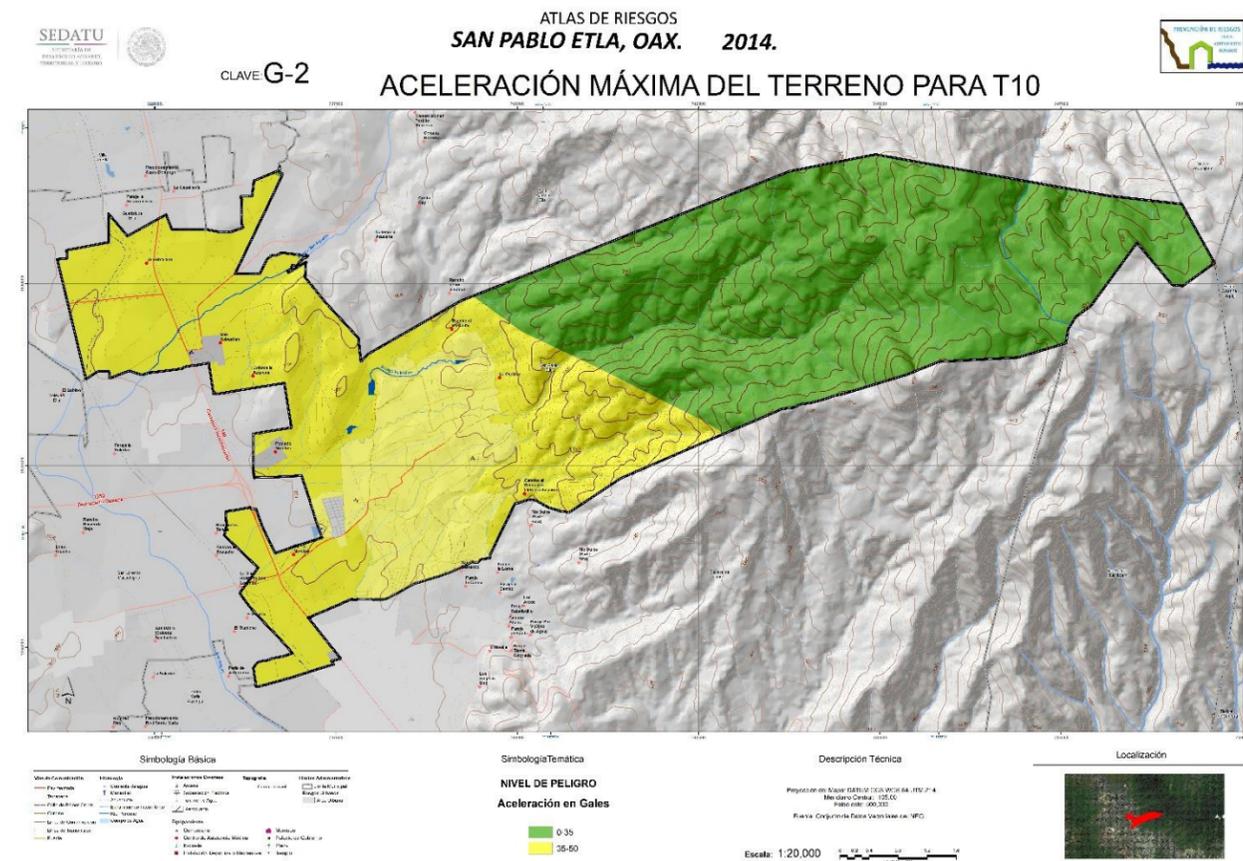
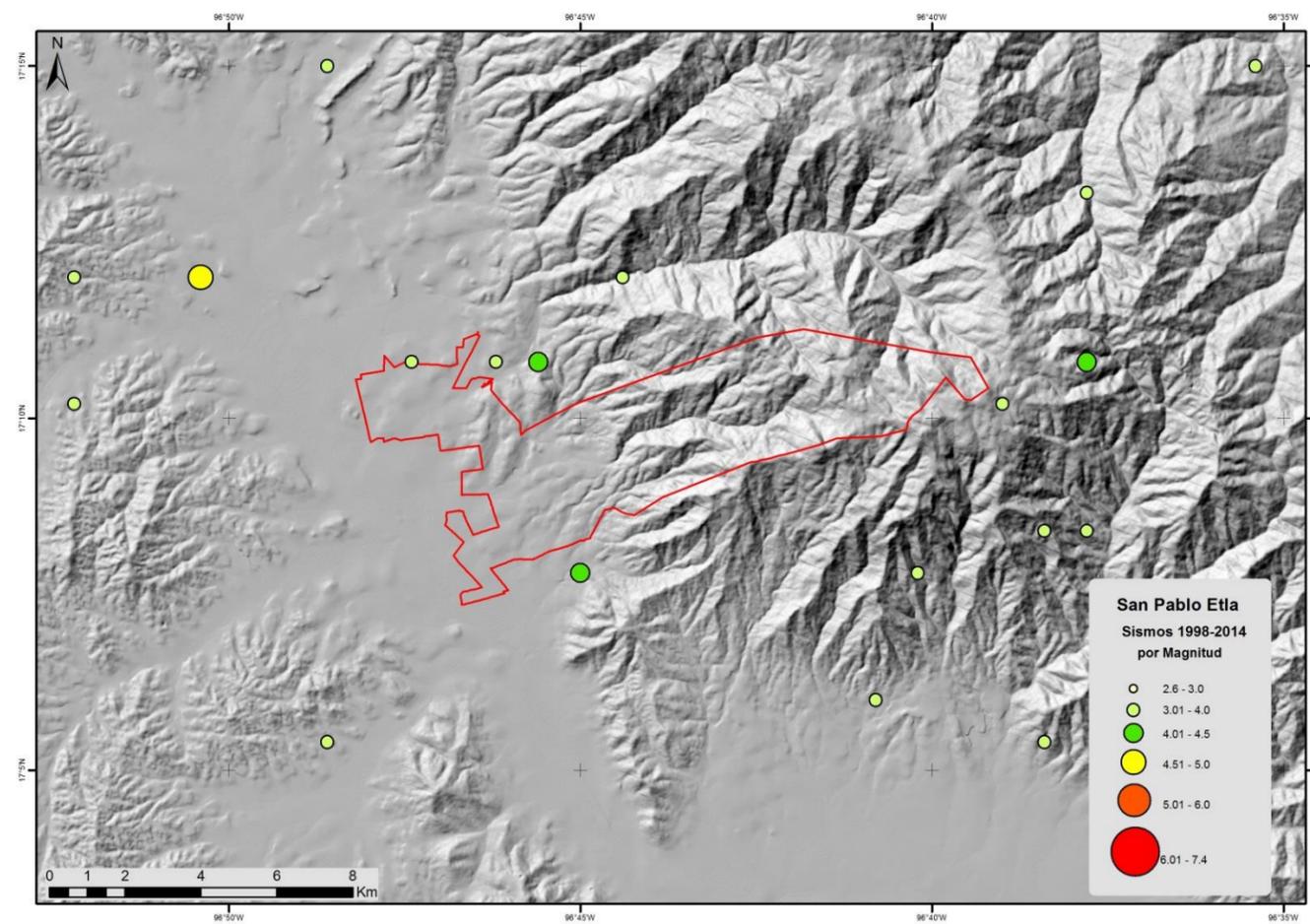


Figura 21. Mapa en donde se muestran los principales sismos ocurridos cerca del municipio de San Pablo Etla, Oaxaca (datos de la tabla 1, tomados del SSN, 2014).

Figura 23. Mapa de aceleración máxima para un periodo de retorno de 100 años (CENAPRED, 2006; SSN 2014)

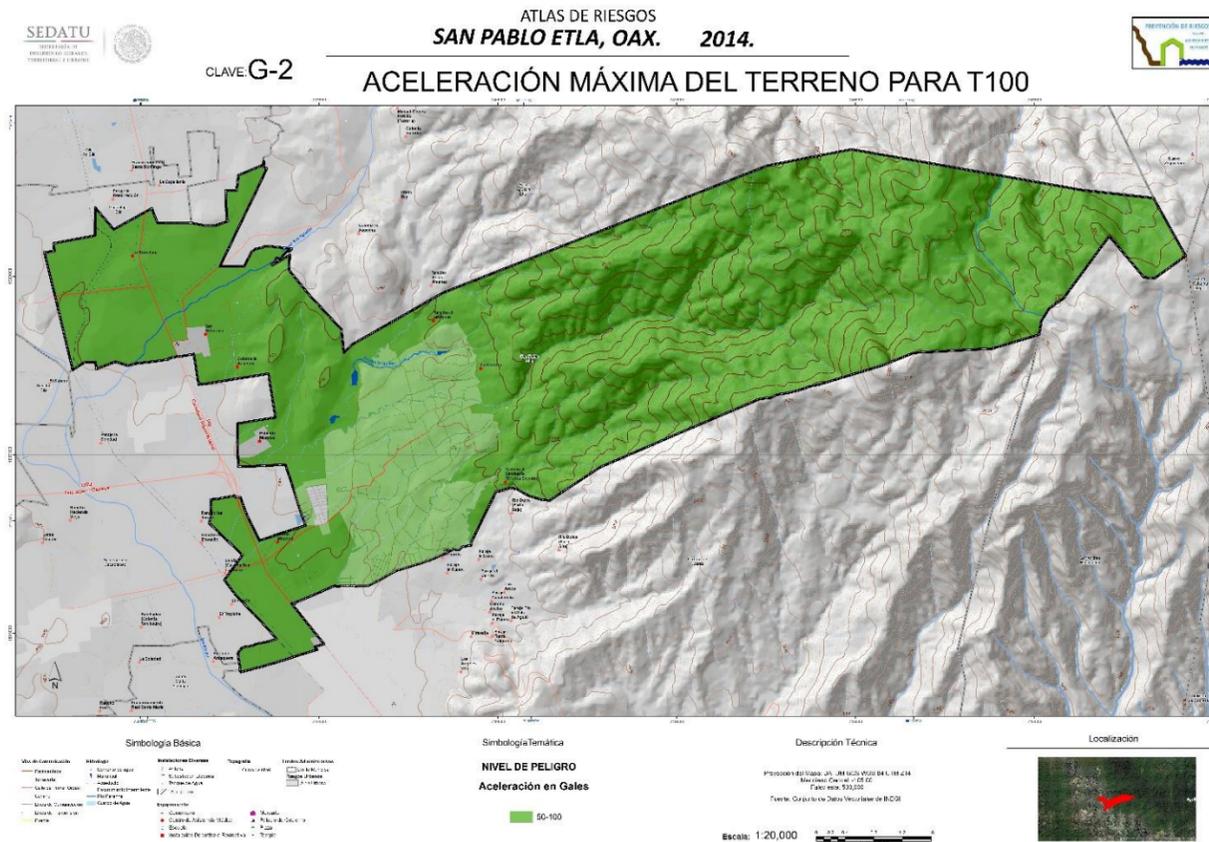
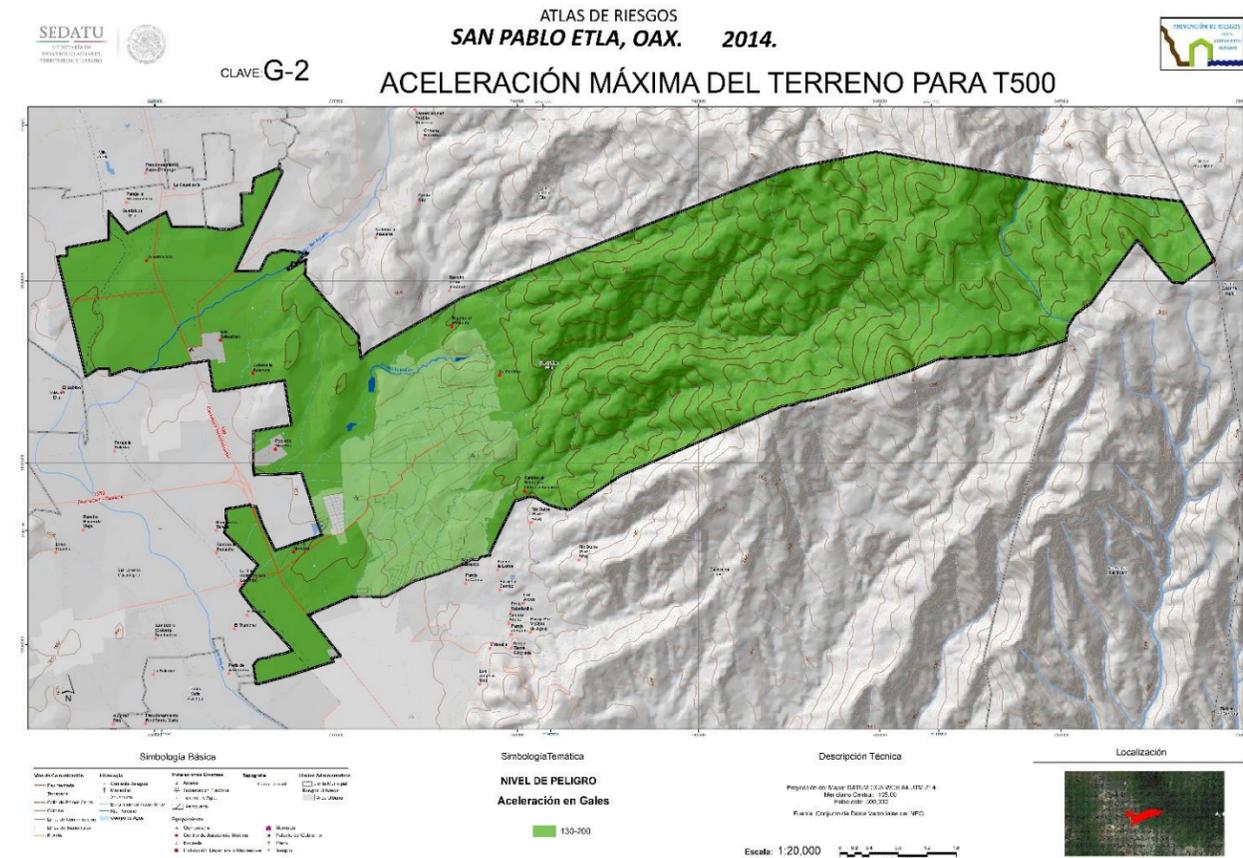


Figura 24. Mapa de aceleración máxima para un periodo de retorno de 500 años (CENAPRED, 2006; SSN 2014).



Las construcciones se vuelven más vulnerables a las ondas sísmicas independientemente de que tan lejos se encuentren del foco. Si además se concatenan los fenómenos de sitio con el tamizado natural resultado del oleaje y erosión eólica ocurrido en las costas, así como de la selección de los materiales más finos por parte de los ríos al desembocar en el mar y el alto nivel freático, se crea un escenario en donde fenómenos como la licuefacción, puede presentarse. La licuefacción es un efecto por el cual el material más fino viaja a niveles más profundos producto del movimiento armónico de las arcillas ya sea por hechos antrópicos (explosivos o vibración artificial del suelo) como naturales (sismos). Esto afecta el terreno y por ende las construcciones más endebles.

De acuerdo con lo anterior, el municipio fue dividido en 3 zonas sísmicas (Fig. 6). La de alta peligrosidad sísmica es aquella más cercana a los focos sismogeneradores y constituida por materiales poco competentes, es decir, la zona de llanura fluvial, en donde predominan los materiales friables. Aquí la velocidad promedio de cizalla es baja, inferior a los 350 m/s. La

5.1.3 Tsunamis

Los tsunamis son considerados como una secuencia de olas que se generan cuando ocurre un sismo en el lecho marino. En México la mayoría de tsunamis se originan por sismos que ocurren en el contorno costero del Océano Pacífico, en la zona de subducción entre las placas de Cocos y Rivera bajo la Norteamericana. Sin embargo, para que se genere un tsunami, es necesario que el hipocentro (punto de origen del sismo, en el interior de la tierra) se encuentre bajo el lecho marino a una profundidad menor de 60 km, que la falla tenga movimiento vertical y que libere suficiente energía para generar oleaje.

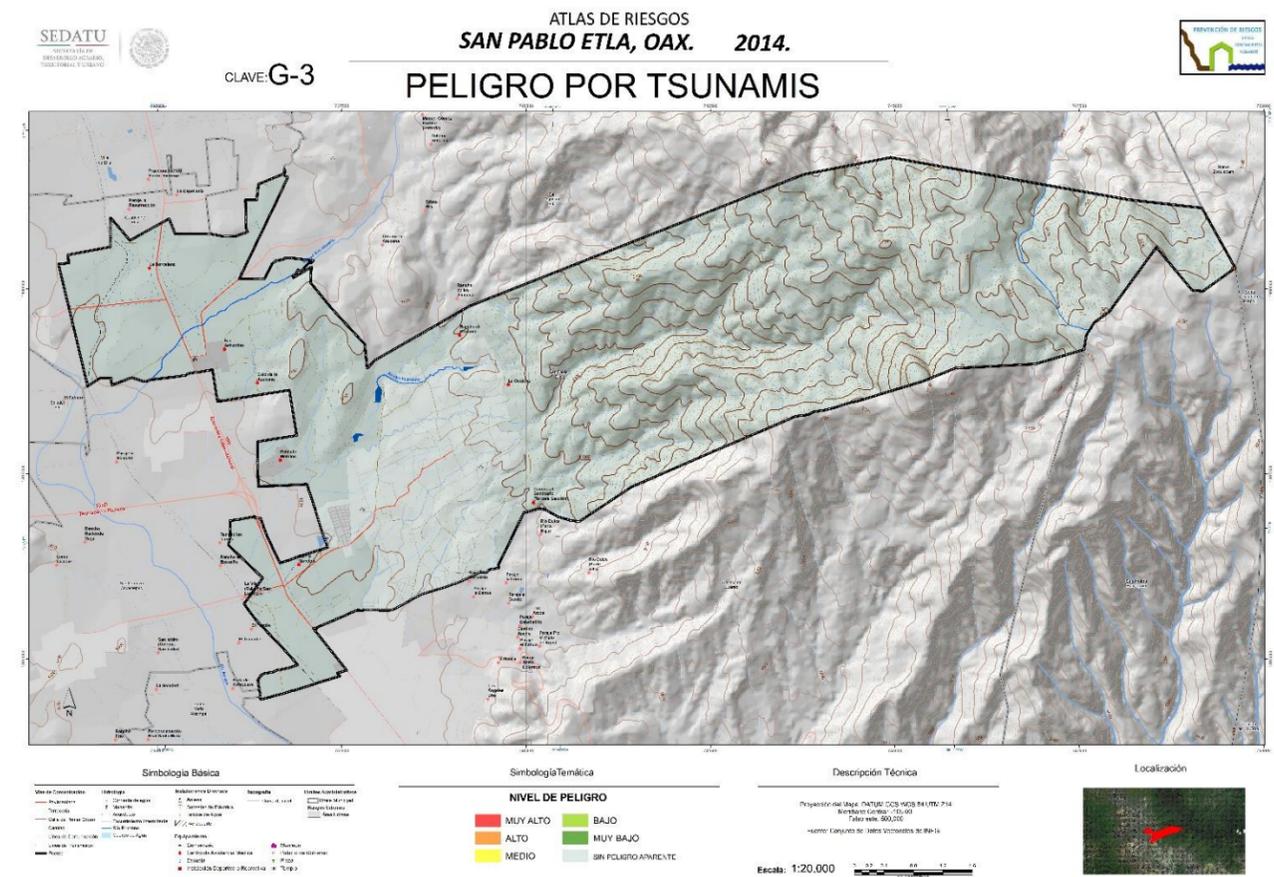
De acuerdo con la distancia o el tiempo de desplazamiento desde el origen los tsunamis pueden ser locales o lejanos. Los tsunamis locales se generan cuando el tiempo de arribo es menor a una hora debido a que el origen está muy cercano de la costa y los tsunamis lejanos se consideran cuando el sitio de origen se encuentra a más de 1,000 km de distancia de la costa, por lo tanto el oleaje puede tardar de varias horas hasta un día en arribar.

Considerando lo anterior el municipio de San Pablo Etla se encuentran a aproximadamente 140 km de la costa del Golfo de México y a una altura mínima de 1600 metros sobre el nivel del mar, por lo que este tipo de peligro se considera nulo (Fig. 25).

Figura 26. Imagen de distancia entra municipio y la playa más cercana.



Figura 27. Mapa de tsunamis, en el municipio de San Pablo Etla, Oaxaca.



5.1.4 Inestabilidad de laderas

La inestabilidad del terreno natural se presenta en zonas montañosas, donde la superficie del mismo presenta una heterogeneidad de grados de inclinación. El grado de inestabilidad está estrechamente relacionado con el origen geológico de las vertientes y los procesos que actúan en ellas el día de hoy. El fenómeno de la inestabilidad se define como la pérdida de la capacidad del terreno natural para autosustentarse, lo que deriva en reacomodos y colapsos (CENAPRED, 2001).

Los deslizamientos son fenómenos naturales que ocurren en cualquier superficie en desequilibrio, es decir, una superficie que se vea afectada por una fuerza ajena a las propiedades físicas de los materiales que la conforman. A este tipo de fenómenos que involucran el movimiento de una ladera o superficie se le conoce como proceso de remoción en masa (PRM). Un proceso de remoción en masa, es el movimiento ladera abajo del material que la conforma (suelos, tierra, detritos, rocas, etc), debido a la influencia de la gravedad, con velocidades variables, y favorecido en algunos casos por un agente acelerador como hielo o agua (Cruden y Varnes., 1996).

La naturaleza montañosa del territorio nacional constituye a los Procesos de Remoción en Masa como una de las amenazas más comunes que impactan a los asentamientos humanos, sin importar que sean en áreas rurales o urbanas, así como a su infraestructura carretera y económica, como sus equipamientos (escuelas, mercados, parques, oficinas de gobierno, etc.). Dentro de las etapas de prevención y mitigación es indispensable el estudio del relieve, de la geología así como de la geomorfología del lugar, para determinar cuáles son las condiciones más propicias para que se presenten los procesos de remoción en masa, y así determinar la localización y distribución de las zonas más vulnerables.

Al tomar en cuenta los aspectos anteriores se realizó el mapa de susceptibilidad de procesos de remoción en masa, para el municipio de San Pablo Etlá, Oaxaca (Fig. 19). El presente mapa caracteriza el relieve de acuerdo con dos factores primordiales, la pendiente de las laderas y la competencia del material. El mapa de peligros por deslizamientos es la combinación de los mapas correspondientes a la geología (litología), el relieve (pendiente) y los procesos geodinámicos endógenos como la cercanía de fallas y fracturas como de modelado como los son erosivos fluviales (distancia a ríos). Cabe mencionar que la resolución de espacial (píxel) del análisis es de 20 x 20 m. Por lo que cualquier deslizamiento con magnitudes menores a los 400 m² no pueden ser representados.

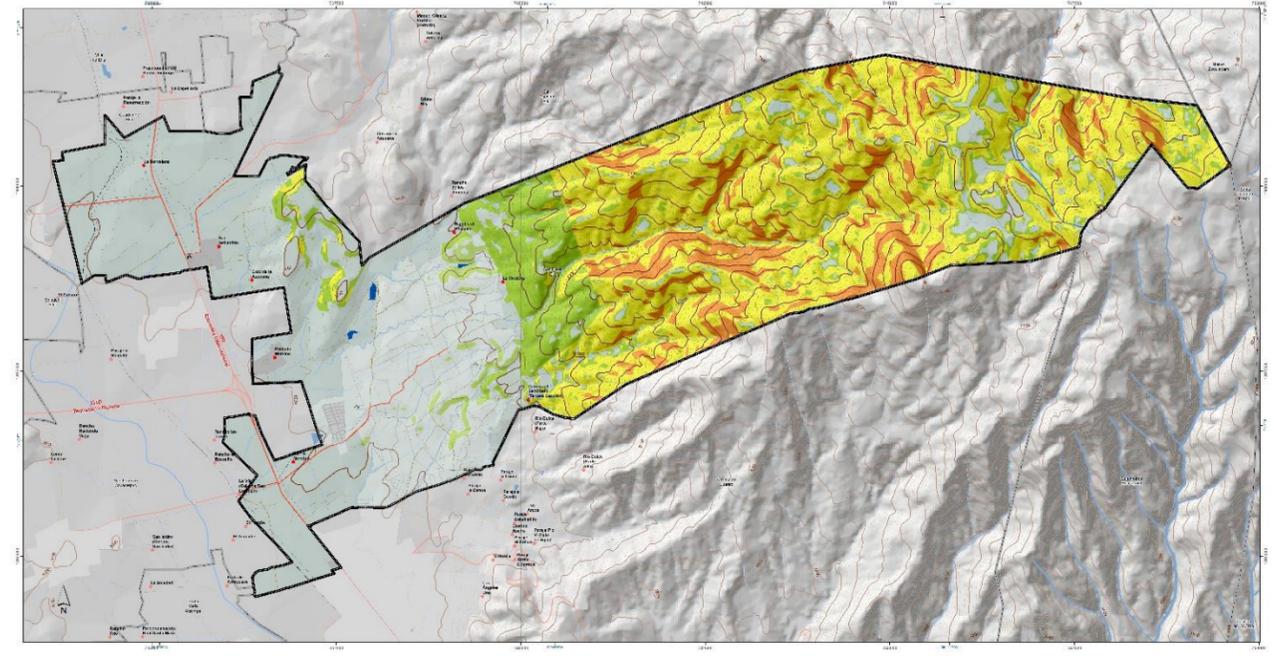
Además de la variables antes mencionadas es importante señalar que el mapa define las áreas susceptibles para la ocurrencia de deslizamientos, entendiendo por estos solo a los tres tipos principales: translacionales, rotacionales y complejos. Los deslizamientos son movimientos de un sector de la ladera presente sobre una superficie de ruptura en la misma dirección que la pendiente (Gutiérrez Elorza, 2008). La superficie de ruptura define cada tipo de deslizamientos,

para el rotacional, la ruptura tiene una geometría cóncava o curvas; los translacionales superficies planas u onduladas y los complejos cuando hay una combinación de ambas (Gutiérrez Elorza, 2008).

La variación en pendiente y el material metamórfico que predomina en el territorio hace susceptible a presentar PRM, particularmente deslizamientos. De esta manera se obtuvo un mapa de peligros por deslizamientos con tres rubros: alto, medio y bajo. En este contexto, todo el terreno montañoso del municipio debe considerarse como peligroso por lo que su peligro fue clasificado como bajo. Mientras que las zonas con pendientes mayores a 15° tienen una mayor probabilidad de presentar debilidades estructurales en las laderas, y más al considerar la alta concentración de fallas conforme nos adentramos en el municipio. Por último el peligro alto, define las zonas con pendientes mayores a 30°, con morfología de cabecera erosiva y cercanía con una corriente fluvial que debilite en la parte basal de la ladera. Estas unidades se encuentran a lo largo y ancho del municipio, pero se observa una mayor concentración en el sector noreste.

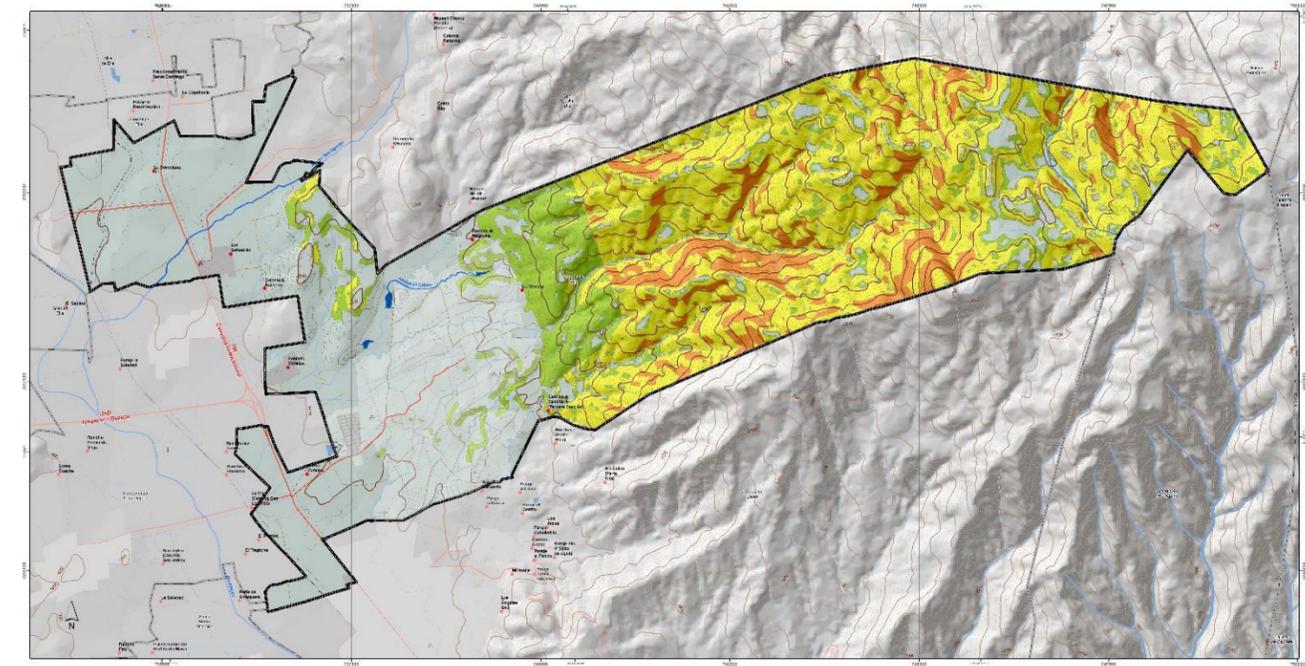
Figura 28. Mapa de áreas susceptibles a presentar deslizamientos de tierra, en el municipio de San Pablo Etlá, Oaxaca.

CLAVE G-4 SUSCEPTIBILIDAD POR INESTABILIDAD DE LADERAS



Simbología Básica				Simbología Temática		Descripción Técnica		Localización
<p>NIVEL DE SUSCEPTIBILIDAD</p> <p>MUY ALTO (Red)</p> <p>ALTO (Orange)</p> <p>MEDIO (Yellow)</p> <p>BAJO (Light Green)</p> <p>MUY BAJO (Dark Green)</p> <p>SIN PELIGRO APARENTE (Light Blue)</p>				<p>Proyección del Mapa: UTM ZONA 18Q UTM 84 118 / 14</p> <p>Proyección Geográfica: UTM 84 118 / 14</p> <p>Proyección: UTM 84 118 / 14</p> <p>Escala: 1:20,000</p>				

CLAVE G-4 R1 RIESGO POR INESTABILIDAD DE LADERAS



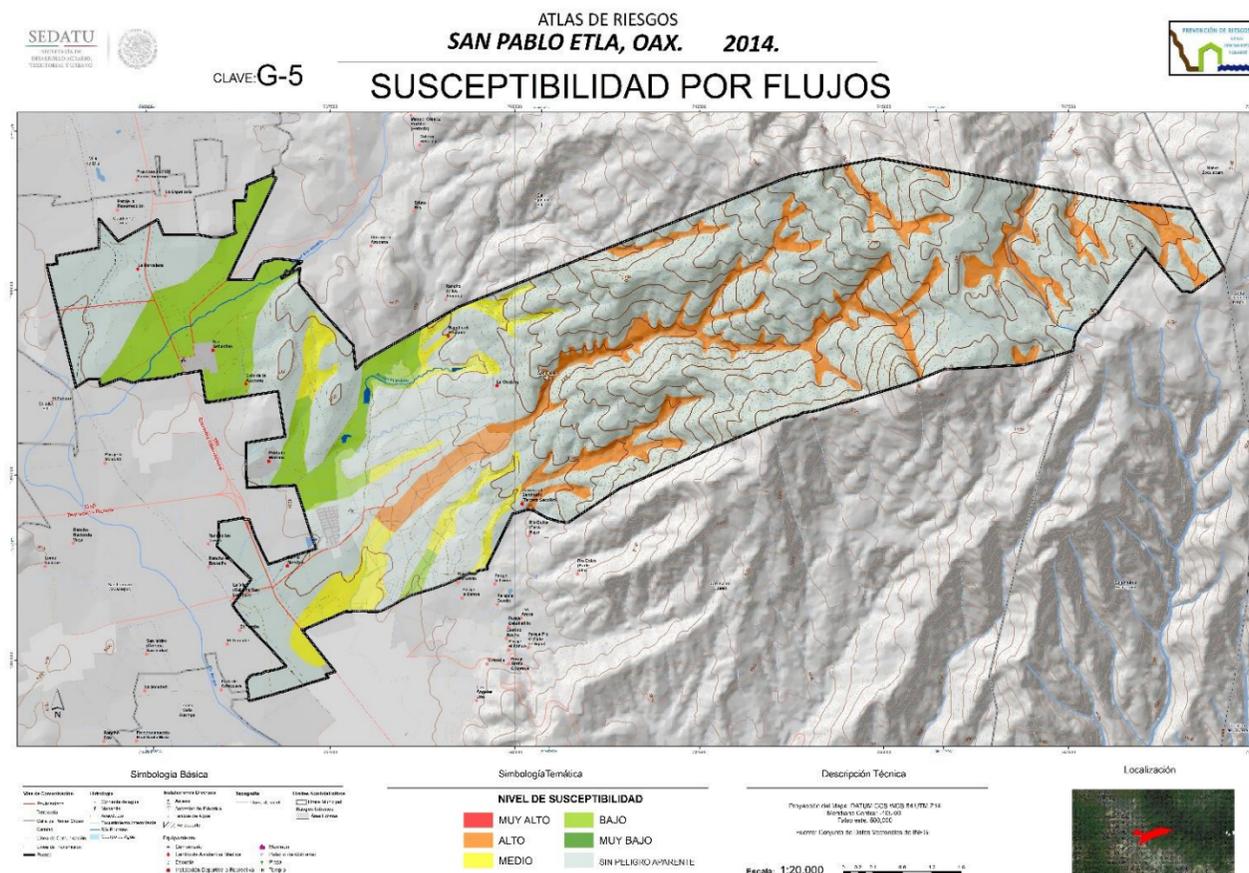
Simbología Básica				Simbología Temática		Descripción Técnica		Localización
<p>NIVEL DE RIESGO</p> <p>MUY ALTO (Red)</p> <p>ALTO (Orange)</p> <p>MEDIO (Yellow)</p> <p>BAJO (Light Green)</p> <p>MUY BAJO (Dark Green)</p> <p>SIN RIESGO APARENTE (Light Blue)</p>				<p>Proyección del Mapa: UTM ZONA 18Q UTM 84 118 / 14</p> <p>Proyección Geográfica: UTM 84 118 / 14</p> <p>Proyección: UTM 84 118 / 14</p> <p>Escala: 1:20,000</p>				

5.1.5 Flujos

Dentro de la clasificación de deslizamientos existe un tipo caracterizado como flujos. Constituyen un movimiento de masa con un lubricante pro lo que su movilización simula a la de un fluido, razón por la cual el depósito adquiere morfología de lengua o lóbulos bien definidos; en un flujo las superficies de cizalla son muy próximas al depósito, por lo tanto tienen poca duración lo que dificulta su observación. El volumen de material transportado es mayor en relación con los derrumbes. Los flujos involucran cualquier tipo de material disponible para ser transportado (Alcántara Ayala, 2000). Este proceso inicia por la saturación súbita de sedimentos no consolidados que se encuentran en las partes altas, donde la pendiente del terreno es pronunciada. Por esta razón, un flujo de lodo o escombros se puede identificar como un río de rocas heterogénea. Al generarse la saturación, el material aumenta su peso y tiende a fluir pendiente abajo a través de los cauces o barrancos, por lo cual este tipo de procesos están estrechamente relacionados con la geología, pendiente del terreno, erosión fluvial y deforestación.

En el territorio del municipio se definieron zonas susceptibles de generar flujos en donde la pendiente predominante cae entre los 15 y 30° de inclinación, el tipo de roca es casi exclusivamente metamórfica y la vegetación es escasa. En las pendientes altas se concentran las corrientes de primer orden o erosivas que incorporan material sólido para formar flujos ladera abajo, por lo que estas zonas flujo-generadoras se consideran de peligro alto (Fig. 19). Las partes bajas son consideradas zonas de depósito y dependiendo del volumen de los flujos pueden alcanzar zonas bajas y planas por lo tanto se considera peligro bajo. Cuando la diferencia altitudinal entre en nivel del cauce y la zona sismogeneradora rebasa los 100 m se considera de peligrosidad media, ya que la caída incrementa su velocidad por lo que la movilidad aumenta considerablemente.

Figura 29. Mapa de áreas susceptibles a presentar flujos, en el municipio de San Pablo Etlá, Oaxaca.



En los márgenes de los principales ríos que llegan a la planicie aluvial en donde se encuentra la cabecera municipal, se observaron evidencias de flujos de escombros, posiblemente dejados en épocas extraordinarias y de temporal (Fig. 20). No es muy común el desarrollo de estos flujos,

pero si continúa la deforestación en la sierra del municipio, los eventos tenderán a ser más próximos.

Los deslizamientos son fenómenos naturales que ocurren en cualquier superficie en desequilibrio, es decir, una superficie que se vea afectada por una fuerza ajena a las propiedades físicas de los materiales que la conforman. A este tipo de fenómenos que involucran el movimiento de una ladera o superficie se le conoce como proceso de remoción en masa (PRM). Un proceso de remoción en masa, es el movimiento ladera abajo del material que la conforma (suelos, tierra, detritos, rocas, etc), debido a la influencia de la gravedad, con velocidades variables, y favorecido en algunos casos por un agente acelerador como hielo o agua (Cruden y Varnes., 1996).

La naturaleza montañosa del territorio nacional constituye a los PRM como una de las amenazas más comunes que impactan a los asentamientos humanos, sin importar que sean en áreas rurales o urbanas, así como a su infraestructura carretera y económica, como sus equipamientos (escuelas mercados, parques, oficinas de gobierno, etc.). Dentro de las etapas de prevención y mitigación es indispensable el estudio del relieve, de la geología así como de la geomorfología del lugar, para determinar cuáles son las condiciones más propicias para que se presenten los procesos de remoción en masa, y así determinar la localización y distribución de las zonas más vulnerables.

Al tomar en cuenta los aspectos anteriores se realizó el mapa de susceptibilidad de procesos de remoción en masa, para el municipio de San Pablo Etlá, Oaxaca (Fig. 14). El presente mapa caracteriza el relieve de acuerdo con dos factores primordiales, la pendiente de las laderas y la competencia del material. El mapa de zonas susceptibles a ser afectadas por deslizamientos es la combinación de los mapas correspondientes a la geología (litología), el relieve (pendiente) y los procesos geodinámicos endógenos como la cercanía de fallas y fracturas como de modelado como los son erosivos fluviales (distancia a ríos). Cabe mencionar que la resolución de espacial (píxel) del análisis es de 20 x 20 m. Por lo que cualquier deslizamiento con magnitudes menores a los 400 m² no pueden ser representados.

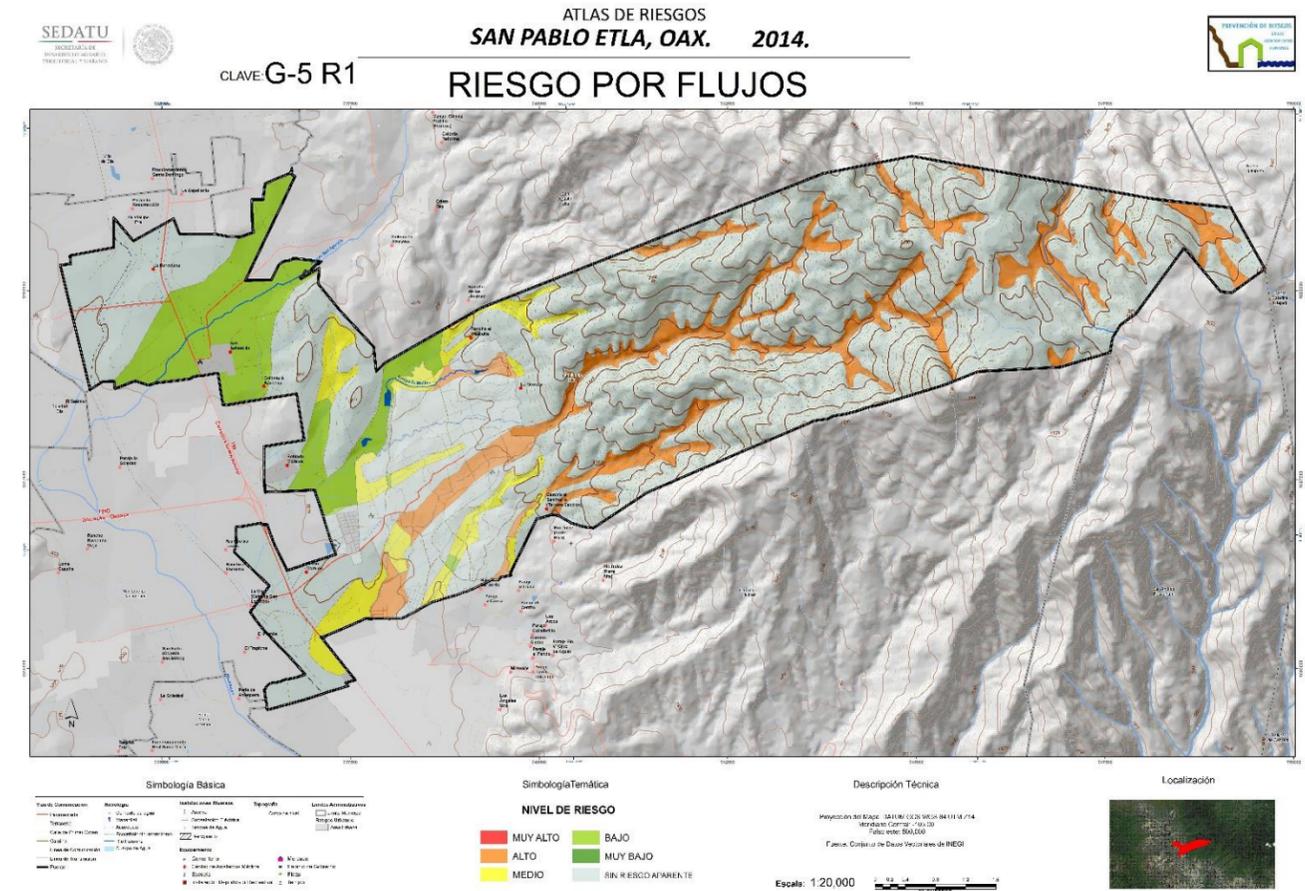
Además de las variables antes mencionadas es importante señalar que el mapa define las áreas susceptibles para la ocurrencia de deslizamientos, entendiendo por estos solo a los tres tipos principales: translacionales, rotacionales y complejos. Los deslizamientos son movimientos de un sector de la ladera presente sobre una superficie de ruptura en la misma dirección que la pendiente (Gutiérrez Elorza, 2008). La superficie de ruptura define cada tipo de deslizamientos, para el rotacional, la ruptura tiene una geometría cóncava o curvas; los translacional superficies planas u onduladas y los complejos cuando hay una combinación de ambas Gutiérrez Elorza, 2008).

La variación en pendiente y el material metamórfico que predomina en el territorio hace susceptible a presentar PRM, particularmente deslizamientos. De esta manera se obtuvo un mapa de zonas susceptibles a ser afectadas por deslizamientos con tres rubros: alto, medio y bajo. En este contexto, todo el terreno montañoso del municipio debe considerarse como susceptible por lo que su peligro fue clasificado como bajo. Mientras que las zonas con pendientes mayores a 15° tienen una mayor probabilidad de presentar debilidades estructurales en las laderas, y más al considerar la alta concentración de fallas conforme nos adentramos en el municipio. Por último el peligro alto, define las zonas con pendientes mayores a 30°, con morfología de cabecera erosiva y cercanía con una corriente fluvial que debilite en la parte basal de la ladera. Estas unidades se encuentran a lo largo y ancho del municipio, pero se observa una mayor concentración en el sector noreste. La modificación del relieve por efectos de la población puede debilitar el terreno y acelerar la ocurrencia de deslizamientos (Fig. 15)



Figura 30 Fotografía que muestra un tajo hecho en la vertiente, este tipo de acciones debilita la ladera y promueve la ocurrencia de deslizamientos.

Figura 31. Mapa de riesgo por flujos.



5.1.6 Caída o derrumbes

Otro PRM que hace referencia a la caída libre de material (rocas, detritos o suelos) en una ladera son los denominados derrumbes o caídas. Por lo general se presentan en superficies con una pendiente mayor a 33°; el material desprendido necesita ser sometido a procesos como el intemperismo. Para la ocurrencia de este mecanismo los factores importantes son la gravedad y peso, desarticulación de la ladera y agrietamientos o fallas. Con la excepción que la masa desplazada sufra socavamiento o incisión; estos eventos ocurren en las montañas con pendientes muy escarpadas, rocosas o acantilados, esto permite que el material pueda rebotar, rodar, deslizarse o tener una caída libre (Hugget, 2007)

Dentro de esta sección se toman en cuenta los vuelcos, este fenómeno consiste en la rotación hacia la parte exterior de la ladera de una masa de roca o suelo, en torno a un eje determinado por su gravedad; el movimiento es perpendicular a las grietas o discontinuidades que generan su separación del bloque principal. Este proceso se presenta en rocas o materiales con ruptura por

la presencia de diaclasas, grietas y superficies columnares. Estos procesos se pueden presentar en los cortes verticales que han generado las barrancas, las cuales en el municipio son áreas muy pequeñas distribuidas en la zona montañosa, pero los estudios a mayor detalle darán como resultado otras áreas en las que se presenta este tipo de proceso como ocurre en la cabecera municipal.

El resultado, al igual que con el mapa de deslizamientos, detecto tres niveles de susceptibilidad: alta, media y baja (Fig. 16). El potencial erosivo del terreno montañoso, no permite el desarrollo de laderas con pendientes mayores a los 45°, por lo que las zonas de mayor susceptibilidad son escasas y se concentran en el sector noreste del municipio. En cambio existe una gran distribución de zonas con susceptibilidad media y baja, en donde la pendiente es mayor a los 30° y la geometría de las laderas favorecen el desprendimiento del material. El menor rubro en esta escala define zonas en las laderas con una pendiente que favorece el proceso pero la geometría no es la idónea.

Las zonas en donde es evidente este tipo de fenómeno son los caminos que llevan a las presas localizadas al noreste del municipio. Estos caminos presentan varios cortes que han dejado a las rocas con una gran inestabilidad (Fig. 17 y 18).

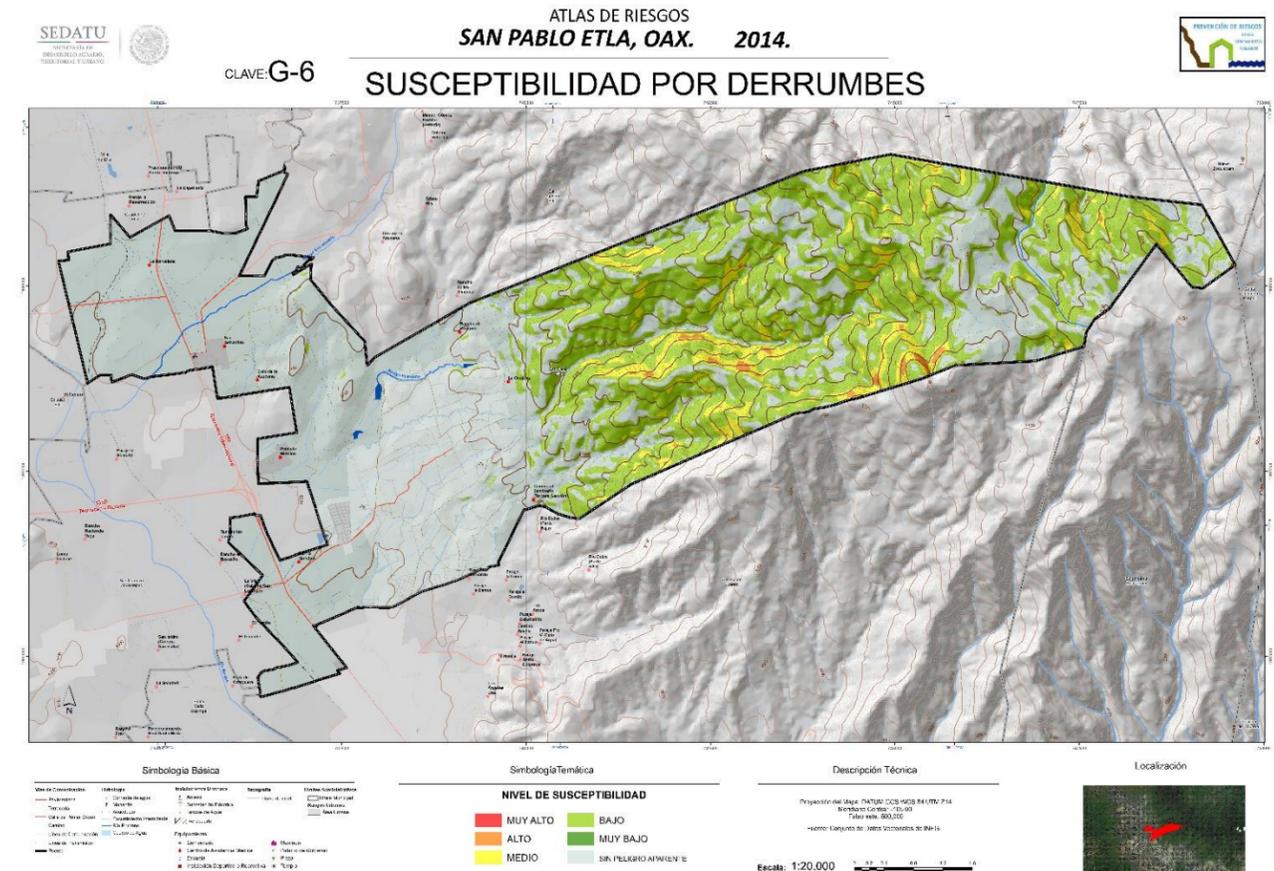


Figura 32. Corte de una ladera de aproximadamente 10 m que expone el sustrato rocoso.



Figura 33 Banco de material abandonado. Los escarpes y la disposición de la roca hacen susceptible este terreno para la ocurrencia de caída o desprendimiento de bloques.

Figura 34. Mapa de áreas susceptibles a presentar derrumbes de escombros y rocas, en el municipio de San Pablo Etna, Oaxaca.



5.1.7 Hundimientos

El fenómeno que involucra el movimiento del terreno de forma gradual o súbita entra de los procesos de remoción en masa. Pero de acuerdo con la mecánica de movimiento y origen puede dividirse en varios tipos, desde procesos de ladera, cuando ocurren en una vertiente con pendiente abrupta, o la reptación en donde no es necesaria inclinación del terreno mayor a dos grados. El rubro de hundimientos contiene varios procesos por los cuales el terreno se desplaza en la vertical de forma gradual o súbita.

Los hundimientos son movimientos del suelo, por acción de la gravedad, debido a la falta de sustentación. Existen diferentes tipos de colapso, y pueden deberse a disolución, derrumbes de

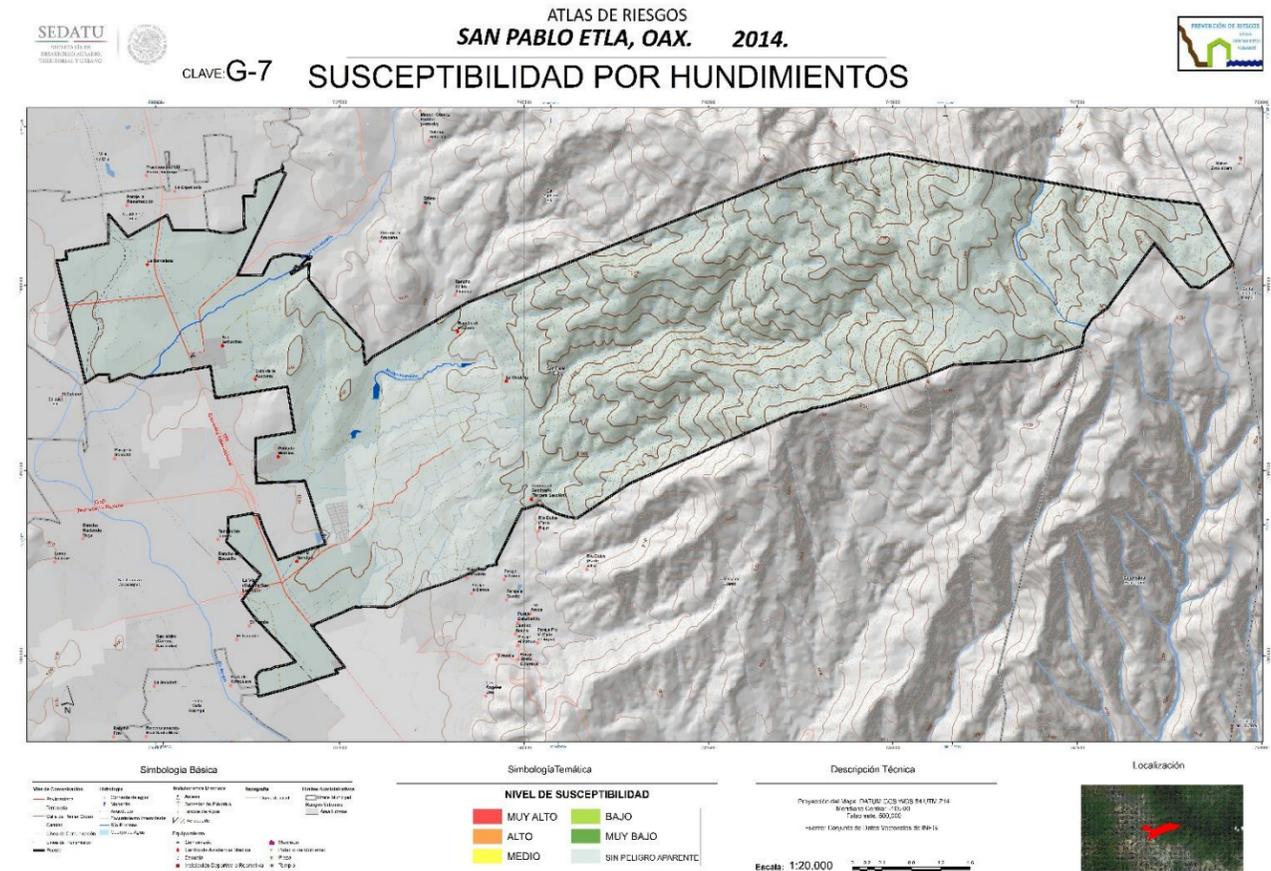
techos de cavernas naturales o minas subterráneas labradas por el hombre en terreno poco consolidado, así como hundimientos originados por la compactación del terreno o reacomodo del suelo y por sobre extracción de aguas subterráneas.

Los hundimientos pueden tener un origen natural o ser inducidos por la actividad humana. En este sentido pueden ser clasificados de acuerdo a su velocidad de ocurrencia en: hundimientos lentos y progresivos denominados como subsidencia; o hundimientos rápidos y repentinos denominados colapsos. La subsidencia rara vez produce víctimas mortales, pero los daños económicos pueden ser elevados, sobretodo en áreas urbanas, donde constituye un riesgo alto para cualquier tipo de estructura asentada sobre el terreno.

Por estas razones es necesario tomar en cuenta varios aspectos que determinan las zonas subsidencia o colapsos potenciales. A partir de la regionalización geomorfológica, la topografía, concentración de fallas y fracturas, la litología y zonas de extracción de agua, es posible generar un mapa de zonas potenciales de hundimiento para el municipio de San Pablo Etla (Fig. 28).

De acuerdo con el Atlas Nacional de Riesgos (CENAPRED 2014, sitio web), el municipio de San Pablo Etla, no cumple con las condiciones de colapsos, debido a la ausencia de kasticidad. Pero como se explica al inicio del párrafo, las subsidencias no requieren de rocas calcáreas para su ocurrencia. Por esta razón, se definieron las áreas con una pendiente baja a muy baja (menores a 5°) como las áreas susceptibles a la ocurrencia de este fenómeno. Posteriormente se cruzó esta información con la geología, dando como resultado que los depósitos aluviales o sedimentarias clásticas son las idóneas para la presencia de subsidencias. A partir de la regionalización geomorfológica, la topografía, concentración de fallas y fracturas, la litología y zonas de extracción de agua, es posible generar un mapa de zonas potenciales de hundimiento para el municipio de San Pablo Etla (Fig. 33).

Figura 35. Mapa de áreas susceptibles a presentar hundimientos en el municipio de San Pablo Etla, Oaxaca.



5.1.8 Subsidencia y Agrietamientos

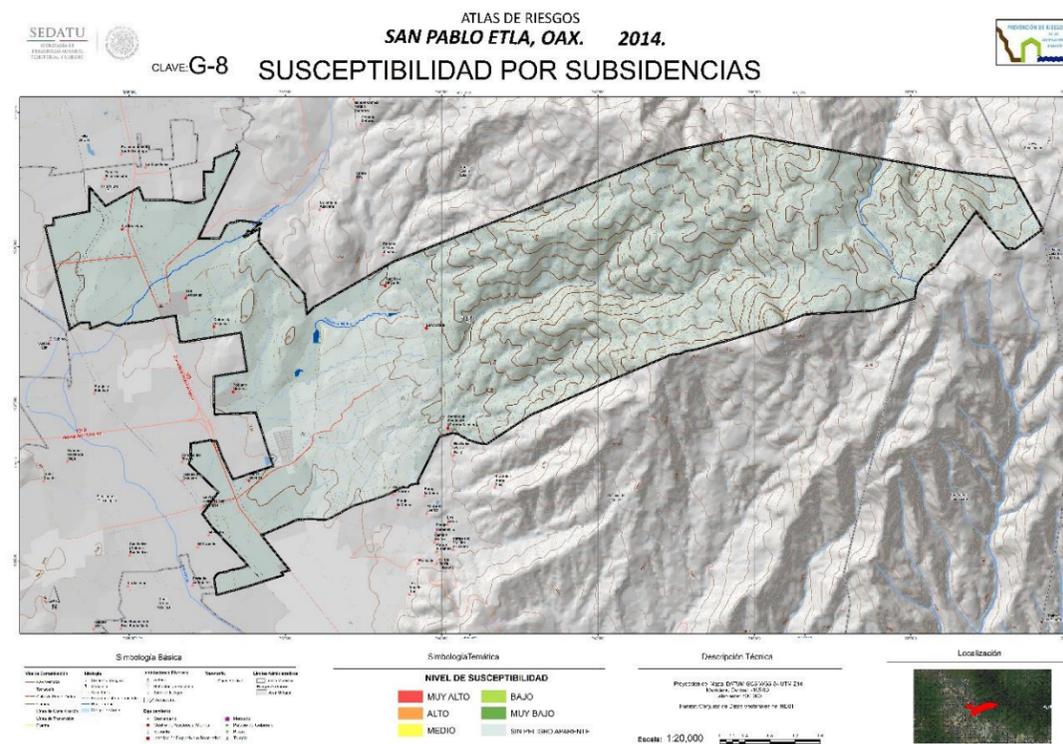
De acuerdo con el CENAPRED (2001), los hundimientos pueden agruparse en: "Regionales" que se manifiestan por un "descenso del terreno", como todos los hundimientos, pero lo asocian con la extracción de agua subterránea; Agrietamientos del terreno, como la manifestación de un desplazamiento vertical y horizontal del "subsuelo" resultado de un hundimiento regional debido a la extracción excesiva de agua subterránea. Es decir el hundimiento regional puede identificarse por el agrietamiento y/o el agrietamiento es una manifestación del hundimiento regional. De nuevo de acuerdo con el CENAPRED (2001), los "hundimientos locales" son colapsos. Un colapso del terreno de acuerdo con la literatura geológico-geomorfológica es aquel movimiento en la vertical del suelo que ocurre de forma súbita debido a la pérdida de sustentación por cavidades internas, ya sea karstificación o lixiviación repentina de materiales friables (Hugget, 2007; IG, 2007). De acuerdo con lo anterior puede agruparse a las zonas de hundimiento regional con las

Atlas de Riesgos del municipio de San Pablo Etlá, Oaxaca, 2014

zonas de agrietamiento del terreno y las zonas de colapsos como regiones con karstificación. Pero de acuerdo con las especificaciones requeridas por el presente Atlas, se repite la información del mapa de hundimientos, para cada concepto.

De acuerdo con el Atlas Nacional de Riesgos (CENAPRED 2014, sitio web), el municipio de San Pablo Etlá, no cumple con las condiciones de colapsos, debido a la ausencia de kasticidad. Pero como se explica al inicio del párrafo, las subsidencias no requieren de rocas calcáreas para su ocurrencia. Por esta razón, se definieron las áreas con una pendiente baja a muy baja (menores a 5°) como las áreas susceptibles a la ocurrencia de este fenómeno. Posteriormente se cruzó esta información con la geología, dando como resultado que los depósitos aluviales o sedimentarias clásticas son las idóneas para la presencia de subsidencias. A partir de la regionalización geomorfológica, la topografía, concentración de fallas y fracturas, la litología y zonas de extracción de agua, es posible generar un mapa de zonas potenciales de hundimiento para el municipio de San Pablo Etlá.

Figura 36. Mapa de subsidencia en San Pablo Etlá



La subsidencia rara vez produce víctimas mortales, pero los daños económicos pueden ser elevados, sobretodo en áreas urbanas, donde constituye un riesgo alto para cualquier tipo de estructura asentada sobre el terreno. Las zonas bajas del municipio se encuentran en un terreno aluvial, que lo vuelve susceptible a presentar hundimientos, subsidencias y agrietamiento del terreno (Fig. 35). Algunas construcciones asentadas en estas zonas, presentan ligero agrietamiento y subsidencia (Fig. 13). Las tasas de velocidad de subsidencia son difíciles de establecer pero muchas de las construcciones son relativamente recientes, por lo tanto es posible que sea de mm/año. Este hundimiento puede incrementarse de acuerdo con el uso de los mantos freáticos tanto del municipio como de los municipios cercanos a San Pablo Etlá.

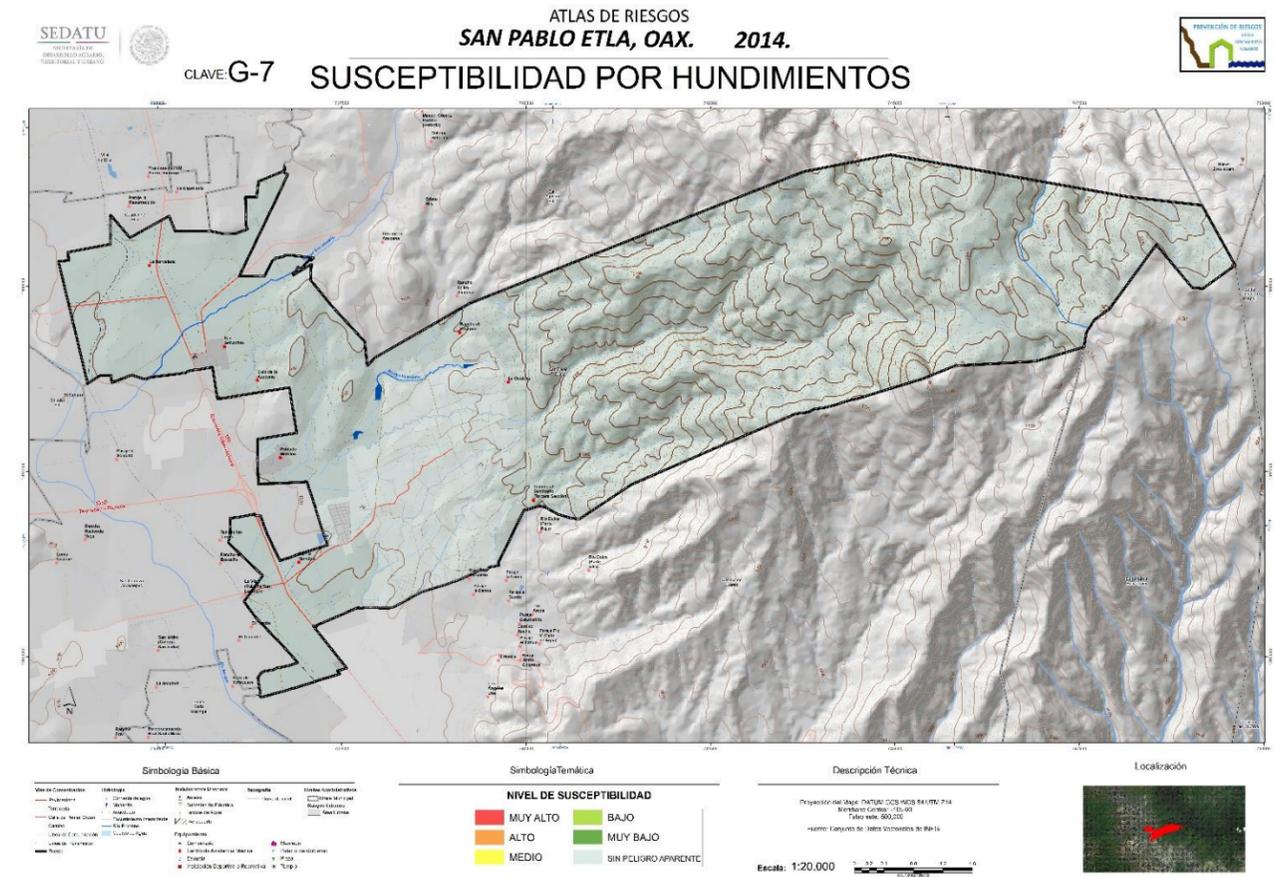


Figura 37 Casa agrietada con desplazamiento normal, en donde el sector izquierdo de la casa muestra un ligero hundimiento y el pilar derecho no presenta desnivel.



Figura 38. Barda basculada. Es difícil asegurar que el movimiento de la barda se deba al hundimiento del terreno, pero no se observan golpes o mal posición de los pilares.

Figura 39. Mapa de hundimientos para San Pablo Etla.



5.1.9 Erosión

Los resultados obtenidos de la aplicación de la Ecuación Universal de la Pérdida de Suelos (EUPS), para el municipio de San Pablo Etla, Oaxaca, muestra que los niveles de erosión del suelo, a lo largo de su territorio se encuentran divididos en 4 categorías de erosión, despreciable, baja, media y alta (Fig. 21).

Dentro del territorio municipal sobresale en área el tipo de erosión despreciable y baja. Estas se encuentran distribuidas en el centro y noreste del municipio, puesto que cerca del 60 % del territorio, se emplaza sobre la subprovincia fisiográfica Sierras Orientales compuestas litológicamente por arenisca-lutita y cataclásitas (Fig. 22), por lo que las pendientes son altas, entre 30° y 60° de inclinación, lo que contribuye a que las partículas de suelo sean removidas con

facilidad por acción de la gravedad agua y viento. Los rangos de precipitación media anual son relativamente bajos, entre 600 y 800 mm. El uso de suelo dominante es forestal, donde se encuentra vegetación como, bosque de encino, bosque de pino y bosque de pino-encino, este tipo de bosques reduce notablemente la remoción de partículas del suelo por la acción de los factores erosivos. Dentro de esta área no se localizan asentamientos humanos.

Al suroeste del municipio dominan los rangos de erosión baja, media y alta, debido a que esta zona morfológicamente está constituida por lomeríos, ya que está emplazada sobre la subprovincia Sierras y Valles de Oaxaca, la litología que constituye estos lomeríos está constituida por caliza, lutitas y areniscas. Donde las pendientes oscilan ente 0° y 14° de inclinación, lo que está asociado directamente a una pérdida de suelos moderada. El factor de precipitación en la zona tiene rangos de media anual de entre 500 a 600 mm (según datos del Servicio Meteorológico Mexicano), lo que ocasiona que el grado de erodabilidad del suelo no se eleve a rubros considerables, debido a que la lluvia es el primer agente de erosión.



Figura 40. Afloramiento en donde se observa una secuencia de lutitas plegadas, dispuestas casi de forma vertical

5.2 Riesgos, peligros y/o vulnerabilidad ante fenómenos de origen Hidrometeorológico

Los Fenómenos Hidrometeorológicos son aquellos que se generan por la acción violenta de los fenómenos atmosféricos, siguiendo los procesos de la climatología y del ciclo hidrológico. Engloba a los agentes perturbadores que son producto de la condensación o sublimación de vapor de agua atmosférica, como son los ciclones tropicales, lluvias torrenciales, inundaciones, heladas, nevadas, granizadas, mareas de tempestad, ondas cálidas, ondas gélidas etc. En general el territorio nacional por el hecho de estar rodeado de dos masa de agua como son: el Océano Pacífico y Atlántico (Golfo de México) y por su situación geográfica desde siempre ha sido afectado por fenómenos hidrometeorológicos; en ocasiones de una manera intensa y severa, Estos fenómenos paradójicamente son adversos y benéficos a la vez para la humanidad, en zonas costeras llegan a ser extremadamente destructivos y en otras zonas son benéficos ya que la lluvia favorece la recarga de presas, mantos freáticos, acelerando la actividad agrícola y ganadera, mitigando los incendios de pastizales y forestales entre otras cosas.

5.2.1 Ondas Cálidas y Gélidas

Ondas Cálidas

Las ondas de calor son periodos inusualmente cálidos que afectan considerablemente a la salud de la población. La Organización Meteorológica Mundial no ha establecido una definición única debido a que las ondas de calor varían tanto en frecuencia, intensidad y extensión (Robinson, 2001; García et al., 2008). Una onda de calor incluye altas temperaturas en el área de interés y alguna componente temporal de duración (García et al., 2010). Estos fenómenos no solo afectan a la salud, también se ha notado que tienen una incidencia notable en las sequías, la desertificación y probablemente en los incendios forestales (Yagüe et al., 2006).

Este fenómeno también es conocido como frente Cálido caracterizándose por ser una zona de transición entre dos masas de aire de distintas características, una cálida y la otra menos cálida, con la particularidad de que la cálida se desplaza a mayor velocidad que la menos cálida. El aire caliente avanza sobre el aire frío, pero al ser este último más pesado, se pega al suelo y a pesar de retirarse la masa fría, no es desalojada totalmente, de manera que el aire cálido asciende suavemente por la superficie frontal que hace de rampa. Las precipitaciones que se presentan son menos intensas que las que provoca un frente frío.

Derivado de que este fenómeno es de carácter regional, y cubren extensiones muy grandes de terreno (abarcando dos o tres estados a la vez), la escala de representación del mismo a nivel municipal es difícil, por lo anterior se opta por desarrollar el tema con el apoyo de registros máximos de temperaturas en el municipio.

El dato de temperatura máxima es el que se registra cada día en una estación meteorológica entre las 2:00 y 3:00 pm, los cálculos de temperatura máxima promedio pueden realizarse para periodos de un mes, un año o cualquier otro del que se dispongan datos.

De acuerdo con las BASES de la Secretaría de Desarrollo Agrario, Territorial y Urbano (SEDATU, 2014), la vulnerabilidad física y social respecto a las temperaturas elevadas, es más frecuente en las estaciones de primavera y verano, por este motivo se analizó el comportamiento de las temperaturas máximas extremas en el periodo señalado en el Municipio para determinar cuál es el riesgo que implica en la población de acuerdo con los planteamientos brevemente mencionados en la siguiente tabla, en la cual se tienen las principales afectaciones en la población debido a temperaturas máximas extremas.

cuadro 37. vulnerabilidad por altas temperaturas

RANGO DE TEMPERATURA	DESIGNACIÓN	VULNERABILIDAD
28 A 31°C	INCOMODIDAD	LA EVAPOTRANSPIRACIÓN DE LOS SERES VIVOS SE INCREMENTA. AUMENTAN DOLORES DE CABEZA EN HUMANOS.
31.1 – 33°C	INCOMODIDAD EXTREMA	LA DESHIDRATACIÓN SE TORNA EVIDENTE. LAS TOLVANERAS Y LA CONTAMINACIÓN POR PARTÍCULAS PESADAS SE INCREMENTAN, PRESENTÁNDOSE EN CIUDADES.
33.1 – 35°C	CONDICIÓN DE ESTRÉS	LAS PLANTAS COMIENZAN A EVAPOTRANSPIRAR CON EXCESO Y SE MARCHITAN. LOS INCENDIOS FORESTALES AUMENTAN.
> 35°C	LÍMITE SUPERIOR DE TOLERANCIA	SE PRODUCEN GOLPES DE CALOR, CON INCONCIENCIA EN ALGUNAS PERSONAS. LAS ENFERMEDADES AUMENTAN.

Fuente: Secretaría de Desarrollo Social, 2009

Conforme a la tabla anterior, se puede considerar que las temperaturas máximas extremas implican situaciones de incomodidad y estrés en la población, así como en los cultivos e incluso

Atlas de Riesgos del municipio de San Pablo ETLA, Oaxaca, 2014

se pueden propiciar incendios forestales. Para proyectar las isotermas de temperatura máxima se realizó un cálculo del promedio histórico de las temperaturas máximas medias de los meses Marzo, Abril, Mayo, Junio, Julio, Agosto y Septiembre (temporada de primavera y verano) en un periodo de 50 años de 10 estaciones que rodean al municipio, los datos se obtuvieron de la base de datos del Sistema de Información Climatológica CLICOM, desarrollada por la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA, 2010).

Las temperaturas máximas en las estaciones analizadas presentan una intensidad que va de menos 33.87 °C hasta más de 38.08 °C.

Resultados en Ondas Cálidas

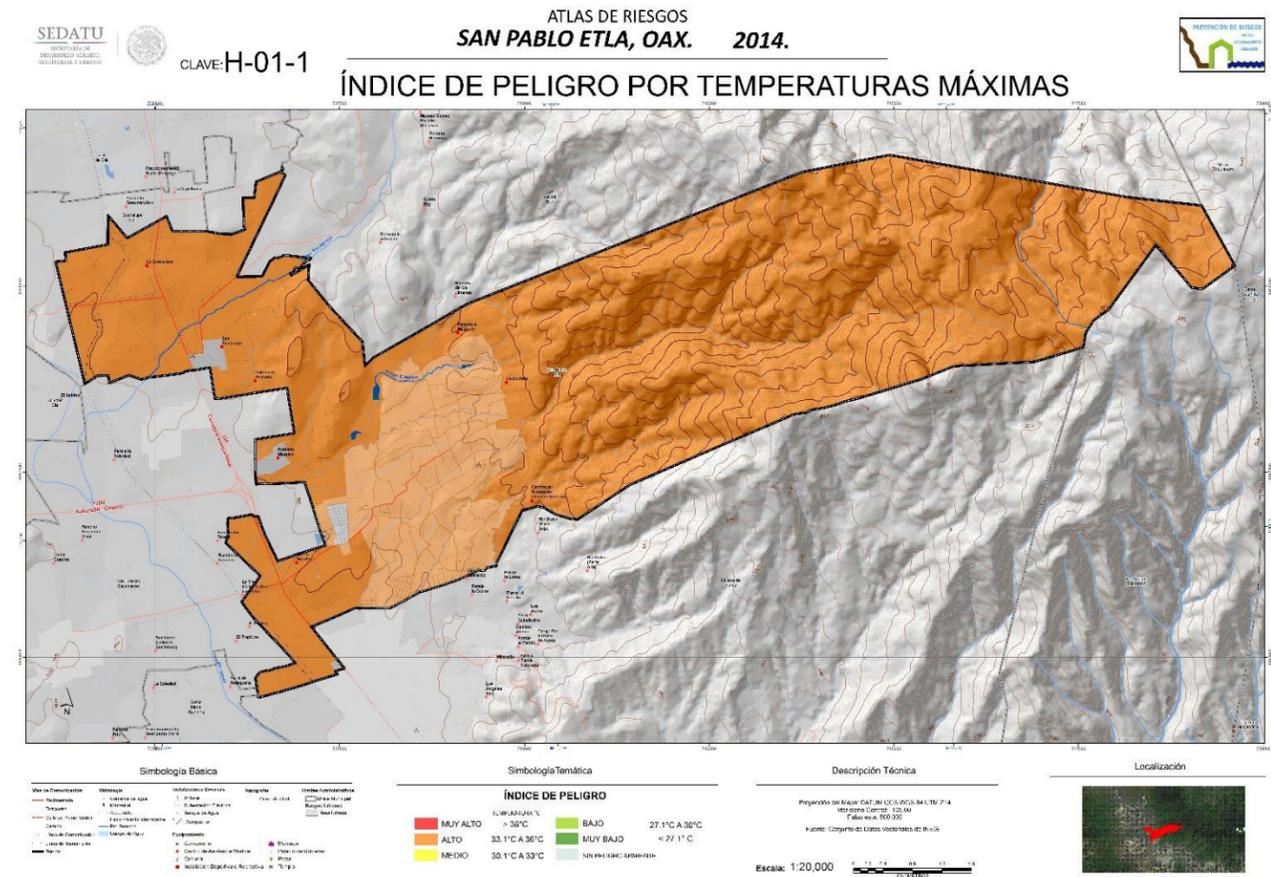
Para valorar el nivel de peligro que presenta la población ante la presencia de ondas cálidas en la región, se realiza una simulación de las isotermas de temperatura máximas por medio de un modelo matemático de interpolación de tipo IDW (inversedistanceweighting), los datos que se obtienen de cada estación y que serán interpolados, son los siguientes:

TABLA 2. RELACIÓN DE ESTACIONES METEOROLÓGICAS CON DATOS PROMEDIO ANUALES DE TEMPERATURAS MÁXIMAS

No. ESTACIÓN	NOMBRE DE LA ESTACIÓN	ESTADO	TEMPERATURAS MÁXIMAS	LATITUD	LONGITUD	ALTITUD MSNM
20040	IXTEPEJI	OAXACA	36.0	17°16'00" N	96°32'59" W	1,926
20151	SAN FRANCISCO TELIXTLAHUACA	OAXACA	36.37	17°18'00" N	96°54'00" W	2,260
20034	ETLA	OAXACA	38.08	17°12'26" N	96°47'59" W	1,671
20258	SANTO DOMINGO BARRIO BAJO	OAXACA	33.87	17°12'00" N	96°46'48" W	1,678
20367	PRESA EL ESTUDIANTE	OAXACA	35.08	17°08'11" N	96°37'41" W	3,034
20079	OAXACA	OAXACA	37.85	17°04'59" N	96°42'35" W	1,594
20329	FORTIN	OAXACA	36.75	17°04'00" N	96°43'00" W	2,301
20044	JALAPA DEL VALLE	OAXACA	33.83	17°03'57" N	96°52'42" W	1,742
20507	DIAZ ORDAZ	OAXACA	34.83	16°59'50" N	96°25'57" W	1,713
20022	COYOTEPEC	OAXACA	37.25	16°57'24" N	96°42'02" W	1,533

Fuente: Elaboración propia en base a registros de CLICOM y CONAGUA

Figura 41. Mapa de peligro por Ondas Cálidas en el municipio de San Pablo ETLA, Oax.

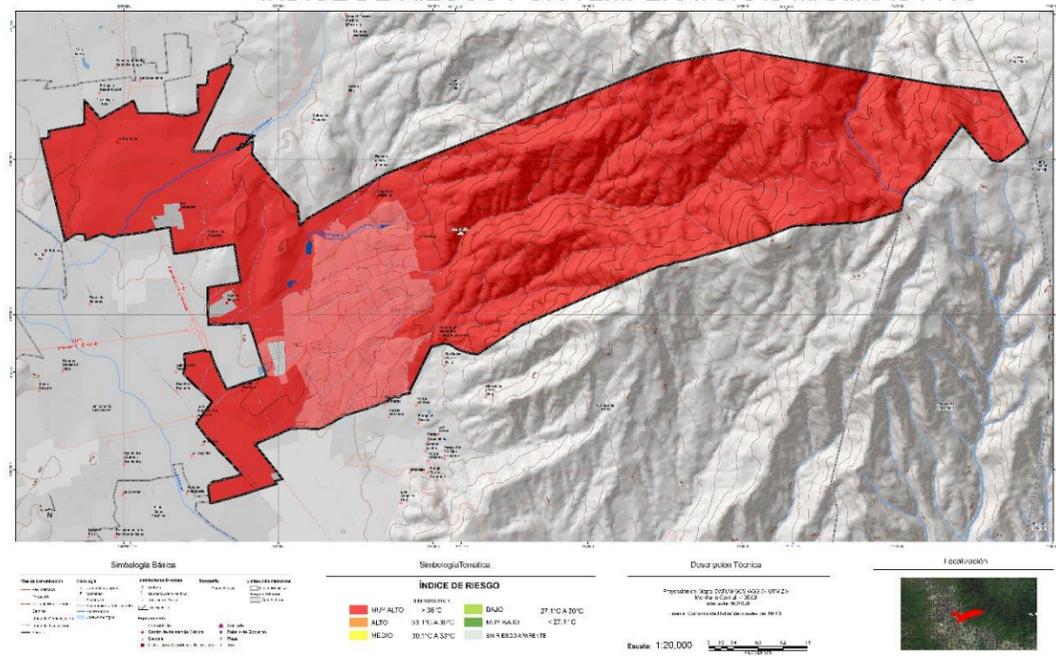


Fuente: Elaboración propia a partir de los resultados del análisis estadístico de los registros de temperatura máxima contenidos en el CLICOM

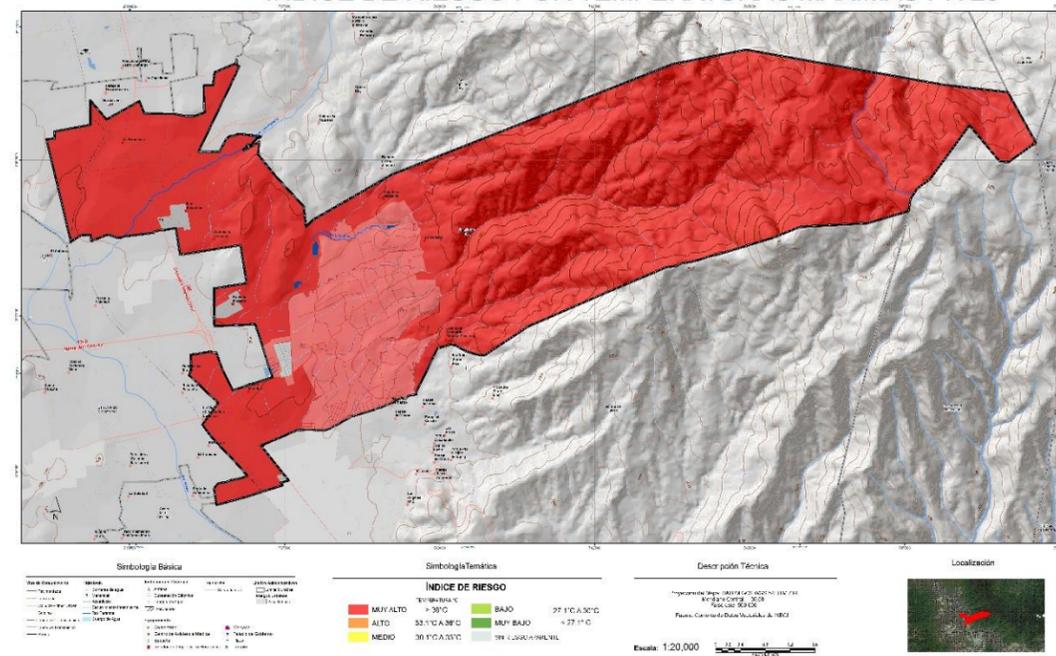
Como se puede observar en el mapa de peligro por ondas cálidas, todo el territorio municipal esta ponderado como como peligro alto para dicho fenómeno, registrando temperaturas entre 35°C y 36°C respectivamente.

Atlas de Riesgos del municipio de San Pablo Etla, Oaxaca, 2014

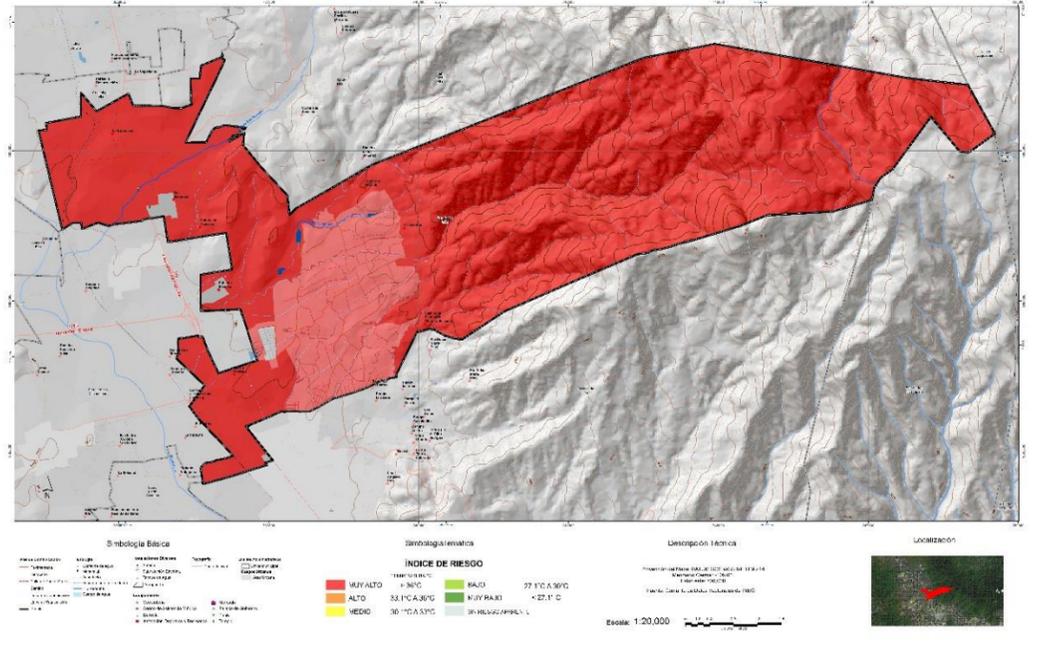
ATLAS DE RIESGOS
SAN PABLO ETLA, OAX. 2014.
CLAVE: H-01-2 **ÍNDICE DE RIESGO POR TEMPERATURAS MÁXIMAS PR 5**



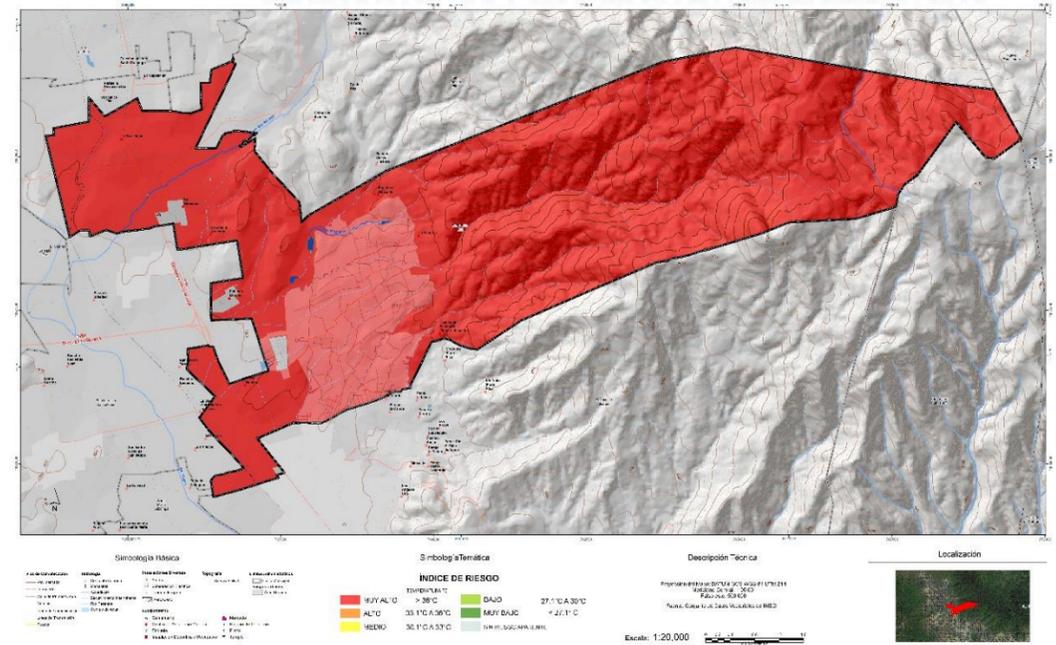
ATLAS DE RIESGOS
SAN PABLO ETLA, OAX. 2014.
CLAVE: H-01-4 **ÍNDICE DE RIESGO POR TEMPERATURAS MÁXIMAS PR 25**



ATLAS DE RIESGOS
SAN PABLO ETLA, OAX. 2014.
CLAVE: H-01-3 **ÍNDICE DE RIESGO POR TEMPERATURAS MÁXIMAS PR 10**



ATLAS DE RIESGOS
SAN PABLO ETLA, OAX. 2014.
CLAVE: H-01-5 **ÍNDICE DE RIESGO POR TEMPERATURAS MÁXIMAS PR 50**



Atlas de Riesgos del municipio de San Pablo ETLA, Oaxaca, 2014

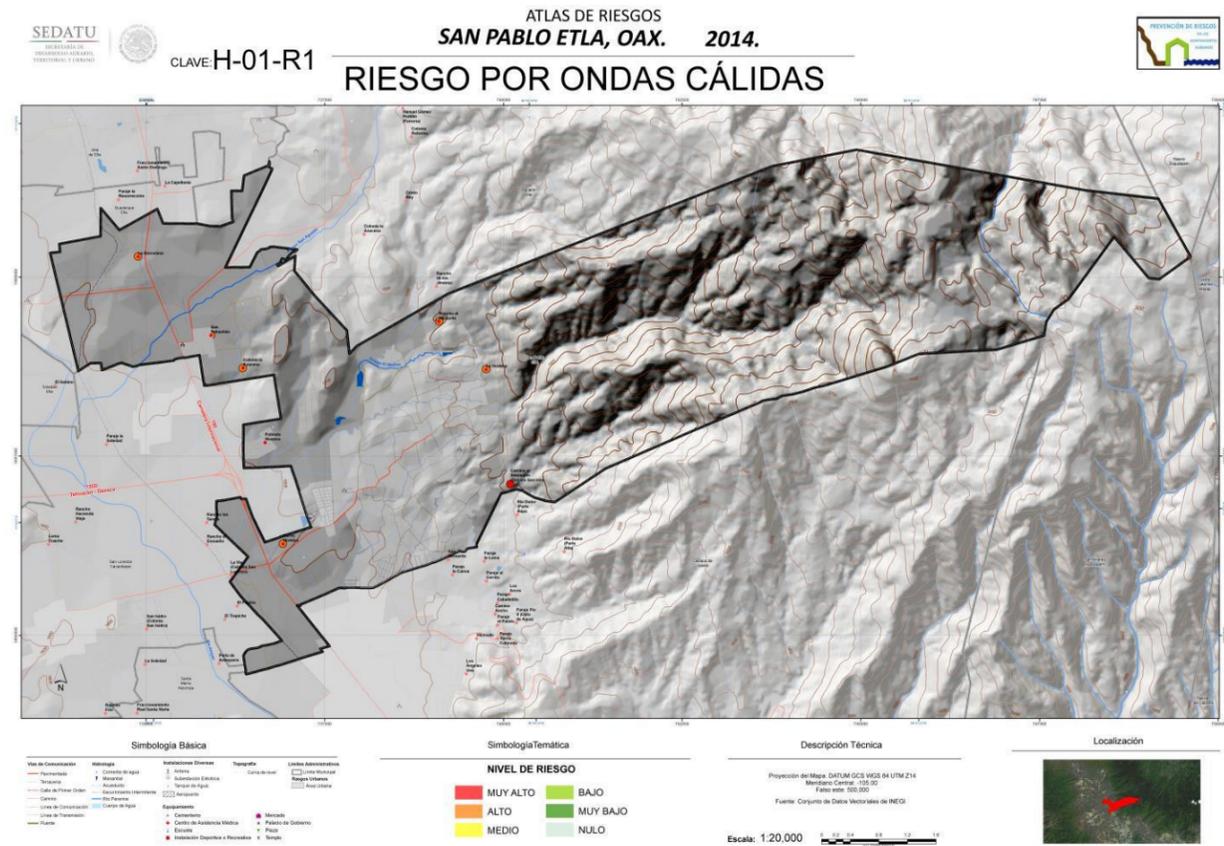


La siguiente tabla muestran las localidades que se encuentra en riesgo alto y medio por altas temperaturas.

TABLA 3. PONDERACIÓN DE AFECTACIÓN POR LOCALIDAD PARA ONDAS CALIDAS			
NIVEL	LOCALIDAD	POBLACION TOTAL	VIVIENDAS
ALTO	HACIENDA BLANCA	7,758	3,113
ALTO	SAN PABLO ETLA	3,658	1,341
ALTO	BARRIO MORELOS	923	326
ALTO	LA OCOTERA	73	24
ALTO	CAMINO AL SEMINARIO (TERCERA SECCIÓN)	25	9
ALTO	RANCHO EL MEZQUITE	13	2
ALTO	SAN SEBASTIÁN	1,984	646
ALTO	POBLADO MORELOS	616	195
ALTO	COLONIA LA AZUCENA	365	104
ALTO	LA BORCELANA	120	48
TOTAL DEL MUNICIPIO		15,535	5,808

Fuente: Modelación Cartográfica.

La contaminación ambiental y el incremento de las emisiones de gases de efecto invernadero que provoca el ser humano, representan un factor en la frecuencia y la intensidad de las temperaturas extremas. Es importante tomar medidas de precaución ante este fenómeno y cuidar principalmente de niño y adultos mayores, los cuales son más propensos a enfermedades asociadas a estas.



Efectos en la salud por exposición de temperaturas extremas:

La exposición humana a temperaturas ambientales elevadas puede provocar una respuesta insuficiente del sistema termorregulador. El calor excesivo puede alterar nuestras funciones vitales si el cuerpo humano no es capaz de compensar las variaciones de la temperatura corporal. Una temperatura muy elevada produce pérdida de agua y electrolitos que son necesarios para el normal funcionamiento de los distintos órganos. En algunas personas con determinadas enfermedades crónicas, sometidas a ciertos tratamientos médicos y con discapacidades que limitan su autonomía, estos mecanismos de termorregulación pueden verse descompensados.

La exposición a temperaturas excesivas puede provocar problemas de salud como calambres, deshidratación, insolación, golpe de calor (con problemas multiorgánicos que pueden incluir síntomas tales como inestabilidad en la marcha, convulsiones e incluso coma). El impacto de la exposición al calor excesivo está determinado por el envejecimiento fisiológico y las enfermedades subyacentes. Normalmente un individuo sano tolera una variación de su temperatura interna de aproximadamente 3 °C, sin que sus condiciones físicas y mentales se alteren de forma importante. A partir de 37 °C se produce una reacción fisiológica de defensa.

Las personas mayores y los niños muy pequeños son más sensibles a estos cambios de temperatura.

La exposición excesiva a un ambiente caluroso puede ocasionar diferentes afecciones que es importante conocer para saber detectar precozmente los primeros síntomas, las afecciones más destacables son las siguientes:

Golpe de calor

Se produce cuando el sistema que controla la temperatura del cuerpo falla y la transpiración (única manera eficaz que tiene el cuerpo de eliminar el calor) se hace inadecuada. La piel de los afectados estará muy caliente y, normalmente, seca, roja, o con manchas. El afectado presentará síntomas de confusión y desorientación, pudiendo llegar a perder el conocimiento y sufrir convulsiones.

Medidas preventivas: ante la sospecha de la existencia de un golpe de calor es imprescindible ofrecer asistencia médica inmediata al afectado, debiendo procederse a su traslado urgente a un centro sanitario. Los primeros auxilios incluyen el traslado del afectado a un área fresca, soltar y humedecer su ropa con agua fría y abanicar intensamente a la víctima para refrescarla.

Agotamiento por calor

Resulta de la pérdida de grandes cantidades de líquido por la transpiración, acompañada, en ocasiones, de una pérdida excesiva de sal. La piel del afectado estará húmeda y presentará un aspecto pálido o enrojecido. El afectado continúa sudando pero siente una debilidad o un cansancio extremo, mareos, náuseas y dolor de cabeza, pudiendo llegar en los casos más graves, a la pérdida de la consciencia.

Factores de riesgo

Los principales factores de riesgo asociados con la exposición a olas de calor son:

Factores personales

- Personas mayores, especialmente en el grupo de edad mayor de 65 años.
- Lactantes y menores de 4 años.
- Enfermedades cardiovasculares, respiratorias y mentales (Demencias, Parkinson).
- Enfermedades crónicas (diabetes mellitus), obesidad excesiva.
- Ciertos tratamientos médicos (diuréticos, neurolépticos, anticolinérgicos y tranquilizantes).
- Trastornos de la memoria, dificultades de comprensión o de orientación o poca autonomía en la vida cotidiana.

- Dificultades en la adaptación al calor.
- Enfermedades agudas durante los episodios de temperaturas excesivas.
- Consumo de alcohol y otras drogas.

Factores ambientales, laborales o sociales

- Personas que viven solas, en la calle y/o en condiciones sociales y económicas desfavorables.
- Ausencia de climatización y viviendas difíciles de refrigerar.
- Exposición excesiva al calor por razones laborales (trabajo manual en el exterior o que exigen un elevado contacto con ambientes calurosos), deportivas (deportes de gran intensidad física) o de ocio.
- Contaminación ambiental.
- Ambiente muy urbanizado.
- Exposición continuada durante varios días a elevadas temperaturas que se mantienen por la noche.

Períodos de retorno:

Integrada la base de datos, se inician las siguientes actividades:

- Rellenado de datos Faltantes.
- Pruebas de verosimilitud.
- Filtrado de datos que afectan a la muestra.
- Obtención de valores mínimos diarios anuales históricos de temperaturas máximas.
- Ajuste de Función de probabilidad
- Estimación de temperaturas máximas asociados a diferentes periodos de retorno.

Memoria de cálculo para la determinación del peligro por Ondas Cálidas

- Para poder determinar las temperaturas máximas asociadas a los periodos de retorno, (5, 10, 25 y 50 años), se recurrió a un ajuste de funciones de probabilidad a la serie obtenida. Estas funciones fueron, Normal, LogNormal, Gamma, Exponencial, Gumbel y DobleGumbel.
- La función que presentara el menor error cuadrado era la que se utilizaba para el cálculo de los periodos de retorno antes mencionados.
- En la siguiente tabla se muestran las temperaturas máximas por estación para cada uno de los periodos de retorno antes mencionados.

TABLA. TEMPERATURAS MÁXIMAS ASOCIADAS A DIFERENTES PERIODOS DE RETORNO [°C]				
Tr				
No. ESTACIÓN	5	10	25	50
20040	37.67	38.61	40.52	42.1
20151	38.04	39.87	40.71	42.34
20034	39.05	39.84	40.85	43.7
20258	35.23	36.27	37.36	38.37
20367	36.25	37.16	38.11	39.4
20079	39.05	39.94	41.18	42.86
20329	37.95	37.78	38.79	39.6
20044	35.06	36.16	37.2	38.18
20507	35.51	36.04	36.69	37.8
20022	38.15	39.01	40.98	42.18

Fuente: Elaboración propia en base a registros de CLICOM

En la siguiente tabla se muestra la vulnerabilidad por ondas cálidas para cada una de las estaciones, en cada uno de los periodos de retorno calculados.

TABLA 5. VULNERABILIDAD POR ONDAS CÁLIDAS				
Tr				
No. ESTACIÓN	5	10	25	50
20040	LÍMITE SUPERIOR DE TOLERANCIA			
20151	LÍMITE SUPERIOR DE TOLERANCIA			

20034	LÍMITE SUPERIOR DE TOLERANCIA			
20258	LÍMITE SUPERIOR DE TOLERANCIA			
20367	LÍMITE SUPERIOR DE TOLERANCIA			
20079	LÍMITE SUPERIOR DE TOLERANCIA			
20329	LÍMITE SUPERIOR DE TOLERANCIA			
20044	LÍMITE SUPERIOR DE TOLERANCIA			
20507	LÍMITE SUPERIOR DE TOLERANCIA			
20022	LÍMITE SUPERIOR DE TOLERANCIA			

Fuente: Elaboración propia en base a registros de CLICOM

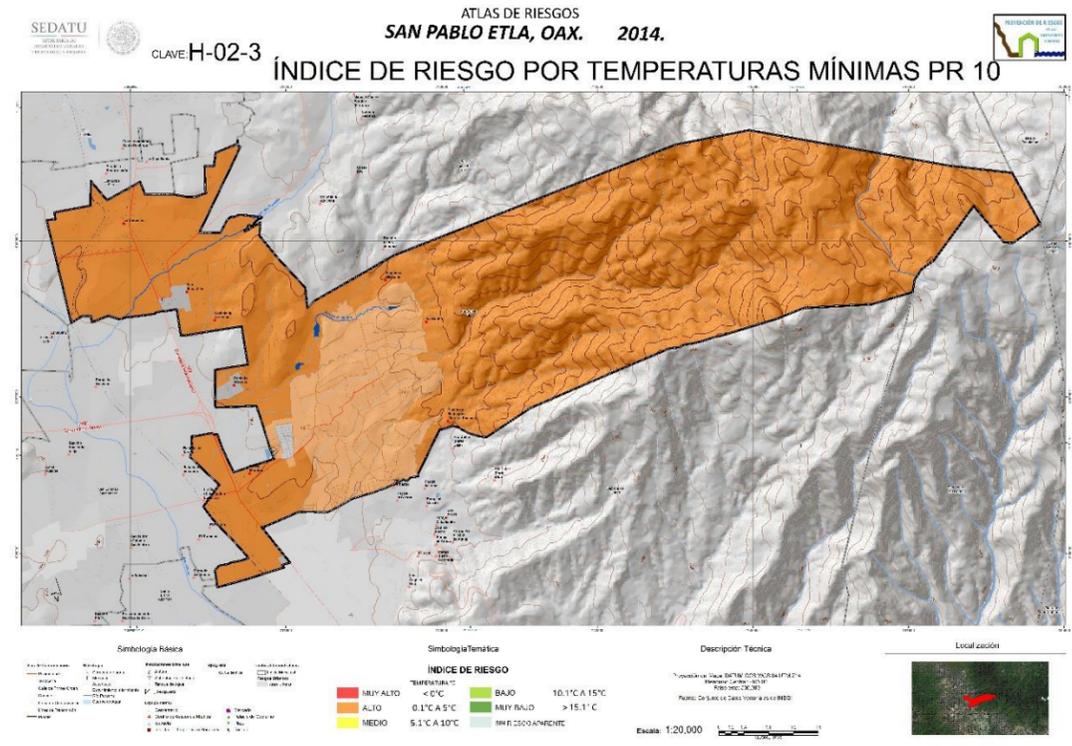
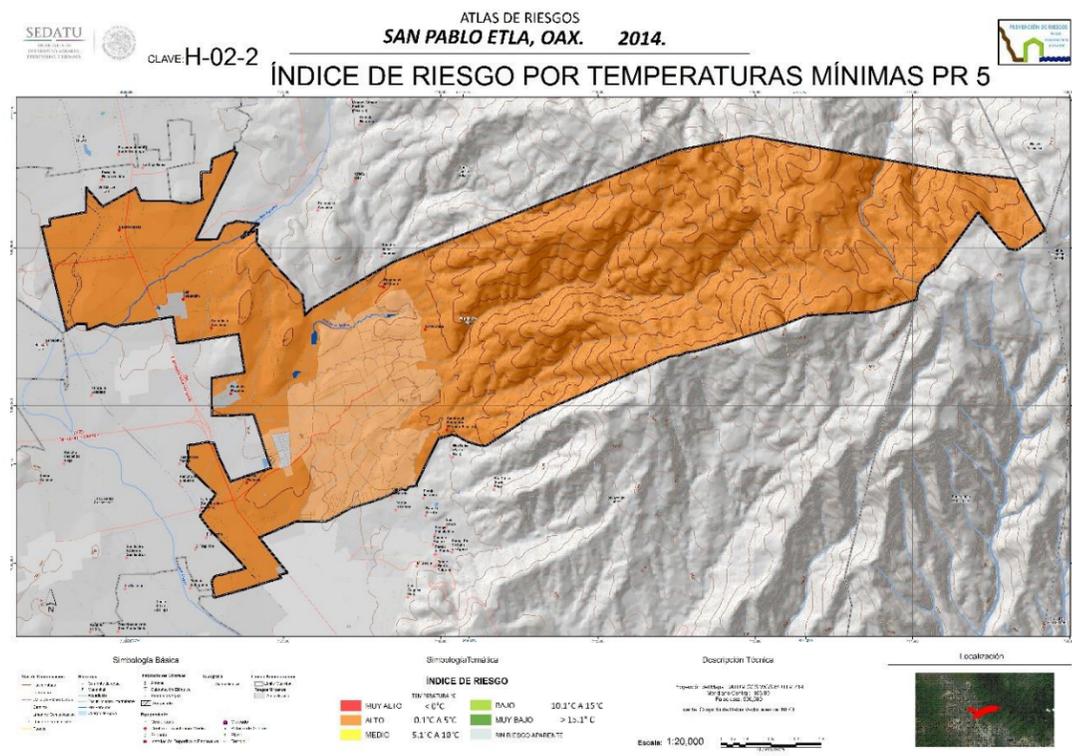
Con base en la información anterior, se concluye que en el municipio el peligro de ondas cálidas para periodos de retornos menores o iguales a 5 años es muy alto (límite superior de tolerancia) y para periodos de retorno mayores a 5 años y menores a 50 años es muy alto (límite superior de tolerancia) y para mayores a 50 años es muy alto (límite superior de tolerancia).

Ondas Gélidas

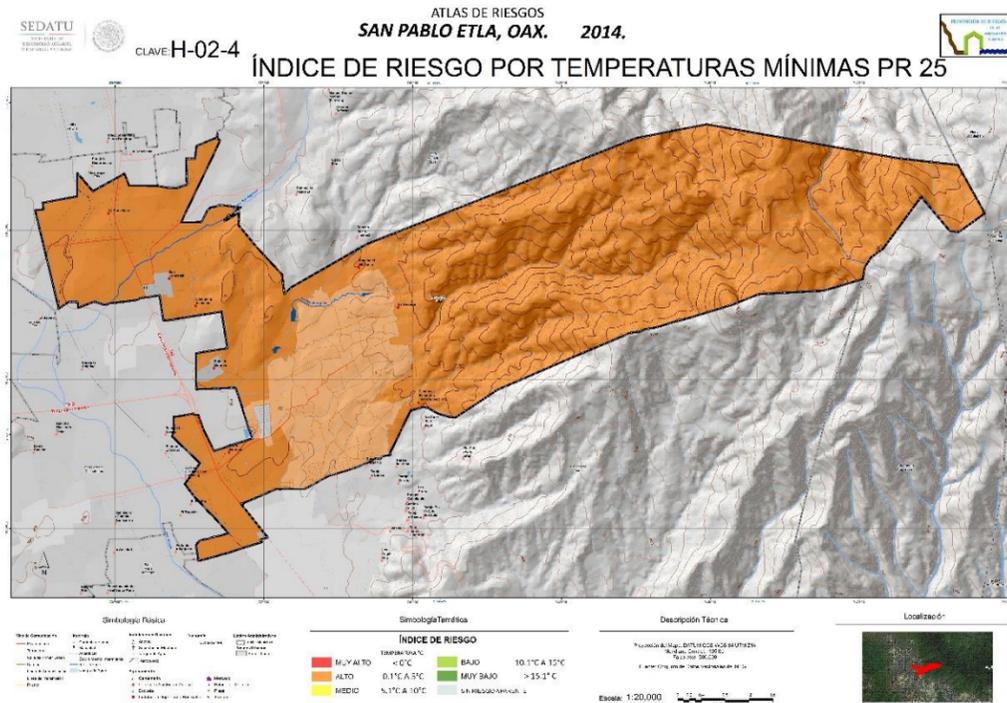
Las ondas gélidas se caracterizan por un gran descenso de la temperatura en un lapso de 24 horas, son ondas de frío intenso que provocan daños en la población y en sectores productivos como la agricultura. Este fenómeno también es conocido como frente frío y se origina cuando una masa de aire frío avanza hacia latitudes menores y su borde delantero se introduce como una cuña entre el suelo y el aire caliente. Al paso de este sistema, se pueden observar nubes de desarrollo vertical, las cuales podrían provocar chubascos o nevadas si la temperatura es muy baja.

Durante su desplazamiento la masa de aire que viene desplazando el aire más cálido provoca descensos rápidos en las temperaturas de la región por donde pasa. En promedio, los frentes fríos tienen una inclinación el doble de los cálidos, es decir una pendiente del orden de 1:100. La rapidez promedio de un frente frío es alrededor de 35 km/h en comparación con los 25 km/h de un frente cálido. Esas dos diferencias, inclinación de la pendiente frontal y rapidez de su movimiento, tienen un gran efecto en la naturaleza más violenta del tiempo de un frente frío comparado con el tiempo que normalmente acompaña a un frente cálido.

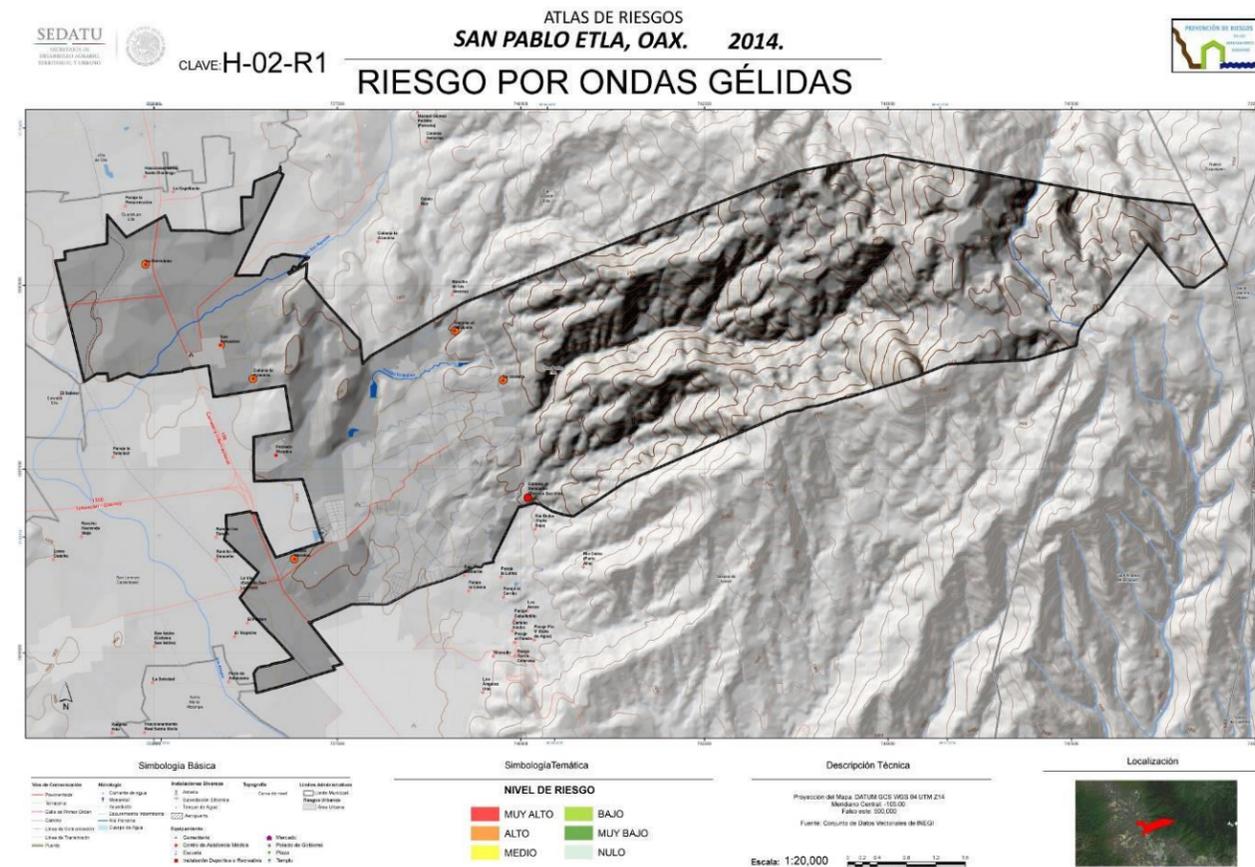
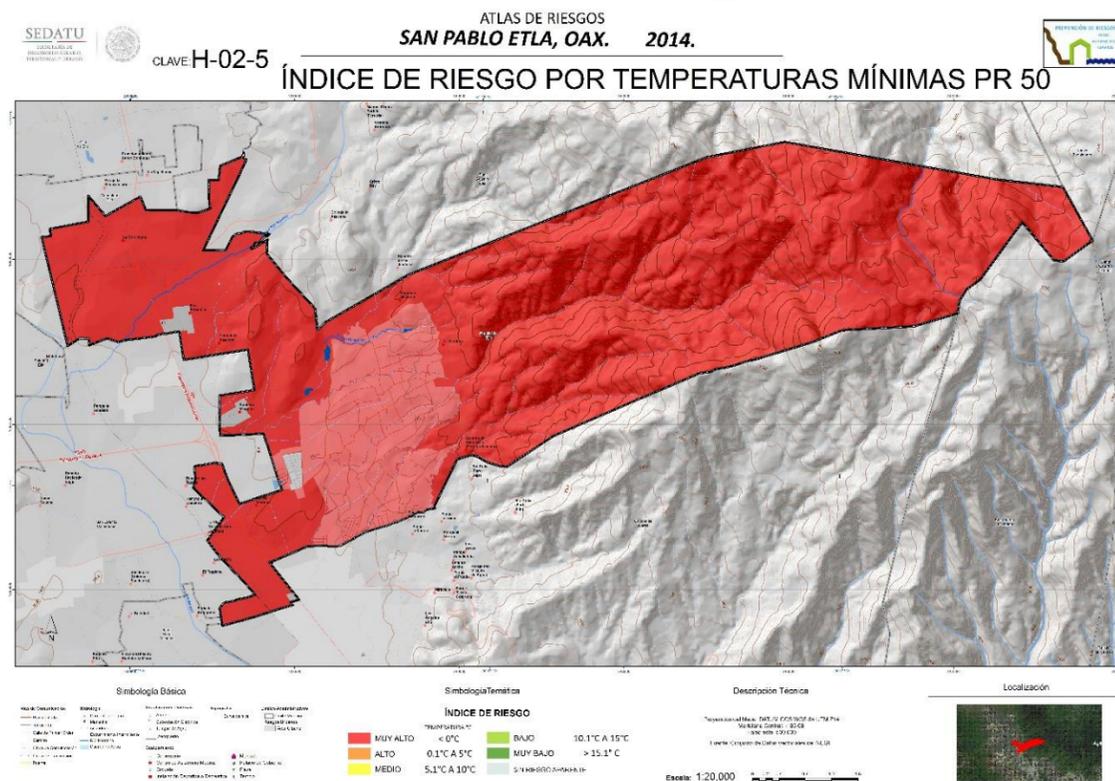
Atlas de Riesgos del municipio de San Pablo Etlá, Oaxaca, 2014



Atlas de Riesgos del municipio de San Pablo ETLA, Oaxaca, 2014



La llegada de un frente frío marca un sensible cambio de las condiciones atmosféricas. Cerca del frente, una oscura banda de nubes amenazadoras predicen el tiempo que se avecina. Su franja de nubes es más estrecha, ya que el aire frío de la cuña se calienta adiabáticamente y disminuye su humedad relativa; por lo que suele tardar poco en llegar desde que se observan las primeras nubes, ya que el aire cálido asciende con mayor velocidad sobre el frente y se enfría adiabáticamente más rápido, lo que provoca la formación de nubes favorables a la lluvia.



La frecuencia de los frentes es muy variable y depende de su origen, la mayoría viene del océano Pacífico (origen marítimo polar), algunos vienen del norte (polar continental) y otros tienen origen ártico continental. Los frentes fríos corresponden a la porción delantera de una masa polar, transportan aire frío, que en su avance hacia el sur interacciona con aire caliente, se caracterizan por fuertes vientos, nubladros y precipitaciones si la humedad es suficiente.

Para la estimación del peligro de ondas gélidas, se integró una base de datos de temperaturas mínimas diarias de las estaciones de la red climatológica del Servicio Meteorológico Nacional (SMN), que inciden o que se encuentran cercanas al Municipio. En la siguiente tabla se muestran dicha estaciones climatológicas.

TABLA 6. RELACIÓN DE ESTACIONES METEOROLÓGICAS CON DATOS PROMEDIO ANUALES DE TEMPERATURAS MINIMAS						
No. ESTACIÓN	NOMBRE DE LA ESTACIÓN	ESTADO	TEMPERATURAS MINIMAS °C	LATITUD	LONGITUD	ALTITUD MSNM
20040	IXTEPEJI	OAXACA	0.66	17°16'00" N	96°32'59" W	1,926
20151	SAN FRANCISCO TELIXTLAHUACA	OAXACA	3.76	17°18'00" N	96°54'00" W	2,260
20034	ETLA	OAXACA	3.33	17°12'26" N	96°47'59" W	1,671
20258	SANTO DOMINGO BARRIO BAJO	OAXACA	3.87	17°12'00" N	96°46'48" W	1,678
20367	PRESA EL ESTUDIANTE	OAXACA	4.08	17°08'11" N	96°37'41" W	3,034
20079	OAXACA	OAXACA	5.08	17°04'59" N	96°42'35" W	1,594
20329	FORTIN	OAXACA	6.16	17°04'00" N	96°43'00" W	2,301
20044	JALAPA DEL VALLE	OAXACA	1.83	17°03'57" N	96°52'42" W	1,742
20507	DIAZ ORDAZ	OAXACA	2.5	16°59'50" N	96°25'57" W	1,713
20022	COYOTEPEC	OAXACA	1.66	16°57'24" N	96°42'02" W	1,533

Fuente: Elaboración propia en base a registros de CLICOM y CONAGUA

Memoria de cálculo para la determinación del peligro por Ondas Gélidas

Una vez Integrada la base de datos, se realizan los siguientes procesos:

- Rellenado de datos Faltantes.
- Filtrado de datos que afectan a la muestra.
- Obtención de valores mínimos diarios anuales históricos de temperaturas mínimas.
- Ajuste de Función de probabilidad
- Estimación de temperaturas mínimas asociados a diferentes periodos de retorno.

Para poder determinar las temperaturas mínimas asociadas a los periodos de retorno, (5, 10, 25 y 50 años), se recurrió a un ajuste de funciones de probabilidad a la serie obtenida Estas funciones fueron: Normal, LogNormal, Gamma, Exponencial, Gumbel y DobleGumbel.

La función que presentara el menor error cuadrado era la que se utilizaba para el cálculo de los periodos de retorno antes mencionados. En la siguiente tabla se muestran las temperaturas mínimas por estación para cada uno de los periodos de retorno antes mencionados.

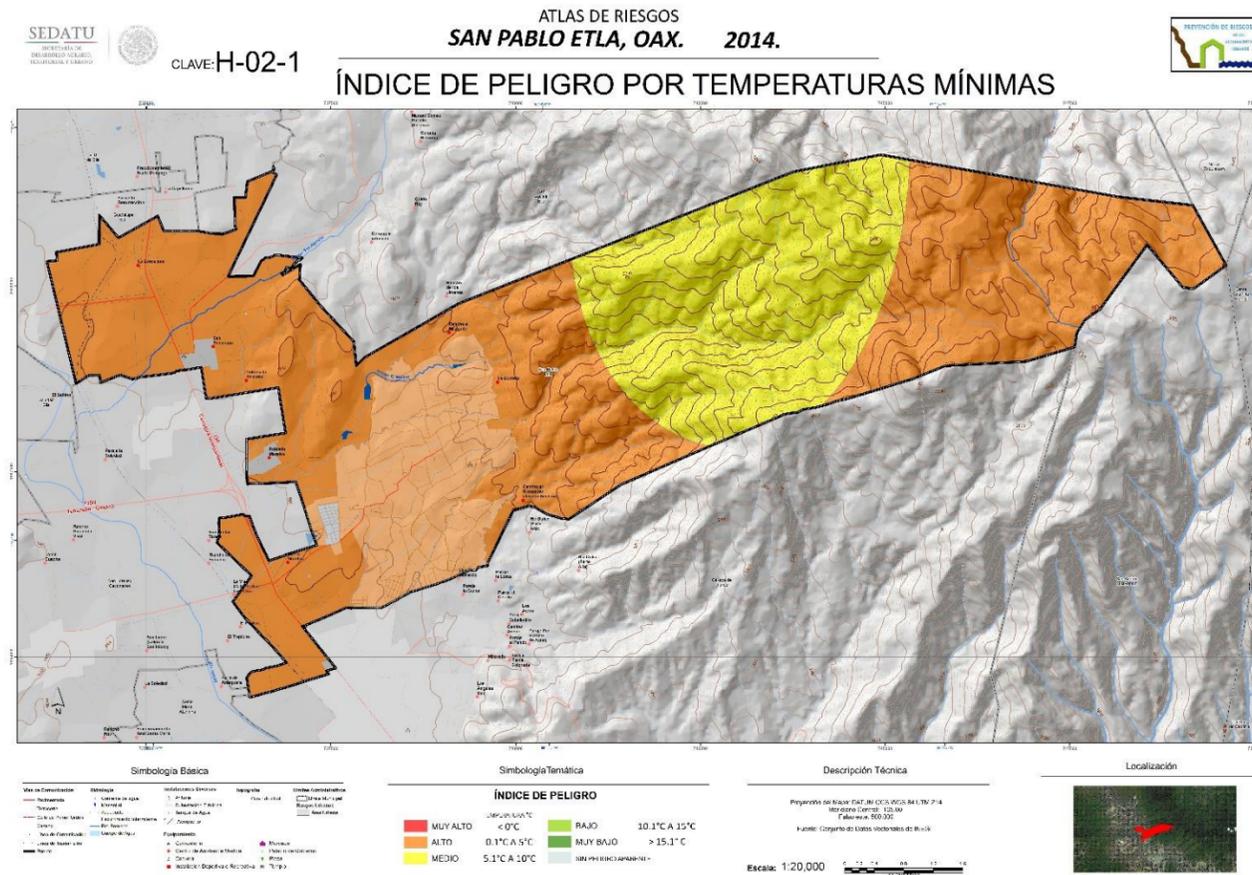
TABLA 7. TEMPERATURAS MÍNIMAS ASOCIADAS A DIFERENTES PERIODOS DE RETORNO [°C]				
No. ESTACIÓN	Tr			
	5	10	25	50
20040	-0.32	-1.16	-2.33	-3.06
20151	2.48	1.5	0.25	-1.09
20034	2.09	1.44	0.37	-1.17
20258	2.59	1.94	0.68	-1.54
20367	2.64	1.85	0.76	-1.13
20079	3.52	2.32	1.06	-0.87
20329	4.15	2.79	1.36	-0.2
20044	0.97	-0.02	-1.11	-2.13
20507	1.82	1.29	0.56	-0.38
20022	0.84	0.15	-0.45	-1.19

Fuente: Elaboración propia en base a registros de CLICOM

Resultados en Ondas Gélidas

En el siguiente mapa se muestran la distribución de peligro por ondas gélidas en el municipio

Figura 42 Mapa de peligro por Ondas Cálidas en el municipio de San Pablo Etlá, Oax.



Fuente: Elaboración propia a partir de los resultados del análisis estadístico de los registros de temperatura mínima contenidos en el CLICOM

Las temperaturas mínimas en las estaciones analizadas presentan una intensidad que va de los 0.86°C hasta los 6.16°C , derivado de lo anterior y como se puede observar en el mapa de peligro por ondas gélidas, se presenta peligro alto en toda la superficie municipal.

Efectos en la salud por exposición de temperaturas mínimas

En algunos países, el fenómeno de las bajas temperaturas, o frío, como se le conoce comúnmente, es tan frecuente que la gente está acostumbrada a vivir con él; en cambio, en otros, sobre todo aquellos de latitudes tropicales, ocurren ocasionalmente, por lo que toma desprevenida a la población. Las bajas temperaturas y los fenómenos relacionados con ellas pueden causar varios problemas en los países afectados, principalmente en la salud de la

población, así como para sus animales domésticos, cultivos; también puede tener efectos negativos en la infraestructura (CENAPRED, 2006).

La República Mexicana se caracteriza por una diversidad de condiciones de temperatura y humedad. Por su ubicación geográfica se encuentra entre dos grandes regiones climáticas, la temporada al norte del trópico de Cáncer y la tropical, al sur de éste. Debido a la forma del relieve, la altitud, extensión territorial y su localización entre dos océanos se producen diversos fenómenos atmosféricos, según la época del año; por ejemplo, en el invierno que es frío y seco, el país se encuentra bajo los efectos de las masas polares y frentes fríos, que ocasionan bruscos descensos de temperatura, acompañados generalmente de problemas en la salud de la población (CENAPRED, 2006).

El ser humano es vulnerable a ciertas temperaturas, tanto por arriba de un umbral, como por debajo de otro. Este documento se ocupa de aquellas temperaturas que están por debajo de un cierto umbral. Por otro lado, es de interés analizar aquellos eventos extremos, es decir, poco frecuente, que pueden perjudicar, de manera excepcional a la población, y no el evento normal que se presenta cada mañana antes del amanecer. Adicionalmente es un hecho que junto con la presencia de bajas temperaturas debe analizarse su duración. Dos de las enfermedades que puede presentar en la población son las siguientes:

Dolor de cabeza: El frío provoca dolor de cabeza porque los músculos se contraen. Esto ocurre principalmente cuando hay viento. El dolor se presenta al reír, al toser, al estornudar, al levantar objetos pesados o por realizar grandes esfuerzos y puede ser corto e intenso.

Enfermedad de las vías respiratorias: en general, el mayor número de casos se registra durante las semanas de más bajas temperaturas. Los cambios bruscos de temperatura influyen mucho. Por ello, a partir de los primeros fríos, recrudecen otras infecciones de las vías respiratorias que no son virales, como el asma.

La tos, el catarro, la gripe, la bronquitis, la neumonía, la bronquiolitis, la rinitis, entre otras, forman parte de este tipo de dolencias que afectan alguna parte del sistema respiratorio. Así, el aire frío que se respira en el invierno es peligroso para los pulmones, los bronquios y la garganta. Además si éste es seco, provoca que las mucosas pierdan humedad. Por esta razón es conveniente fortalecer el sistema inmune durante el invierno.

En la siguiente tabla se muestra la vulnerabilidad por ondas gélidas para cada una de las localidades.

TABLA 8. PONDERACIÓN DE AFECTACIÓN POR LOCALIDAD PARA ONDAS GELIDAS			
NIVEL	LOCALIDAD	POBLACION TOTAL	VIVIENDAS
ALTO	SAN SEBASTIÁN	1,984	646
ALTO	COLONIA LA AZUCENA	365	104
ALTO	LA BORCELANA	120	48
ALTO	RANCHO EL MEZQUITE	13	2
ALTO	HACIENDA BLANCA	7,758	3113
ALTO	SAN PABLO ETLA	3,658	1341
ALTO	BARRIO MORELOS	923	326
ALTO	POBLADO MORELOS	616	195
ALTO	LA OCOTERA	73	24
ALTO	CAMINO AL SEMINARIO (TERCERA SECCIÓN)	25	9
TOTAL DEL MUNICIPIO		15,535	5808

Fuente: Modelación Cartográfica.

5.2.2 Sequías

La sequía es un fenómeno meteorológico que ocurre cuando la precipitación en un período de tiempo es menor que el promedio, y cuando esta deficiencia de agua es lo suficientemente grande y prolongada como para dañar las actividades humanas. Cada vez con mayor frecuencia se presentan en el mundo y es considerado uno de los fenómenos naturales que más daños causan en lo que se refiere al aspecto económico ya que grandes hectáreas de cultivos se pierden por las sequías y numerosas cabezas de ganado mueren durante las mismas. La magnitud, duración y severidad de una sequía se pueden considerar como relativos, ya que sus efectos están directamente relacionados con las actividades humanas, es decir, si no hay requerimientos por satisfacer, aun habiendo carencia total del agua, la sequía y su presencia son discutibles desde un punto de vista de sus efectos. (CENAPRED)

Existen múltiples definiciones de sequía, lo que refleja las diferentes características climáticas de una región a otra así como los distintos impactos sectoriales. A pesar de que la sequía se clasifica normalmente como meteorológica, agrícola, hidrológica o socioeconómica, todo tipo de sequía

implica una deficiencia de las precipitaciones que se traduce en la escasez de agua para alguna actividad o algún grupo. La sequía debe ser considerada una condición relativa y no absoluta.

Los resultados de esta deficiencia precipitación son, en ocasiones, impactos económicos y ambientales significativos. La sequía, a diferencia de otros fenómenos naturales, es de evolución lenta, es decir, es una amenaza natural progresiva, sus efectos se acumulan en un periodo considerable de tiempo y pueden persistir incluso años después de la finalización del evento, es por esto la dificultad para definir el inicio y final de una sequía. Además la falta de una definición precisa de la sequía limita determinar su grado de severidad y por lo tanto la cuantificación de los impactos así como propuestas para su mitigación. El riesgo asociado a la sequía tiene tanto un componente natural como un componente social. Los fenómenos climáticos asociados a la sequía son las altas temperaturas, fuertes vientos y la baja humedad relativa.

Características y severidad

Se pueden distinguir tres características principales que definen una sequía, éstos son su intensidad, duración y cobertura espacial. La intensidad se refiere al grado de déficit de la precipitación y/o severidad de los impactos asociados. En cuanto a duración, las sequías requieren un mínimo de dos a tres meses para establecerse y pueden continuar durante años o meses. La magnitud de los impactos de las sequías está estrechamente ligado al momento de la aparición de la escasez de precipitación, su intensidad y la duración del evento. En cuanto a sus características espaciales las zonas afectadas por las sequías se desarrollan gradualmente, como se planteaba anteriormente.

Las principales causas de las sequías están relacionadas con cambios en las presiones atmosféricas y alteraciones en la circulación general de la atmósfera, así como modificaciones en la cantidad de luz solar reflejada en la superficie de la Tierra, cambios en la temperatura de la superficie de los océanos e inclusive el incremento de la concentración de bióxido de carbono en la atmósfera, que al mismo tiempo ocasionan variaciones espacio-temporales de las precipitaciones (CENAPRED, 2007).

Impactos de la sequía

Los impactos de la sequía son diversos, y fluctúan de acuerdo a la economía. Debido a la cantidad de grupos afectados y sectores relaciones con la sequía así como su extensión espacial, la dificultad de cuantificar los daños ambientales y sociales, es difícil determinar de manera precisa los costos financieros de la sequía.

Los impactos de la sequía se pueden clasificar en tres áreas, económica, ambiental y social. Las pérdidas económicas van desde pérdidas directas en los sectores agrícolas y pecuarios,

pérdidas en las actividades de recreación, transporte y sector energético. Las pérdidas ambientales son el resultado del daño a las especies vegetales y animales, hábitat, degradación, degradación de la calidad del paisaje y erosión del suelo. Los impactos sociales se refieren a la seguridad pública, la salud, los conflictos entre usuarios del agua y las desigualdades en la distribución de impactos.

Como daños secundarios por las sequías se consideran a los incendios forestales y aceleración de la erosión de los suelos. La falta de humedad en las plantas aumenta la materia orgánica potencialmente combustible y con la presencia de una fuente de ignición, provoca que se forme un incendio forestal. Cuando la capa vegetal se pierde por el fuego, el suelo queda desprotegido ante los agentes climáticos como son el viento o la lluvia, acelerando el proceso de erosión (CENAPRED, 2007).

En México, la ocurrencia de sequías de gran magnitud data desde tiempos antiguos, en lo que respecta al siglo XX, se registraron cuatro grandes periodos de sequías que son de 19848 a 1954, de 1960 a 1964, de 1970 a 1978 y de 1993 a 1996. No obstante, se tienen datos de daños por sequía en años subsecuentes. El año 1998 fue crítico en casi todo el territorio nacional debido a las sequías, ondas de calor y altas temperaturas registradas.

El Monitor de Sequía de América del Norte (North American Drought Monitor, NA-DM), es un programa de cooperación internacional entre expertos de México, Canadá y Estados Unidos enfocado a monitorear la sequía en América del Norte desde el 2003 a la fecha. En él, se han generado mapas a escala continental donde se señalan las zonas que han sufrido algún grado de sequía según la siguiente clasificación de la misma:

a) Anormalmente seco

Se trata de una condición de sequedad, no es un tipo de sequía. Se presenta al inicio o al fin de un período de sequía. Al iniciar la sequía: debido a la sequedad de corto plazo retraso de la siembra de cultivos anuales, limitado crecimiento de los cultivos o pastos, riesgo de incendios por arriba del promedio. Al salir la sequía: déficit persistente de agua, pastos o cultivos no recuperados completamente.

b) Sequía moderada

Algunos daños a los cultivos y pastos; alto riesgo de incendios, niveles bajos en arroyos, embalses y pozos, escasez de agua, se requiere uso de agua restringida de manera voluntaria.

c) Sequía severa

Probables pérdidas en cultivos o pastos, muy alto riesgo de incendios, la escasez de agua es común, se debe imponer restricciones de uso del agua.

d) Sequía extrema

Mayores pérdidas en cultivos o pastos, peligro extremo de incendio, la escasez de agua o las restricciones de su uso se generalizan.

e) Sequía excepcional

Pérdidas excepcional y generalizada de los cultivos o pastos, riesgo de incendio excepcional, escasez de agua en los embalses, arroyos y pozos, se crean situaciones de emergencia debido a la ausencia de agua.

La cartografía generada por el NA-DM, fue utilizada para determinar a escala estatal, los meses y años en los cuales el municipio ha presentado algún grado de sequía (Tabla 9).

TABLA 9. REGISTRO MENSUAL DE PRESENCIA DE SEQUÍA EN EL TERRITORIO DE SAN PABLO ETLA (2009 - 2014)

Año	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
2014												
2013												
2012												
2011												
2010												
2009												

Fuente: Monitor de sequía de América del Norte.

Tipo de sequía

	Extrema
	Severa
	Moderada
	Anormalmente seco
	Sin datos
	Sin sequía

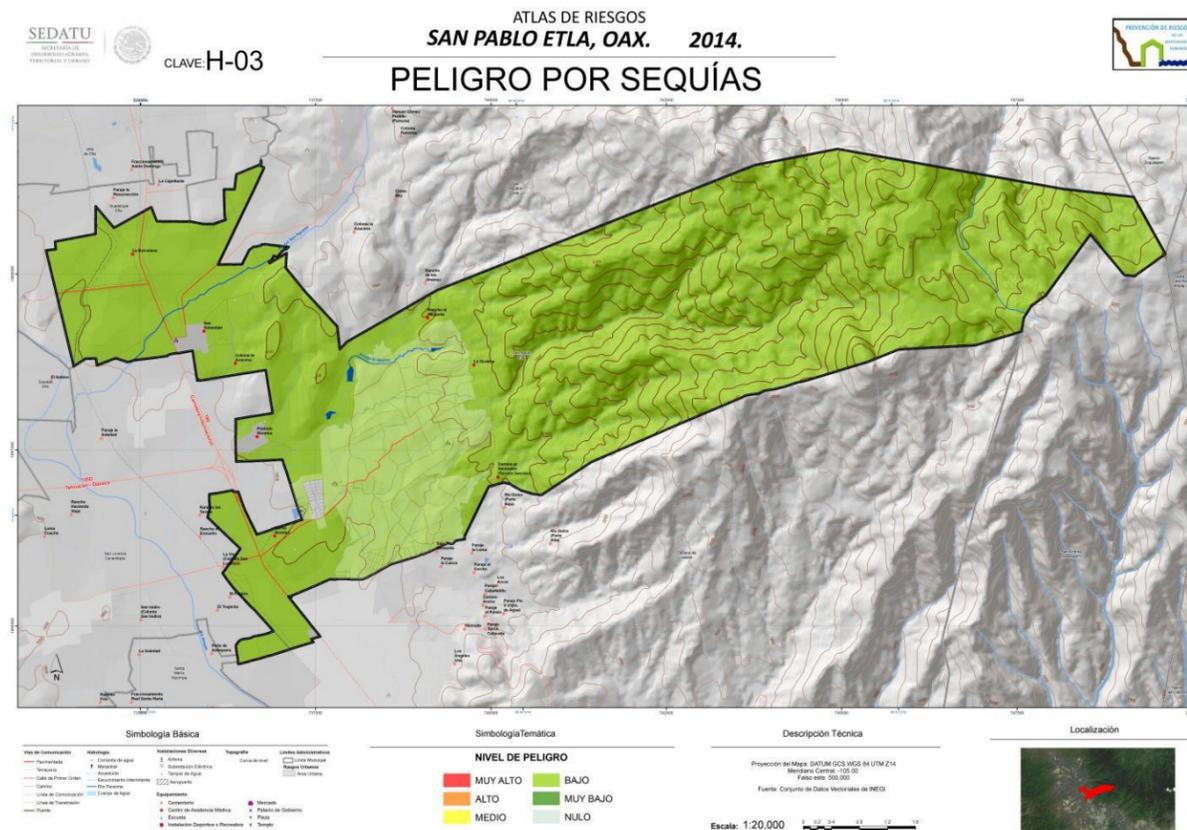
Fuente. Monitor de sequía de América del Norte

Con base en la cartografía del NA-DM del período de 2009 a septiembre 2014, el municipio de San Pablo Etlá, es afectado por los siguientes tipos de sequías: Anormalmente seco y sequía moderada, siendo la primera la más representativa en el municipio, por lo que el peligro por éste tipo de fenómeno se considera bajo.

Atlas de Riesgos del municipio de San Pablo ETLA, Oaxaca, 2014



Cabe mencionar que debido al cambio climático y la deforestación que sufre el municipio, las anteriores ponderaciones pueden elevar su nivel a las siguientes categorías, incrementando la presencia del fenómeno en el municipio.



Como se puede observar en el mapa de peligro por sequía, todo el territorio municipal esta ponderado como peligro bajo ante la presencia de este fenómeno.

En la siguiente tabla se muestra la vulnerabilidad por sequías para cada una de las localidades del municipio.

TABLA 10. PONDERACIÓN DE AFECTACIÓN POR LOCALIDAD PARA SEQUIA			
NIVEL	LOCALIDAD	POBLACION TOTAL	VIVIENDAS
BAJO	HACIENDA BLANCA	7,758	3,113
BAJO	SAN PABLO ETLA	3,658	1,341
BAJO	SAN SEBASTIÁN	1,984	646

BAJO	BARRIO MORELOS	923	326
BAJO	POBLADO MORELOS	616	195
BAJO	COLONIA LA AZUCENA	365	104
BAJO	LA BORCELANA	120	48
BAJO	LA OCOTERA	73	24
BAJO	CAMINO AL SEMINARIO (TERCERA SECCIÓN)	25	9
BAJO	RANCHO EL MEZQUITE	13	2
TOTAL DEL MUNICIPIO		15,535	5,808

Fuente: Modelación Cartográfica.

5.2.3 Heladas

Se considera la ocurrencia de heladas cuando la temperatura del aire, registrada en el abrigo meteorológico (es decir a 1,50 metros sobre el nivel del suelo), es de 0°C. Esta forma de definir el fenómeno fue acordada por los meteorólogos y climatólogos, si bien muchas veces, la temperatura de la superficie del suelo puede llegar a ser 3 a 4 °C menor que la registrada en el abrigo meteorológico. Desde el punto de vista de la climatología agrícola, no se puede considerar helada a la ocurrencia de una determinada temperatura, ya que existen vegetales que sufren las consecuencias de las bajas temperaturas sin que ésta llegue a cero grados (por ejemplo: el café, el cacao y otros vegetales tropicales).

La helada es la disminución de la temperatura del aire a un valor igual o inferior al punto de congelación del agua 0°C. La cubierta de hielo, es una de sus formas producida por la sublimación del vapor de agua sobre los objetos; ocurre cuando se presentan dichas temperaturas. Las heladas se presentan particularmente en las noches de invierno por una fuerte pérdida radiactiva. Suele acompañarse de una inversión térmica junto al suelo, donde se presentan los valores mínimos, que pueden descender a los 2°C o aún más.

Los principales elementos del tiempo que influyen en la formación de las heladas son el viento, la nubosidad, la humedad atmosférica y la radiación solar.

Viento

El viento es fundamental para que se desarrolle una helada, pues cuando hay corrientes de aire se mezcla el aire frío, que se encuentra cercano al suelo, con el más caliente que está en niveles

superiores, lo que hace más difícil el desarrollo de una helada. Por tanto, una de las condiciones que favorece la ocurrencia de heladas es la ausencia de viento y aumenta si existe una inversión térmica, cuando la temperatura disminuye a 0°C o menos y el viento es escaso cerca de la superficie, el vapor de agua contenido en el aire se condensa

Diversas condiciones meteorológicas producen las inversiones térmicas; cuando se presenta una inversión térmica, las capas de aire son arrastradas por otras descendentes y más frías. Este fenómeno se manifiesta en los valles, principalmente en invierno y está asociado con los cielos despejados y temperaturas bajas cercana a la superficie de la Tierra. Existe una inversión térmica cuando la temperatura es mayor conforme aumenta la elevación, es decir que la temperatura del aire disminuye conforme aumenta su distancia a la superficie del suelo.

Nubosidad

Las nubes son extensos conjuntos de pequeñas gotas de agua y cristales de hielo suspendidos en el aire. Se forman cuando el vapor de agua presente en el aire llega a los niveles altos de la atmósfera y se condensa porque la temperatura es más baja.

Cuando el cielo está cubierto por nubes, éstas disminuyen la pérdida de calor del suelo por radiación hacia la atmósfera y devuelven parte de ese calor a la Tierra. Para que ello ocurra, la temperatura del aire en movimiento debe ser mayor a la del punto de rocío (la temperatura a la cual el aire no admite más humedad). Cuando sigue descendiendo la temperatura puede llegar a los 0°C y el vapor de agua que contiene produce una capa delgada de hielo en la superficie de la Tierra, que se conoce como escarcha blanca.

Si en la noche, el cielo está despejado, la pérdida de calor desde la superficie de la Tierra es continua. Así disminuye el calor de la tierra (Figura 23) y con ello se favorece la ocurrencia de las heladas.

Humedad atmosférica

Cuando disminuye la temperatura a los 0° C o menos, y el viento es escaso, el vapor de agua contenido en el aire, se condensa; si la humedad es abundante, ésta produce niebla y cuando tiene poco contenido de humedad, se forma la helada. Por ello una gran humedad atmosférica reduce la probabilidad de ocurrencia de heladas. Cuando se presenta una helada, en los cuerpos de agua de una zona y en objetos sobre el terreno se pueden formar capas de hielo.

Radiación solar

Una cantidad de radiación solar es absorbida por la superficie de la Tierra y otra es devuelta desde su superficie a la atmósfera (radiación reflejada). Durante el día, el suelo retiene el calor y durante la noche lo pierde; estos procesos dependen de la nubosidad y del viento que existan

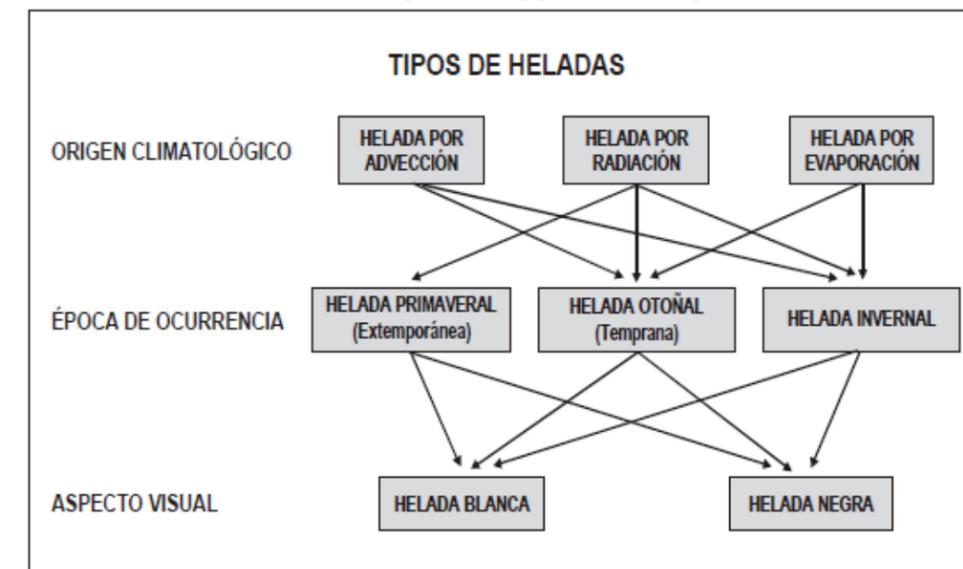
sobre ciertas regiones del planeta. Cuando los días son más cortos y las noches más largas, aumenta la ocurrencia de heladas; aunque exista una menor acumulación de calor en el suelo, habrá un mayor tiempo para que se transmita hacia el aire.

Clasificación de las heladas

Las heladas se pueden agrupar en varias categorías de acuerdo a distintos criterios, en lo que respecta al efecto visual en los cultivos, se tienen dos tipos de heladas, la blanca y la negra. Las blancas forman una capa de hielo color blanco sobre la superficie de la planta u objetos expuestos, mientras que las negras se observan en las plantas que adquieren un aspecto negruzco debido a que se congela el agua contenida en las mismas.

La forma del relieve donde se presentan con mayor frecuencia las heladas son los valles y depresiones, las heladas suelen afectar principalmente a las plantas que poseen frutos. En México, la ocurrencia de heladas es por lo general en el centro y norte del país durante los meses fríos del año (noviembre-febrero).

IMAGEN 1. TIPOS DE HELADAS



Fuente: Serie Fascículos – Heladas. CENAPRED. 1ª Edición, Diciembre 2001.

Generalmente la helada se presenta en la madrugada o cuando está saliendo el sol. La severidad de una helada depende de la disminución de la temperatura del aire y de la resistencia de los seres vivos a ella.

De acuerdo con el Servicio Meteorológico Nacional. 2008, las heladas por sus cualidades gélidas ambientales, pueden presentar los siguientes efectos ambientales.

Atlas de Riesgos del municipio de San Pablo Etlá, Oaxaca, 2014

Atlas de Riesgos del municipio de San Pablo Etlá, Oaxaca, 2014



TABLA 11. EFECTOS AMBIENTALES POR HELADAS		
TEMPERATURA	DESIGNACIÓN	VULNERABILIDAD
0 A -3.5 °	LIGERA	EL AGUA COMIENZA A CONGELARSE. DAÑOS PEQUEÑOS A LAS HOJAS Y TALLOS DE LA VEGETACIÓN. SI HAY HUMEDAD EL AMBIENTE SE TORNA BLANCO POR LA ESCARCHA.
-3.6 a -6.4°	MODERADA	LOS PASTOS, LAS HIERBAS, Y HOJAS DE PLANTAS SE MARCHITAN Y APARECE UN COLOR CAFÉ O NEGRUZCO EN SU FOLLAJE. APARECEN LOS PROBLEMAS DE ENFERMEDAD EN LOS HUMANOS, DE SUS VIAS RESPIRATORIAS. SE COMIENZA HA UTILIZAR LA CALEFACCIÓN.
-6.5 a -11.5 °	SEVERA	LOS DAÑOS SON FUERTES EN LAS HOJAS Y FRUTOS DE ÁRBOLES FRUTALES. SE ROMPEN ALGUNAS TUBERIAS DE AGUA POR AUMENTO DE VOLUMEN. SE INCREMENTAN LAS ENFERMEDADES RESPIRATORIAS. EXISTEN ALGUNOS DESCESOS POR HIPOTERMIA.
< -11.5	MUY SEVERA	MUCHAS PLANTAS PIERDEN TODOS SUS ORGANOS. ALGUNOS FRUTOS NO PROTEGIDOS SE DAÑAN TOTALMENTE. LOS DAÑOS SON ELEVADOS EN LAS ZONAS TROPICALES.

FUENTE BASES SEDATU 2014

20329	FORTIN	OAXAC A	6.16	5	2	0	3	3	17°04'00" N	96°43'00" W	2,301
20044	JALAPA DEL VALLE	OAXAC A	1.83	0	0	-1	0	1	17°03'57" N	96°52'42" W	1,742
20507	DIAZ ORDAZ	OAXAC A	2.5	1	1	-3	-2	1	16°59'50" N	96°25'57" W	1,713
20022	COYOTEPEC	OAXAC A	1.66	1	-5	-2	-3	0	16°57'24" N	96°42'02" W	1,533

Fuente: Elaboración propia en base a registros de CLICOM y CONAGUA

Una vez Integrada la base de datos, se realizan los siguientes procesos:

- Rellenado de datos Faltantes.
- Filtrado de datos que afectan a la muestra.
- Obtención de valores mínimos diarios anuales históricos de temperaturas mínimas.
- Ajuste de Función de probabilidad

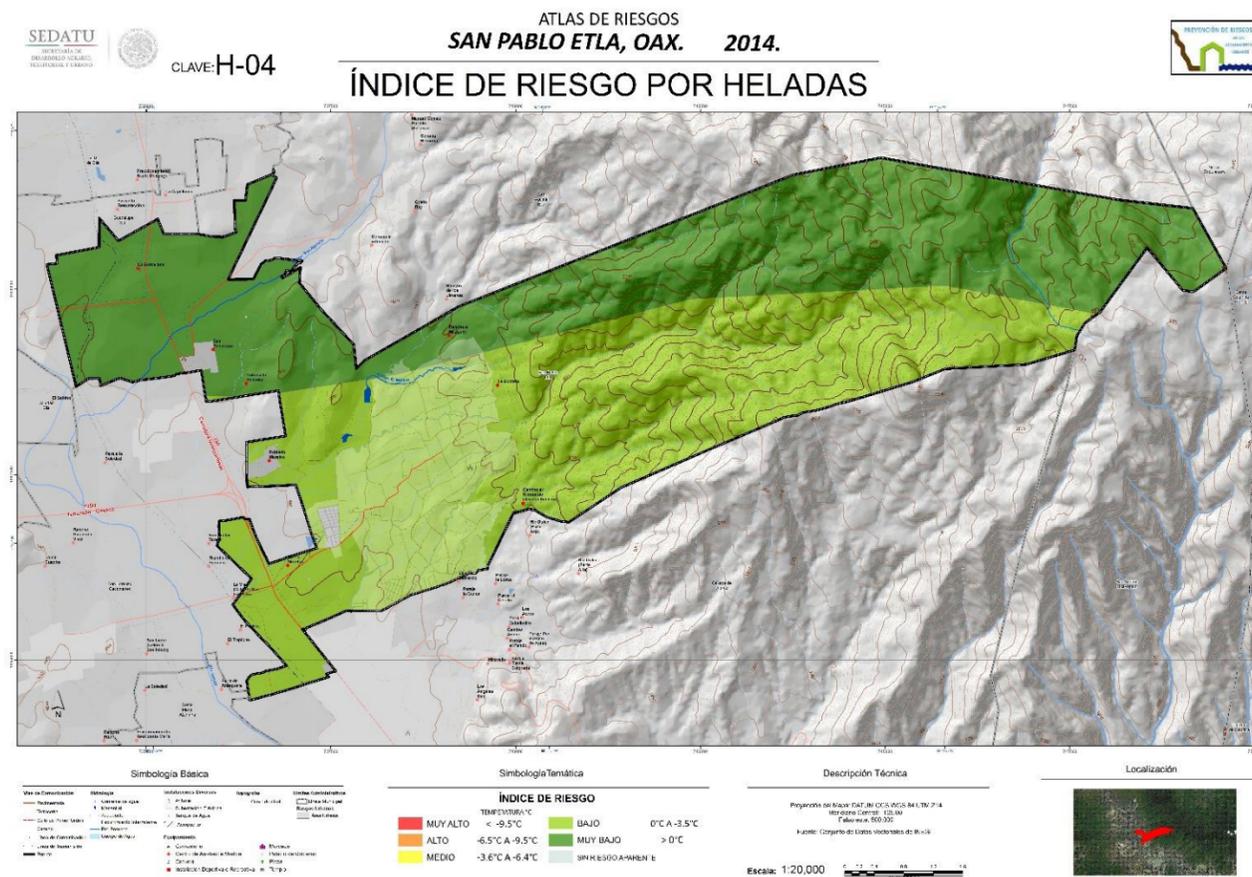
Con base en los análisis que se obtuvieron de los registros de temperatura mínimas de las estaciones meteorológicas de la región entre 5°C y 6°C, se concluye que el municipio de San Pablo Etlá, presenta un nivel de afectación bajo y muy bajo ante la presencia de este fenómeno.

Para identificar el grado de peligro de este fenómeno en el municipio de San Pablo Etlá fueron considerados los datos de temperaturas mínimas, de los meses de noviembre, diciembre, enero, febrero y marzo (temporada de invierno), de 10 estaciones que tienen influencia en el municipio conforme a la base de datos CLICOM del Servicio Meteorológico Nacional para el periodo de registro de 1951-2010. En la siguiente tabla se muestran dicha estaciones climatológicas.

TABLA 12. RELACIÓN DE ESTACIONES METEOROLÓGICAS CON DATOS PROMEDIO DE TEMPERATURAS MINIMAS DIARIAS											
No. ESTACIÓN	NOMBRE DE LA ESTACIÓN	ESTADO	TEMPERATURAS MINIMAS	NOV	DI C	ENE	FEB	MAR	LATITUD	LONGITUD	ALTITUD MSNM
20040	IXTEPEJI	OAXAC A	0.66	-3	-6	-3	-5	-1	17°16'00" N	96°32'59" W	1,926
20151	SAN FRANCISCO TELIXTLAHUACA	OAXAC A	3.76	1.2	0	-2	-2	2	17°18'00" N	96°54'00" W	2,260
20034	ETLA	OAXAC A	3.33	1	1	0	0	1	17°12'26" N	96°47'59" W	1,671
20258	SANTO DOMINGO BARRIO BAJO	OAXAC A	3.87	0	-2.5	-1	-2	2	17°12'00" N	96°46'48" W	1,678
20367	PRESA EL ESTUDIANTE	OAXAC A	4.08	2	0	0	2	4	17°08'11" N	96°37'41" W	3,034
20079	OAXACA	OAXAC A	5.08	2.5	0.5	0.5	1	3	17°04'59" N	96°42'35" W	1,594

En el siguiente mapa se muestra la distribución de peligro por heladas en el municipio.

Figura 43. Mapa de Heladas en el municipio de San Pablo Etlá, Oax.



En la siguiente tabla se muestra la vulnerabilidad por heladas para cada una de las localidades.

Nivel de afectación por Heladas

TABLA 13. PONDERACIÓN DE AFECTACIÓN POR LOCALIDAD PARA HELADAS			
NIVEL	LOCALIDAD	POBLACION TOTAL	VIVIENDAS
BAJO	HACIENDA BLANCA	7,758	3113
BAJO	SAN PABLO ETLA	3,658	1341
BAJO	BARRIO MORELOS	923	326
BAJO	POBLADO MORELOS	616	195
BAJO	LA OCOTERA	73	24
BAJO	CAMINO AL SEMINARIO (TERCERA SECCIÓN)	25	9
MUY BAJO	SAN SEBASTIÁN	1,984	646
MUY BAJO	COLONIA LA AZUCENA	365	104
MUY BAJO	LA BORCELANA	120	48
MUY BAJO	RANCHO EL MEZQUITE	13	2
	TOTAL DEL MUNICIPIO	15,535	5808

Fuente: Modelación Cartográfica.

5.2.4 Tormentas de granizo

El granizo es un tipo de precipitación en forma de piedras de hielo y se forma en las tormentas severas cuando las gotas de agua o los copos de nieve formados en las nubes de tipo cumulonimbus son arrastrados por corrientes ascendentes de aire. El granizo es una de las formas de precipitación y se llega a originar cuando corrientes de aire ascienden al cielo de forma muy violenta. Las gotas de agua se convierten en hielo al ascender a las zonas más elevadas de la nube, o al menos a una zona de la nube cuya temperatura sea como mínimo de 0° Centígrados, temperatura a la que congela el agua.

Conforme transcurre el tiempo, esa gota de agua gana dimensiones, hasta que representa lo suficiente como para ser incontenible y permanecer por más tiempo en suspensión. Es entonces cuando, arrastrándose en su caída de la nube, se lleva consigo las gotas que va encontrando en

Fuente: Elaboración propia a partir de los resultados del análisis estadístico de los registros de temperatura mínima contenidos en el CLICOM

La zona ponderada como peligro muy bajo abarca toda la parte norte del municipio, mientras que la zona ponderada como peligro bajo cubre la zona centro y sur del territorio municipal respectivamente. En lo que respecta a la área urbana de San Pablo Etlá la mayor parte se ubica dentro de una zona de peligro bajo a excepción de una pequeña área ubicada al norte de la misma, la cual presenta un peligro muy bajo ante la presencia de dicho fenómeno.

su camino. El tamaño de las piedras de granizo está entre los 5 milímetros de diámetro hasta pedriscos del tamaño de una pelota de golf y las mayores pueden ser muy destructivas, como para romper ventanas y abollar la lámina de los automóviles, pero el mayor daño se produce en los cultivos o a veces, varias piedras pueden solidificarse formando grandes masas de hielo y nieve sin forma. El depósito del granizo sobre la superficie terrestre exhibe un patrón angosto y largo a manera de un corredor. La mayoría de las tormentas de granizo ocurren durante el verano entre los paralelos 20 y 50, tanto en el hemisferio norte como en el sur.

En cuanto a su forma el granizo puede ser de forma irregular o regular. Estas partículas generalmente constan de un núcleo congelado envuelto en varias capas de hielo uniforme, las capas pueden ser opacas o transparentes y son indicativas del tipo de masa de aire y del proceso de crecimiento del núcleo de granizo, sin son opacas es porque el crecimiento ha sido rápido y quedo atrapado aire en la capa. Y si la capa es transparente el crecimiento ha sido lento y las burbujas de aire tuvieron tiempo de escapar.

En México los daños más importantes por granizadas se presentan principalmente en las zonas rurales, ya que se destruyen las siembras y plantíos, causando, en ocasiones, la pérdida de animales de cría. En las regiones urbanas afectan a las viviendas, construcciones, alcantarillas y vías de transporte y áreas verdes. Cuando se acumula en cantidad suficiente puede obstruir el paso del agua en coladeras o desagües, generando inundaciones o encharcamientos importantes durante algunas horas. La magnitud de los daños que puede provocar la precipitación en forma de granizo depende de su cantidad y tamaño.

Las zonas más afectadas de México por tormentas de granizo son el altiplano de México y algunas regiones de Chiapas, Guanajuato, Durango y Sonora. Durante el periodo de 1979-1988, según registros de la Comisión Nacional del Agua, los estados que sufrieron más daños en la agricultura fueron: Guanajuato (109, 767 has), Chihuahua (56,355 has), Tlaxcala (51,616 has), Nuevo León (37,837 has) y Durango, (35,393 has). Asimismo, dentro de estos registros se estimó una población expuesta mayor a los 6 millones de habitantes. Las ciudades que son afectadas con mayor frecuencia son Puebla, Pachuca, Tlaxcala, Zacatecas y el Distrito Federal, donde se tiene la mayor incidencia durante los meses de mayo julio y agosto (CENAPRED, 2010).

En el siguiente mapa se puede ver el número de días con granizo al año. (Ver Imagen 2). En el estado de OAXACA, se considera un área con muy bajo grado de intensidad en su superficie, debido al mínimo de ocurrencias registradas por año.

Figura 44. Número de días con granizo, al año en la República Mexicana



Fuente: www.atlasmnacionalderiesgos.gob.mx/ UNAM, 2007

Para identificar el grado de peligro de este fenómeno en el municipio de San Pablo Etlá fueron considerados los datos de número de días con granizo al año de 10 estaciones que tienen influencia en el municipio conforme a la base de datos CLICOM del Servicio Meteorológico Nacional para el periodo de registro de 1951-2010. En la siguiente tabla se muestran dicha estaciones climatológicas.

TABLA 14. RELACIÓN DE ESTACIONES METEOROLÓGICA CON DATOS PROMEDIO ANUALES DE GRANIZO

No Estación	Nombre de la estación	Estado	Días con granizo	Latitud	Longitud	Altitud MSNM
20040	IXTEPEJI	OAXACA	0.7	17°16'00" N	96°32'59" W	1,926
20151	SAN FRANCISCO TELIXTLAHUACA	OAXACA	0.0	17°18'00" N	96°54'00" W	2,260
20034	ETLA	OAXACA	0.1	17°12'26" N	96°47'59" W	1,671
20258	SANTO DOMINGO BARRIO BAJO	OAXACA	0.3	17°12'00" N	96°46'48" W	1,678
20367	PRESA EL ESTUDIANTE	OAXACA	0.2	17°08'11" N	96°37'41" W	3,034
20079	OAXACA	OAXACA	1.3	17°04'59" N	96°42'35" W	1,594
20329	FORTIN	OAXACA	0.2	17°04'00" N	96°43'00" W	2,301
20044	JALAPA DEL VALLE	OAXACA	0.0	17°03'57" N	96°52'42" W	1,742
20507	DIAZ ORDAZ	OAXACA	0.2	16°59'50" N	96°25'57" W	1,713
20022	COYOTEPEC	OAXACA	0.2	16°57'24" N	96°42'02" W	1,533

Fuente: Elaboración propia en base a registros de CLICOM y CONAGUA

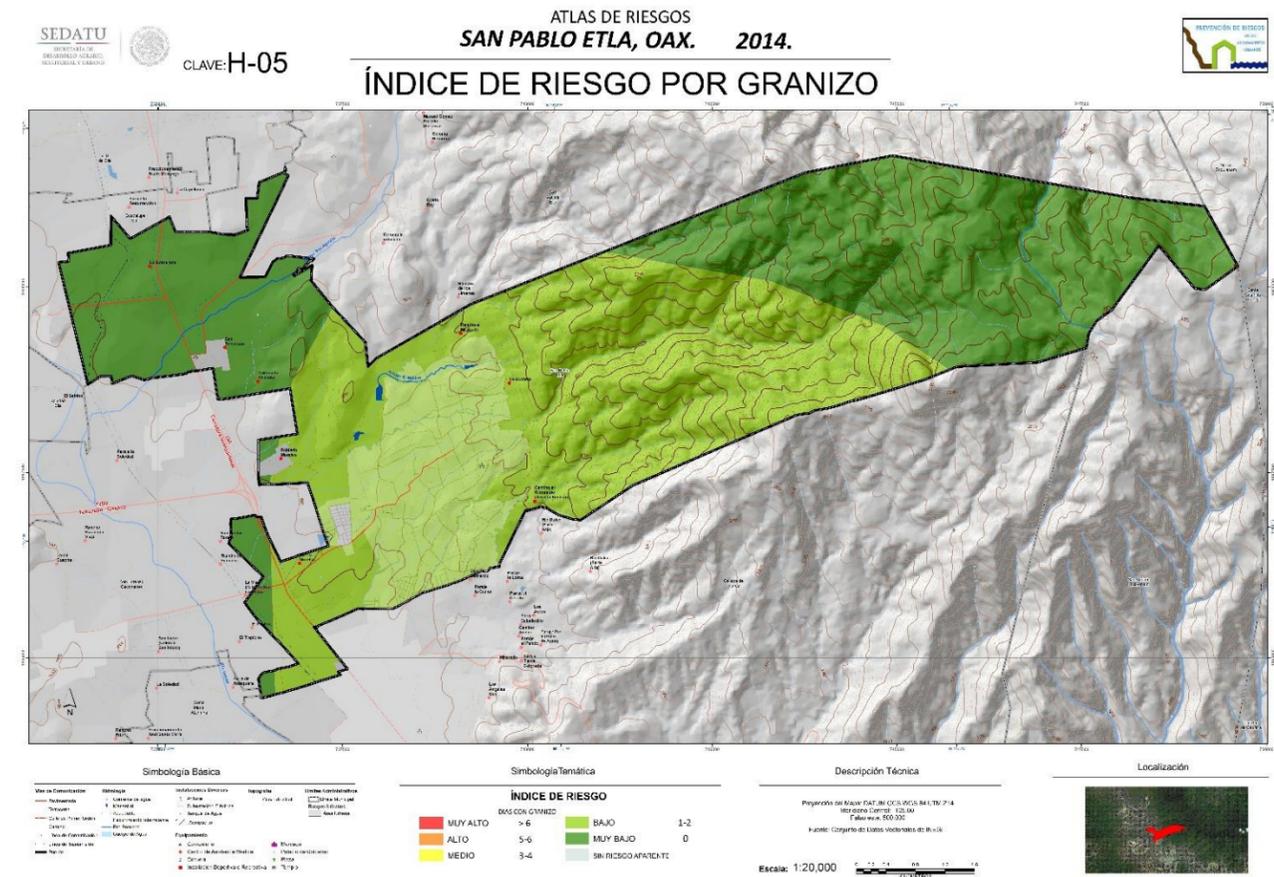
Una vez Integrada la base de datos, se realizan los siguientes procesos:

- Rellenado de datos Faltantes.
- Filtrado de datos que afectan a la muestra.
- Obtención de valores mínimos diarios anuales históricos de días con granizo.
- Ajuste de Función de probabilidad
- Estimación de días con granizo asociados a diferentes periodos de retorno.

Como base en los registros de granizo, obtenidos de las estaciones del Servicio Meteorológico Nacional que rodean la zona de estudio, se puede observar que en promedio se registra una tormenta de granizo al año, por lo cual se concluye que el municipio presenta un peligro bajo y muy bajo ante la presencia de dicho fenómeno

En el siguiente mapa se muestra la distribución de peligro por tormentas de granizo en el municipio.

Figura 45. Mapa de Granizo en el municipio de San Pablo Etlá, Oax.



Fuente: Elaboración propia a partir de los resultados del análisis estadístico de los registros de número de días con granizo contenidos en el CLICOM

Como se puede observar en el mapa de peligro por granizo, la zona ponderada como peligro bajo, abarca el centro y parte del oeste del territorio municipal, dentro de este polígono se encuentra ubicada la zona urbana de San Pablo Etlá, en lo que corresponde a la parte este y una parte del noroeste del territorio el peligro es muy bajo ante la presencia de dicho fenómeno.

En la siguiente tabla se muestra la vulnerabilidad por granizo para cada una de las localidades.

Nivel de afectación por granizo

TABLA 15. PONDERACIÓN DE AFECTACIÓN POR LOCALIDAD PARA GRANIZO			
NIVEL	LOCALIDAD	POBLACION TOTAL	VIVIENDAS
BAJO	CAMINO AL SEMINARIO (TERCERA SECCIÓN)	25	9
BAJO	HACIENDA BLANCA	7,758	3,113
BAJO	SAN PABLO ETLA	3,658	1,341
BAJO	BARRIO MORELOS	923	326
BAJO	POBLADO MORELOS	616	195
BAJO	LA OCOTERA	73	24
BAJO	RANCHO EL MEZQUITE	13	2
MUY BAJO	SAN SEBASTIÁN	1,984	646
MUY BAJO	COLONIA LA AZUCENA	365	104
MUY BAJO	LA BORCELANA	120	48
TOTAL DEL MUNICIPIO		15,535	5,808

Fuente: Modelación Cartográfica.

5.2.5 Tormentas de nieve

Las nevadas, también conocidas como tormentas de nieve, son una forma de precipitación sólida en forma de copos. Un copo de nieve es la aglomeración de cristales transparentes de hielo que se forman cuando el vapor de agua se condensa a temperaturas inferiores a la de solidificación del agua. La condensación de la nieve tiene la forma de ramificaciones intrincadas de cristales hexagonales planos en una variedad infinita de patrones. Estas se presentan cuando la temperatura de la atmósfera, a nivel superficial, es igual o menor a los 0°C, además de otros factores como el viento, principalmente su componente vertical, y la humedad entre otras.

Los fenómenos meteorológicos que provocan las nevadas son los que ocurren generalmente durante el invierno, como son las masas de aire polar y los frentes fríos, que en algunas ocasiones llegan a interactuar con corrientes en chorro, líneas de vaguadas, y entrada de humedad de los océanos hacia tierra. Estos fenómenos provocan tormentas invernales que pueden ser en forma de lluvia, aguanieve o nieve.

Debido a la situación geográfica de nuestro país son pocas las regiones que padecen de nevadas, siendo más acentuado este fenómeno en regiones altas como montañas o sierras, principalmente, durante el invierno. Un caso extraordinario ocurrió en el invierno de 1967, donde aproximadamente el 50% del territorio nacional resultó afectado por una nevada, incluso en el Valle de México.

En las ciudades, los efectos negativos de las nevadas se manifiestan de distintas maneras como fallas en el servicio de energía eléctrica, taponamiento de drenaje, daños a estructuras, derrumbes de techos, entre otros, además de que puede causar decesos en la población. En las zonas rurales las tormentas de nieve pueden tener efectos considerables sobre el cultivo de acuerdo a su tipo y la etapa de crecimiento en la que se encuentre.

Las nevadas principalmente ocurren en el norte del país y en las regiones altas, y rara vez se presentan en el sur. Durante la estación invernal en las sierras del estado de Chihuahua suceden en promedio más de seis nevadas al año, mientras que en algunas regiones al norte de Durango y Sonora, las nevadas tienen una frecuencia de tres veces al año.

También se han registrado nevadas que han afectado a las ciudades del centro del país, como las de Toluca, México, Puebla, Tlaxcala y San Luis Potosí. Eventualmente pueden formarse nevadas en el altiplano de México por la influencia de las corrientes frías provenientes del norte del país. Históricamente las zonas donde su ocurrencia es más frecuente son los volcanes como el Pico de Orizaba, Popocatepetl, Iztaccíhuatl y Nevado de Toluca; también en las sierras de Chihuahua, Durango, Sonora, Coahuila, Baja California y Nuevo León y, en menor frecuencia, en la zona del Bajío (Zacatecas, Aguascalientes, San Luis Potosí, Guanajuato y Jalisco), así como en las partes altas del Valle de México, como es el Ajusco.

Diferencia entre helada y nevada

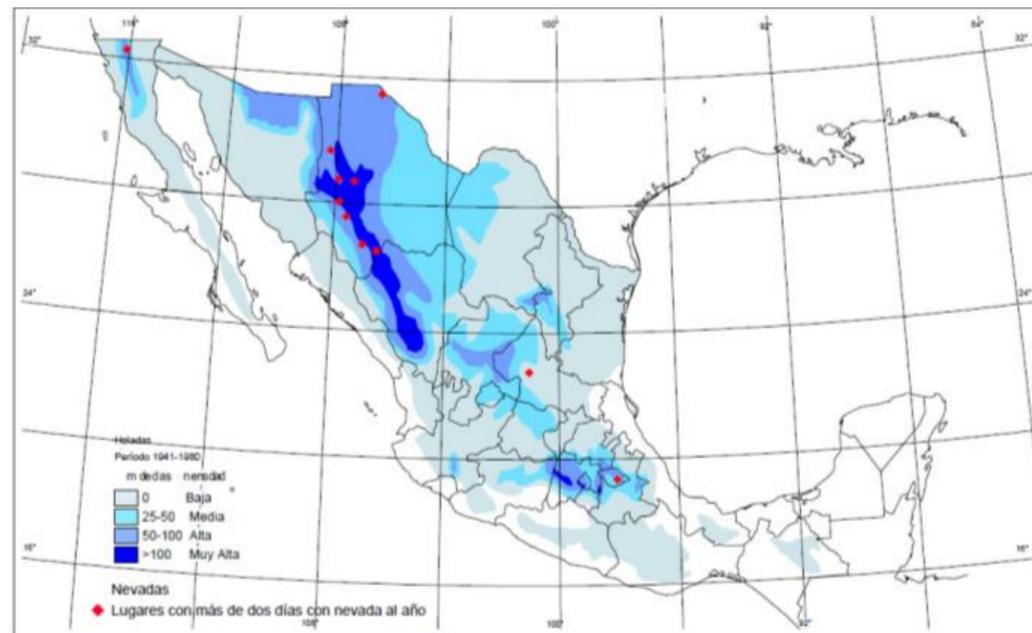
Durante una helada, no ocurre precipitación debido a que el vapor de agua contenido en el aire en lugar de ascender, se congela y se deposita en el piso. Mientras que, en la nevada sí existe precipitación. Ella ocurre cuando el vapor de agua contenido en el aire asciende hasta alcanzar zonas que tienen temperaturas similares a las de congelación donde forma conglomerados de cristales de hielo; como estas zonas están cercanas a la superficie, no tienen tiempo suficiente para fundirse antes de llegar al suelo.

Como la humedad del aire disminuye con la temperatura, las nevadas más intensas se originan cuando la temperatura de las masas de aire cerca de la superficie del terreno es del orden de 0°C, sin embargo, se ha observado nevadas cuando la temperatura del aire es de 4°C. En una nevada los cristales de hielo caen en grupos ramificados, llamados copos de nieve. Cuando la temperatura es menor a -30°C, los cristales pueden flotar en el aire.

Atlas de Riesgos del municipio de San Pablo ETLA, Oaxaca, 2014

Se consultó la información de la página de internet de CENAPRED, misma que muestra para todo el estado de Oaxaca un riesgo Muy Bajo o Nulo, porque no hay registro de este fenómeno para la entidad, se consultó para corroborar las siguientes dependencias encargadas del registro incidencias de nevadas en la zona (CONAGUA, SAGARPA).

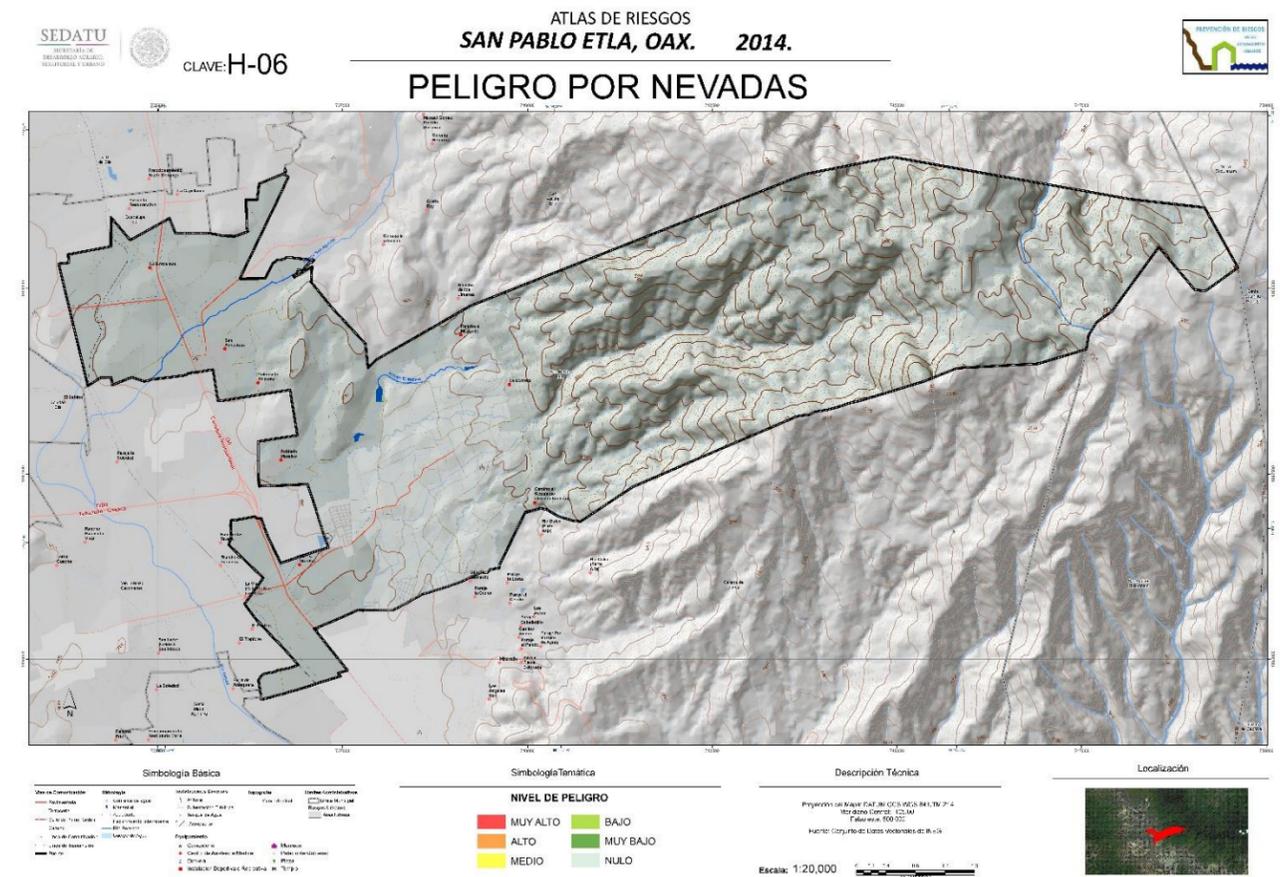
Figura 46. HELADAS Y NEVADAS EN MÉXICO



Fuente: Diagnóstico de Peligros e Identificación de Riesgos de Desastres en México, CENAPRED.

De acuerdo con lo anterior, el municipio de San Pablo ETLA no es propenso a la ocurrencia de tormentas de nieve, no se han tenido registros al respecto de este fenómeno en el sitio ni en sus alrededores, por lo tanto no se llevó a cabo el análisis de peligros ya que no es un agente perturbador que ponga en riesgo la calidad de vida y el desarrollo de las actividades humanas de sus habitantes.

Figura 47. Mapa de peligro por Tormenta de Nieve en el municipio de San Pablo ETLA, Oax.



5.2.6 Ciclones Tropicales

Los ciclones tropicales se caracterizan por formarse en aguas oceánicas cercanas al ecuador, y tener una circulación superficial bien definida y organizada alrededor de un centro de baja presión atmosférica, girando en el hemisferio norte en sentido contrario al de las manecillas del reloj, estos eventos meteorológicos se manifiestan por intensos vientos cambiantes de dirección, oleajes. Altas mareas y lluvias torrenciales. Para el caso de México nos interesa estudiar los ciclones tropicales que se generan en el Océano Pacífico Nororiental y el Océano Atlántico Occidental, específicamente el Golfo de México.

Tratándose de un ciclón tropical bien constituido de núcleo caliente, al cual ya se le asigna un nombre para su monitoreo. Si el viento máximo en superficie es mayor o igual a 118 Km/hr, entonces escómo huracán; el huracán ya presenta áreas o regiones bien definidas. De la parte central a la periferia se encuentra el ojo del huracán la cual rodea al centro de mínima presión atmosférica, tiene vientos débiles y en general está libre de nubes y a continuación de esta pared, se presentan los vientos más fuertes que se caracteriza por la presencia de nubes convectivas bastante desarrolladas tipo cumulo ninbus; que son nubes de tormentas que alcanzan altitudes que varían desde menos de 1,6 Km hasta más de 13 Km sobre la tierra, y poseen una forma de cúpula o de madejas de lana, y de yunque en la cumbre. Después, alrededor de la pared y en forma de espiral, se presenta la región de las bandas convergentes, más externamente una región donde se presentan algunas nubes convectivas de poco desarrollo.

- Temperatura superior a 800 F: A esa temperatura, el agua del océano se está evaporando al nivel acelerado requerido para que se forme el sistema. Es ese proceso de evaporación y la condensación eventual del vapor de agua en forma de nubes el que libera la energía que le da la fuerza al sistema para generar vientos fuertes y lluvia. Y como en las zonas tropicales la temperatura es normalmente alta, constantemente originan el segundo elemento necesario.

- Humedad: Como el ciclón tropical necesita la energía de evaporación como combustible, tiene que haber mucha humedad, la cual ocurre con mayor facilidad sobre el mar, de modo que su avance e incremento en energía ocurre allí más fácilmente, debilitándose en cambio al llegar a tierra firme.

- Viento: La presencia de viento cálido cerca de la superficie del mar permite que haya mucha evaporación y que comience a ascender sin grandes contratiempos, originándose una presión negativa que arrastra al aire en forma de espiral hacia adentro y arriba, permitiendo que continúe el proceso de evaporación. En los altos niveles de la atmósfera los vientos deben estar débiles para que la estructura se mantenga intacta y no se interrumpa este ciclo.

- Giro o "Spin": La rotación de la tierra eventualmente le da movimiento en forma circular a este sistema, el que comienza a girar y desplazarse como un gigantesco trompo. Este giro se realiza en sentido contrario al de las manecillas del reloj en el hemisferio norte, y en sentido favorable en el hemisferio sur.

En el periodo de 1944 a 2009, se registraron 723 ciclones tropicales, de los cuales el 53 % evolucionaron a huracán, del total de ciclones generados en el Pacífico sólo el 28% llegan a tener influencia en México. La proporción de ciclones tropicales que se forman en el Atlántico y que llegan a tocar tierras mexicanas es el 12%. Debido a que los ciclones tropicales frecuentemente afectaban a ciudades densamente pobladas en los EEUU, ocasionando pérdidas económicas y de vidas humanas, se empezaron a registrar desde el año 1944 para el Océano Atlántico y en el año de 1963 para el Océano Pacífico, inicialmente con vuelos sistemáticos de reconocimiento y posteriormente con la ayuda de la observación satelital permitiendo obtener registros de manera continua en espacio y tiempo.

La escala Saffir-Simpson es una calificación de 1 a 5 según la velocidad sostenida del viento de un huracán. Esta escala estima potencial de daños a la propiedad. Los huracanes que llegan a alcanzar la categoría 3 y superiores, se consideran huracanes mayores debido a su potencial destructivo para la pérdida significativa de vidas y daños. (NOAA, 2013).

HURACANES

TABLA 16. NOMBRE DE LOS CICLONES TROPICALES POR SU FORMACIÓN GEOGRÁFICA EN EL MUNDO.	
NOMBRE	UBICACIÓN GEOGRÁFICA
HURACÁN	EN EL ATLÁNTICO NORTE OCCIDENTAL, LA PARTE CENTRAL Y ORIENTAL DEL PACÍFICO NORTE, EL MAR CARIBE Y EL GOLFO DE MÉXICO.
TIFÓN	EN EL PACÍFICO NORTE OCCIDENTAL
CICLÓN	EN LA BAHÍA DE BENGALA Y EL MAR ARÁBIGO
CICLÓN TROPICAL SEVERO	EN EL PACÍFICO SUR OCCIDENTAL Y EL OCÉANO ÍNDICO SURORIENTAL
CICLÓN TROPICAL	EN EL OCÉANO ÍNDICO SUROCCIDENTAL
BAGUIO	EN CHINA Y LAS ISLAS FILIPINAS
WILLY-WILLY	EN AUSTRALIA

Fuente: Organización Meteorológica Mundial

Para la formación e un ciclón tropical deben estar presentes los siguientes elementos.

El huracán, es el más severo de los fenómenos meteorológicos conocidos como ciclones tropicales. Estos son sistemas de baja presión con actividad lluviosa y eléctrica cuyos vientos rotan antihorariamente (en contra de las manecillas del reloj) en el hemisferio Norte, se forman en el mar en la época en que la temperatura del agua es superior a los 26 grados.

Con Base en la información del Atlas Climatológico de Ciclones Tropicales en México (CENAPRED, 2002), un ciclón tropical se define como: "Una gran masa de aire cálida y húmeda con fuertes vientos que giran en forma de espiral alrededor de una zona de baja presión. Se originan en el mar entre los 5° y 15° de Latitud, tanto en el hemisferio norte como en el sur.

Los huracanes se clasifican de acuerdo con la intensidad de sus vientos, utilizando la escala de vientos de huracanes de Saffir-Simpson, en la cual los huracanes de categoría 1 tienen los vientos menos rápidos, mientras que los de categoría 5 presentan los más intensos.

Clasificación de Huracanes:

HURACÁN CATEGORÍA I:

Vientos de 74 a 95 millas por hora (64 a 82 nudos). Presión barométrica mínima igual o superior a 980 mb (28.94 pulgadas). Mareas de tormenta de 1.5 mts aproximadamente.

Efectos: Daños principalmente a arboles arbustos y casas móviles que no hayan sido previamente aseguradas, daños ligeros a otras estructuras, destrucción parcial o total de algunos letreros y anuncios pobremente instalados. Marejadas de 4 a 5 pies sobre lo normal, caminos y carreteras en costas bajas inundadas; daños menores a los muelles y atracaderos. Las embarcaciones menores rompen sus amarres en áreas expuestas.

HURACÁN CATEGORÍA II:

Daños moderados, vientos de 96 a 110 millas por hora (83 a 96 nudos). Presión barométrica mínima de 965 a 979 mb (28.50 a 28.91 pulgadas). Mareas de tormenta de 2 a 2.5 mts aproximadamente.

Efectos: Daños a árboles y arbustos, algunos derribados, grandes daños a casas móviles en áreas expuestas, extensos daños a letreros y anuncios, destrucción parcial de algunos techos, puertas y ventanas. Pocos daños a estructuras y edificios. Marejadas de 6 a 8 pies sobre lo normal.

Carreteras y caminos inundados cerca de las costas. Las rutas de escape en terrenos bajos se interrumpen 2 a 4 horas antes de la llegada del centro del huracán, las marinas se inundan. Las

embarcaciones menores rompen amarrasen áreas abiertas. Se requiere la evacuación de residentes de terrenos bajos en áreas costeras.

HURACÁN CATEGORÍA III:

Daños extensos, vientos de 111 a 130 millas por hora (96 a 113 nudos). Presión barométrica mínima de 945 a 964 mb (27.91 a 28.47 pulgadas). Mareas de tormenta de 2.5 a 4 mts aproximadamente.

Efectos: Muchas ramas son arrancadas de los árboles, grandes árboles derribados. Anuncios y letreros que no estén sólidamente instalados son llevados por el viento. Algunos daños a los techos de edificios y también a puertas y ventanas. Algunos daños a las estructuras de edificios pequeños. Casas móviles destruidas. Marejadas de 9 a 12 pies sobre lo normal, inundando extensas áreas de zonas costeras con amplia destrucción de muchas edificaciones que se encuentren cerca del litoral.

Las grandes estructuras cerca de las costas son seriamente dañadas por el embate de las olas y escombros flotantes. Las vías de escape en terrenos bajos se interrumpen 3 a 5 horas antes de la llegada del centro del huracán debido a la subida de las aguas. Los terrenos llanos de 5 pies o menos sobre el nivel del mar son inundados por más de 8 millas tierra adentro. Posiblemente se requiera la evacuación de todos los residentes en los terrenos bajos a lo largo de las zonas costeras.

HURACÁN CATEGORÍA IV:

Daños extremos, vientos de 131 a 155 millas por hora (114 a 135 nudos). Presión barométrica mínima de 920 a 944 mb (27.17 a 27.88 pulgadas). Mareas de tormenta de 4 a 5.5 mts aproximadamente.

Efectos: Árboles y arbustos son arrasados por el viento, anuncios y letreros son arrancados o destruidos. Hay extensos daños en techos, puertas y ventanas, se produce colapso total de techos y algunas paredes en muchas residencias pequeñas. La mayoría de las casas móviles son destruidas o seriamente dañadas. Se producen, marejadas de 13 a 18 pies sobre lo normal. Los terrenos llanos de 10 pies o menos sobre el nivel del mar son inundados hasta 6 millas tierra adentro.

Hay grandes daños a los pisos bajos de estructuras cerca de las costas debido al influjo de las inundaciones y el batir de las olas llevando escombros. Las rutas de escape son interrumpidas por la subida de las aguas 3 a 5 horas antes de la llegada del centro del huracán. Posiblemente se requiera una evacuación masiva de todos los residentes dentro de un área de unas 500 yardas de la costa y también de terrenos bajos hasta 2 millas tierra adentro.

HURACÁN CATEGORÍA V:

Daños extremos, vientos de más de 155 millas por hora (135 nudos). Presión barométrica mínima por debajo de 920 mb (27.17 pulgadas). Mareas de tormenta de mayores a 5.5mts aproximadamente.

Árboles y arbustos son totalmente arrasados por el viento con muchos árboles grandes arrancados de raíz, daños de gran consideración a los techos de los edificios. Los anuncios y letreros son arrancados, destruidos y llevados por el viento a una distancia considerable, ocasionando a su vez más destrucción. Daños muy severos y extensos a ventanas y puertas. Hay colapso total de muchas residencias y edificios industriales, se produce una gran destrucción de cristales en puertas y ventanas que no hayan sido previamente protegidos.

Muchas casas y edificios pequeños derribados o arrasados. Destrucción masiva de casas móviles, se registran mareas muy superiores a 18 pies sobre lo normal. Ocurren daños considerables a los pisos bajos de todas las estructuras a menos de 15 pies sobre el nivel del mar hasta más de 500 yardas tierra adentro. Las rutas de escape en terrenos bajos son cortadas por la subida de las aguas entre 3 a 5 horas antes de lallegada del centro del huracán. Posiblemente se requiera una evacuación masiva de todos los residentes en terrenos bajos dentro de un área de 5 a 10 millas de las costas. Situación caótica.

Las principales amenazas que generan los ciclones son:

Viento

Uno de los aspectos principales para dar la característica destructiva a un huracán, se desplaza siempre de las zonas de alta presión a las de baja presión. A este movimiento del aire se le llama viento y su velocidad es directamente proporcional a la diferencia de presión que existe entre los puntos por los que circula. Los vientos provocados por los huracanes son muy fuertes, en la categoría más baja (tormenta tropical) tienen una velocidad de 63 km/h, en niveles más fuertes se presentan vientos con una velocidad mayor a los 118 km/h, cuando ya adquieren la categoría de huracán.

El viento es el movimiento de aire con relación a la superficie terrestre. En las inmediaciones del suelo, aunque existen corrientes ascendentes y descendentes, predominan los desplazamientos del aire horizontales, por lo que se considera solamente la componente horizontal del vector velocidad. Al ser una magnitud vectorial habrá que considerar su dirección y velocidad. La dirección del viento no es nunca fija, sino que oscila alrededor de una dirección media que es la

que se toma como referencia. Se considerará la rosa de vientos de ocho direcciones para definirlo.

Con base en la información del CENAPRED, la forma más refinada de regionalización del peligro por viento es la que se usa para fines de ingeniería, en las normas para diseño de edificios y de otras estructuras. Se emplea como parámetro la velocidad máxima del viento para un cierto período de retorno, y con ella se preparan mapas de curvas llamadas isotacas que corresponden a los sitios con una misma velocidad máxima de viento. El país se divide en cuatro zonas que representan bandas de velocidad máxima de viento que ocurren en promedio una vez cada 50 años, mismas que se describen a continuación:

TABLA 17. ZONIFICACIÓN EÓLICA (CFE)	
ZONA	VELOCIDAD DEL VIENTO
1	100 A 130 (KM/H)
2	130 A 160 (KM/H)
3	160 A 190 (KM/H)
4	190 A 220 (KM/H)

Fuente CFE

Las lluvias intensas

Estas pueden extenderse a grandes distancias de su región central, mientras más tiempo se mantenga el huracán en tierra desprenderá mayores niveles de lluvia. En ocasiones los parámetros que alertan sobre los huracanes están basados principalmente sobre la velocidad de los vientos, sin embargo, un huracán puede causar graves daños cuando mantiene una velocidad de vientos baja, pero que permanezca demasiado tiempo estacionado en áreas terrestres provocando lluvias intensas, generando un alto riesgo de inundación pluvial, y si existen montañas, la lluvia puede alcanzar valores extremos. Las fuertes precipitaciones pluviales que están asociadas a los huracanes, dependen de la prontitud con que este viaja, de su radio de acción y del área formada por nubes convectivas cumulonimbus. Este fenómeno se abordará puntualmente en el numeral 5.2.10.

La marea de tormenta

Es una inundación costera asociada con un sistema atmosférico de baja presión (normalmente, con un ciclón tropical). La marejada ciclónica es principalmente producto de los vientos en altura que empujan la superficie oceánica. El viento hace que el agua se eleve por encima del nivel del mar normal. Cuando un ciclón tropical se acerca a la costa. La marea se agrega al oleaje que físicamente se está produciendo en el momento que se aproxima el huracán y por esta razón no es tan obvio percibirse de la existencia de dicha sobreelevación por lo que simplemente se reportan olas que tienen mayores alcances tierra adentro. El principal efecto de

la marea de tormenta es la inundación de las zonas costeras con agua de mar, que dependiendo de la topografía, puede llegar a cubrir franjas de varios kilómetros.

Oleaje

La gran intensidad y extensión del campo de vientos generan fuertes oleajes que, al trasladarse pueden afectar en gran medida, inclusive para las zonas alejadas del punto de incidencia del huracán sobre la tierra. En México, los ciclones tropicales producen las condiciones de oleaje más severas, por lo que no es conveniente la navegación en esas condiciones y se considera en el diseño de las obras de protección costeras.

ONDAS TROPICALES

Las Ondas Tropicales son perturbaciones originadas en la zona de los vientos alisios conocida como Zona de Convergencia Intertropical (ZCI), caracterizadas por la presencia de precipitaciones con fuertes rachas de viento, cuyo movimiento es hacia el oeste a una velocidad promedio de 15 km/hr, produciendo un fuerte proceso convectivo sobre la superficie que cruza. Su duración puede variar de una a dos semanas y su longitud va de los 1,500 km., hasta los 4,000 km., generando una zona de convergencia en la parte trasera de la onda y una zona de divergencia en el frente.

Las condiciones iniciales favorables para su formación y desarrollo son la presencia de aire húmedo en una amplia capa de la atmósfera, la cual se vuelve inestable por la saturación del aire por lo que tiende a elevarse a grandes altitudes generando un fuerte mecanismo de presión. También pueden producirse tormentas tropicales como resultado del choque de dos masas de aire frontal, en las que la ascendencia del viento puede generarse por la llegada de aire frío que se desliza por debajo de la masa de aire cálido y húmedo. Las tormentas tropicales pueden presentar mareas de tormenta de hasta 1.1 mts.

Estos sistemas meteorológicos de baja presión tienen distintas etapas de evolución, la primera de ellas se conoce como depresión tropical y corresponde a una zona limitada de baja presión atmosférica, donde se favorece la convergencia de vientos en superficie, con una velocidad máxima de 62 Km/hr, esto se da sobre regiones donde la temperatura superficial del mar es mayor a 26.5°C. La segunda etapa, llamada tormenta tropical, se presenta cuando las condiciones son apropiadas para que los vientos alcancen velocidades de hasta 118 Km/hr.

CLASIFICACIÓN	NIVEL DE PRESIÓN EN MILIBARES (MB)
Depresión Tropical	Presión de 1008 a 1005 mb o velocidad de los vientos menor que 63 km/h
Tormenta Tropical	Presión de 1004 a 985 mb o velocidad del viento entre 63 y 118 km/h

Aun cuando los huracanes pueden formarse desde principios de mayo en el Mar Caribe o en el Golfo de México, la temporada oficial de huracanes comienza el 1 de Junio y termina el 30 de noviembre. En la zona este del Pacífico Oriental, la temporada comienza oficialmente el 15 de mayo y termina el 30 de noviembre.

En este trabajo se realizó una revisión histórica de los ciclones tropicales que se han acercado al municipio de San Pablo Etlá. En el análisis de datos realizado para el Océano Atlántico, es notoria la frecuencia de ciclones tropicales que entran al territorio mexicano por el Estado de Quintana Roo y cruzan la península de Yucatán, saliendo al Golfo de México para volver a entrar a territorio nacional y tornar su recorrido hacia las costas de Tamaulipas o Veracruz.

Reseñas de las trayectorias de Ciclones (Huracanes y ondas tropicales), que han afectado de manera indirecta al municipio.

Pacífico

En lo que respecta a los huracanes y tormentas tropicales que se han generado en la zona del Pacífico, se tomó como base la información del programa "**BUSCA CICLONES TROPICALES DEL CENAPRED**", para verificar si alguno de estos fenómenos ha afectado de manera directa o indirecta la zona de estudio, encontrándose un par de ellos que datan de 1958 Tormenta Tropical y de 1961 "Simone" Depresión Tropical respectivamente.

Tormenta Tropical 1958

Se origina el 13 de junio de 1958 a unos 160 km de las costas de Guatemala con vientos de 45 km/h avanzando con dirección noroeste, para el día 14 de ese mes toca tierra en la zona de Oaxaca con vientos de 45 km/h y avanza hacia el noroeste para internarse en territorio nacional donde pierde fuerza para finalmente disiparse.

Depresión Tropical "Simone"[01 Noviembre – 03 Noviembre de 1961]

Esta depresión se origina en el Pacífico a unos 40 km frente a las costas de Guatemala, a las 6:00 am del 1 de noviembre de 1961, con velocidades de 25 km/h, avanzando con dirección oeste. Para el día 2 de noviembre "Simone" intensificó su actividad alcanzando vientos de 45 km/h y avanzando con dirección noroeste para tocar tierra en la zona de Oaxaca, avanzando hacia el norte para internarse territorio nacional donde fue perdiendo fuerza. Para el día 3 de noviembre la depresión tropical "Simone" se comenzó disiparse.

Atlántico

En lo que respecta a los huracanes y tormentas tropicales que se han generado en la zona del Atlántico, se tomó como base la información del programa **"BUSCA CICLONES TROPICALES DEL CENAPRED"**, para verificar si alguno de estos fenómenos ha afectado de manera directa o indirecta la zona de estudio, encontrándose la siguiente información:

Huracán "Stan" [01 Octubre – 05 Octubre de 2005]

Con base en la información obtenida de CONAGUA Subdirección General Técnica Servicio Meteorológico Nacional, el día 1° de octubre por la mañana se generó la depresión tropical No. 20 del Océano Atlántico; se inició a una distancia aproximada de 180 km al sureste de Cozumel, Q. R., con vientos máximos sostenidos de 45 km/h, rachas de 65 km/h, presión mínima de 1007hPa y desplazamiento hacia el oeste-noroeste a 9 km/h. Durante el resto del día, la DT-20 siguió su desplazamiento hacia el oeste-noroeste con vientos máximos sostenidos de 55 km/h. Cuando se encontraba a unos 20 km al este de la costa de Quintana Roo, en las cercanías de Punta Estrella, la DT-20 se desarrolló a la tormenta tropical "Stan" con vientos máximos sostenidos de 75 km/h y rachas de 90 km/h.

La tormenta tropical "Stan" tocó la costa de Quintana Roo, aproximadamente a las 7:00 horas del día 2, cuando su centro se localizó a 33 km al Este-Noreste de Felipe Carrillo Puerto con vientos máximos sostenidos de 75 km/h y rachas de 95 km/h. Durante el transcurso del día 2 "Stan" cruzó la Península de Yucatán con trayectoria hacia el Oeste-Noroeste; al avanzar sobre tierra empezó a perder fuerza por lo que al final del día, se encontraba a 10 km al Sureste de la población de Celestún, Yuc., como depresión tropical con vientos máximos sostenidos de 55 km/h.

En las primeras horas del día 3, la DT "Stan" salió al Golfo de México y a las 4:00 horas ya se encontraba nuevamente como tormenta tropical, con vientos máximos sostenidos de 65 km/h y rachas de 85 km/h. Durante el resto de este día, "Stan" mantuvo su desplazamiento hacia el oeste, cruzando la parte suroeste del Golfo de México mientras aumentaba gradualmente la fuerza de sus vientos y afectaba fuertemente con sus bandas nubosas a todos los estados del litoral de Golfo.

En la madrugada del día 4, cuando se encontraba a 75 km al Norte de Coatzacoalcos, Ver., el avión cazahuracanes reportó que la tormenta tropical "Stan" se había intensificado a huracán de categoría I, con vientos máximos sostenidos de 130 km/h y rachas de 155 km/h. El huracán "Stan" siguió su trayectoria con rumbo hacia la costa de Veracruz, y poco antes de las 10:00 horas local, tocó tierra entre Punta Roca Partida y Monte Pío, Ver., a unos 20 km al noreste de San Andrés Tuxtla, Ver., con vientos máximos sostenidos de 130 km/h. Al tocar tierra, "Stan" empezó a perder fuerza y así, unas horas más tarde, cuando se encontraba a 25 km al este-sureste de Villa Azueta, Ver., se degradó a tormenta tropical, con vientos máximos sostenidos de 105 km/h y rachas de 130 km/h. Por la noche del día 4, al cruzar la sierra de la parte norte de Oaxaca, la tormenta tropical "Stan" se debilitó a depresión tropical, a una distancia de 30 km al Noreste de la ciudad de Oaxaca, Oax., presentando vientos máximos sostenidos de 55 km/h y rachas de 75 km/h. Finalmente, en la madrugada del día 5, después de haber avanzado sobre la región montañosa del estado de Oaxaca, la depresión tropical "Stan" entró en proceso de disipación, a una distancia de 60 km al oeste-suroeste de la ciudad de Oaxaca, Oax.

Tormenta tropical "Hermine" [20 septiembre – 25 septiembre de 1980]

Se origina el 20 de septiembre de 1980 en el mar Caribe a unos 650 km de las costas hondureñas, con vientos de 25 km/h, para el 21 de septiembre la tormenta tropical se encontraba cerca de la costa de Honduras, después de rozar Honduras, la tormenta tropical "Hermine" tocó tierra justo al norte de la ciudad de Belice el 22 del mismo mes, dejando a su paso lluvias. Después de cruzar la península de Yucatán, la tormenta tropical "Hermine" salió brevemente a la bahía de Campeche donde volvió a tomar fuerza y retornó a las playas mexicanas. La tormenta se internó tierra adentro y finalmente se disipó el 25 de septiembre.

Depresión tropical "Fifi" [14 Septiembre – 22 Septiembre de 1974]

Comenzó como una onda tropical el 14 de septiembre de 1974, en la zona nor-oriental del Mar Caribe. El 16 de septiembre de ese año, la depresión se intensificó a Tormenta Tropical con nombre de seguimiento "Fifi" cerca de las costas de la Isla de Jamaica continuando ganando

fuerza y extendiéndose en los días posteriores y alcanzando las costas de Honduras y Guatemala, ya con una magnitud de huracán categoría 2.

Después de tocar tierra, el huracán "Fifi" se debilitó rápidamente, convirtiéndose en una depresión tropical la noche del 20 de septiembre fecha en la que toco México, para el 21 de septiembre siguió su avance a través del territorio nacional con dirección oeste y dejando a su paso lluvias por la zona, finalmente para el 22 del mismo mes, después de haber atravesado la parte sur del territorio nacional, se disipó frente a las costas mexicanas del Pacífico.

Tormenta Tropical S/N (12 Octubre- 17 Octubre de 1923)

Se tiene registro referente a una Tormenta Tropical que se originó el 12 de octubre de 1923, con vientos que alcanzaron los 70 km/hr, atravesó la república pasando por los estados de Veracruz y Oaxaca dejando a su paso fuertes lluvias en la región, para finalmente disiparse el 17 de octubre de 1923.

Por su ubicación geográfica y con base en los registros (SMN), así como la información que se consultó de la página de internet de CENAPRED, se concluye que el grado de peligro por presencia de ciclones tropicales para el municipio de San Pablo ETLA, es muy bajo viéndose afectado de manera indirecta por estos fenómenos. Cabe hacer mención que el trastorno que puede ocasionar un ciclón tropical que toca tierra, no sólo se resume a la vulnerabilidad con que la población se afronte ante los peligros del viento fuerte y sus derivados, sino también al efecto negativo que pudiera dejar las intensas precipitaciones.

Asociado esto con la presencia de Ciclones tropicales, se presentan inundaciones repentinas que dejan daños en la infraestructura de las zonas urbanas y en zonas propuestas para el desarrollo agropecuario lo que afecta al desarrollo económico.

TABLA 18. PONDERACIÓN DE AFECTACIÓN POR LOCALIDAD PARA CICLONES TROPICALES			
NIVEL	LOCALIDAD	POBLACION TOTAL	VIVIENDAS
MUY BAJO	HACIENDA BLANCA	7,758	3,113
MUY BAJO	SAN PABLO ETLA	3,658	1,341
MUY BAJO	SAN SEBASTIÁN	1,984	646
MUY BAJO	BARRIO MORELOS	923	326
MUY BAJO	POBLADO MORELOS	616	195

MUY BAJO	COLONIA LA AZUCENA	365	104
MUY BAJO	LA BORCELANA	120	48
MUY BAJO	LA OCOTERA	73	24
MUY BAJO	CAMINO AL SEMINARIO (TERCERA SECCIÓN)	25	9
MUY BAJO	RANCHO EL MEZQUITE	13	2
TOTAL DEL MUNICIPIO		15,535	5,808

Fuente: Modelación Cartográfica.

5.2.7 Tornados

El Tornado es un fenómeno meteorológico que se produce a raíz de una rotación de aire de gran intensidad y de poca extensión horizontal, que se prolonga desde la base de una nube madre, conocida como Cumulonimbus. La base de esta nube se encuentra a altitudes por debajo de los 2 Km y se caracteriza por su gran desarrollo vertical, en donde su tope alcanza aproximadamente los 10 Km de altura hasta la superficie de la tierra o cerca de ella. Su duración es muy variable, entre algunos segundos y algunas horas. En el centro del tornado la presión atmosférica es muy baja, pudiendo alcanzar unos 100 milibares menos que en el ambiente alrededor del tornado. Los vientos máximos son muy difíciles de medir, estimándose que en los casos más intensos pueden superar los 650 km/hr. Debido a esto, el tornado es el fenómeno atmosférico que tiene la mayor capacidad destructora a nivel local.

Los tornados pueden ser locales, pero la rapidez con que se desarrollan los hace muy peligrosos para la gente. Los daños que ocasionan son diversos, entre los que destacan: pérdidas económicas a la agricultura, a las viviendas, a la infraestructura urbana, lesiones, cortaduras e incluso, pérdidas humanas. Los daños de los tornados son el resultado de la combinación de varios factores:

- La fuerza del viento provoca que las ventanas se abran, se rompan cristales, haya árboles arrancados de raíz y que automóviles, camiones y trenes sean lanzados por los aires.
- Los impactos violentos de los desechos que porta y que son lanzados contra vehículos, edificios y otras construcciones, etc.
- La baja presión del interior del tornado, provoca la falla de algunos elementos estructurales y no estructurales sobre las que se posa, como las ventanas.

Los tornados están formados por dos tipos de movimientos verticales del aire: uno anticiclónico con giro horario, formado por el aire frío y seco que desciende disminuyendo su radio y por lo tanto, aumentando su velocidad de giro, y otro ascendente, que constituye un área ciclónica, cuyo radio de acción va aumentando en espiral al ir ascendiendo en sentido contrario a las agujas del reloj en el hemisferio norte, y en el sentido de las agujas del reloj en el hemisferio sur. Al contrario de lo que sucede con la especie de embudo anticiclónico descendente, a medida que asciende el aire caliente se va ensanchando, con lo que pierde velocidad y, obviamente, energía. Las superceldas y los tornados giran ciclónicamente en simulaciones numéricas incluso cuando el efecto Coriolis es ignorado.

Como resulta lógico, esta velocidad genera un efecto intenso en la superficie, donde la fricción hace girar la columna de aire hacia la derecha (de nuevo en el hemisferio norte) mientras que en altura, dicha velocidad es mucho menor al tener la columna o embudo un diámetro mucho mayor.

- Tornado conducto de estufa, evento de forma casi cilíndrica y de altura relativamente baja.
- Tornado de Cuña, gran tornado de un solo vórtice que se aprecia como una enorme cuña enterrada en la tierra.
- Tornados de múltiples vórtices, se aprecian como una familia de remolinos girando alrededor de un centro común, pueden llegar a quedar oscurecidos por la condensación, polvo y desechos aparentando ser solo un embudo.

Las condiciones de iluminación son un factor determinante en su apariencia, un tornado visto con el sol detrás de él se ve muy oscuro, cuando el sol está a espaldas del observador su apreciación es gris o blanco brillante. Cuando el tornado se forma durante el ocaso se pueden apreciar tonos de amarillo, anaranjado y rosa.

Dependiendo del ambiente en el que se forman, se presentan en una gran variedad de colores.

Invisibles; se desarrollan en un entorno seco, los desechos en circulación en la base del embudo apenas los hacen distinguibles.

Blancos o Grises; color característico de los embudos de condensación que levantan pocos desechos o no los levantan.

Azules o muy Blancos; Cuando viajan por un cuerpo de agua como en el caso de las trombas marinas adquieren esta tonalidad.

Oscuros; característica de embudos lentos que consumen grandes cantidades de desechos, adquieren la tonalidad de los desechos en suspensión.

Rojos; el tinte rojizo en la tierra de las grandes llanuras los vuelve de este color.

Blanco Brillante; esta tonalidad se presenta cuando los tornados viajan sobre zonas montañosas en terrenos cubiertos por nieve.

Además de tornados, son comunes en tales tormentas, lluvias intensas, rayos, fuertes ráfagas de viento y granizo. Si bien la mayoría de los tornados, particularmente los más fuertes, se derivan de superceldas, también algunos se pueden formar a partir de otras circulaciones de aire, y por lo tanto son denominados tornados no supercelulares. Este tipo de tornados, no obstante, suelen ser de menor intensidad.

TABLA 19. CARACTERÍSTICAS DE UN TORNADO
CARACTERÍSTICAS MÁS COMUNES PARA IDENTIFICAR UN TORNADO
El tornado se forma en conexión con una nube de tormenta, llamada "Cumulonimbu"
El tornado aparece en la base de la nube "Cumulonimbu" y se extiende hacia abajo hasta alcanzar el suelo en forma de embudo o manga.
Comúnmente un tornado va acompañado por lluvia, granizo, relámpagos, rayos y de la oscuridad propia de las nubes.
Baja presión atmosférica (fuerza por unidad de área, ejercida sobre una superficie determinada) en el centro de la tormenta y enorme velocidad del viento.
El efecto de destrucción de un tornado es mayor en el área afectada que el de un huracán, debido a que la energía por liberar se concentra en un área más pequeña. Por tanto el efecto de la velocidad del viento y la baja presión hace que el daño sea mayor.
Los tornados se desplazan aproximadamente a 50km/h, sin embargo, algunos se mueven lentamente, mientras otros alcanzan velocidades de 100km/h o más. La trayectoria promedio de un tornado es de unos 400 metros de ancho y unos cuantos kilómetros de largo. Algunas de éstas han alcanzado valores excepcionales de 1.6km de ancho y 480km de largo.

En su mayoría adoptan la forma de embudo, con una nube de desechos cerca del suelo, cuando quedan oscurecidos completamente por lluvia o polvo son particularmente peligrosos porque incluso los meteorólogos experimentados pueden no verlos.

Los tornados pueden presentarse de muchas formas y tamaños:

- Trombas terrestres pequeñas y débiles, se ven como un torbellino de polvo sobre el suelo, su embudo de condensación puede no extenderse desde la superficie terrestre, cuando los vientos superan los 64 km/h es considerada su circulación como un tornado.

Atlas de Riesgos del municipio de San Pablo Etlá, Oaxaca, 2014



Existen varias escalas para medir la intensidad de un tornado, pero la aceptada universalmente es la Escala de Fujita (también llamada Fujita-Pearson Tornado IntensityScale), elaborada por TetsuyaFujita y Allan Pearson de la Universidad de Chicago en 1971.

Esta escala se basa en la destrucción ocasionada a las estructuras realizadas por el hombre y no al tamaño, diámetro o velocidad del tornado. Por lo tanto, no se puede calcular su intensidad a partir de la observación directa; se deben evaluar los daños causados por el meteoro. Hay seis grados (del 0 al 5) y se antepone una F en honor del autor.

A diferencia de los Estados Unidos de América, en México no existe sistema alguno que permita alertar la presencia de este fenómeno hidrometeorológico; sin embargo, ya comienza a haber instrumentación capaz de detectar superceldas y, tal vez, tornados, como es el caso del radar Doppler "Mozotal", recientemente instalado en el estado de Chiapas, operado por el Servicio Meteorológico Nacional, y cuya imagen puede ser consultada en la página de internet de esta institución (CENAPRED).

TABLA 20. ESCALA DE FUJITA PARA TORNADOS, BASADA EN LOS DAÑOS CAUSADOS (1971)

NÚMERO EN LA ESCALA	DENOMINACIÓN DE INTENSIDAD	VELOCIDAD DEL VIENTO KM/H	TIPO DE DAÑOS
F0	VENDAVAL	60-100	DAÑOS EN CHIMENEAS, ROTURA DE RAMAS, ÁRBOLES PEQUEÑOS ROTOS, DAÑOS EN SEÑALES Y RÓTULOS.
F1	TORNADO MODERADO	100-180	DESPRENDIMIENTO DE ALGUNOS TEJADOS, MUEVE COCHES Y CAMPER, ARRANCA ALGUNOS ÁRBOLES PEQUEÑOS.
F2	TORNADO IMPORTANTE	180-250	DAÑOS CONSIDERABLES. ARRANCA TEJADOS Y GRANDES ÁRBOLES DE RAÍZ, CASAS DÉBILES DESTRUIDAS, ASÍ COMO OBJETOS LIGEROS QUE SON LANZADOS A GRAN VELOCIDAD.
F3	TORNADO SEVERO	250-320	DAÑOS EN CONSTRUCCIONES SÓLIDAS, TRENES AFECTADOS, LA MAYORÍA DE LOS ÁRBOLES SON ARRANCADOS.
F4	TORNADO DEVASTADOR	320-340	ESTRUCTURAS SÓLIDAS SERIAMENTE DAÑADAS, ESTRUCTURAS CON CIMIENTOS DÉBILES ARRANCADAS Y ARRASTRADAS, COCHES Y OBJETOS PESADOS ARRASTRADOS.
F5	TORNADO INCREIBLE	420-550	EDIFICIOS GRANDES SERIAMENTE AFECTADOS O COLAPSADOS, COCHES LANZADOS A DISTANCIAS SUPERIORES A LOS 100 METROS, ESTRUCTURAS DE ACERO SUFREN DAÑOS.

Fuente. CENAPRED

Si bien los tornados pueden producirse a lo largo de casi todo el año, se observa una marcada variación estacional que difiere del país y lugar, siendo su máxima ocurrencia durante verano en las latitudes medias (junio, julio y agosto). Pueden originarse a cualquier hora del día, con mayor frecuencia durante la tarde entre las 2:00 p. m. y 8:00 p. m., esta situación se relaciona con el máximo calentamiento diurno de la superficie terrestre, ya que las altas temperaturas contribuyen a la inestabilidad atmosférica y a la formación de tormentas, que generalmente conducen a la generación de tornados.

En 1998 National Geographic Society represento el riesgo por tonados en Norteamérica, para México se obtuvo un riesgo mediano en estrechas franjas de los estados de Tamaulipas, Veracruz, Campeche, Yucatán y Quintana Roo, mientras que el resto del país es catalogado en bajo riesgo de ocurrencia. Cabe mencionar que en nuestro país se presentan las condiciones

meteorológicas necesarias para la formación de los tornados superceldas y no-superceldas. En algunos lugares se presentan estacionalmente y en otros esporádicamente.

En la actualidad, se cuenta con una base de datos muy pequeña de estos fenómenos remitiéndose exclusivamente a una recopilación de información existente entre testimonios históricos en la época de 958-1822, siglo XIX-XX, notas periodísticas 2000-2007 e información popular obtenida en trabajo de campo (CENAPRED).

Al analizar los 126 registros de tornados ocurridos en el territorio nacional entre los años 2000 a 2012, la realidad del riesgo de ocurrencia de tornado en el país es diferente, pues en los 13 años comprendidos, 29 de los 32 estados han presenciado este fenómeno natural, solo San Luis Potosí, Querétaro y Morelos permanecen sin incidencia.

TABLA 21. TORNADOS POR ESTADO 2000-2012

ESTADO DE MÉXICO	14	VERACRUZ	12	TLAXCALA	11
CHIAPAS	11	TAMAULIPAS	9	CHIHUAHUA	9
NUEVO LEÓN	6	TABASCO	6	PUEBLA	5
QUINTANA ROO	5	COAHUILA	5	HIDALGO	4
YUCATÁN	3	MICHOACÁN	3	D.F	3
JALISCO	3	OAXACA	3	AGUASCALIENTES	2
SONORA	2	GUANAJUATO	1	ZACATECAS	1
NAYARIT	1	GUERRERO	1	BAJA CALIFORNIA	1
SINALOA	1	DURANGO	1	CAMPECHE	1
BAJA CALIFORNIA S.	1	COLIMA	1		

El mayor número de incidentes registrados lo ocupa el Estado de México, la mayoría de ellos en las cercanías de la ciudad de México, Veracruz cuya disposición geográfica abarca gran parte del golfo de México, ostenta el segundo lugar. Coahuila con solo 5 registros vivió en 2007 el tornado más desastroso del territorio nacional acontecido en Piedras Negras.

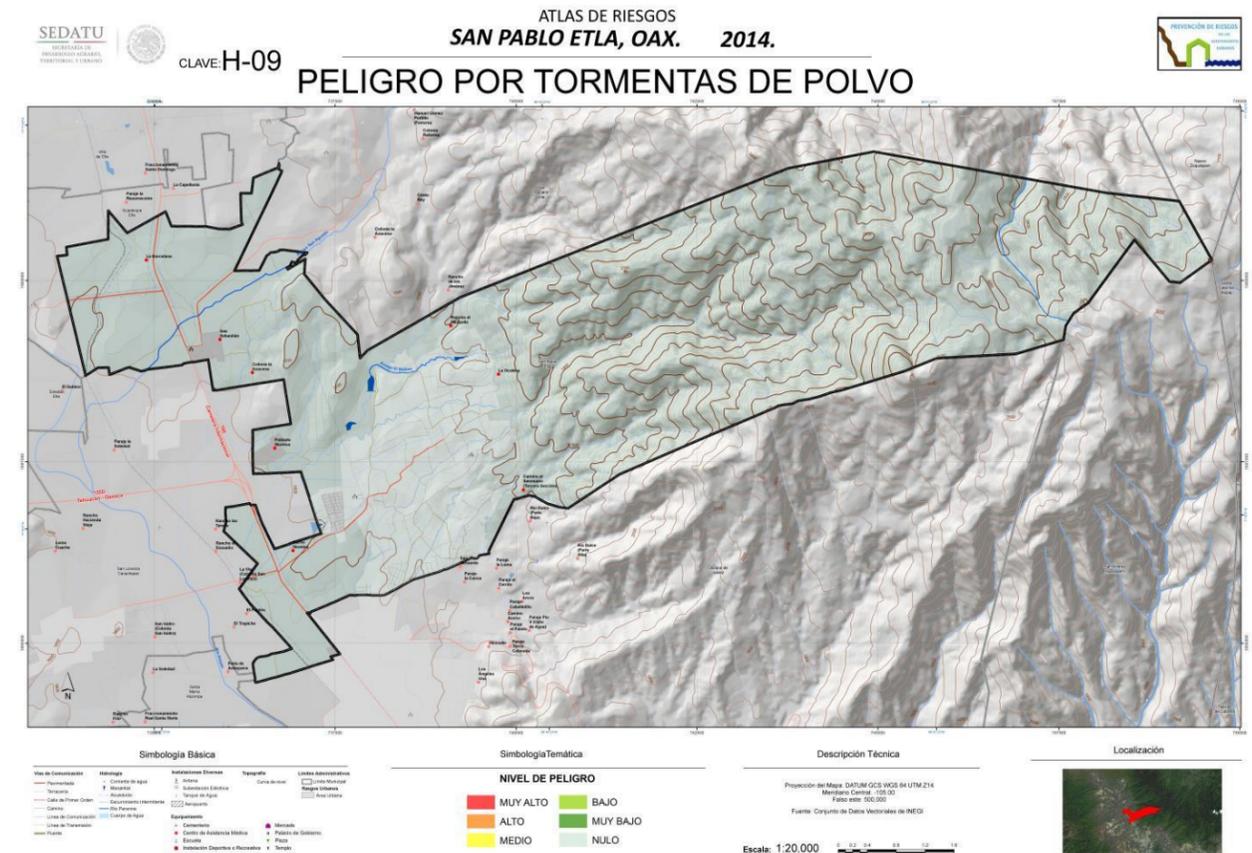
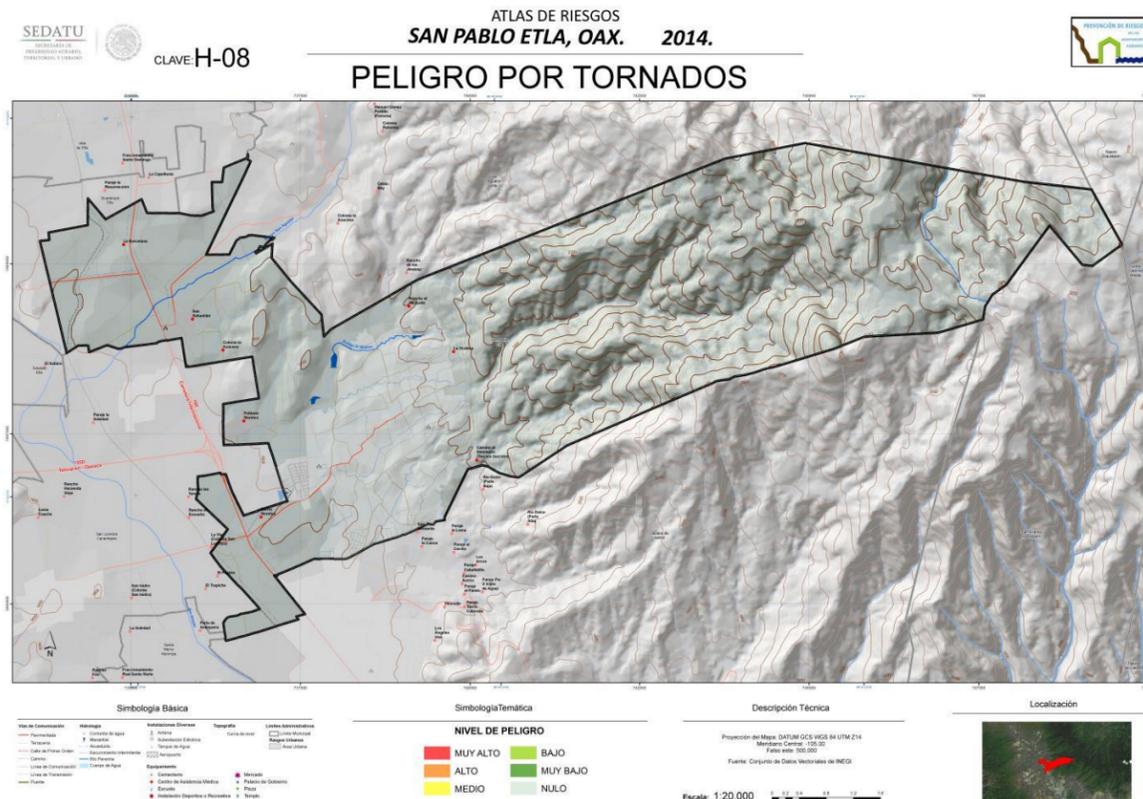
Tanto el mapa de National Geographic Society en 1998 y los datos presentados por el boletín de Investigaciones Geográficas de la UNAM de 2013, colocan al estado de Oaxaca con muy bajo peligro de ocurrencia de tornados, específicamente para el municipio de San Pablo Etna no se cuenta con algún registro de la presencia de dicho meteoro en el territorio municipal y con base en la información del mapa de presencia de tornados en municipios de México elaborado por el

Atlas de Riesgos del municipio de San Pablo ETLA, Oaxaca, 2014

CENAPRED, dicho municipio es considerado como una zona sin presencia de Tornados, por lo que no se considera necesario profundizar en el análisis de este tema en particular.

en la tierra. Al llegar a la superficie, se extiende lateralmente, distribuyendo el polvo en violentas ráfagas que pueden exceder de 60 mph, lo que disminuye la visibilidad.

Figura 48. Mapa de peligro por Tornados en el municipio de San Pablo ETLA, Oax.



5.2.8 Tormentas de polvo

Las tormentas de polvo son un fenómeno meteorológico muy común en las zonas áridas y semiáridas del planeta. Se levantan cuando una ráfaga de viento es lo suficientemente fuerte como para elevar las partículas de polvo o arena que se encuentran asentadas en el suelo. Se origina como una corriente descendente fuerte y turbulenta como se forma en una tormenta eléctrica. El polvo es impulsado, por lo que se llama corriente de densidad y el aire frío se hunde

Las tormentas de polvo se forman cuando el suelo de un desierto se calienta y existe un rápido descenso de la temperatura sobre la superficie de la tierra, lo que provoca condiciones inestables que crean rachas de viento turbulento. Esto tiene como consecuencia el levantamiento de partículas de la superficie.

Cuando una tormenta de polvo se produce en el desierto, sus efectos pueden ser devastadores. En tan sólo unos minutos, el aspecto de un día con sol brillante cambia al aspecto de un anochecer con neblina de color marrón rojizo y la temperatura puede bajar a más de 15°C.

Las tormentas de polvo severas pueden reducir la visibilidad a cero, imposibilitando la realización de viajes, y llevarse volando la capa superior del suelo, depositándola en otros lugares. La sequía y, por supuesto, el viento contribuyen a la aparición de tormentas de polvo, que empobrecen la agricultura y la ganadería.

El polvo recogido en las tormentas puede trasladarse miles de kilómetros, cuando el polvo en suspensión es arrastrado por fuertes corrientes de aire hacia otros lugares, Por lo general una vez que ocurre una tormenta de polvo (se diferencia de la tormenta de arena cuando el tamaño de la partícula es menor de cien micras), este elemento al ser más ligero sube hasta alturas de 5 a 7 kilómetros, y forma una masa de aire muy caliente, cuya humedad relativa es de apenas un 3%.

La ocurrencia de este fenómeno provocan los patrones dinámicos de las dunas de arena e influyen en la erosión superficial, así como en la formación de tormentas de polvo y pequeños remolinos de polvo con menor tiempo de duración. Las partículas pesadas no permanecen mucho tiempo suspendidas en el aire, en cambio las partículas pequeñas se sostienen en el aire. La capa de polvo del Sahara, por ejemplo, se extiende a más de 5 kilómetros de altitud, lo que produce colores rojos vivos en las nubes a esta altura.

Por sus características físicas, las partículas de polvo reducen el tamaño de las gotas de lluvia e inhiben la formación de nubes de gran desarrollo vertical generadoras de precipitaciones, favoreciendo así los procesos de sequía. Como el polvo viene cargado de hierro, sílice y sal, además de otros minerales, hongos y bacterias, puede incrementar la salinización de los suelos, y propiciar la aparición en los océanos de las denominadas mareas rojas (concentraciones masivas de algas muy tóxicas), causantes de la muerte de diferentes organismos marinos.

Los daños que ha sufrido el planeta como es la deforestación, el efecto invernadero, la contaminación, etc, han contribuido a que las tormentas sean más constantes. El peligro que genera el fenómeno puede radicar en el contenido de bacterias, virus, esporas, hierro, mercurio, y pesticidas que presenta el polvo, estos contaminantes los recoge a su paso por zonas deforestadas.

Grupos vulnerables

- Bebes, niños, y adolescentes
- Personas ancianos
- Personas con asma, bronquitis, enfisema, u otros problemas respiratorios
- Personas con problemas cardíacos
- Mujeres embarazadas

- Adultos sanos que trabajan o ejercitan vigorosamente afuera (por ejemplo, trabajadores de agricultura y construcción, ocorredores)

Factores precondicionantes

- Sequías
- Distribución de lluvias
- Índices de aridez

Factores detonadores

- Vientos fuertes
- Índices de velocidad del viento

El municipio de San Pablo ETLA, no se presentan los factores generadores de tormentas de polvo, por lo que no se tiene registros de la ocurrencia de las mismas en el Estado, a su vez tampoco se cuenta con indicios de afectación por este tipo de fenómeno para el municipio, por lo que la amenaza se considera Nula.

5.2.9 Tormentas Eléctricas

El concepto de tormenta se utiliza para identificar a una perturbación producida a nivel atmosférico, que se desarrolla de manera violenta y que conjuga vientos y precipitaciones. Su origen está en el choque de masas de aire con temperaturas distintas, lo que provoca la formación de nubes y quiebra la estabilidad del ambiente. Las tormentas eléctricas son descargas bruscas de electricidad atmosférica que se manifiestan por un resplandor breve (rayo) y por un ruido seco o estruendo (trueno).

Las tormentas se asocian a nubes convectivas (cumulonimbus) y pueden estar acompañadas de precipitación en forma de chubascos; pero en ocasiones puede ser nieve, nieve granulada, hielo granulado o granizo (OMM, 1993). Son de carácter local y se reducen casi siempre a sólo unas decenas de kilómetros cuadrados.

Una tormenta eléctrica se forma por una combinación de humedad, entre el aire caliente que sube con rapidez y una fuerza capaz de levantar a éste, como un frente frío, una brisa marina o una montaña. Todas las tormentas eléctricas vienen acompañadas de fenómenos eléctricos: rayos, relámpagos y truenos.

La atmósfera contiene iones, pero durante una tormenta se favorecen la formación de los mismos que tienden a ordenarse. Los iones positivos en la parte alta y los negativos en la parte baja de la nube. Además la tierra también se carga de iones positivos.

Todo ello genera una diferencia de potencial de millones de voltios que acaban originando fuertes descargas eléctricas entre distintos puntos de una misma nube, entre nubes distintas o entre la nube y la tierra: a dicha descarga eléctrica la denominamos rayo. El relámpago es el fenómeno luminoso asociado a un rayo, aunque también suele darse este nombre a las descargas eléctricas producidas entre las nubes.

En lo que respecta a la energía de los rayos, de acuerdo con CENAPRED (2010), éstos alcanzan una temperatura en el aire de 30,000°C en una fracción de segundo aproximadamente. El aire caliente provoca

que se expanda rápidamente, produciendo una onda de sonido que viaja en todas las direcciones a partir del rayo. Los rayos pueden ser del tipo nube-aire, en donde la electricidad se desplaza desde la nube hacia una masa de aire de carga opuesta; nube-nube, el rayo puede producirse dentro de una nube con zonas cargadas de signo contrario; nube-suelo, en el que las cargas negativas de las nubes son atraídas por las cargas positivas del suelo.

Los riesgos asociados a los rayos, especialmente aquéllos que pueden producir heridos y decesos, han sido estudiados por países como Estados Unidos de América, Canadá y Reino Unido, entre otros. Dichos trabajos se refieren a la exposición de las personas durante una tormenta eléctrica y sus consecuencias, las cuales pueden ser parálisis, quemaduras, intensos dolores de cabeza, pérdida de audición y de la memoria, hasta llegar a la muerte.

Las tormentas eléctricas, generan chubascos o líneas ordenadas, desarrollan corrientes de aire frío descendente con altas velocidades que son capaces de causar serios daños localizados. Los chubascos de una tormenta eléctrica pueden generar ráfagas de hasta 185 Km/hr, y sus efectos son a menudo agravados por las lluvias intensas, granizo o rayos.

Las corrientes de conducción descendientes de las tormentas eléctricas son también un factor crítico de la propagación de incendios forestales, debido a la caída de rayos. Los rayos son considerados como un peligro para las actividades al aire libre durante su temporada de ocurrencia

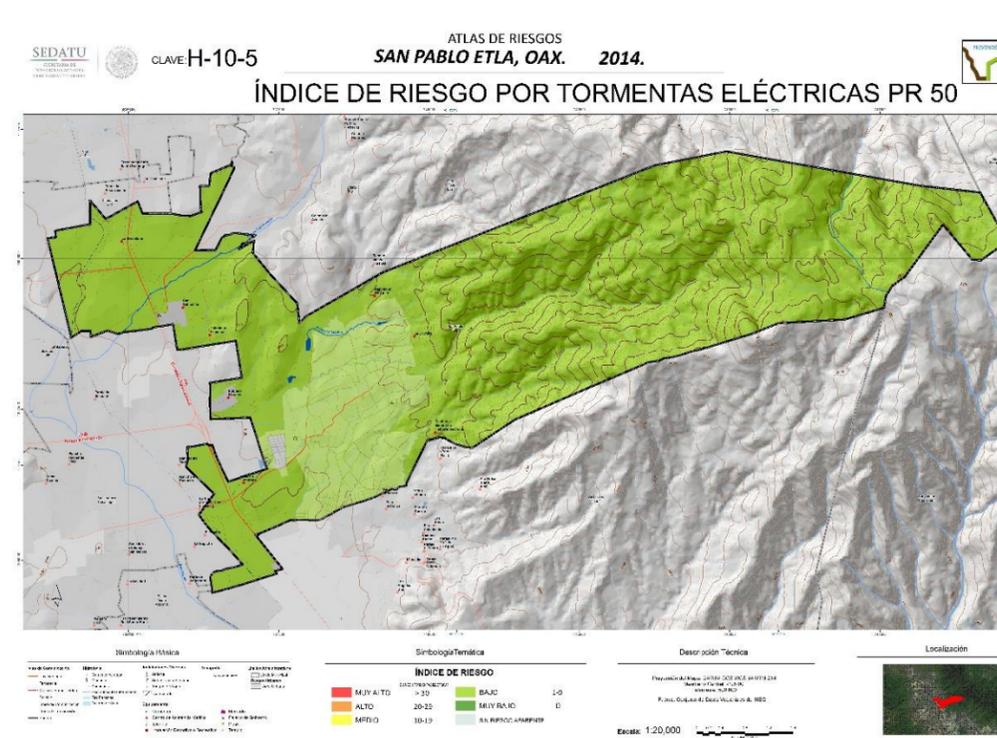
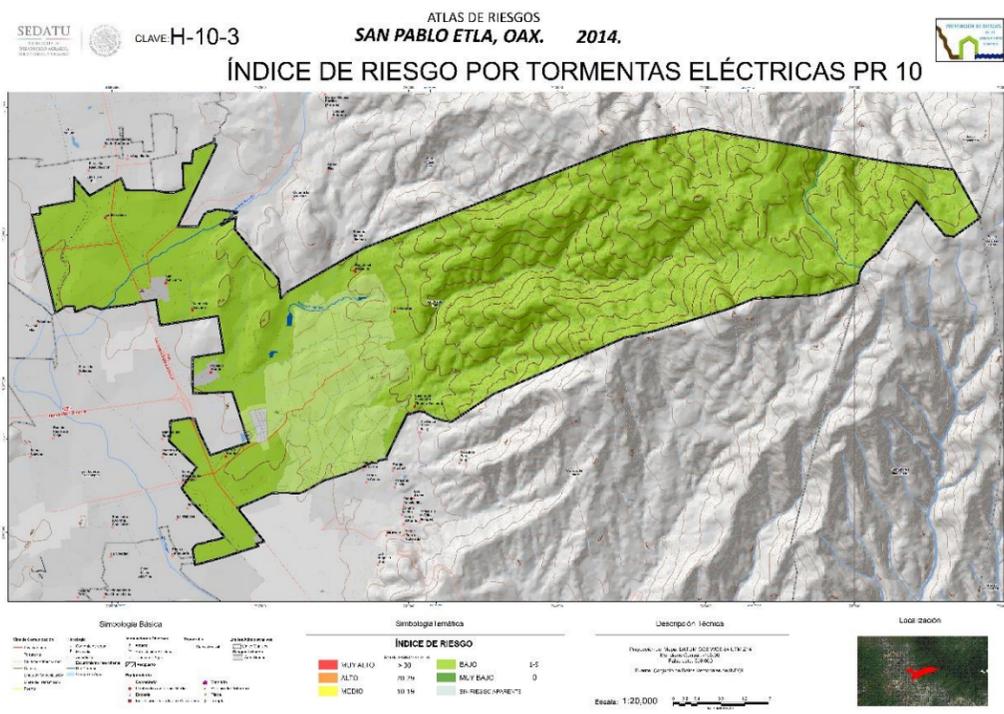
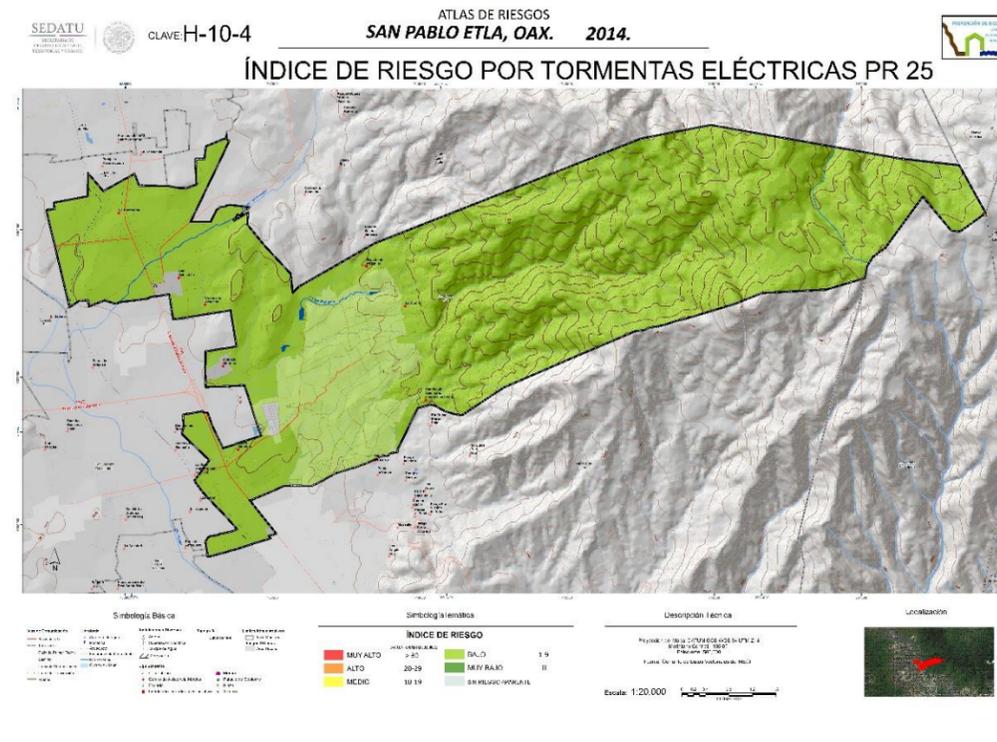
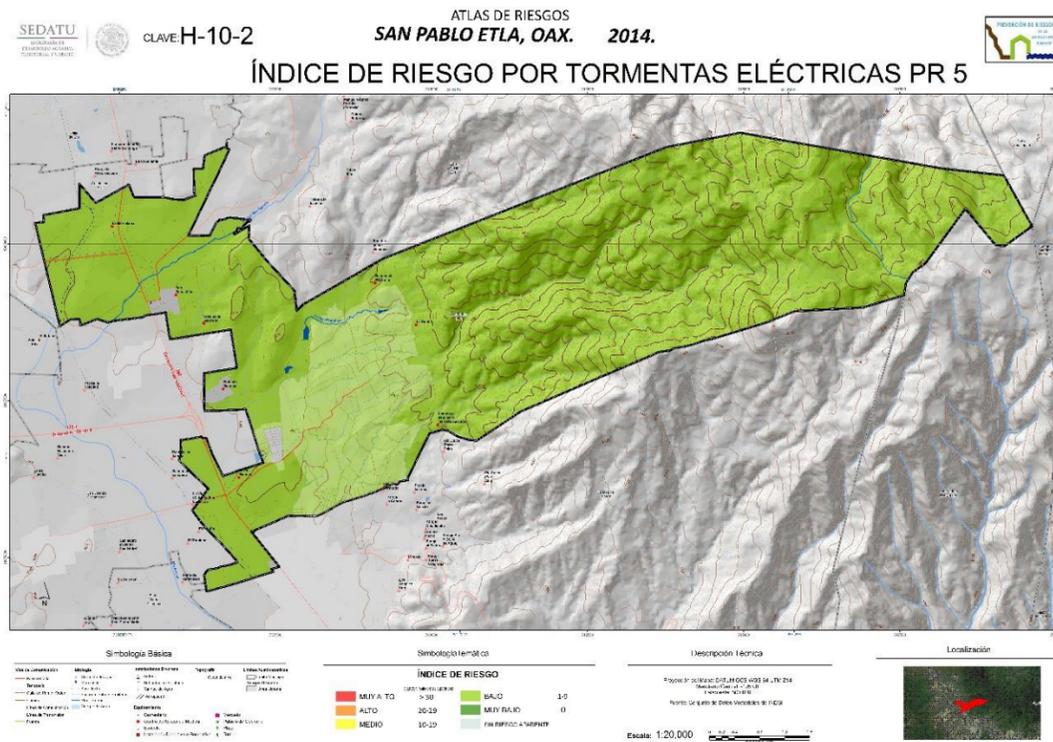
Las tormentas individuales suelen afectar sólo áreas pequeñas, pero puede haber muchas tormentas de este tipo en un momento dado en una región particular, su asociación con inundaciones repentinas, ráfagas descendentes, vientos fuertes, tornados y relámpagos hacen que su prevención sea de carácter vital. Además, los efectos de las tormentas eléctricas van desde herir o causar el deceso de una persona de forma directa o indirecta hasta dañar la infraestructura de la población, que puede provocar la suspensión de energía eléctrica y afectar algunos aparatos (radio, televisión, computadoras, refrigeradores, etc.). En ocasiones las

descargas eléctricas pueden provocar la muerte del ganado y son la causa más común del retraso de aeronaves y de los accidentes aéreos.

En México se registran, desde 1985 el número de decesos generados por el alcance de rayos (Secretaría de Salud, 2007). En los últimos 22 años se reportaron 4,848 defunciones en 31 estados del país; en promedio, al año se llegan a presentar 220 pérdidas humanas por tormentas eléctricas. El único estado que no ha registrado muertes es Baja California Sur, mientras que en el Estado de México se localiza el mayor número de casos, con 1,140 como se aprecia en la siguiente imagen.

Asimismo, en 1985 se presentó el mayor número de pérdidas humanas con 358, mientras que en 2006 fueron sólo 116, es decir, hubo una disminución de más del 50%. Este decremento se debió probablemente a que la gente conoce mejor el fenómeno y sus consecuencias, así como las medidas de protección. Las tormentas eléctricas en México ocurren entre mayo y octubre. Se presentan con mayor frecuencia durante horas de la tarde o de la noche. Además, su ámbito es local o regional y son intermitentes como resultado de la topografía del país (UNAM, 2007). Así, el promedio anual de días con tormenta es de 30 y el máximo es de 100 sobre las sierras Madre Oriental, Madre Occidental, Madre del Sur, Madre de Chiapas, Montañas del Norte de Chiapas y Sistema Volcánico Transversal.

Atlas de Riesgos del municipio de San Pablo ETLA, Oaxaca, 2014



Para la determinación de las zonas de posible caída de rayos a la superficie terrestre dentro del municipio de San Pablo Etlá se utilizó como base la información del número de días con presencia de tormentas eléctricas de 10 estaciones del Servicio Meteorológico Nacional, que rodean el municipio.

TABLA 22. RELACIÓN DE ESTACIONES METEOROLÓGICAS PARA ESTABLECER LAS ZONAS DE MAYOR PELIGROSIDAD POR LA PRESENCIA DE TORMENTAS ELÉCTRICAS.							
No Estación	Nombre de la estación	Estado	Tormentas Eléctricas	Latitud	Longitud	Altitud MSNM	PERIODO
20040	IXTEPEJI	OAXACA	11.4	17°16'00" N	96°32'59" W	1,926	1951-2010
20151	SAN FRANCISCO TELIXTLAHUACA	OAXACA	0.4	17°18'00" N	96°54'00" W	2,260	1951-2010
20034	ETLA	OAXACA	2.06	17°12'26" N	96°47'59" W	1,671	1951-2010
20258	SANTO DOMINGO BARRIO BAJO	OAXACA	0.60	17°12'00" N	96°46'48" W	1,678	1951-2010
20367	PRESA EL ESTUDIANTE	OAXACA	3.90	17°08'11" N	96°37'41" W	3,034	1951-2010
20079	OAXACA	OAXACA	12.40	17°04'59" N	96°42'35" W	1,594	1951-2010
20329	FORTIN	OAXACA	1.60	17°04'00" N	96°43'00" W	2,301	1951-2010
20044	JALAPA DEL VALLE	OAXACA	1.40	17°03'57" N	96°52'42" W	1,742	1951-2010
20507	DIAZ ORDAZ	OAXACA	0.60	16°59'50" N	96°25'57" W	1,713	1951-2010
20022	COYOTEPEC	OAXACA	0.60	16°57'24" N	96°42'02" W	1,533	1951-2010

Fuente: Elaboración propia en base a registros de CLICOM y CONAGUA

Una vez Integrada la base de datos, se realizan los siguientes procesos:

- Rellenado de datos Faltantes.
- Filtrado de datos que afectan a la muestra.
- Obtención de valores mínimos diarios anuales históricos de días con presencia de tormentas eléctricas.
- Ajuste de Función de probabilidad
- Estimación de días con presencia de tormentas eléctricas asociados a diferentes periodos de retorno.

Para poder determinar los días con tormentas eléctricas asociadas a los periodos de retorno, (5, 10, 25 y 50 años), se recurrió a un ajuste de funciones de probabilidad a la serie obtenida. Estas funciones fueron: Normal, LogNormal, Gamma, Exponencial, Gumbel y DobleGumbel.

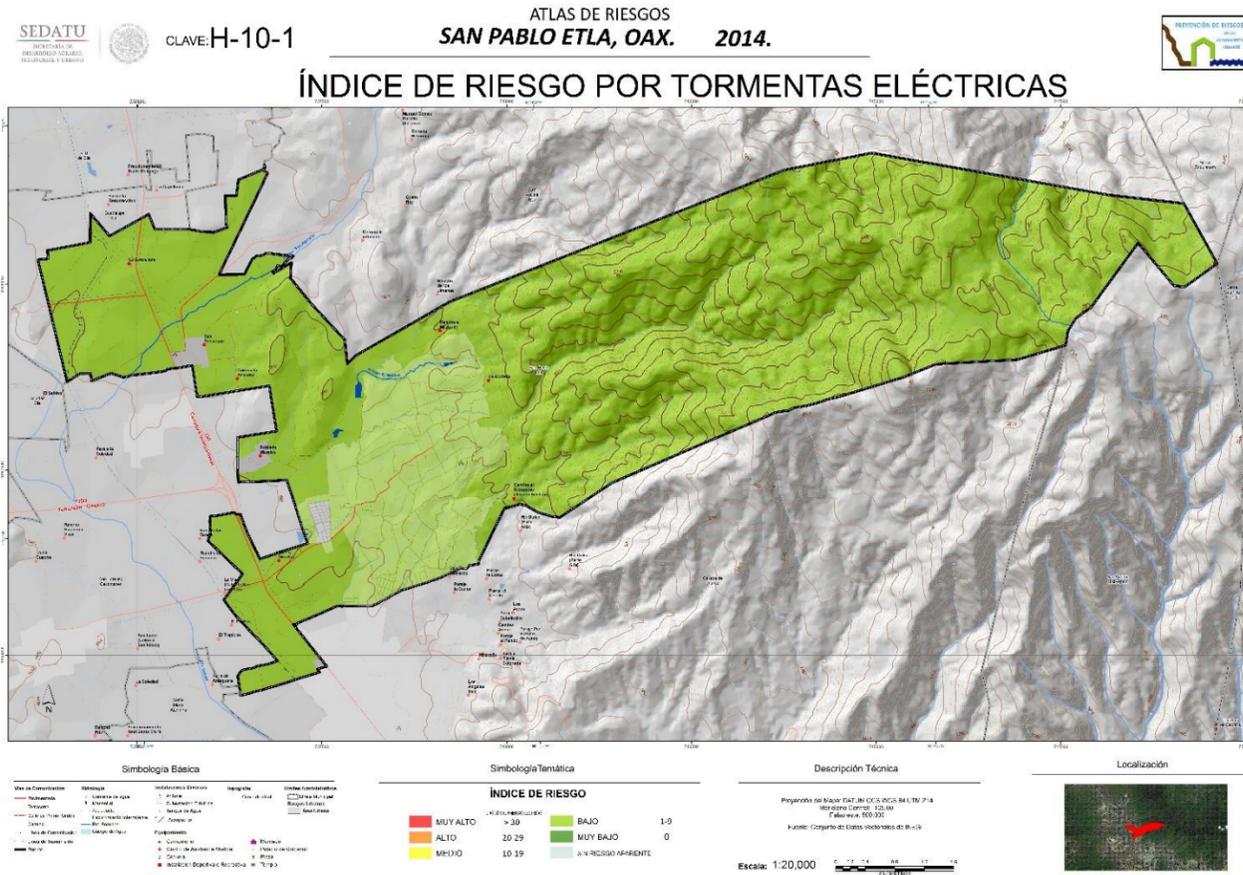
La función que presentara el menor error cuadrado era la que se utilizaba para el cálculo de los periodos de retorno antes mencionados. En la siguiente tabla se muestran las temperaturas mínimas por estación para cada uno de los periodos de retorno antes mencionados.

TABLA 23. TORMENTAS ELÉCTRICAS ASOCIADAS A DIFERENTES PERIODOS DE RETORNO				
Tr				
No. ESTACIÓN	5	10	25	50
20040	11.96	12.49	13.17	13.95
20151	0.64	0.8	0.93	1.05
20034	2.88	3.67	4.38	5.12
20258	0.84	1.01	1.37	1.75
20367	4.64	5.32	5.85	6.41
20079	13.69	14.8	16.57	17.37
20329	2.31	3.1	3.92	4.2
20044	2.19	2.93	3.65	4.02
20507	1.04	1.31	1.57	1.9
20022	0.94	1.21	1.46	1.85

Fuente: Elaboración propia en base a registros de CLICOM

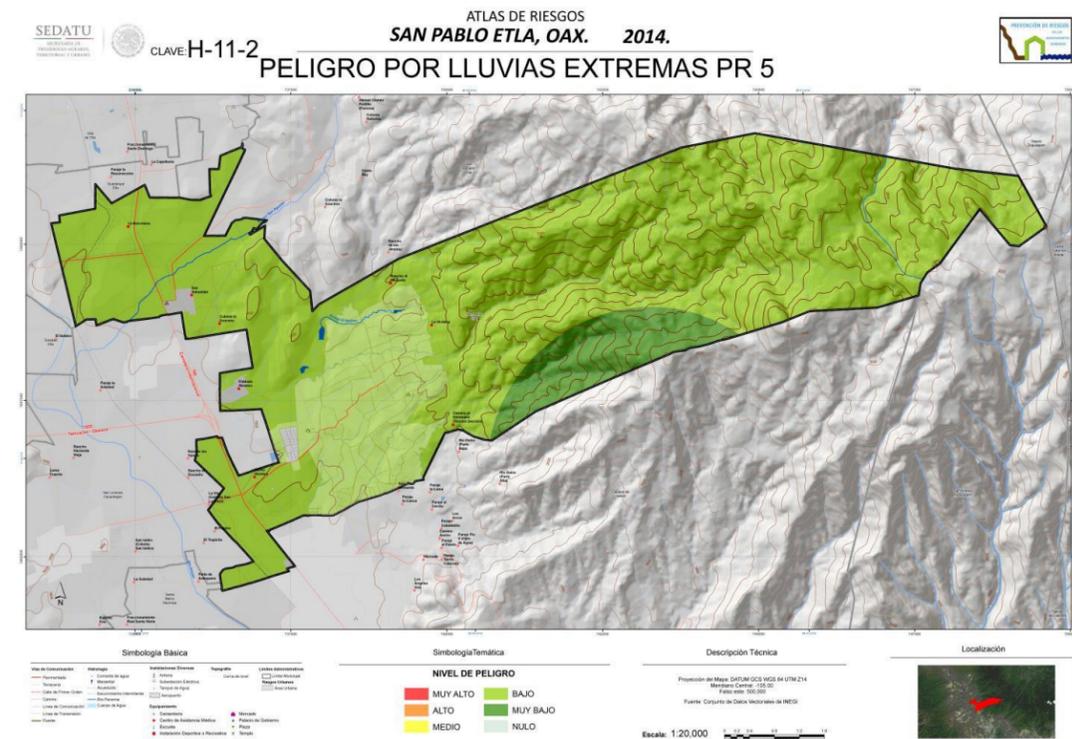
En el siguiente mapa se muestra la distribución de peligro por tormentas eléctricas en el municipio

Atlas de Riesgos del municipio de San Pablo ETLA, Oaxaca, 2014



BAJO	BARRIO MORELOS	923	326
BAJO	POBLADO MORELOS	616	195
BAJO	LA OCOTERA	73	24
BAJO	RANCHO EL MEZQUITE	13	2
BAJO	COLONIA LA AZUCENA	365	104
BAJO	LA BORCELANA	120	48
BAJO	CAMINO AL SEMINARIO (TERCERA SECCIÓN)	25	9
TOTAL DEL MUNICIPIO		15,535	5,808

Fuente: Modelación Cartográfica.



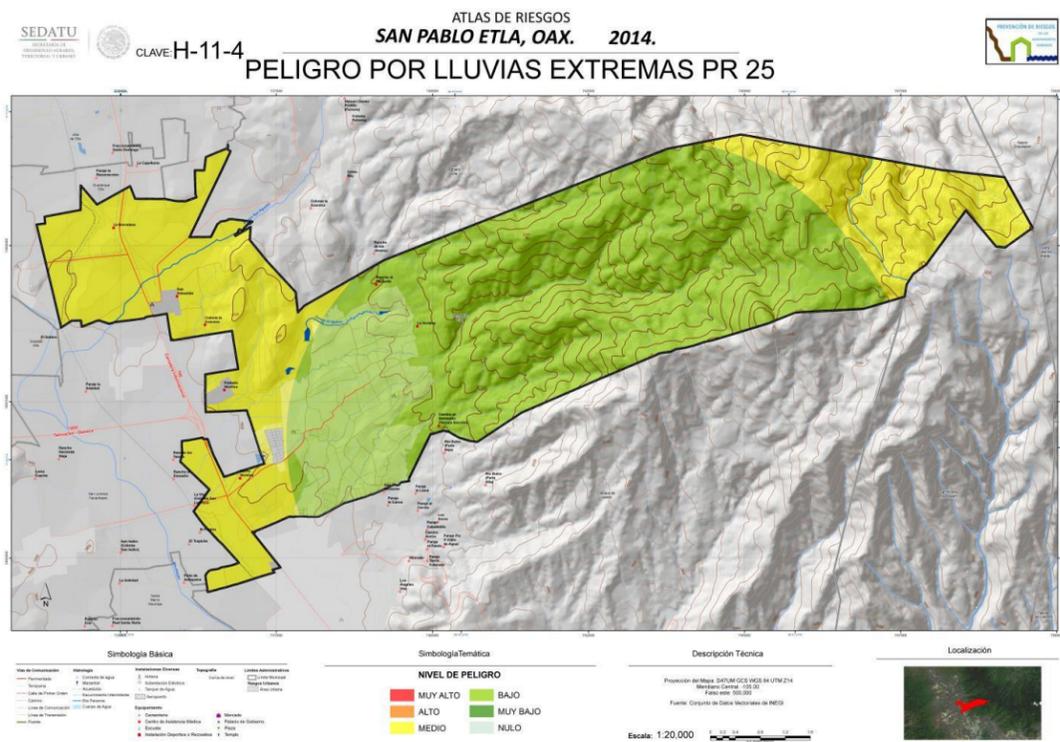
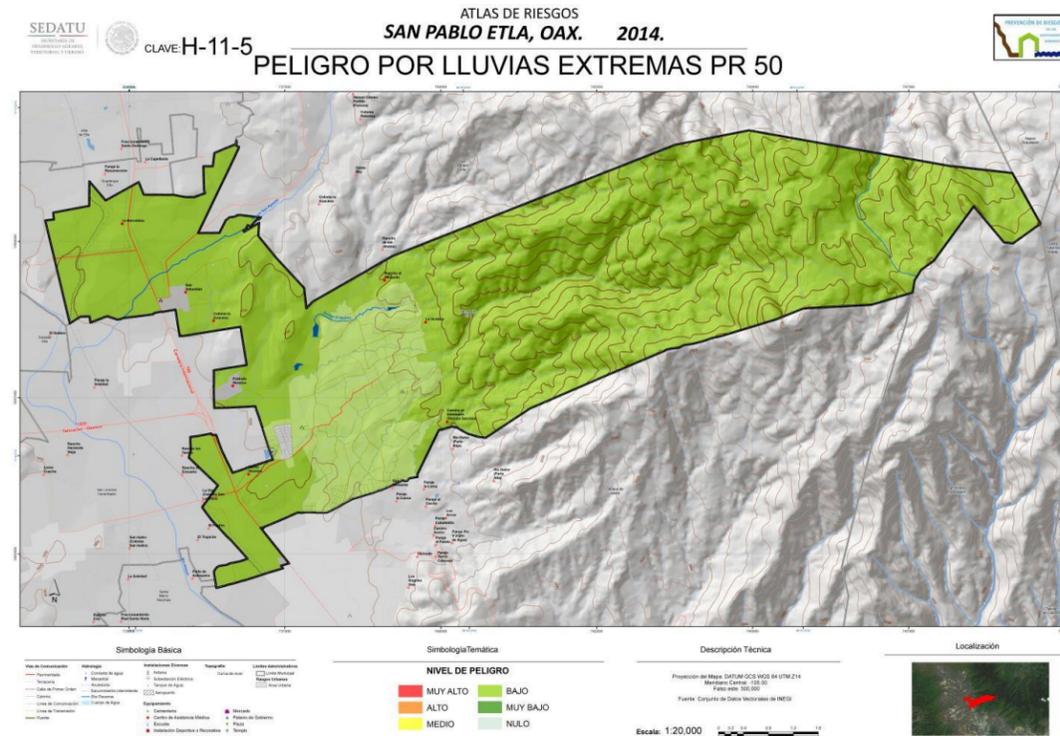
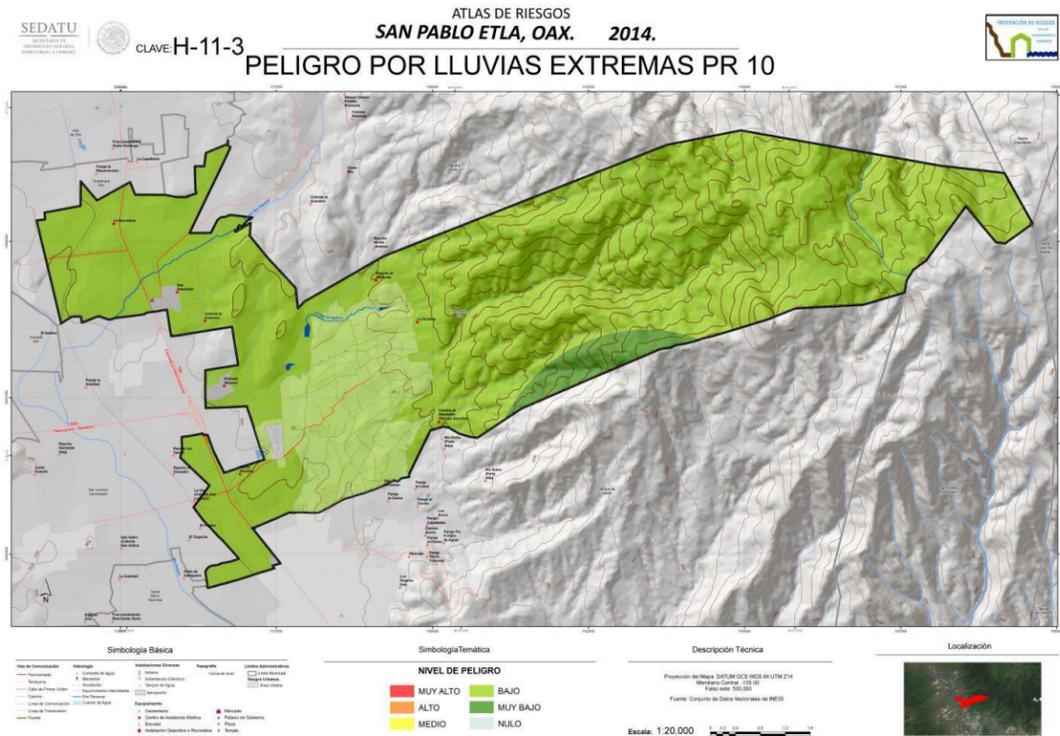
Como base en los registros de tormentas eléctricas, obtenidos de las estaciones del Servicio Meteorológico Nacional que rodean la zona de estudio, se puede observar que en promedio se registra entre dos y tres tormentas eléctricas al año, por lo cual se concluye que el municipio presenta un peligro bajo ante la presencia de dicho fenómeno.

En la siguiente tabla se muestra la vulnerabilidad por tormentas eléctricas para cada una de las localidades.

Nivel de afectación por tormentas eléctricas

TABLA 24. PONDERACIÓN DE AFECTACIÓN POR LOCALIDAD PARA TORMENTAS ELECTRICAS			
NIVEL	LOCALIDAD	POBLACION TOTAL	VIVIENDAS
BAJO	HACIENDA BLANCA	7,758	3,113
BAJO	SAN PABLO ETLA	3,658	1,341
BAJO	SAN SEBASTIÁN	1,984	646

Atlas de Riesgos del municipio de San Pablo ETLA, Oaxaca, 2014



5.2.10 Lluvias Extremas

La precipitación es una parte importante del ciclo hidrológico porque es responsable de depositar agua fresca en el planeta. La precipitación es generada por las nubes cuando alcanzan un punto de saturación; en este punto las gotas de agua creciente (o pedazos de hielo) que se forman caen a la Tierra por gravedad. Se puede inducir a las nubes a producir precipitación, rociando un polvo fino o un químico apropiado (como el nitrato de plata) dentro de la nube, generando las gotas de agua e incrementando la probabilidad de precipitación.

Las precipitaciones intensas son eventos hidrometeorológicos extremos, de gran intensidad y baja frecuencia temporal y aparente distribución espacial irregular, que provocan peligros naturales de tipo geomorfológico, como procesos de erosión superficial, movimientos de masa, inundaciones fluviales, arroyamiento torrencial y cambio en los cauces y en las llanuras aluviales, que desencadenan desastres, afectando a poblaciones, vivienda e infraestructura (Beguiría y Lorente, 1999).

Episodios meteorológicos e hidrológicos de intensidad superior a la media pueden causar daños catastróficos al medio ambiente, a la economía y al sistema social. En este caso, Las lluvias intensas provocan inundaciones, además de ser causante de una erosión que mina las

estructuras y de inundaciones que destruyen los cultivos, ahogan el ganado, contaminan los suministros de agua dulce y aíslan a ciertas comunidades.

La cantidad de precipitación que cae sobre un lugar determinado de la superficie de la Tierra se mide suponiendo que el suelo es lo suficientemente impermeable y plano, para impedir que el agua corra o se infiltre por el almacenamiento producido. El espesor de esa capa de precipitación medido en milímetros, expresa la cantidad de agua caída en un periodo determinado, el cual puede ser día, decena, mes, año, etc.

Un milímetro de lluvia precipitada equivale sobre la superficie a un litro por cada metro cuadrado. Al unir los puntos que registran la misma precipitación sobre un mapa, se obtiene las líneas de igual precipitación llamadas isoyetas.

Las precipitaciones acuosas se clasifican como sigue:

Llovizna: es cuando apenas se alcanzan a ver las gotas. En una llovizna la pluviosidad es casi insignificante y se ve como si las gotas flotaran en forma pulverizada. Popularmente se le llama "garúa", "orvallo", "sirimiri", "calabobos".

Chispear: se usa para describir un término medio entre una llovizna y una lluvia débil. En comparación con la primera de éstas, la pluviosidad es mayor y las gotas también aumentan de tamaño.

Lluvia: propiamente dicha, va de débil a moderada, sin alcanzar la intensidad de una tormenta.

Chubasco: el viento, las gotas y la intensidad aumentan.

Tormenta: puede ser débil o intensa; su pluviosidad es alta y las gotas son grandes y el viento, intenso; incluye la posibilidad de que se precipite granizo.

Tromba: es más fuerte que la tormenta. Tiene viento intenso, gotas grandes, pluviosidad suficientemente alta para inundar y causar estragos. Esta lluvia tiene la capacidad de crear granizo sumamente grande y con posibilidad de aparición de tornados. Las trombas tienen vórtices de viento, como una especie de "ojo".

La distribución de la lluvia en la República Mexicana presenta una amplia variabilidad espacio temporal, en parte debido a la compleja orografía que tiene el territorio nacional. En la mayor parte del país ocurre una temporada de precipitaciones de carácter general comprendida desde el mes de junio hasta mediados de octubre y se conoce como "temporada de lluvia".

Por lo general, hay un periodo de transición en el mes de mayo de lluvias irregulares y dispersas. Dentro de la época de lluvia, con frecuencia se registra un corto período seco en el mes de

agosto, conocido con nombre de "canícula" o sequía de medio verano" que es un factor importante a considerar en lo calendarios de cultivos.

Para identificar el grado de peligro de este fenómeno en el municipio de San Pablo Etlá fueron considerados los datos promedio de precipitación máxima de 10 estaciones que rodean al municipio, conforme a la base de datos CLICOM del Servicio Meteorológico Nacional para el periodo de registro de 1951-2010. En la siguiente tabla se muestran dicha estaciones climatológicas.

TABLA 25. RELACIÓN DE ESTACIONES METEOROLÓGICAS PARA ESTABLECER LAS ZONAS DE MAYOR PELIGROSIDAD POR LA PRESENCIA DE LLUVIAS EXTREMAS.						
No. ESTACIÓN	NOMBRE DE LA ESTACIÓN	ESTADO	PRECIPITACIÓN MAXIMA mm	LATITUD	LONGITUD	ALTITUD MSNM
20040	IXTEPEJI	OAXACA	764	17°16'00" N	96°32'59" W	1,926
20151	SAN FRANCISCO TELIXTLAHUACA	OAXACA	777.5	17°18'00" N	96°54'00" W	2,260
20034	ETLA	OAXACA	898.4	17°12'26" N	96°47'59" W	1,671
20258	SANTO DOMINGO BARRIO BAJO	OAXACA	668.5	17°12'00" N	96°46'48" W	1,678
20367	PRESA EL ESTUDIANTE	OAXACA	662.6	17°08'11" N	96°37'41" W	3,034
20079	OAXACA	OAXACA	857.5	17°04'59" N	96°42'35" W	1,594
20329	FORTIN	OAXACA	733.9	17°04'00" N	96°43'00" W	2,301
20044	JALAPA DEL VALLE	OAXACA	762.1	17°03'57" N	96°52'42" W	1,742
20507	DIAZ ORDAZ	OAXACA	826.2	16°59'50" N	96°25'57" W	1,713
20022	COYOTEPEC	OAXACA	654.6	16°57'24" N	96°42'02" W	1,533

Fuente: Elaboración propia en base a registros de CLICOM y CONAGUA

Una vez Integrada la base de datos, se realizan los siguientes procesos:

- Rellenado de datos Faltantes.
- Filtrado de datos que afectan a la muestra.
- Obtención de valores mínimos diarios anuales históricos de precipitación máxima.
- Ajuste de Función de probabilidad
- Estimación de precipitaciones máximas asociadas a diferentes periodos de retorno.

Para poder determinar las precipitaciones máximas asociadas a los periodos de retorno, (5, 10, 25 y 50 años), se recurrió a un ajuste de funciones de probabilidad a la serie obtenida Estas funciones fueron: Normal, LogNormal, Gamma, Exponencial, Gumbel y DobleGumbel.

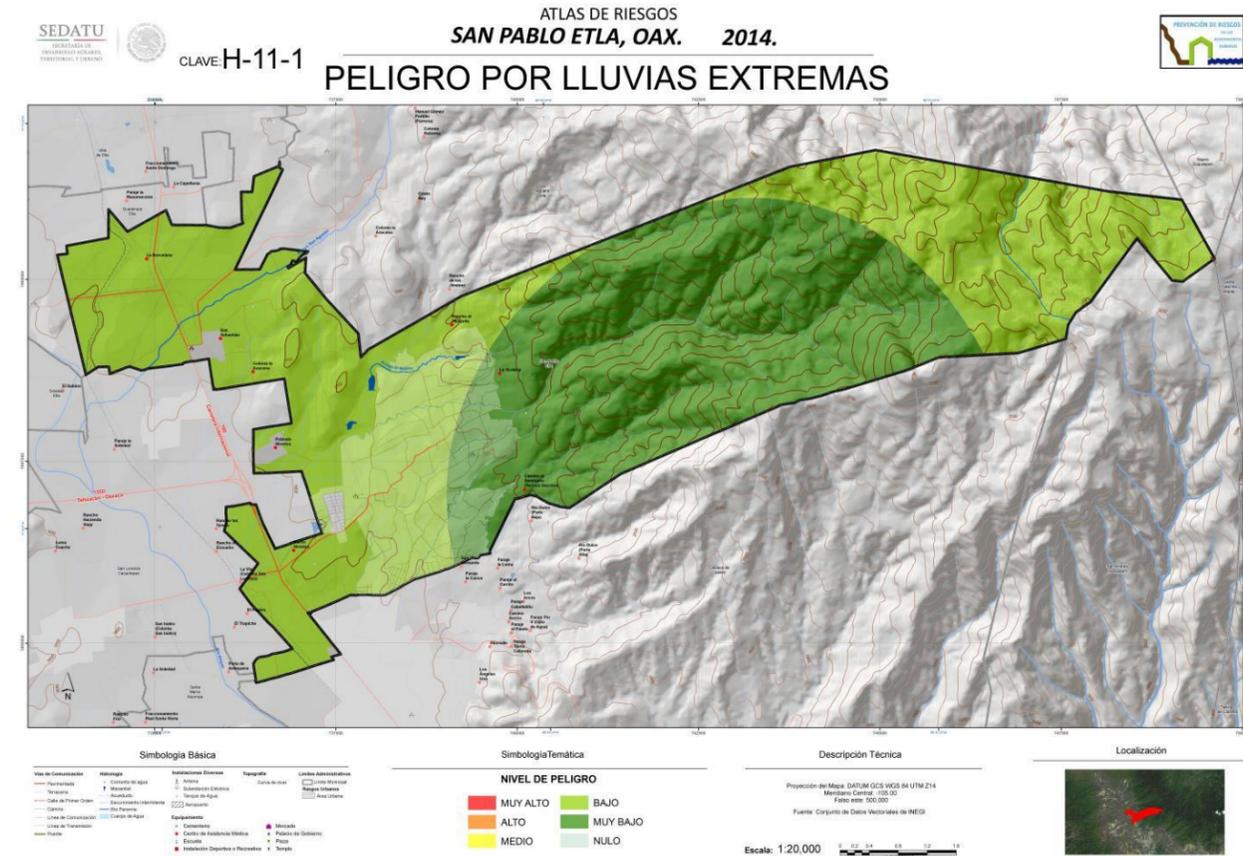
Atlas de Riesgos del municipio de San Pablo ETLA, Oaxaca, 2014



La función que presentara el menor error cuadrado era la que se utilizaba para el cálculo de los periodos de retorno antes mencionados. En la siguiente tabla se muestran las precipitaciones máximas por estación para cada uno de los periodos de retorno antes mencionados.

TABLA 26. PRECIPITACIONES MÁXIMAS ASOCIADAS A DIFERENTES PERIODOS DE RETORNO [MM]				
No. ESTACIÓN	Tr			
	5	10	25	50
20040	785.03	803.41	825.32	847.52
20151	797.4	813.79	836.09	849.9
20034	917	930.17	944.6	960.25
20258	688.38	706.24	726.29	740.1
20367	683.4	690.13	711.45	730.78
20079	888.60	909.11	931.87	952.84
20329	764.3	787.06	808.31	827.59
20044	780.54	801.98	817.76	844.65
20507	849.43	876.31	892	917.60
20022	682	702.83	723	739.64

Fuente: Elaboración propia en base a registros de CLICOM En el siguiente mapa se muestra la distribución de precipitación máxima en el municipio



Fuente: Elaboración propia a partir de los resultados del análisis estadístico de los registros de precipitación máxima contenidos en el CLICOM

Como se puede observar en el mapa de peligro por lluvias extremas, la zona ponderada como peligro bajo, cubre un par de áreas la primera y de mayor tamaño se ubica al oeste y noroeste de municipio, la segunda zona se ubica al noreste del territorio municipal respectivamente, registrando entre 600 y 700 mm/año, la zona ponderada como peligro muy bajo, abarca parte del centro y este del territorio municipal. En lo que respecta a la zona urbana de San Pablo ETLA, la mayor parte es cubierta por la zona ponderada como peligro bajo a excepción del área este de la misma que es afectada por la zona de peligro muy bajo.

En la siguiente tabla se muestra la vulnerabilidad por precipitaciones máximas para cada una de las localidades.

Nivel de afectación por lluvias extremas

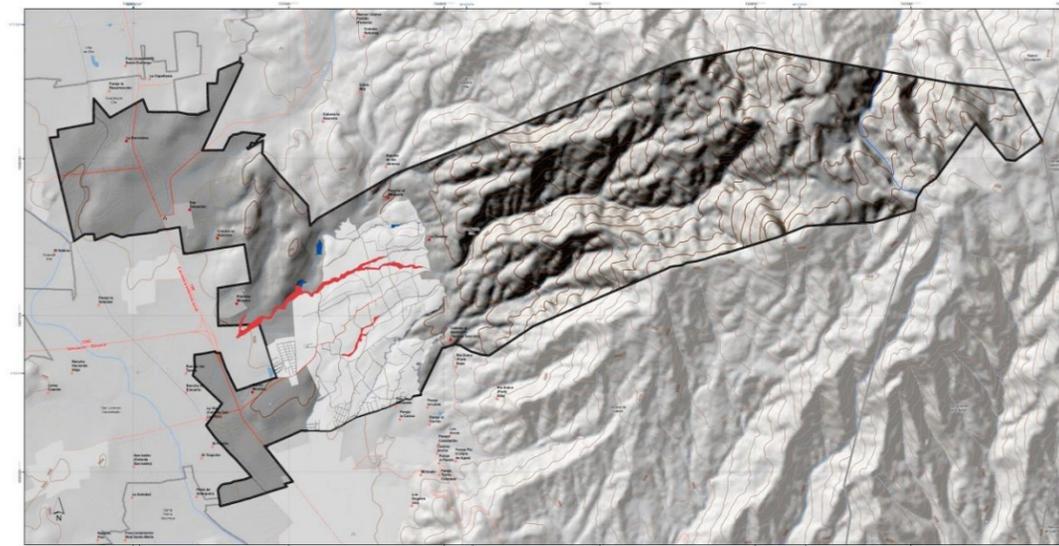
TABLA 27. PONDERACIÓN DE AFECTACIÓN POR LOCALIDAD PARA LLUVIAS EXTREMAS			
NIVEL	LOCALIDAD	POBLACION TOTAL	VIVIENDAS
BAJO	Hacienda Blanca	7,758	3,113
BAJO	San Pablo Etla	3,658	1,341
BAJO	San Sebastián	1,984	646
BAJO	Barrio Morelos	923	326
BAJO	Poblado Morelos	616	195
BAJO	Colonia la Azucena	365	104
BAJO	La Borcelana	120	48
BAJO	Rancho el Mezquite	13	2
MUY BAJO	La Ocotera	73	24
MUY BAJO	Camino al Seminario (Tercera Sección)	25	9
Total del Municipio		15,535	5,808

Fuente: Modelación Cartográfica

5.2.11. Inundaciones pluviales, fluviales, costeras y lacustres

La inundación es el efecto generado por el flujo de una corriente, cuando sobrepasa las condiciones que le son normales y alcanza niveles extraordinarios que no pueden ser controlados en los vasos naturales o artificiales que la contienen, lo cual deriva, ordinariamente, en daños que el agua desbordada ocasiona en zonas urbanas, tierras productivas y, en general en valles y sitios bajos.

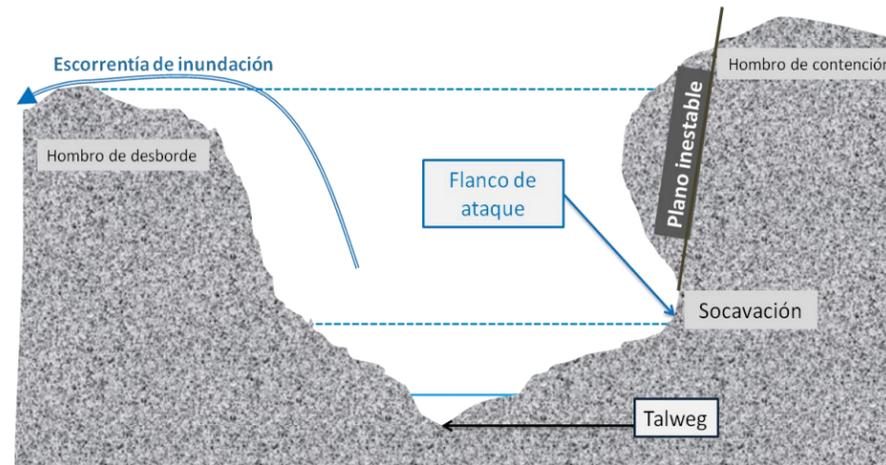
Figura 49. Inundaciones Fluviales en el Municipio.



Las inundaciones ocurren cuando el suelo y la vegetación no pueden absorber toda el agua que llega al lugar y escurre sobre el terreno muy lentamente; pueden ocurrir por lluvias en la región, por desbordamiento de ríos, ascenso del nivel medio del mar, por la rotura de bordos, diques y presas, o bien, por las descargas de agua de los embalses. Las inundaciones dañan las propiedades, provocan la muerte de personas, causan la erosión del suelo y depósito de sedimentos. También afectan a los cultivos y a la fauna. Como suele presentarse en extensas zonas de terreno, son el fenómeno natural que provoca mayores pérdidas de vidas humanas y económicas.

Para el estudio de las inundaciones en el municipio de San Pablo Etla se consideraron los aspectos principales que influyen en toda la región de forma conjunta. Dichos aspectos fueron la distribución espacial de la lluvia, la topografía, las características físicas de los arroyos y ríos, las formas y longitudes de los cauces, el tipo de suelo, la pendiente del terreno y la ubicación de elevaciones de bordos de los ríos y lagunas.

Figura 50. Corte esquemático de escurrimientos (ríos de la serranía) jóvenes al noreste San Pablo Etlá.



Las inundaciones que se presentan en el municipio son principalmente fluviales, es decir aquellas relacionadas con los ríos, los escurrimientos y sus cauces son la "vía" por la que el agua precipitada recorre todo el municipio. Para un entendimiento más detallado y obtener un producto certero y adecuado a las necesidades de planeación del municipio, se analizaron las inundaciones de acuerdo a su impacto en el sistema afectable (peligrosidad), y se dividieron en dos tipos básicos ambas de origen pluvial-fluvial para el municipio de San Pablo Etlá:

- Fluviales
- Súbitas

Las fluviales son aquellas relacionadas con el desbordamiento de un escurrimiento. Para el municipio de San Pablo Etlá, las inundaciones fluviales se pueden presentar en dos categorías: las fluviales con escorrentía y las de planicie.

Figura 51. Presa El Molino. Terrazas fluviales marcadas a la derecha.



Las fluviales con escorrentía se encuentran localizadas en zonas de pendiente pronunciada (parte noreste del municipio), en las cercanías de los escurrimientos o de las lagunas, su daño y peligrosidad principal es que durante un aumento extraordinario de los gastos en los escurrimientos se pueden arrastrar materiales que al saturar los cauces naturales o artificiales (canales, drenajes, túneles, etc) represan el agua, provocando la acumulación de agua en puntos que en primer lugar desbordan el agua por sus 'hombros' más bajos y en segundo ejercen presión sobre el punto más bajo y débil de la zona mismo que 'revienta' de forma violenta y súbita, generando una pequeña inundación repentina que puede causar severos daños.

Figura 52. Lecho del río Molino en zona de confluencia en las cercanías de ex granja porcícola.



Figura 53. Zona inundable al sur de la Cabecera municipal. Rocas de 500 cm³ arrastradas por el río.



El caso de las fluviales de planicie el aumento del tiro de agua en las mismas puede ser súbito o lento (por ejemplo en el oriente del municipio), pero siempre contenido en los cauces del escurrimiento y en el momento que sobrepasan la capacidad de gasto del cauce desbordan el líquido generando inundaciones de desplazamiento vertical estilo planicie tabasqueña; éstas inundaciones de desplazamiento vertical tienden a ser de una duración mucho más prolongada y el tiro de agua puede alcanzar alturas mayores a dos metros.

METODOLOGÍA

Corte de los perfiles del terreno.

Una vez realizada la segmentación de la línea de las secciones, con la que se determina el inicio y la dirección de cada perfil, se procedió a realizar los cortes del Modelo Digital del Terreno (MDT) para calcular el perfil topográfico, para estimar la parte a sumergirse se usó el perfil teórico de Dean (1991) desde la profundidad de cierre (h^*) de esta forma se obtiene una transición coherente y suave entre ambos¹.

¹ Adaptado de A. Tomas, et al. Metodología para la elaboración de los mapas de peligrosidad y riesgo de inundación Instituto de Hidráulica Ambiental "IH Cantabria". Universidad de Cantabria, C/ Isabel Torres nº 15. Santander, 39011, España.

Figura 54. Esquema para determinar zonas a sumergirse por inundaciones fluviales¹

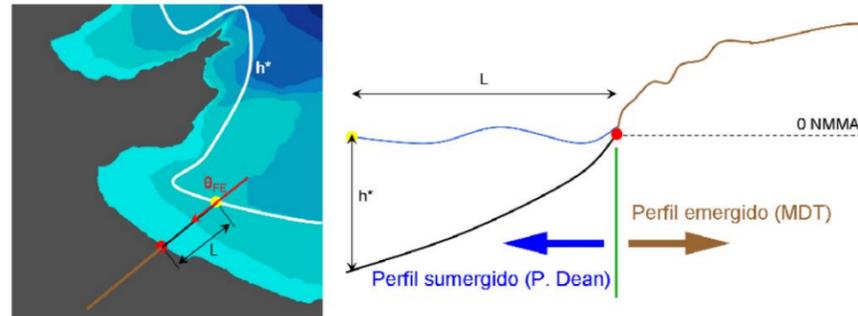
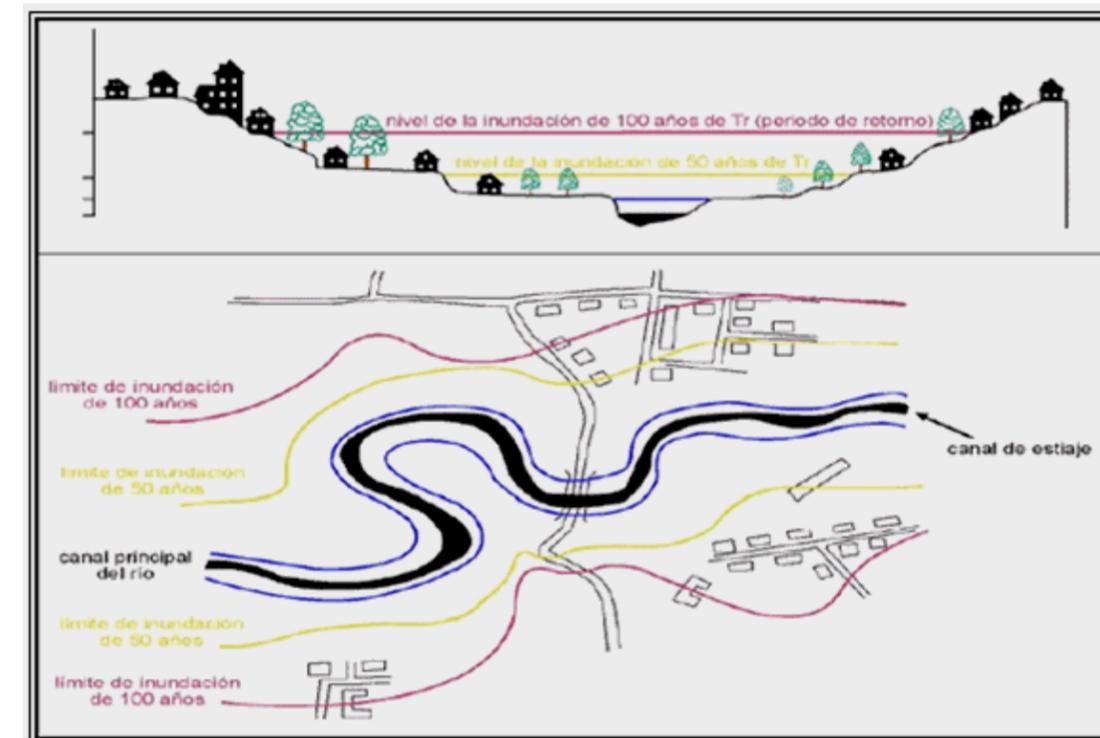


Figura 56. Esquema de valores por inundaciones de acuerdo a distintos tiempos de retorno.



Ajuste de los regímenes extremales de inundación en cada perfil.

A partir de los valores extremos de precipitación calculados en cada cuenca, se ajustan sendos regímenes extremales con la técnica POT (Peaks Over Threshold).

Figura 55. Fraccionamiento el Manantial en San Sebastian Etlá

Modelización en lecho fijo del flujo en río en el municipio (modelos 1D y 2D en régimen permanente y variable).

Con la finalidad de estudiar, en este Atlas de Riesgos, los efectos de la propagación de avenidas en ríos, y en concreto para la obtención de valores de las velocidades y niveles de agua, se han usado modelos bidimensionales y eventualmente unidimensionales en régimen permanente gradualmente variado y fondo fijo. Estos últimos pueden ser una herramienta suficiente para estudios donde la evolución temporal no sea un factor a tener en cuenta y el flujo sea eminentemente unidimensional. Este tipo de modelos se basan en esquemas numéricos relativamente simples pero eficaces.

Para este municipio se recurrió a ecuaciones unidimensionales del régimen gradualmente variable o ecuaciones de Saint Venant unidimensionales. Para intentar resolver estas ecuaciones se han utilizado en el pasado gran cantidad de esquemas numéricos distintos, algunos de ellos con las ecuaciones completas y muchos otros con distintas simplificaciones consistentes en despreciar los términos con menor contribución, dando lugar a los métodos conocidos como métodos hidrológicos, onda cinemática y onda difusiva.

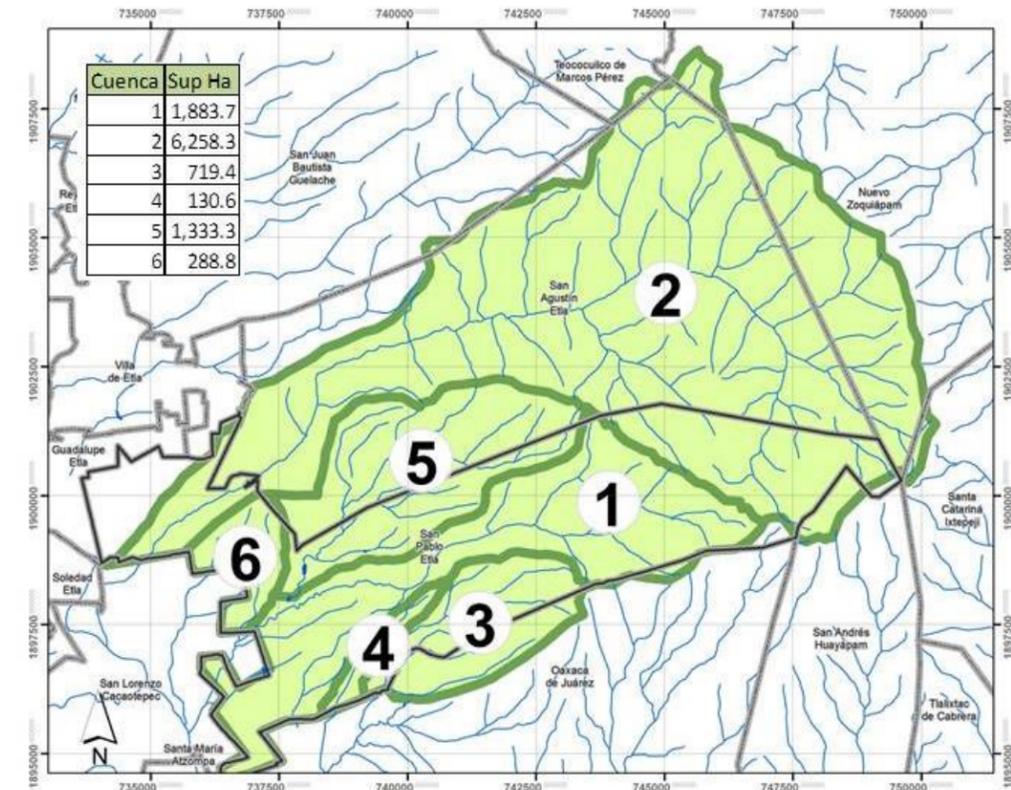
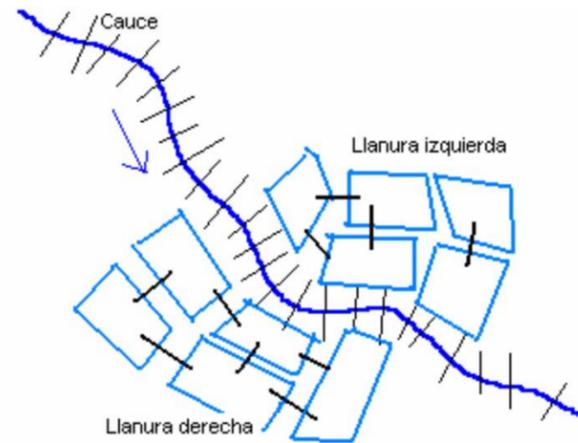


Figura 57. 6 cuencas en el municipio; Valores y superficies.

Figura 58. Seccionamiento modelo de un río en el municipio.



– I es la pendiente motriz, evaluada mediante la fórmula de Manning.

– a es el coeficiente de Coriolis

Para describir muchos fenómenos naturales como puede ser la inundación de una gran llanura o incluso los de los ríos del municipio en la confluencia de dos cauces, el cruce de dos corrientes de agua, el flujo en un cauce ancho e irregular, etc., la aproximación unidimensional deja de ser adecuada y por ello se desarrollaron primero los esquemas cuasi-bidimensionales, y luego los esquemas bidimensionales propiamente dichos.

Una limitación en el municipio fue la no existencia de coberturas Lidar que pudieran precisar los alcances del estudio, por lo que se recurrió a los modelos cuasi-bidimensionales.

La simulación de la propagación en el cauce se efectúa resolviendo las ecuaciones de Saint-Venant. En el caso que nos ocupa, donde puede haber un caudal lateral de entrada, son:

Para generar los cálculos unidimensionales, se consideraron tres aspectos básicos para el municipio:

1. Caudal de circulación constante en todo el tramo de estudio, sin posibilidad de variación temporal.
2. Fondo (fijo y no erosionable) sin duda tiene influencia en los niveles de agua.
3. La curvatura de la superficie libre pequeña, por tanto la distribución de presiones en una vertical es la hidrostática. De esta manera se establece la ecuación de conservación de la energía o ecuación de Bernoulli:

$$\frac{d}{dx} \left(z + y + \alpha \frac{v^2}{2g} \right) = -I$$

donde:

– x es la abscisa, positiva en la dirección del flujo,

– z es la cota de la solera,

– y es el calado,

– v es la velocidad media de la sección,

– g es la aceleración de la gravedad,

$$b \frac{\partial y}{\partial t} + \frac{\partial Q}{\partial x} = q$$

$$\frac{\partial Q}{\partial t} + \frac{\partial}{\partial x} \left(\frac{Q^2}{A} \right) + gA \frac{\partial y}{\partial x} + \frac{Q}{A} q = gA [I_0 - I]$$

donde y es el calado, Q el caudal, x la abscisa de la sección, t el tiempo, b el ancho superficial, q el afluente lateral por unidad de longitud, A el área de la sección transversal, g la gravedad, I_0 la pendiente del fondo e I la pendiente motriz.

Atlas de Riesgos del municipio de San Pablo Etlá, Oaxaca, 2014

Figura 59. Valores de lluvia extremos para 60min empleados para el hidrograma (CENAPRED 2014)

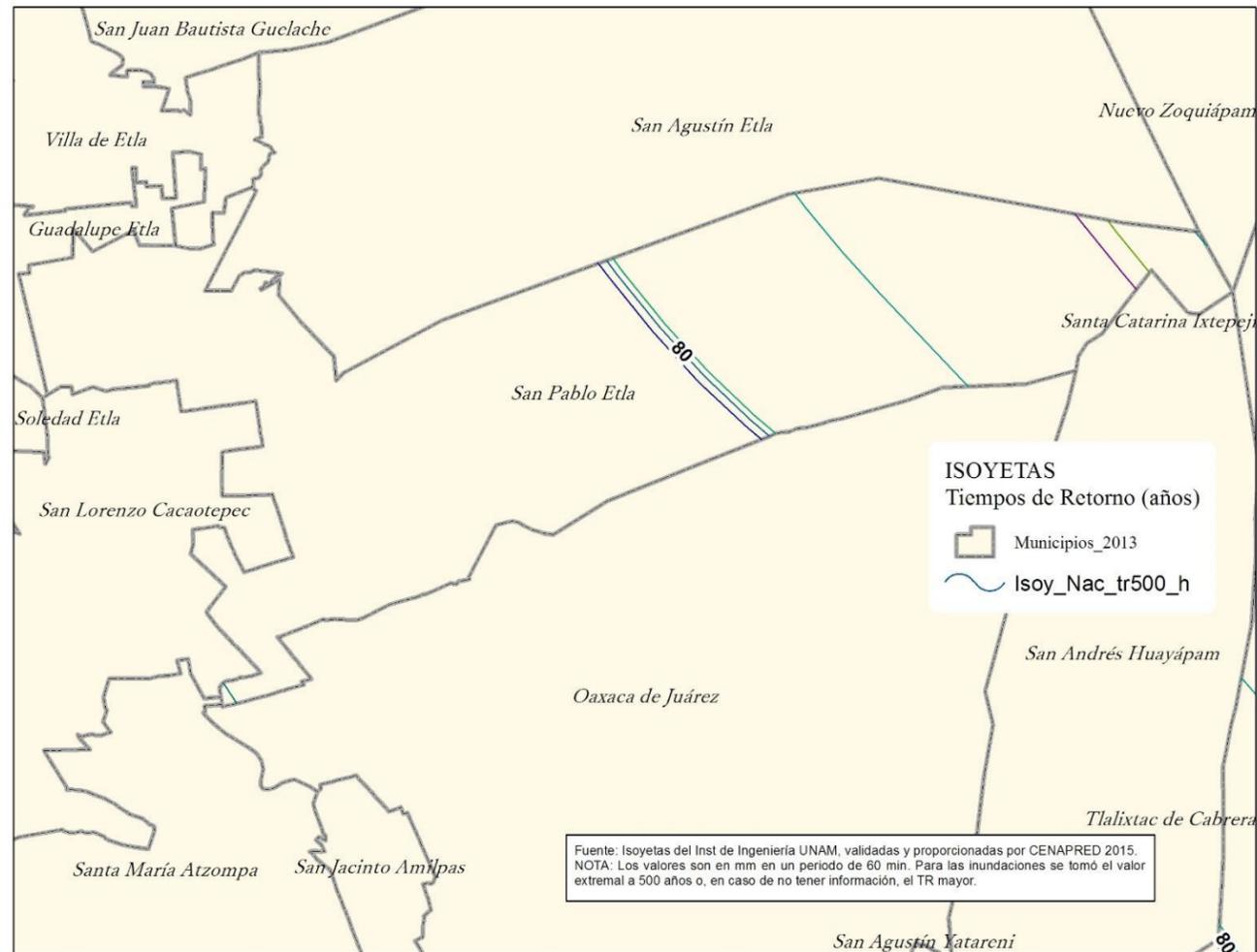
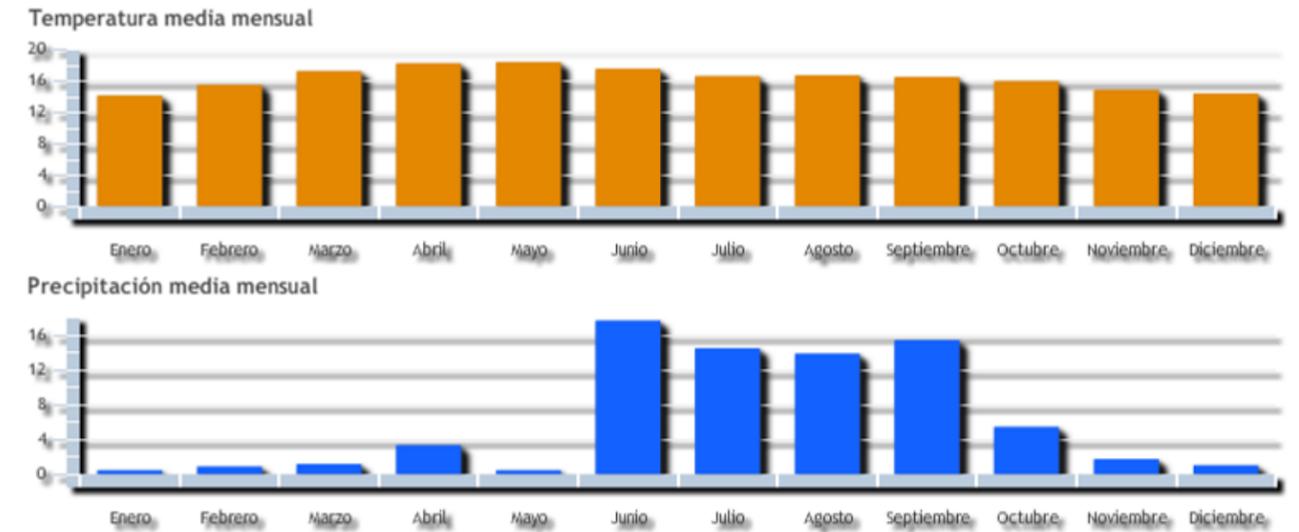


Figura 60. Temperatura y lluvia media en la cuenca principal



Cuadro 38. Elementos para el cálculo del hidrograma cuenca principal SP Etlá

Elevación máxima	2843 m
Elevación media	2221 m
Elevación mínima	1599 m
Longitud	10073 m
Pendiente Media	12.35%
Tiempo de Concentración (min)	52.4
Área Drenada	26.52 km ²
Periodo de Retorno	500 Años
Coefficiente de escurrimiento	0.3
Lluvia	80 mm/h
Caudal pico m³/seg	202.43 m ³ /s

Fuente: Isoyetas del Inst de Ingeniería UNAM, validadas y proporcionadas por CENAPRED 2015. Método probabilístico, modelo de lluvia-escurrimiento con el método racional. Se determinaron los gastos a partir del Simulador de Flujos de Agua de Cuencas Hidrográficas y características de la Red Hidrográfica 2.1. NOTA: Para las inundaciones se tomó el valor extremal a 500 años o, en caso de no tener información, el TR mayor.

Figura 61. Hidrograma empleado para Etlá

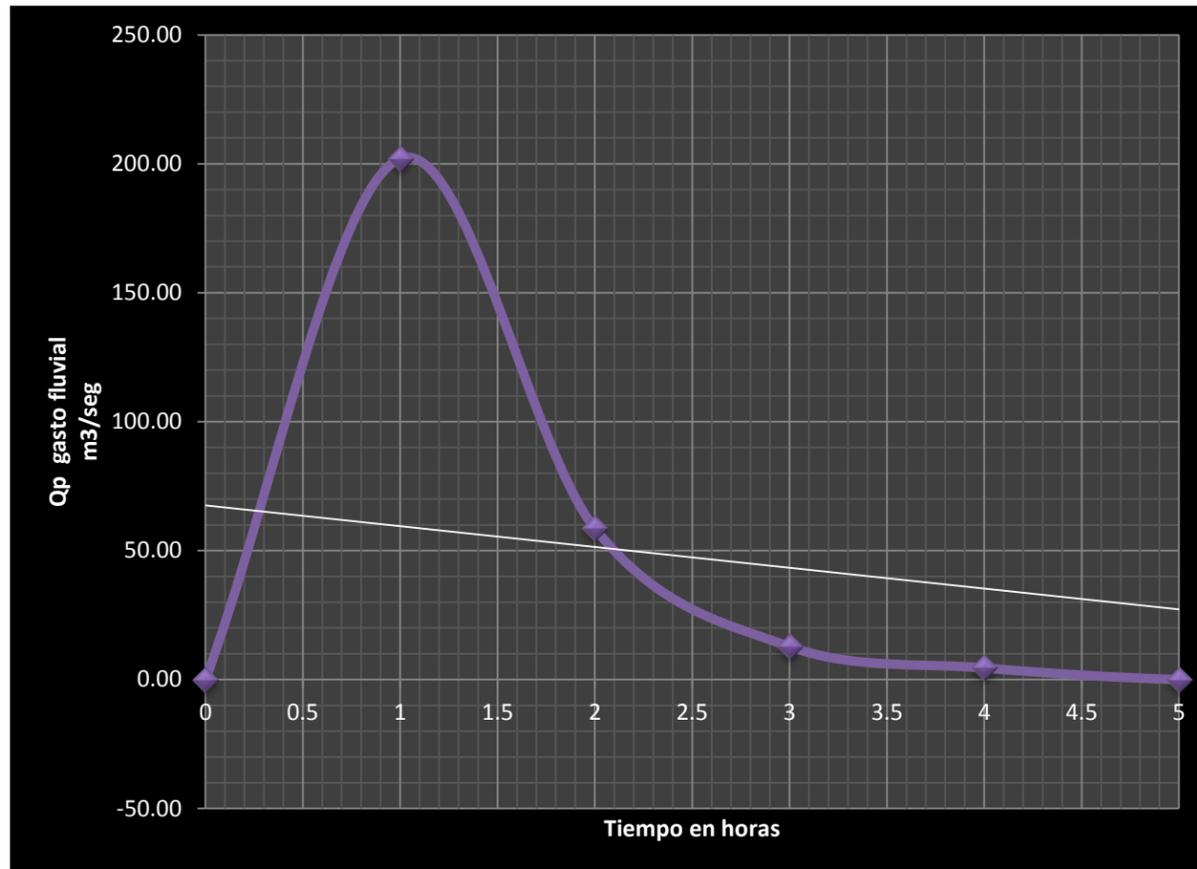


Figura 62. Malla de cálculo del modelo numérico

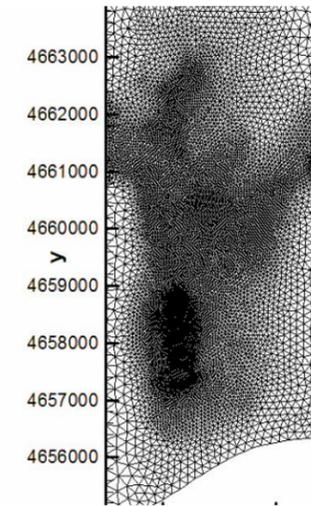
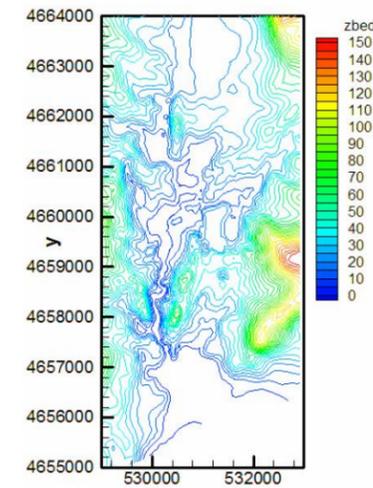
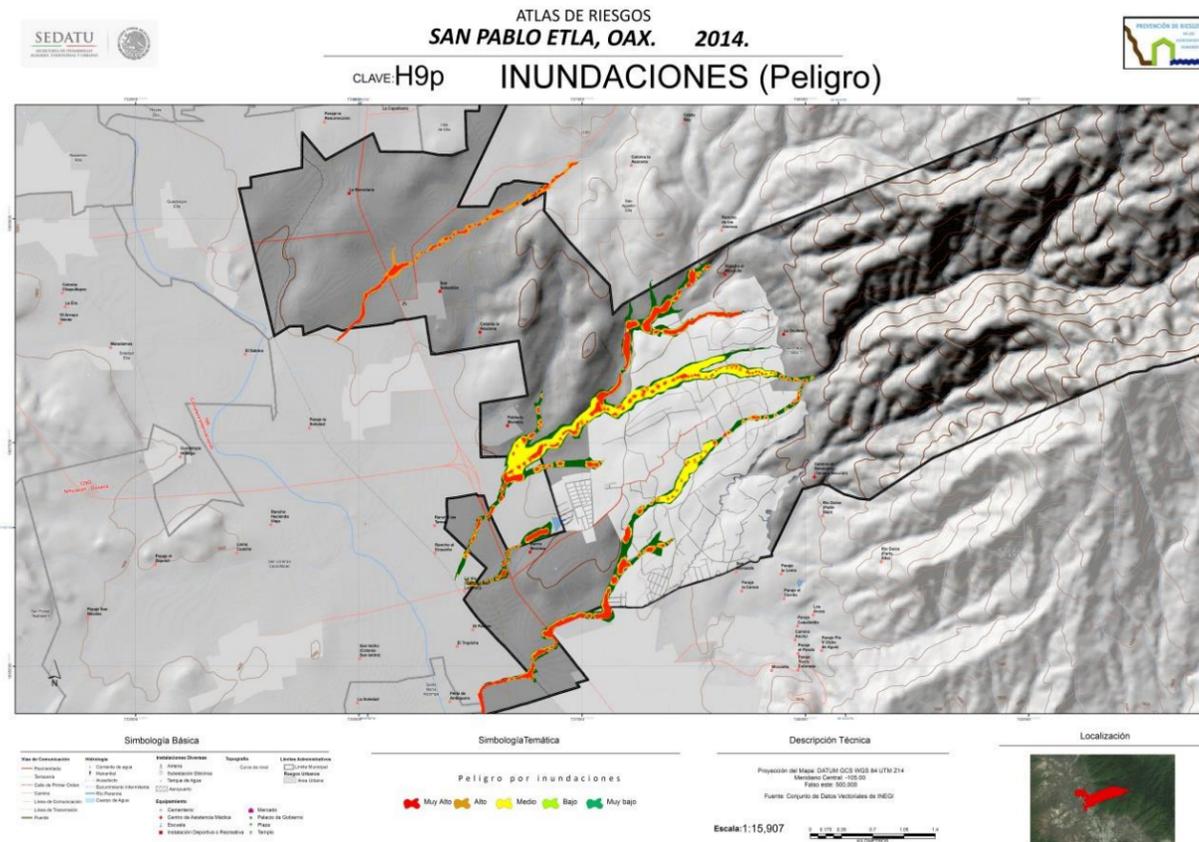


Figura 63. Peligro por inundaciones



Índice de vulnerabilidad social

Metodología

La determinación de la vulnerabilidad social aplicada a la zona de estudio, se basa en una variante de la metodología desarrollada por el CENAPRED², actualizada a nivel de AGEB y con los indicadores socioeconómicos y demográficos del Censo de Población y Vivienda, 2010, así como los datos obtenidos en campo y con las autoridades respectivas.

En la Guía Básica se define la vulnerabilidad como "una serie de factores económicos, sociales y culturales que determinan el grado en el que un grupo social está capacitado para la atención de la emergencia, su rehabilitación y recuperación frente a un desastre", y que, operativamente se traduce como "el conjunto de características sociales y económicas de la población que limita la capacidad de desarrollo de la sociedad; en conjunto con la capacidad de prevención y respuesta de la misma frente a un fenómeno y la percepción local del riesgo de la misma población".

La metodología de CENAPRED divide en tres grandes etapas a la vulnerabilidad:

- Indicadores socioeconómicos.

Que miden las condiciones de bienestar y desarrollo de los individuos en la zona de estudio, a partir del acceso a los bienes y servicios básicos, de la oportunidad de acceder a la educación, salud, vivienda entre otros, e indican el nivel de desarrollo, identificando las condiciones que inciden o acentúan los efectos ante un desastre.

Este se elabora a partir de información censal³ y corroborada en campo y se divide en los siguientes aspectos:

Tema	No	Indicador	Rangos (%)	Condición de vulnerabilidad	Valor
Salud	1	Porcentaje de hijos fallecidos de las mujeres de 15 a 49 años	0.0 a 0.1	Muy baja	0.00
			0.1-2.0	Baja	0.25
			2.0 a 3.5	Media	0.50
			3.6 a 6.0	Alta	0.75
			6.0 a 63.6	Muy Alta	1.00
	2	Porcentaje de población sin derechohabencia a algún servicio de salud pública	0 a 2.9	Muy baja	0.00
2.9 a 23.7			Baja	0.25	
23.7 a 35.7			Media	0.50	
35.7 a 51.6			Alta	0.75	
51.6 a 100.0			Muy Alta	1.00	
Educación	3	Porcentaje de Población de 6 a 14	0.0 a 0.15	Muy baja	0.00

² Guía Básica para la Elaboración de Atlas Estatales y Municipales de Peligros y Riesgos. 2006.

³ Respecto a los indicadores que señala la Guía básica se ajustaron para este estudio en relación con los datos disponibles a nivel de AGEB urbana del Censo de Población y Vivienda 2010.

Atlas de Riesgos del municipio de San Pablo Etna, Oaxaca, 2014



	años que no asiste a la escuela	0.15 a 3.02	Baja	0.25	
		3.02 a 5.54	Media	0.50	
		5.54 a 10.5	Alta	0.75	
		10.5 y más	Muy alta	1.00	
4	Porcentaje de población de 15 años y más sin secundaria completa	0.0 a 0.70	Muy baja	0.00	
		0.70 a 24.2	Baja	0.25	
		24.2 a 39.9	Media	0.50	
		39.9 a 56.1	Alta	0.75	
		56.1 a 100.0	Muy Alta	1.00	
Vivienda	5	Porcentaje de viviendas particulares sin agua al interior de la vivienda	0.0 a 8.1	Muy baja	0.00
			8.1 a 25.3	Baja	0.25
			25.3 a 48.5	Media	0.50
			48.5 a 76.3	Alta	0.75
			76.3 a 100.0	Muy Alta	1.00
	6	Porcentaje de viviendas particulares sin drenaje conectado a la red pública o fosa séptica	0.0 a 3.3	Muy baja	0.00
			3.3 a 11.5	Baja	0.25
			11.5 a 26.5	Media	0.50
			26.5 a 53.5	Alta	0.75
			53.5 a 100	Muy Alta	1.00
	7	Porcentaje de viviendas particulares sin excusado con conexión de agua	0 a 10.4	Muy baja	0.00
			10.4 a 28.4	Baja	0.25
28.4 a 49.9			Media	0.50	
49.9 a 74.6			Alta	0.75	
		74.6 a 100.0	Muy Alta	1.00	
8	Porcentaje de viviendas particulares con piso de tierra	0 a 2.5	Muy baja	0.00	
		2.5 a 6.9	Baja	0.25	
		6.9 a 14.9	Media	0.50	
		14.9 a 31.1	Alta	0.75	
		31.1 a 100.0	Muy Alta	1.00	
9	Porcentajes de viviendas particulares con hacinamiento	0.5 a 17.0	Muy baja	0.00	
		17.0 a 29.8	Baja	0.25	
		29.8 a 41.3	Media	0.50	
		41.3 a 53.9	Alta	0.75	
		53.9 a 95.9	Muy Alta	1.00	
Calidad de vida	10	Razón de dependencia por cada cien personas activas	0.7 a 46.7	Muy baja	0.00
			46.7 a 59.3	Baja	0.25
			59.3 a 85.6	Media	0.50
			85.6 a 156.3	Alta	0.75
			156.3 y más	Muy Alta	1.00
	11	Densidad (hab/ha)	0 a 25.7	Muy baja	0.00
			25.7 a 62.3	Baja	0.25
			62.3 a 117.5	Media	0.50
			117.5 a 213.5	Alta	0.75
			213.5 y más	Muy Alta	1.00
	12	Porcentaje de viviendas particulares sin refrigerador	0.0 a 6.4	Muy baja	0.00
			6.4 a 14.7	Baja	0.25
14.7 a 27.5			Media	0.50	
27.5 a 49.3			Alta	0.75	
		49.3 y más	Muy Alta	1.00	

b) Capacidad municipal de prevención y respuesta.

Describe la capacidad de prevención y respuesta se refiere a la preparación antes y después de un evento por parte de las autoridades y de la población. Principalmente se compone de considerar el grado en el que el municipio se encuentra capacitado para incorporar conductas preventivas y ejecutar tareas para la atención de la emergencia, a partir de contar con instrumentos o capacidades de atención a los habitantes en caso de situación de peligro ante un fenómeno natural.

Tema	No	Indicador	Rangos (%)	Valor
Capacidad de prevención	1	El municipio cuenta con unidad de Protección Civil, comité u organización comunitaria	Si	0.0
			No	1.0
	2	El municipio tiene plan o programa de emergencia	Si	0.0
			No	1.0
	3	El municipio cuenta con Consejo municipal que integra autoridades y sociedad civil	Si	0.0
			No	1.0
	4	Se realizan simulacros en instituciones públicas y se promueve información al respecto	Si	0.0
			No	1.0
Capacidad de respuesta	5	El municipio cuenta con canales de comunicación para alertas en situación de peligro	Si	0.0
			No	1.0
	6	El municipio cuenta con rutas de evacuación y acceso	Si	0.0
			No	1.0
	7	El municipio cuenta con refugios temporales	Si	0.0
			No	1.0
	8	El municipio cuenta con convenios para la operación de albergues y distribución de alimentos o materiales ante situaciones de riesgo	Si	0.0
			No	1.0
	9	El municipio cuenta con personal capacitado para comunicar en caso de emergencias	Si	0.0
			No	1.0

10	El municipio cuenta con equipo de comunicación móvil	Si	0.0
		No	1.0

c) Percepción local. Incluye el análisis de algunos factores que evalúa la población para conocer si reconocer peligros en su entorno y la capacidad de respuesta ante un desastre.

Estimación

Una vez determinados los criterios de calificación para cada variable, se le califica con el valor correspondiente según su ubicación en el rango respectivo. Los valores que se establecen para cada rango serán de entre 0 y 1, donde 1 corresponde al nivel más alto de vulnerabilidad, y 0 al nivel más bajo.

Para el caso de los indicadores socioeconómicos se obtiene el promedio para cada rubro por lo que existirá un promedio para salud, uno para vivienda, etc. Se calcula el promedio simple de los indicadores para dar el mismo peso a cada indicador. Una vez obtenido, se sumarán los resultados de cada gran rubro (educación, salud, vivienda, etc.) se dividirá entre cuatro para obtener el promedio total.

Para el caso de los indicadores de capacidad municipal de prevención y respuesta, el valor más bajo será para "Sí" ya que este representará una mayor capacidad de prevención y respuesta y por consiguiente menor vulnerabilidad. Inversamente, el "No" representará más vulnerabilidad y tendrá un valor más alto. Una vez obtenidos los resultados se suman en cada rubro y se dividen entre dos.

Para el caso de los indicadores de percepción, se realiza una evaluación similar, al anterior, siendo la respuesta "No" la que indicará una mayor vulnerabilidad con valores más altos, y se sumaran los resultados en cada rubro divididos entre dos para obtener el promedio.

Una vez que se tienen los tres promedios de cada rubro, se pondera de forma que los indicadores socioeconómicos tengan un peso del 60%, los de capacidad de prevención y respuesta de 20% y los de percepción del riesgo de 20%.

El Grado de Vulnerabilidad Social a obtener se obtiene mediante la siguiente fórmula:

$$GVS = (R1 * 0.6) + (R2 * 0.2) + (R3 * 0.2)$$

Donde:

GVS = Es el grado de Vulnerabilidad Social

R1 = Promedio de indicadores socioeconómicos

R2 =
de

Promedio

Tema	No	Indicador	Rangos (%)	Valor
Reconocimiento de peligros locales	1	¿Cuántas fuentes de peligro se identifican en su localidad?	1 a 5	0.0
			6 a 13	0.5
			14 ó más	1.0
	2	¿Ha sufrido la pérdida de algún bien por causa de algún fenómeno natural?	Si	0.0
			No	1.0
			No sabe	0.5
3	¿En su comunidad se han construido obras para disminuir efectos de fenómenos naturales?	Si	0.0	
		No	1.0	
		No sabe	0.5	
Mecanismos de prevención local	4	¿En su comunidad se han llevado a cabo campañas de información sobre peligros existentes en ella?	Si	0.0
			No	1.0
			No sabe	0.5
	5	¿Sabe ante quién acudir en caso de emergencia?	Si	0.0
			No	1.0
			No sabe	0.5
	6	¿En su comunidad existe un sistema de alertas ante alguna emergencia?	Si	0.0
			No	1.0
No sabe			0.5	
7	¿Se difunde la información necesaria para saber actuar en un caso de emergencia?	Si	0.0	
		No	1.0	
		No sabe	0.5	
8	¿Sabe donde se encuentra la unidad de Protección Civil de la localidad?	Si	0.0	
		No	1.0	
		No sabe	0.5	

indicadores de prevención de riesgos y respuesta

R3 = Promedio de percepción local de riesgo

De acuerdo con el resultado obtenido se obtiene un valor que va de 0 a 1 en el cual el 0 representa la menor vulnerabilidad y el 1 la mayor vulnerabilidad social, la cual se estratifica de la siguiente manera:

Valor	Grado de vulnerabilidad
0.0 a 0.2	Muy Bajo
0.21 a 0.40	Bajo
0.41 a 0.60	Medio
0.61 a 0.80	Alto
Más de 0.80	Muy Alto

Estimación del grado de vulnerabilidad para el municipio de Ocotlán.

Para el caso de la localidad de Ocotlán, estado de Oaxaca se encuentran 8 AGEB, las cuales se evaluaron de acuerdo con la metodología presentada. Para este efecto se obtuvieron los siguientes resultados:

a) Indicadores socioeconómicos

Cuadro 39. Salud

AGEB	Población Total	% de hijos fallecidos de las mujeres de 15 a 49 años		% de población sin derechohabiencia a algún servicio de salud		PROMEDIO
		Ind	Valor	Ind	Valor	
2029300010031	2,762	2.3	0.50	58.8	1.00	0.75
2029300010046	1,279	2.1	0.50	60.6	1.00	0.75
2029300010050	2,555	0.9	0.25	39.6	0.75	0.50
2029300010065	1,686	1.3	0.25	28.5	0.50	0.38
2029300030084	2,488	2.2	0.50	60.6	1.00	0.75
2029300030099	3,665	1.4	0.25	25.7	0.50	0.38
2029300030101	253	1.5	0.25	26.4	0.50	0.38
2029300030116	172	2.0	0.50	26.8	0.50	0.50

Fuente: Elaboración propia con base en el Censo de Población y Vivienda, 2010.

Cuadro 40. Educación

AGEB	% de Población de 6 a 14 años que no asiste a la escuela		% de población de 15 años y más sin secundaria completa		PROMEDIO
	Ind	Valor	Ind	Valor	
2029300010031	5.1	0.75	47.2	0.75	0.75
2029300010046	5.4	0.75	53.7	0.75	0.75
2029300010050	3.6	0.75	33.6	0.50	0.63
2029300010065	2.5	0.25	15.6	0.25	0.25
2029300030084	4.1	0.75	36.6	0.50	0.63
2029300030099	1.9	0.25	12.6	0.25	0.25
2029300030101	1.9	0.25	12.5	0.25	0.25
2029300030116	1.4	0.25	12.5	0.25	0.25

Fuente: Elaboración propia con base en el Censo de Población y Vivienda, 2010.

Cuadro 41. Vivienda

AGEB	% de viviendas particulares sin agua al interior de la vivienda		% Viviendas part. sin drenaje conectado a la red pública		% Viviendas particulares sin excusado		% Viviendas particulares con piso de tierra		% Viviendas particulares con algún nivel de hacinamiento		PROMEDIO
	Ind	Valor	Ind	Valor	Ind	Valor	Ind	Valor	Ind	Valor	
2029300010031	61.2	0.75	31.0	0.75	53.6	1.00	13.0	0.50	35.4	0.50	0.70
2029300010046	67.1	0.75	40.8	0.75	56.6	1.00	18.4	0.75	30.3	0.50	0.75
2029300010050	66.1	0.75	20.1	0.50	48.0	0.50	6.8	0.25	29.9	0.50	0.50
2029300010065	8.6	0.25	5.6	0.25	11.7	0.25	1.5	0.00	26.9	0.25	0.20
2029300030084	60.0	0.75	17.5	0.50	72.5	1.00	7.5	0.50	39.2	0.50	0.65
2029300030099	10.2	0.25	1.6	0.00	7.6	0.00	0.7	0.00	23.6	0.25	0.10
2029300030101	3.0	0.00	1.2	0.00	1.8	0.00	0.9	0.00	15.8	0.00	0.00
2029300030116	2.4	0.00	0.2	0.00	1.0	0.00	0.6	0.00	18.4	0.25	0.05

Fuente: Elaboración propia con base en el Censo de Población y Vivienda, 2010.

Cuadro 42. Calidad de vida

AGEB	Razón de dependencia por cada cien habitantes		Densidad (Hab/ha)		% Viviendas particulares sin refrigerador		PROMEDIO
	Ind	Valor	Ind	Valor	Ind	Valor	
2029300010031	53.7	0.25	5.5	0.00	17.5	0.50	0.25
2029300010046	58.7	0.25	1.9	0.00	30.3	0.75	0.33
2029300010050	50.8	0.25	5.8	0.00	12.4	0.25	0.17
2029300010065	47.3	0.25	27.4	0.25	4.1	0.00	0.17
2029300030084	38.4	0.00	9.6	0.00	15.0	0.50	0.17
2029300030099	47.1	0.25	41.8	0.25	6.3	0.00	0.17
2029300030101	47.0	0.25	51.6	0.25	3.9	0.00	0.17
2029300030116	50.9	0.25	204.8	0.75	5.4	0.00	0.33

Fuente: Elaboración propia con base en el Censo de Población y Vivienda, 2010.

Resumen indicadores socioeconómicos

AGEB	PROMEDIO
2029300010031	0.613
2029300010046	0.646
2029300010050	0.448
2029300010065	0.248
2029300030084	0.548
2029300030099	0.223
2029300030101	0.198
2029300030116	0.283

Fuente: Elaboración propia con base en el Censo de Población y Vivienda, 2010.

Atlas de Riesgos del municipio de San Pablo Etlá, Oaxaca, 2014

b) Capacidad municipal de prevención y respuesta

Cuadro 43. Capacidad de prevención

Municipio	El municipio cuenta con unidad de Protección Civil, comité u organización comunitaria		El municipio tiene plan o programa de emergencia		El municipio cuenta con Consejo municipal que integra autoridades y sociedad civil		Se realizan simulacros en instituciones públicas y se promueve información al respecto		PROMEDIO
	SI / NO	Valor	SI / NO	Valor	SI / NO	Valor	SI / NO	Valor	
20293	SI	1.0	SI	1.0	SI	1.0	SI	1.0	1

Fuente: Elaboración propia con base en trabajo en campo.

Cuadro 44. Capacidad de respuesta

Municipio	El municipio cuenta con canales de comunicación para alertas en situación de peligro		El municipio cuenta con rutas de evacuación y acceso		El municipio cuenta con refugios temporales		El municipio cuenta con convenios para la operación de albergues y distribución de alimentos		El municipio cuenta con personal capacitado para comunicar en caso de emergencias		El municipio cuenta con equipo de comunicación móvil		PROMEDIO
	SI / NO	Valor	SI / NO	Valor	SI / NO	Valor	SI / NO	Valor	SI / NO	Valor	SI / NO	Valor	
20293	SI	1.0	SI	1.0	SI	1.0	No	0.0	SI	1.0	No	0.0	0.67

Fuente: Elaboración propia con base en trabajo en campo.

Resumen indicadores capacidad de prevención y respuesta

Municipio	PROMEDIO
20293	0.83

Fuente: Elaboración propia con base en trabajo en campo.

c) Percepción local.

Cuadro 45. Reconocimiento de peligros locales

AGEB	¿Cuántas fuentes de peligro se identifican en su localidad?			¿Ha sufrido la pérdida de algún bien por causa de algún fenómeno natural?			¿En su comunidad se han construido obras para disminuir efectos de fenómenos naturales?			PROMEDIO
	1 a 5	6 a 13	14 ó más	Si	No	No sabe	Si	No	No sabe	
2029300010031	0.0			0.0						0.2
2029300010046	0.0				1.0			1.0		0.7
2029300010050	0.0				1.0			1.0		0.7

2029300010065	0.0				1.0				1.0	0.7
2029300030084	0.0				1.0				1.0	0.7
2029300030099	0.0		0.0						1.0	0.3
2029300030101	0.0				1.0				1.0	0.7
2029300030116	0.0				1.0				1.0	0.7

Fuente: Elaboración propia con base en trabajo en campo.

Cuadro 46. Mecanismos de prevención local

AGEB	¿En su comunidad se han llevado a cabo campañas de información sobre peligros existentes en ella?			¿Sabe ante quién acudir en caso de emergencia?			¿En su comunidad existe un sistema de alertas ante alguna emergencia?			¿Se difunde la información necesaria para saber actuar en un caso de emergencia?			¿Sabe donde se encuentra la unidad de Protección Civil de la localidad?		PROMEDIO	
	1 a 5	6 a 13	14 ó más	Si	No	No sabe	Si	No	No sabe	Si	No	No sabe	Si	No		
2029300010031	0.0			0.0			0.0			0.0			0.0			
2029300010046	0.0			0.0				1.0			1.0		0.0			
2029300010050	0.0				1.0			1.0			1.0			1.0		
2029300010065	0.0				1.0			1.0			1.0			1.0		
2029300030084	0.0				1.0			1.0			1.0			1.0		
2029300030099	0.0				1.0			1.0			1.0			1.0		
2029300030101	0.0				1.0			1.0			1.0			1.0		
2029300030116	0.0				1.0			1.0			1.0			1.0		0.5

Fuente: Elaboración propia con base en trabajo en campo.

cuadro 47. Resumen indicadores de percepción local

AGEB	Promedio
2029300010031	0.00
2029300010046	0.08
2029300010050	0.16
2029300010065	0.16
2029300030084	0.16
2029300030099	0.16
2029300030101	0.16
2029300030116	0.14

Fuente: Elaboración propia con base en trabajo en campo.

Índice de vulnerabilidad social por AGEB

De acuerdo con los resultados obtenidos, se observa que de las 8 Áreas Geoestadísticas Básicas en la cabecera de San Pablo Etlá, tres tienen un grado de vulnerabilidad alto, mientras que

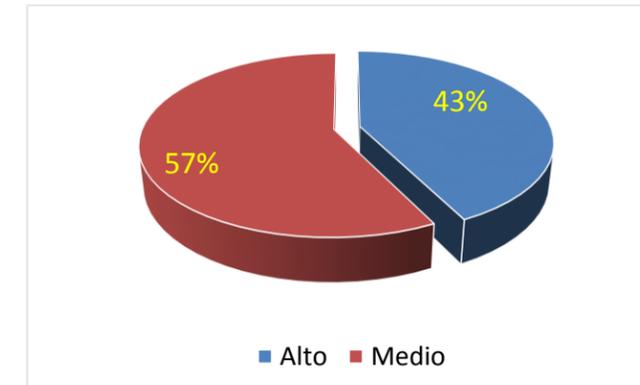
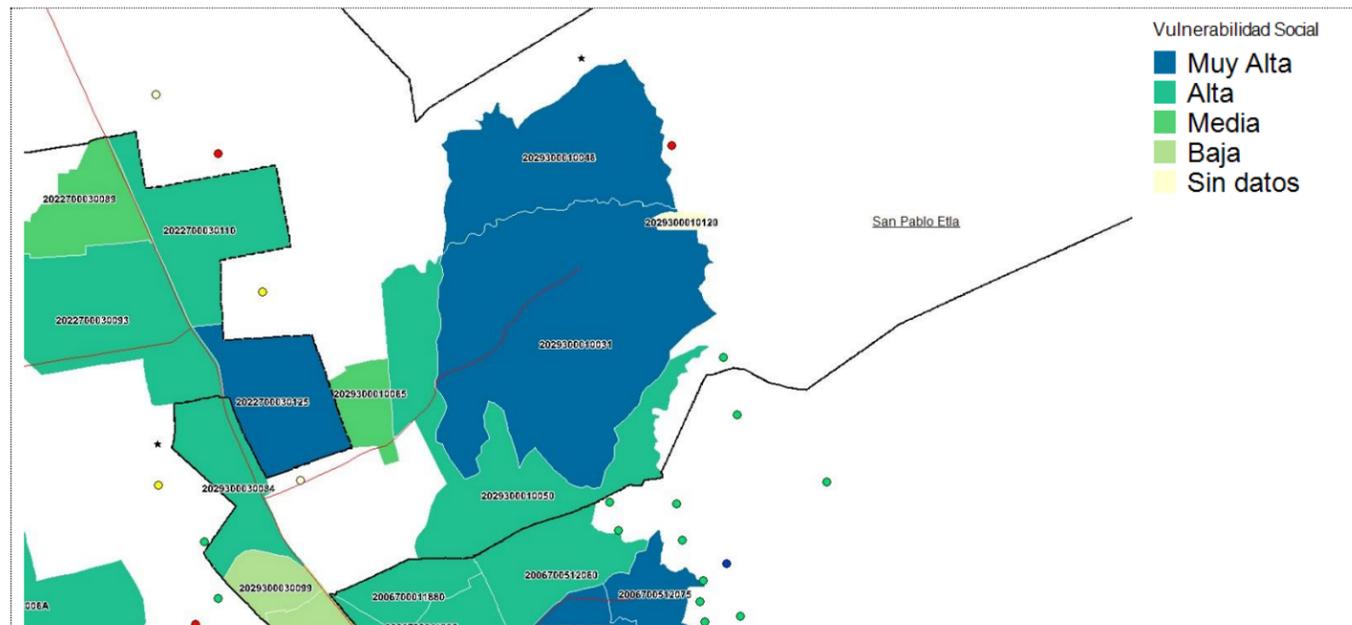
Atlas de Riesgos del municipio de San Pablo Etna, Oaxaca, 2014

cinco tienen un grado medio de vulnerabilidad. En términos de su población implica que de los 14.9 mil habitantes de la cabecera municipal, 43 por ciento residen en las AGEB con vulnerabilidad alta, mientras que el 57 por ciento restante se ubican en las AGEB con vulnerabilidad media (8.5 mil personas).

AGEB	Socioeconómicos	Capacidad prevención y respuesta	Percepción local	Índice de vulnerabilidad social	Grado de vulnerabilidad social
2029300010031	0.37	0.17	0.00	0.53	Medio
2029300010046	0.39	0.17	0.08	0.63	Alto
2029300010050	0.27	0.17	0.16	0.60	Alto
2029300010065	0.15	0.17	0.16	0.48	Medio
2029300030084	0.33	0.17	0.16	0.66	Alto
2029300030099	0.13	0.17	0.16	0.46	Medio
2029300030101	0.12	0.17	0.16	0.45	Medio
2029300030116	0.17	0.17	0.14	0.48	Medio

Fuente: Elaboración propia con base en el Censo de Población y Vivienda, 2010 y trabajo en campo.

Figura 64. San Pablo Etna: Distribución de las AGEB por el Índice de Vulnerabilidad Social, 2010

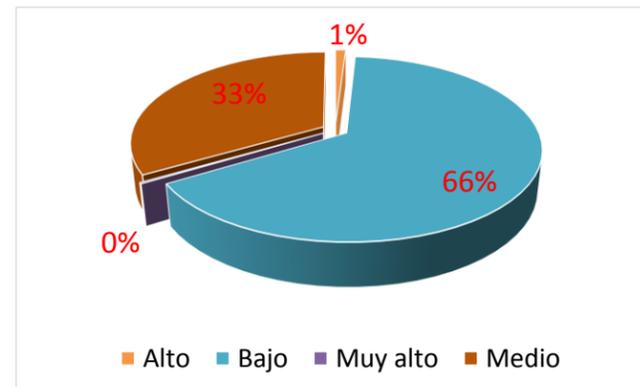


Fuente: Elaboración propia con base en el Censo de Población y Vivienda, 2010 y trabajo en campo.

En las localidades rurales del municipio, descartando la cabecera municipal, la mayor parte de las localidades presentan un grado de vulnerabilidad medio y bajo. De los 11.9 mil personas rurales, 7.8 mil personas residen en localidades próximas a la cabecera municipal, por lo que su índice de vulnerabilidad es baja, y casi 4 mil tienen un grado de vulnerabilidad media, por lo que 98.8 por ciento de los habitantes tienen una mayor capacidad para resistir situaciones de emergencia ante fenómenos naturales.

Loc	Localidad	Población total	Socioeconómicos	Capacidad prevención y respuesta	Percepción local	Índice de vulnerabilidad social	Grado de vulnerabilidad social
2	Poblado Morelos	616	0.12	0.17	0.12	0.41	Medio
3	Hacienda Blanca	7 758	0.06	0.17	0.12	0.35	Bajo
4	San Sebastián	1 984	0.14	0.17	0.12	0.43	Medio
6	Barrio Morelos	923	0.16	0.17	0.12	0.45	Medio
7	Colonia la Azucena	365	0.21	0.17	0.12	0.50	Medio
9	La Borcelana	120	0.33	0.17	0.12	0.62	Alto
12	La Ocotera	73	0.18	0.17	0.16	0.51	Medio
13	Camino Al Seminario (Tercera Sección)	25	0.65	0.17	0.16	0.98	Muy alto

Atlas de Riesgos del municipio de San Pablo Etna, Oaxaca, 2014



Fuente: Elaboración propia con base en el Censo de Población y Vivienda, 2010 y trabajo en campo.

Riesgos Hidrometeorológicos

La valoración del riesgo se obtuvo a partir de la sobreposición de áreas de peligro medio, alto y muy alto, con la zonificación de vulnerabilidad (Algebra de Mapas). De acuerdo al grado de peligro y la condición de vulnerabilidad, se asignó una categoría de riesgo como se muestra a continuación.

Matriz de riesgo cualitativa.

Peligro	Vulnerabilidad	Riesgo
Muy alto	Muy alta	Muy alto
	Alta	Muy alto
	Media	Alto
	Baja	Alto
	Muy baja	Medio
Alto	Muy alta	Muy alto
	Alta	Alto
	Media	Alto
	Baja	Medio
	Muy baja	Medio
Medio	Muy alta	Alto
	Alta	Alto
	Media	Medio
	Baja	Medio
	Muy baja	Bajo
Bajo	Muy alta	Alto

	Alta	Medio
	Media	Medio
	Baja	Bajo
	Muy baja	Bajo
MUY BAJO	Muy alta	Medio
	Alta	Medio
	Media	Bajo
	Baja	Bajo
	Muy baja	Muy Bajo

De la matriz anterior se establecen 5 grados de riesgo, partiendo desde Muy Bajo, Bajo, Medio, Alto y Muy Alto, por lo tanto, la combinación de los diferentes tipos de peligros y vulnerabilidades fijados para cada uno de los fenómenos hidrometeorológicos nos presenta el grado de riesgo.

De ese modo, el color VERDE OSCURO expresa MUY BAJO nivel de riesgo, el VERDE CLARO es BAJO, el AMARILLO es MEDIO, ANARANJADO es ALTO y el color ROJO significa un MUY ALTO grado de riesgo.

Ondas Gélidas

Ondas Cálidas y Gélidas

Ondas Cálidas

EVALUACIÓN DEL RIESGO POR ONDAS CÁLDIDAS				POBLACIÓN TOTAL	NÚMERO VIVIENDAS
LOCALIDAD	PELIGRO	VULNERABILIDAD	RIESGO		
CAMINO SEMINARIO (TERCERA SECCIÓN) AL	ALTO	MUY ALTO	MUY ALTO	25	9
BARRIO MORELOS	ALTO	MEDIO	ALTO	923	326
COLONIA AZUCENA LA	ALTO	MEDIO	ALTO	365	104
LA BORCELANA	ALTO	ALTO	ALTO	120	48
LA OCOTERA	ALTO	MEDIO	ALTO	73	24
POBLADO MORELOS	ALTO	MEDIO	ALTO	616	195
RANCHO MEZQUITE EL	ALTO	MEDIO	ALTO	13	2
SAN SEBASTIAN	ALTO	MEDIO	ALTO	1948	646

EVALUACIÓN DEL RIESGO POR ONDAS CÁLDIDAS				POBLACION TOTAL	NÚMERO D VIVIENDAS
AGEB	PELIGRO	VULNERABILIDAD	RIESGO		
20293 0001 0031	ALTO	MEDIO	ALTO	1757	1230
20293 0001 0046	ALTO	ALTO	ALTO	273	194
20293 0001 0050	ALTO	ALTO	ALTO	864	670
20293 0001 0065	ALTO	MEDIO	ALTO	728	562
20293 0001 0084	ALTO	ALTO	ALTO	544	294
20293 0001 0116	ALTO	MEDIO	ALTO	4311	3428
20293 0001 0099	ALTO	MEDIO	ALTO	1012	898
20293 0001 0101	ALTO	MEDIO	ALTO	1891	1606

EVALUACIÓN DEL RIESGO POR ONDAS GELIDAS				POBLACIÓN TOTAL	NUMERO VIVIENDAS
LOCALIDAD	PELIGRO	VULNERABILIDAD	RIESGO		
CAMINO SEMINARIO (TERCERA SECCIÓN) AL	ALTO	MUY ALTO	MUY ALTO	25	9
LA BORCELANA	ALTO	ALTO	ALTO	120	48
BARRIO MORELOS	ALTO	MEDIO	ALTO	923	326
COLONIA AZUCENA LA	ALTO	MEDIO	ALTO	365	104
LA OCOTERA	ALTO	MEDIO	ALTO	73	24
POBLADO MORELOS	ALTO	MEDIO	ALTO	616	195
RANCHO MEZQUITE EL	ALTO	MEDIO	ALTO	13	2
SAN SEBASTIAN	ALTO	MEDIO	ALTO	1,984	646

EVALUACIÓN DEL RIESGO POR ONDAS GÉLIDAS				POBLACION TOTAL	NÚMERO D VIVIENDAS
AGEB	PELIGRO	VULNERABILIDAD	RIESGO		
20293 0001 0031	ALTO	MEDIO	ALTO	1757	1230
20293 0001 0046	ALTO	ALTO	ALTO	273	194
20293 0001 0050	ALTO	ALTO	ALTO	864	670
20293 0001 0065	ALTO	MEDIO	ALTO	728	562
20293 0001 0084	ALTO	ALTO	ALTO	544	294
20293 0001 0116	ALTO	MEDIO	ALTO	4311	3428
20293 0001 0099	ALTO	MEDIO	ALTO	1012	898
20293 0001 0101	ALTO	MEDIO	ALTO	1891	1606

Tormentas Eléctricas

No se desarrolló riesgo para este tipo de fenómeno debido a que el peligro fue ponderado como BAJO.

Lluvias Extremas

No se desarrolló riesgo para este tipo de fenómeno debido a que el peligro fue ponderado como BAJO y MUY BAJO

Riesgo Geológico

El riesgo natural reconoce los diferentes escenarios de fenómenos potencialmente peligrosos en un territorio y el nivel de vulnerabilidad de una comunidad. Si uno de estos dos elementos falta el riesgo no puede ser determinado. De acuerdo con este contexto el riesgo solo puede ser considerado si se conoce la vulnerabilidad (física global) de una población o sociedad y el territorio en donde se asienta presenta alguna probabilidad de ocurrencia de un fenómeno natural peligroso.

El estudio de vulnerabilidad de las principales localidades inmersas en el municipio de San Pablo Etna, Oaxaca, es fundamental para el análisis de riesgos (CENAPRED, 2001). Una vez obtenidos los resultados fueron cruzados con los mapas de peligros geológicos del territorio y se obtuvo una matriz de datos que fue modificada de acuerdo al cruce de la información. En las comunidades estudiadas se obtuvo un índice con dos valores, vulnerabilidad global alta y media. Mientras que en los mapas de peligros geológicos se definieron áreas de peligros alto, medio y bajo, de acuerdo con la probabilidad de ocurrencia de los fenómenos en particular.

Para tener una caracterización más específica de los peligros se realizaron los cruces de vulnerabilidad con cada uno de los fenómenos geológicos definidos. Por esta razón, en algunos mapas los valores de riesgo aparecen como nulos. Esto ocurre debido a la relación de peligro y vulnerabilidad, si alguno de estos factores falta en la ecuación, no puede ser calculado el riesgo.

La vulnerabilidad juega un papel fundamental para la evaluación de daños o afectación en una población o sociedad. Pero a su vez, puede llegar a ser la variable más compleja, debido a su diversidad conceptual. Dentro de las definiciones de vulnerabilidad destacan la de Cardona (2001) que indica: *es la predisposición, susceptibilidad o factibilidad física, económica, política o social que tiene una comunidad de ser afectada o de sufrir daños en caso de que un fenómeno desestabilizador de origen natural o antrópico se manifieste, por lo que la comunidad, carece de la capacidad para adaptarse o ajustarse a determinadas circunstancias.* La CEPAL y El BID indican que: *es la probabilidad de que una comunidad expuesta a una amenaza natural (peligro natural) según el grado de fragilidad de sus elementos (infraestructura, vivienda, actividades productivas, grado de organización, sistemas de alerta, desarrollo político-institucional...), pueda sufrir daños humanos y materiales.* Como se puede ver, la vulnerabilidad es

un concepto complejo que puede definirse de acuerdo con múltiples factores: físicos, naturales, ecológicos, tecnológicos, sociales, económicos, territoriales, culturales, educativos, funcionales, político-institucionales y administrativos como temporales (Chardón y González 2002). Bajo este contexto los factores pueden dividirse en Físicos (ubicación), Naturales (fenómeno natural, magnitud del mismo, fragilidad de ecosistema, suelo, erosión, clima), Ecológicos (medio ambiente), TECNOLÓGICOS (TIPO DE VIVIENDA Y CONSTRUCCIÓN, calidad de la infraestructura, tratamiento de residuos o recursos), Sociales (población, mortalidad, marginalidad, segregación, densidad poblacional, etc.), Económicos (Recursos, pobreza, PIB, etc.), Territoriales (planeación, uso de suelo, urbanización, etc.), Culturales (Historia, religión, clase, etc.), Educativo, Funcionales, Políticos-institucionales y administrativos.

Lo anterior deja claro que la vulnerabilidad es la variable menos cuantificable y cartografiable del trinomio peligro-vulnerabilidad-riesgo. En el instituto encargado para la prevención de riesgos naturales en México, estipula que la vulnerabilidad que debe cartografiarse es la FÍSICA, entendiéndose como aquella relacionada con la infraestructura, construcción y vivienda. De acuerdo con lo anterior, el factor TECNOLÓGICO y no físico, depende del tipo de fenómeno natural que puede afectar a la construcción. Por esta razón, la vulnerabilidad SOCIAL y la FÍSICA (dependiente de la vocación del terreno o ubicación) tienen una mayor permeabilidad o utilidad bajo el estudio de riesgos bajo la escala temporal y cartográfica del presente atlas.

Riesgo Sísmico

El relieve del municipio de San Pablo Etna, presenta las condiciones necesarias para incrementar la aceleración de las ondas sísmicas, relieve sub-horizontal, nivel freático somero y material aluvial. Por otro lado el riesgo debido a los niveles de vulnerabilidad puede incrementar sustancialmente el riesgo. Aunque cabe mencionar que las construcciones en las zonas más urbanizadas presentan pilares en las esquinas "castillos" y una losa basal (Fig1), esto estabiliza la construcción y permite que toda la construcción se mueva de manera homogénea en caso de un sismo, siempre y cuando la altura de la construcción no rebase los dos pisos.

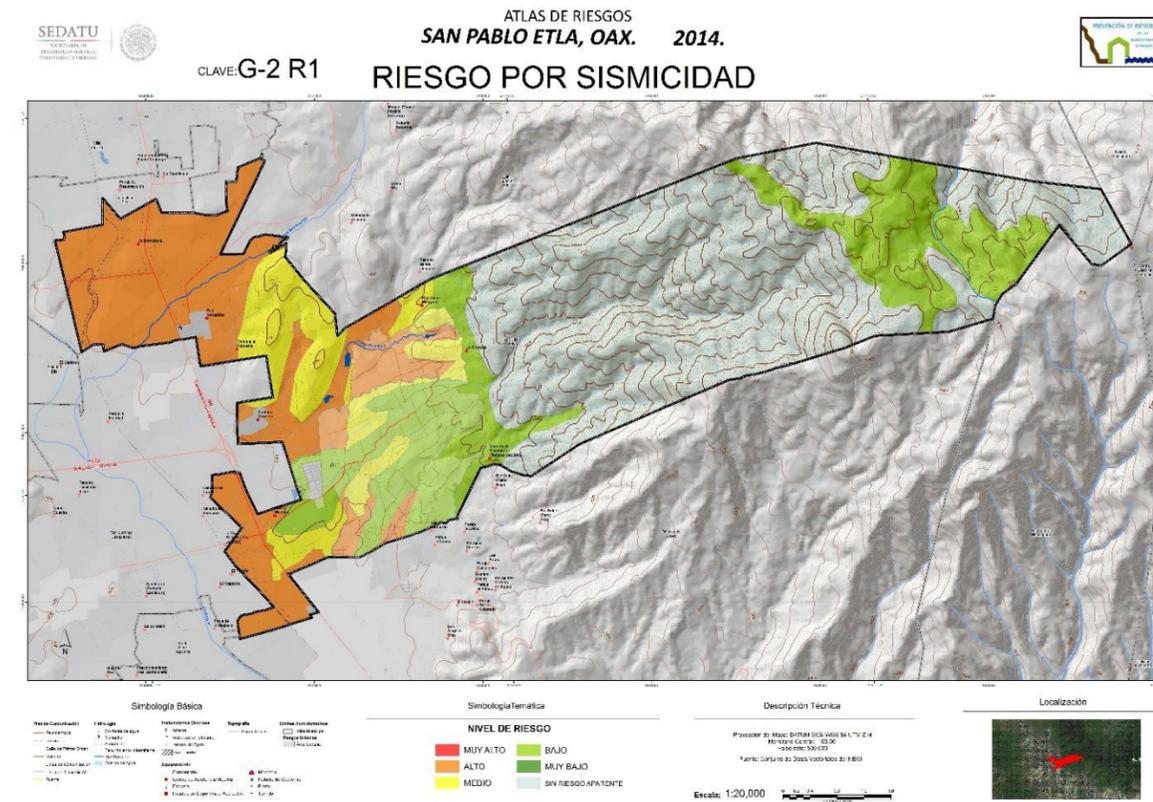
Lacabecera municipal se encuentra en la zona de riesgo alto por efecto sísmico, junto con las localidades de Colonia La Azucena, Poblado Morelos, Barrio Morelos y La Borcelana (Fig. 2). Las localidades que se encuentran en la zona de riesgo medio son el sector oriental de la Colonia La Azucena y Rancho El Mezquite. Las localidades que se encuentran en la zona de riesgo bajo son Camino al Seminario, La Ocotera y San Bernardo.

Atlas de Riesgos del municipio de San Pablo ETLA, Oaxaca, 2014



Figura 65. Fachada del H. Ayuntamiento de San Pablo ETLA, Oaxaca.

Figura 66. Mapa de riesgo sísmico para el municipio de San Pablo ETLA, Oaxaca.



Riesgo volcánico

En el caso del riesgo volcánico, debido a la distancia del municipio con respecto a los volcanes activos o potencialmente activos, conocidos en México el riesgo obtenido fue muy bajo (Fig. 3). Esto debido a que en caso de que uno de los volcanes cercanos presente una erupción de tipo explosiva o violenta como la ocurrida en 1982 por el volcán Chichonal (Carey y Sigurdsson 1986) y considerando que la dirección de los vientos dominante en ese momento sea hacia el municipio, se puede esperar una caída de ceniza de diámetros finos, con espesores de 1 mm hasta 1cm, la cual puede causar daños en el equipamiento urbano, vial y de drenaje. Es importante señalar que la posibilidad de que el municipio se vea afectado por un fenómeno volcánico es poco factible.

Riesgo subsidencia

El territorio de San Pablo Etna, así como su vulnerabilidad coloca a la zona baja como la zona con mayores niveles de riesgo en caso de presentar subsidencia o hundimientos. La cabecera municipal en la parte final del piedemonte, justo en la intersección con los mantos aluviales. En el caso de que ocurra un sismo de magnitud considerable, las construcciones pueden verse afectadas por un fenómeno de licuación del suelo. Este fenómeno ocurre cuando a un suelo saturado en agua se ve atravesado por una onda lo que produce que las partículas finas asciendan a la superficie en pipas o de forma irregular cambiando la estructura del suelo y subsuelo. En este sentido si existen construcciones, estas se pueden ver afectadas por la repentina ocurrencia de cavidades someras o movimiento aparente del suelo, lo que dañaría la estructura de las construcciones (Fig.4). Las localidades de San Sebastián, Barrio Morelos, Poblado Morelos y Camino al Seminario se localizan en riesgo alto, así como la cabecera municipal. Mientras que las localidades de San Bernardo y Rancho El Mezquite en riesgo medio. Las localidades de Colonia La Azucena y La Ocotera en riesgo bajo.

Riesgo por deslizamientos

Al realizar el cruce de la información del mapa de zonas susceptibles a ser afectadas por procesos de remoción en masa, sumado al de vulnerabilidad social, de la población se observa que son pocas las áreas pobladas en donde los deslizamientos, puedan afectar (Fig. 5). Las zonas de riesgo se concentran en la sierra al norte y noreste del municipio. Los caminos a las presas son las zonas más susceptibles a presentar deslizamientos. Solo las localidades de Camino al Seminario, La Ocotera y Rancho El Mezquite se encuentran en zonas de riesgo bajo.

Riesgo por caída de rocas

El mapa de riesgo por derrumbes o caídas del municipio concentra a las zonas de ocurrencia de este fenómeno al noreste, pero tiene la particularidad que gran parte de estas zonas el riesgo calculado es bajo (Fig. 6). Los caminos a las presas son las zonas más susceptibles a presentar caída o desprendimientos de roca, aun así la energía potencial es menor por lo que las trayectorias de caída de los bloques son cortas. De esta manera, solo la localidad de Camino al Seminario se encuentran cerca de una zona de riesgo bajo.

Riesgo Flujos

El mapa de zonas susceptibles a ser afectadas de flujos muestra a las áreas más susceptibles a presentar una afectación en el caso de lluvias torrenciales y remoción de la ladera a manera de escurrimientos. El relieve del municipio, presente fuertes desniveles altitudinales, de la sierra a la

planicie aluvial. Es en esta zona de transición, piedemonte inferior en donde la coalescencia de abanicos aluviales, existen zonas potenciales a presentar flujos. De acuerdo con la vulnerabilidad los caminos que llevan a la zona serrana y a las presas son los que se encuentran en riesgo alto, así como un sector de la cabecera municipal. Mientras que la localidad de Rancho El Mezquite se encuentra en una zona de riesgo medio (Fig. 7). Las localidades de San Sebastián y Colonia La Azucena se encuentran en zonas de riesgo bajo.

Riesgo Tsunami

Este fenómeno natural no ocurre en el municipio debido a la ausencia de zona litoral (Fig. 8).

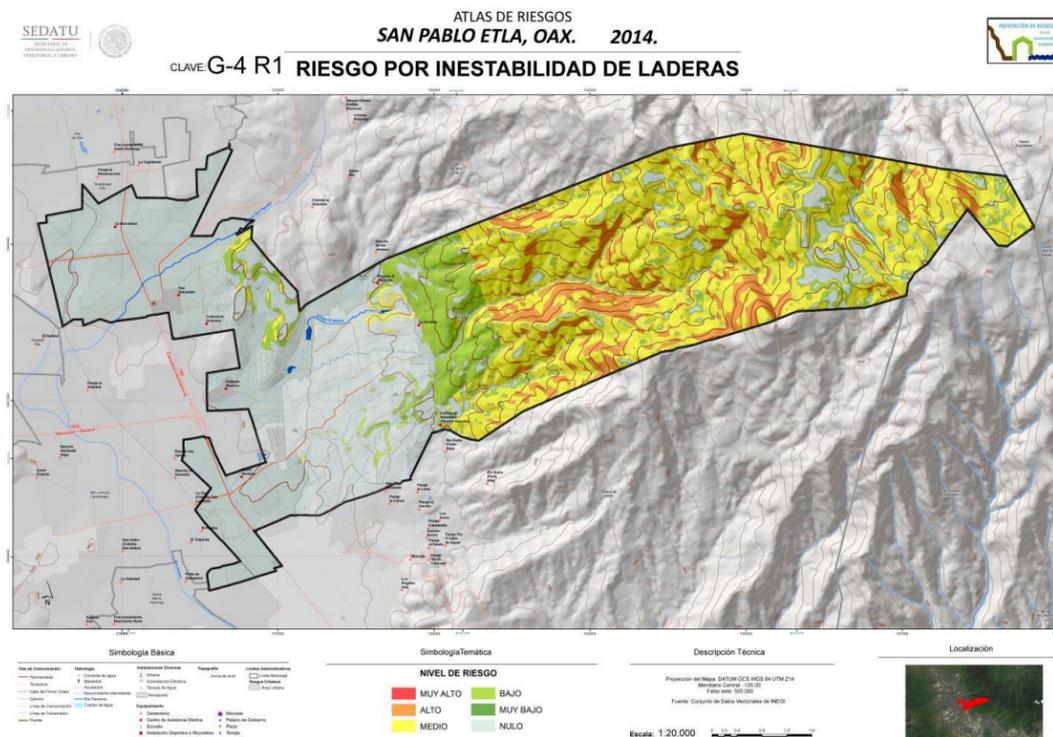
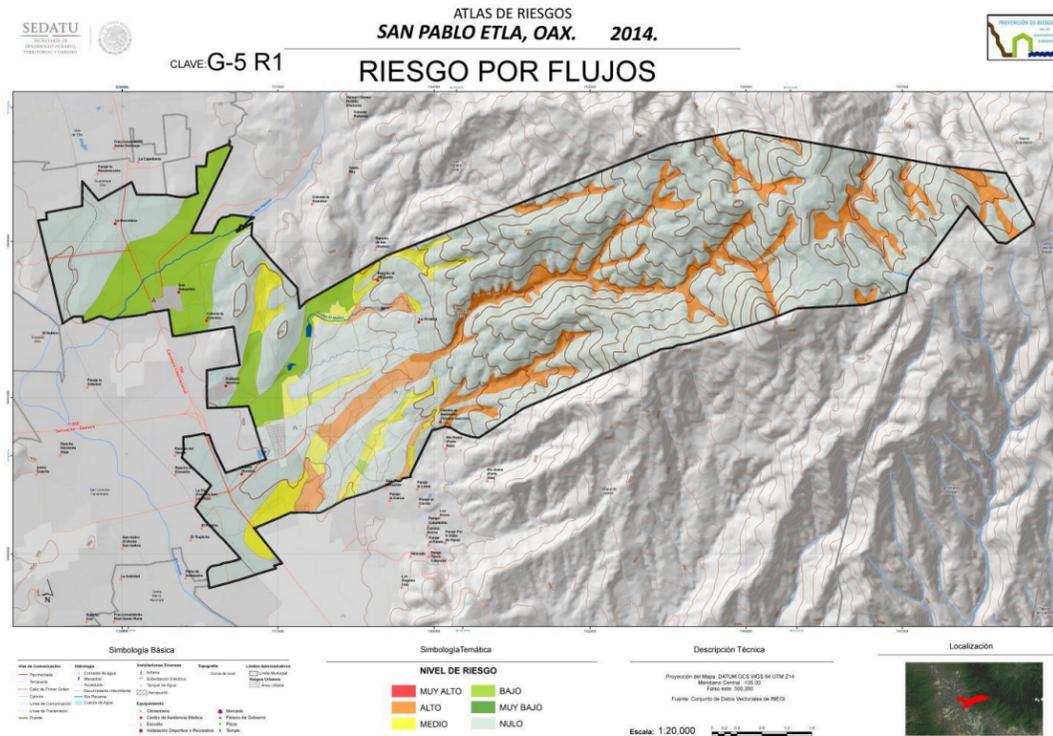
Riesgo erosión

El cambio de uso de suelo hacia agrícola de temporal y riego, ha ocasionado una acelerada pérdida de suelo. En esta zona se asienta la localidad urbana de San Pablo Etna y Hacienda Blanca, además de las localidades rurales, Poblado Morelos, San Sebastián, Barrio Morelos, Colonia la Azucena, La Borcelana, La Ocotera, Camino al Seminario (Tercera Sección) y Rancho el Mezquite (Fig. 9).

Los suelos que se encuentran en el territorio de San Pablo Etna, se caracterizan por tener una textura media. Según la clasificación de suelos FAO/UNESCO, el grado de erodabilidad de estos es moderado por contener un porcentaje medio de arcillas, lo que conlleva a que las partículas que lo forman no sean fácilmente desprendidas por la acción del agua y el viento.

Actualmente las condiciones ambientales de pérdida de suelo son poco aceptables, esta condición es originada debida a que el municipio presenta cerca del 40% de su superficie sobre un relieve con pendientes de medias, con un uso de suelo agrícola lo que favorecen la pérdida de los suelos. Los factores antrópicos como por el cambio en el uso del suelo a tierras de uso agrícola, cambian parcial o completamente la cubierta vegetal original y modifica la capacidad de retención y formación de suelos.

Atlas de Riesgos del municipio de San Pablo ETLA, Oaxaca, 2014



CAPÍTULO VI. Obras de Mitigación

Para el municipio San Pablo ETLA, se proponen las siguientes 18 obras de carácter preventivo de inundaciones por desbordamiento e inundaciones:

NOMBRE DE LA OBRA/ ACCIÓN PREVENTIVA	FENOMENO A MITIGAR
1. Interconexión de la red de drenaje sanitario en el tramo la Joya.	Inundación urbana
2. Interconexión de la red de drenaje sanitario en la tercera sección San Pablo ETLA, tramo Patria Nueva, Pueblo Nuevo.	Inundación urbana
3. Interconexión de colector de drenaje sanitario para las colonias la espinera, fraccionamiento Morelos, barrio Morelos, hacienda Blanca, fraccionamiento Geo Esmeralda, fraccionamiento Geo Hacienda Blanca, fraccionamiento Rinconada San Pablo, y fraccionamiento el Manantial.	Inundación urbana
4. Construcción de colector de aguas pluviales en el Fraccionamiento Geo.	Inundación urbana
5. Encauzamiento de las aguas pluviales en el fraccionamiento El Manantial hacia el canal de desfogue.	Inundación urbana
6. Construcción de bordo para retención de aguas pluviales en el paraje el Temazcal.	Inundación urbana

Atlas de Riesgos del municipio de San Pablo Etlá, Oaxaca, 2014

7. Construcción de muros de contención del río salado, en la colonia Los Pinos y fraccionamiento los Pinos.	Inundación urbana
8. Conservación y estabilización de laderas en el paraje la Ocotera.	Inundación urbana
9. Encauzamiento y protección del río Molino entre la calle independencia y Francisco I. Madero.	Inundación urbana
10. Encauzamiento y protección sobre el río Molino con el cruce de la calle Francisco Javier Mina.	Inundación urbana
11. Encauzamiento y protección sobre el río Dulce con el cruce de Av. Juárez.	Inundación urbana
12. Construcción de muro con gaviones en el río Arboleda (entre calle Morelos y carretera internacional Cristobal Colón.	Inundación urbana
13. Encauzamiento y protección sobre el río Arboleda en paraje la Virgen.	Inundación urbana
14. Encauzamiento y protección sobre el río Piojo, paraje del Pozo, poblado Morelos.	Inundación urbana
15. Encauzamiento y protección sobre el río Salado en la colonia los Pinos.	Inundación urbana
16. Encauzamiento y protección sobre el río Morelos entre la calle de prolongación de Progreso y 2ª privada de Josefa Ortíz de	Inundación urbana

Domínguez), poblado Morelos.	
17. Protección sobre el río arboleda a base de muro de gaviones entre límites de san Agustín y San Sebastian Etlá, Oaxaca.	Inundación urbana
18. Construcción de zanjas a nivel para retención de humedad y conservación de flora, en el paraje la Mesita.	Inundación urbana

GLOSARIO DE TÉRMINOS

Acuífero. Cualquier formación geológica o conjunto de formaciones geológicas hidráulicamente conectados entre sí, por las que circulan o se almacenan aguas del subsuelo que pueden ser extraídas para su explotación, uso o aprovechamiento y cuyos límites laterales y verticales se definen convencionalmente para fines de evaluación, manejo y administración de las aguas nacionales del subsuelo.

Afectación ambiental. La pérdida, menoscabo o modificación de las condiciones químicas, físicas o biológicas de la flora y fauna silvestres, del paisaje, suelo, subsuelo, agua, aire o de la estructura y funcionamiento de los ecosistemas y la afectación a la integridad de la persona es la introducción no consentida en el organismo humano de uno o más contaminantes, la combinación o derivación de ellos que resulte directa o indirectamente de la exposición a materiales o residuos y de la liberación, descarga, desecho, infiltración o incorporación ilícita de dichos materiales o residuos en la atmósfera, en el agua, en el suelo, en el subsuelo y en los mantos freáticos o en cualquier medio o elemento natural.

AGEB. Áreas Geoestadísticas Básicas

Alud de rocas. Tienen lugar cuando los bloques de rocas recientemente desprendidas (pequeñas), se desplazan cuesta abajo por el frente de un acantilado o peña viva vertical. Son frecuentes en áreas montañosas y durante la primavera los meses de la primavera, cuando hay congelación y derretimiento repentinos.

Ambiente. El conjunto de elementos naturales y artificiales o inducidos por el hombre que hacen posible la existencia y desarrollo de los seres humanos y demás organismos vivos que interactúan en un espacio y tiempo determinados.

Amenaza. Riesgo inminente de ocurrencia de un desastre. Signo de peligro, desgracia o molestia.

Aluvión.- Material detrítico transportado y depositado transitoria o permanentemente por una corriente. Dicho material puede ser arena, grava, arcilla o limo.

Alto riesgo. La inminente o muy probable ocurrencia de una emergencia o desastre.

Atlas de Riesgo. Serie de mapas con diversas características y escalas, que informan por sí mismos de los eventos naturales y sociales, que pueden representar algún tipo de desastre para la población

Avenida Máxima o extraordinaria: brusco aumento del caudal y elevación del nivel que experimentan los ríos, superior a la máxima presentada, debido a escurrimientos extraordinarios en la corriente, a causa de las lluvias o de la fusión de las nieves o hielos. Se la denomina también creciente, crecida o riada.

Caída de detritos. El material cae desde un acantilado o farallón vertical o sobresaliente, por lo que, son comunes a lo largo de las márgenes socavadas de los ríos.

Cauce de una corriente.- Lecho de los ríos y arroyos, canal natural o artificial por donde corren las aguas.

Centro Nacional de Prevención de Desastres (CENAPRED): órgano administrativo desconcentrado, jerárquicamente subordinado a la Secretaría de Gobernación, creado por Decreto Presidencial publicado en el Diario Oficial de la Federación, el 20 de septiembre de 1988. Su propósito es ampliar el nacimiento de los agentes perturbadores, afectables y reguladores, así como promover y alentar, sobre bases científicas, la preparación y atención más adecuada ante la ocurrencia de desastres. Para realizar esas labores sus funciones se dirigen principalmente a la investigación, capacitación, recopilación de información y difusión en la materia. Se considera como un instrumento de carácter técnico indispensable para el establecimiento del Sistema Nacional de Protección civil.

Catástrofe.- Suceso desafortunado que altera gravemente el orden regular de la sociedad y su entorno; por su magnitud, genera un gran número de víctimas y daños severos.

Ciclón.- Perturbación atmosférico causado por la rotación de una masa de aire impulsada por un frente frío, en torno a un área de bajas presiones acompañada de abundante precipitación pluvial, vientos muy fuertes y descenso en la temperatura.

Clima.- Conjunto de condiciones atmosféricas de un lugar determinado, constituido por una diversidad de factores físicos y geográficos, que caracterizan y distinguen a una región.

Clasificación granulométrica: Procedimiento para la determinación de los distintos tamaños de partículas que forman un suelo.

Colapso o asentamientos: No tienen lugar a lo largo de una superficie libre, sino que es el asentamiento hacia debajo de material con poco movimiento horizontal (Thornbury, 1966). La causa más común es la remoción lenta de material debajo de la masa que se hundirá.

Contingencia.- Posibilidad de ocurrencia de una calamidad que permite preverla y estimar la evolución y la probable intensidad de sus efectos si las condiciones se mantienen invariables.

Cuenca. Es un área que tiene una salida única para su escurrimiento superficial. En otros términos, una cuenca es la totalidad del área drenada por un río o su afluente, tales que todo el escurrimiento natural originado en tal área es descargado a través de una única salida.

Daño. La pérdida o menoscabo sufrido en la integridad o en el patrimonio de una persona determinada o entidad pública como consecuencia de los actos u omisiones en la realización

de las actividades con incidencia ambiental. Por lo que deberá entenderse como daño a la salud de la persona la incapacidad, enfermedad, deterioro, menoscabo, muerte o cualquier otro efecto negativo que se le ocasione directa o indirectamente por la exposición a materiales o residuos, o bien daño al ambiente, por la liberación, descarga, desecho, infiltración o incorporación de uno o más de dichos materiales o residuos en el agua, el suelo, el subsuelo, en los mantos freáticos o en cualquier otro elemento natural o medio

Derrumbe.- Fenómeno geológico que consiste en la caída libre y en el rodamiento de materiales en forma abrupta, a partir de cortes verticales o casi verticales de terrenos en desnivel. Se diferencia de los deslizamientos por ser la caída libre su principal forma de movimiento y por no existir una bien marcada superficie de deslizamiento. Los derrumbes pueden ser tanto de roca como de suelos; generalmente, los de suelo no son de gran magnitud, en cambio los de roca sí pueden producirse en grandes riscos y desniveles.

Derrumbamientos de detritos. El volumen de la masa está constituido por detrito rocoso, contienen más agua que los deslizamientos de detritos.

Deslizamientos: El término fue empleado por Sharpe (1938; en Thornbury, 1966) como una denominación genérica para varios tipos de movimiento en masa de detritos de rocas. Se reconocen cinco tipos de deslizamientos.

Deslizamiento de detritos. Son movimientos terrosos o resbalamiento de suelos, no muestran rotación hacia atrás. La cantidad de agua generalmente es poca.

Deslizamientos de rocas. Son masas de substrato que se deslizan o resbalan a lo largo de lo que, en general, son superficies de estratificación diaclasas o fallas.

Desmoronamiento. Es provocado por un movimiento intermitente de masas de tierra o de rocas en una distancia corta, e involucra una rotación hacia atrás de la masa o las masas en cuestión, como resultado de la cual la superficie de la masa desmoronada muestra a menudo un declive inverso.

Desprendimientos o volcaduras de rocas: Son más rápidos, y por lo común fluyen a lo largo de valles. Aquí el agua actúa como agente preparador del proceso al aumentar el tamaño de las grietas, lo que permite la separación y caída del bloque; ocurren en pendientes muy abruptas, casi verticales.

Desastre.- El evento determinado en tiempo y espacio en el cual, la sociedad o una parte de ella, sufre daños severos tales como: pérdida de vidas, lesiones en la integridad física de las personas, daño a la salud, afectación de la planta productiva, daños materiales, daños al medio ambiente o imposibilidad para la prestación de servicios públicos, de tal manera que la

estructura social se desajusta y se impide el cumplimiento normal de las actividades de la comunidad. También se le considera calamidad pública.

Epicentro.- Punto en la superficie de La Tierra resultado de proyectar sobre ésta el hipocentro de un terremoto. Se encuentran usualmente en un mapa, señalando el lugar justo sobre el origen del movimiento sísmico.

Estación meteorológica.- Sitio donde se evalúa las condiciones actuales del tiempo; consta de un jardín con características especiales donde se instalan los instrumentos meteorológicos.

Erosión eólica. Trabajo destructivo del viento que se manifiesta tanto por el arrastre de cómo por la dispersión de material arenoso y arcilloso.

Erosión fluvial. Destrucción de las rocas por procesos fluviales que junto con los movimientos gravitacionales conduce a la formación de valles, rebajamiento de la superficie. El proceso incluye además de la destrucción mecánica de las rocas el lavado y laminación de los valles de los ríos, y la alteración química de las rocas.

Erosión kárstica. Se produce por el proceso de disolución de las rocas carbonatadas. La acción química que se genera debido al ácido carbónico genera formas erosivas como las dolinas, cavernas y otras más, las cuales pueden formarse debido a colapsos y la combinación con procesos de disolución.

Erosión marina. Proceso de destrucción de las costas por acción del oleaje, las mareas y las corrientes de deriva litoral.

Escurecimiento superficial. Parte de la precipitación que fluye por la superficie del suelo.

Falla. Superficie de ruptura en rocas a lo largo de la cual ha habido movimiento relativo, es decir, un bloque respecto del otro. Se habla particularmente de falla activa cuando en ella se han localizado focos de sismos o bien, se tienen evidencias de que en tiempos históricos ha habido desplazamientos. El desplazamiento total puede variar de centímetros a kilómetros dependiendo del tiempo durante el cual la falla se ha mantenido activa (años o hasta miles y millones de años). Usualmente, durante un temblor grande, los desplazamientos típicos son de uno o dos metros.

Fractura. Superficie de ruptura en rocas a lo largo de la cual no ha habido movimiento relativo, de un bloque respecto del otro.

Frente frío. Se produce cuando una masa de aire frío avanza hacia latitudes menores y su borde delantero se introduce como una cuña entre el suelo y el aire caliente. Al paso de este sistema, se pueden observar nubes de desarrollo vertical (Sc, Cu, Cb), las cuales podrían provocar

chubascos o nevadas si la temperatura es muy baja. Durante su desplazamiento la masa de aire que viene desplazando el aire más cálido provoca descensos rápidos en las temperaturas de la región por donde pasa.

Flujo o corriente de lodo.- Mezcla de materiales sólidos de diferentes tamaños y agua que se desplazan por efecto de las pendientes del terreno.

Geohidrología (Hidrogeología). Rama de la Geología que se encarga del estudio de los cuerpos de agua en el subsuelo, conocidos como acuíferos.

Geología. Ciencia que se encarga del estudio del origen, evolución y estructura de la Tierra, su dinámica y de la búsqueda y aprovechamiento de los recursos naturales no renovables asociados a su entorno.

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

Granizo.- Cristal de hielo, duro y compacto, que se forma en las nubes tormentosas del tipo cúmulo nimbos.

Helada. Cuando la temperatura ambiente es igual o inferior a 0°C.

Huracán. Sistema de vientos con movimientos de rotación, traslación y convección en espiral, semejante a un gigantesco torbellino, cuya fuerza de sus vientos se extiende a cientos de kilómetros sobre las aguas tropicales.

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

Impacto ambiental. Modificación del ambiente ocasionada por la acción del hombre o de la naturaleza.

Inundación pluvial.- Desbordamiento de las aguas del cauce normal del río, cuya capacidad ha sido excedida, las que invaden las planicies aledañas, normalmente libres de agua, acumulación de agua de lluvia por no tener un drenaje suficiente.

Intensidad (sísmica). Número que se refiere a los efectos de las ondas sísmicas en las construcciones, en el terreno natural y en el comportamiento o actividades del hombre. Los grados de intensidad sísmica, expresados con números romanos del I al XII, correspondientes a diversas localidades se asignan con base en la escala de Mercalli. Contrasta con el término magnitud que se refiere a la energía total liberada por el sismo.

Lecho de crecidas máximas. Corresponde a un lecho que se encuentra por encima de los anteriores; en ocasiones no se encuentra bien configurado pero si el agua rebasa este nivel, entonces se presenta un proceso de desbordamiento del río.

Lecho de inundación. Es la zona que el río inunda durante la época de lluvias; de manera general sobre este lecho se depositan sedimentos redondeados a los cuales de manera individual se les denomina con el nombre de "cantos rodados" y el conjunto de ellos recibe el nombre de "aluvión".

Lecho mayor o de crecidas. Es el que se inunda cuando el nivel del agua rebasa al lecho de inundación; sobre éste se depositan aluviones pero en general es un área que en ocasiones no resulta inundado durante la época de lluvias, situación que lo hace peligroso ante la percepción del hombre como una zona segura, motivo por el cual construye y por consiguiente, es afectado.

Licuefacción: Comportamiento pseudo-líquido de una o varias capas de suelo provocado por una elevada presión intersticial que genera un movimiento en la superficie. Se manifiesta en arenas sueltas (limosas saturadas o muy finas redondeadas) y se localiza en zonas costeras, sobre las riberas o llanuras inundables de los ríos (Ortiz y Zamorano, 1998). Es importante determinar si el espesor de la arena en el terreno tiende de 1 a 10 metros, y si el agua subterránea se localiza a menos de 10 metros de profundidad, pues todos estos aspectos indican zonas potenciales a la licuefacción en caso de que ocurra un sismo.

Magnitud (de un sismo). Valor relacionado con la cantidad de energía liberada por el sismo. Dicho valor no depende, como la intensidad, de la presencia de pobladores que observen y describan los múltiples efectos del sismo en una localidad dada. Para determinar la magnitud se utilizan, necesariamente uno o varios registros de sismógrafos y una escala estrictamente cuantitativa, sin límites superior ni inferior. Una de las escalas más conocidas es la de Richter, aunque en la actualidad frecuentemente se utilizan otras como la de ondas superficiales (Ms) o de momento sísmico (Mw).

Masa de aire. Volumen extenso de la atmósfera cuyas propiedades físicas, en particular la temperatura y la humedad en un plano horizontal muestran solo diferencias pequeñas y graduales. Una masa puede cubrir una región de varios millones de kilómetros cuadrados y poseer varios kilómetros de espesor.

Meteorología.- Ciencia que estudia los fenómenos que se producen en la atmósfera, sus causas y sus mecanismos.

Milibares. Unidad de presión habitual en meteorología. Sus equivalencias son: 1013 milibares = 1 atmósfera = 760 mm de Hg = 1033,6 g•cm².

Mitigación.- Acción orientada a disminuir la intensidad de los efectos que produce el impacto de las calamidades en la sociedad y en el medio ambiente; es decir, todo aquello que aminora la magnitud de un desastre en el sistema afectable.

Nevada.- Precipitación atmosférica sólida en pequeños cristales de hielo en forma hexagonal o estrellada que se reúnen en grupos formando copos. Este tipo de fenómeno ocurre por influencia de las corrientes frías provenientes del norte, cuando las condiciones de temperatura y presión referidas a la altitud de un lugar y el cambio de humedad en el ambiente se conjugan para provocar la precipitación de nieve.

Ola de calor. Calentamiento importante del aire o invasión de aire muy caliente, sobre una zona extensa; suele durar de unos días a una semana.

Peligro. Probabilidad de que se produzca un daño, originado por un fenómeno perturbador.

Periodo de retorno. Es el tiempo medio, expresado en años, que tiene que transcurrir para que ocurra un evento en que se exceda una medida dada.

Plan de contingencia.- Función del subprograma de auxilio e instrumento principal de que disponen los centros nacional, estatal o municipal de operaciones para dar una respuesta oportuna, adecuada y coordinada a una situación de emergencia.

Precipitación. Partículas de agua en estado líquido o sólido que caen desde la atmósfera hacia la superficie terrestre.

Prevención. Conjunto de acciones y mecanismos tendientes a reducir riesgos, así como evitar o disminuir los efectos del impacto destructivo de los fenómenos perturbadores sobre la vida y bienes de la población, la planta productiva, los servicios públicos y el medio ambiente.

Protección. El conjunto de políticas y medidas para mejorar el ambiente y controlar su deterioro.

Regionalización Hidrológica. Procedimientos que permiten la estimación de una variable hidrológica (habitualmente el caudal) en un sitio donde no existe (o existe poca) información a partir de otros sitios que cuentan con dicha información

Rehabilitación. El conjunto de acciones tendientes en hacer apto y retornar un lugar a las condiciones funcionales ambientales originales.

Reptación o arrastre. Es un movimiento lento, de partículas de suelo y/o de fragmentos de rocas también se denomina deflucción o creep.

Residuo. Cualquier material generado en los procesos de extracción, beneficio, transformación, producción, consumo, utilización, control o tratamiento cuya calidad no permita usarlo nuevamente en el proceso que lo generó.

Riesgo. El riesgo es el resultado de tres factores: exposición, vulnerabilidad y peligro.

Sequía. Situación climatológica anormal que se da por la falta de precipitación en una zona, durante un período de tiempo prolongado. Esta ausencia de lluvia presenta la condición de anómala cuando ocurre en el período normal de precipitaciones para una región bien determinada. Así, para declarar que existe sequía en una zona, debe tenerse primero un estudio de sus condiciones climatológicas.

Siniestro.- Hecho funesto, daño grave, destrucción fortuita o pérdida importante que sufren los seres humanos en sus personas o sus bienes, causado por la presencia de un agente perturbador o calamidad.

Sismicidad. La ocurrencia de terremotos de cualquier magnitud en un espacio y periodo dados.

Susceptibilidad.- Probabilidad de que ocurra un fenómeno natural en un área determinada, independientemente de que este habitada o deshabitada. Es la probabilidad de que ocurra el fenómeno en función de su recurrencia o frecuencia en un determinado periodo de tiempo.

Talud.- Declive de un muro o terreno.

Tectónica. Teoría del movimiento e interacción de placas que explica la ocurrencia de los terremotos, volcanes y formación de montañas como consecuencias de grandes movimientos superficiales horizontales.

Terremoto (sismo o temblor). Vibraciones de la Tierra causado por el paso de ondas sísmicas irradiadas desde una fuente de energía elástica.

Tormenta eléctrica. Precipitación en forma tempestuosa, acompañada por vientos fuertes y rayos, que es provocada por una nube del género cumulonimbos.

Tránsito de avenidas: El tránsito de avenidas brinda un conjunto de métodos para describir y predecir el movimiento del agua de un punto a otro a lo largo de un río.

Tsunami (o maremoto). Ola con altura y penetración tierra adentro superiores a las ordinarias, generalmente causada por movimientos del suelo oceánico en sentido vertical, asociado a la ocurrencia de un terremoto de gran magnitud con epicentro en una región oceánica.

Atlas de Riesgos del municipio de San Pablo Etna, Oaxaca, 2014



Vulnerabilidad. Se define como la susceptibilidad o propensión de los sistemas expuestos a ser afectados o dañados por el efecto de un sistema perturbador, es decir el grado de pérdidas esperadas.

Zonificación. El instrumento técnico de planeación que puede ser utilizado en el establecimiento de las áreas naturales protegidas, que permite ordenar su territorio en función del grado de

conservación y representatividad de sus ecosistemas, la vocación natural del terreno, de su uso actual y potencial, de conformidad con los objetivos dispuestos en la misma declaratoria. Asimismo, existirá una subzonificación, la cual consiste en el instrumento técnico y dinámico de planeación, que se establecerá en el programa de manejo respectivo, y que es utilizado en el manejo de las áreas naturales protegidas, con el fin de ordenar detalladamente las zonas núcleo y de amortiguamiento, previamente establecidas mediante la declaratoria correspondiente.

BIBLIOGRÁFIA

Álvarez, Inmaculada y Edel Cadena (2006), "Índice de vulnerabilidad social en los países de la OCDE", Quivera, año 8, No. 2, pp. 248. 274.

Alcantara Ayala, Irasema (2000). Landslides: Deslizamientos o movimientos del terreno, Definición, clasificaciones y terminología. investigaciones Geográficas, Boletín del Instituto de Geografía, numero 41. UNAM

Campos Vargas, M.M., Toscana Aparicio, A., Monroy Gaytán, F., Reyes López, H.A., 2010. Visualizador web de información cartográfica de amenazas naturales. Boletín de la Sociedad Geológica Mexicana, Vol. 63, Núm., 1, 71-82 pp.

Centro Nacional de Prevención de Desastres (CENAPRED)

Fascículo de Inestabilidad de Laderas 1996

Fascículo de Inundaciones 2004

Fascículo de Sequías 2002

Atlas Climatológico de Ciclones Tropicales en México

Guía Básica para la Elaboración de Atlas Estatales y Municipales de Peligros y Riesgos. Fenómenos Geológicos 2006

Guía Básica para la Elaboración de Atlas Estatales y Municipales de Peligros y Riesgos. Fenómenos Hidrometeorológicos 2006

Consejo Nacional de Población (CONAPO).

Indicadores demográficos básicos 1990-2030. www.conapo.gob.mx

Proyecciones de Población 2008.

FAO. 2000. A new framework for: Conservation-effective land management and desertification control in Latin America and the Caribbean. <http://www.fao.org/ag/agl/agll/gaez/index.htm>.

FAO. 2003. Situación forestal en la región de América Latina y el Caribe 2002. Oficina Regional de la FAO para América Latina y el Caribe.

Instituto Nacional de Geografía INEGI.

Estadísticas de natalidad, mortalidad y nupcialidad

Censos económico 2009. Resultados definitivos

Censos de Población y Vivienda 1970 al 2010.

Ferrari, L., Valencia-Moreno, M., Bryan, S., 2005. Magmatismo y tectónica en la Sierra Madre Occidental y su relación con la evolución de la margen occidental de Norteamérica. Boletín de la Sociedad Geológica Mexicana, Tomo LVII, Núm. 3, 343-378.

Lavell, A., 1996. Degradación ambiental, riesgo y desastre urbano. Problemas y conceptos: hacia la definición de una agenda de investigación. En: Fernández, M.A. (editor), Ciudades en Riesgo. Degradación Ambiental, riesgos urbanos y desastres, LA RED, Red de estudios sociales en prevención de desastres en América Latina, 12-42 pp.

Lavell, A. (2004). «La Red de Estudios Sociales en Prevención de Desastres en América Latina.

López Ramos, E., 1980. Geología de México, Instituto de Geología, UNAM, México.

Lzgo Hubp, J., Inbar, M., 2002. Desastres Naturales en América Latina. Fondo de Cultura Económica, México, D.F.

Ramírez-Herrera, M.T., Kostoglodov, V., Summerfield, M.A., Urrutia-Fucugauchi, J., Zamorano, J.J., 1999. A reconnaissance study of the morphotectonics of the Mexican subduction zone. *Annals of Geomorphology*, 118, 207-226.

Ramírez-Herrera, M.T., Zamorano, J.J., 2002. Coastal uplift and mortality of coralline algae caused by a 6.3 Mw earthquake, Oaxaca, Mexico. *Journal of Coastal Research* 18, 75-81.

RED La. Antecedentes, formación y contribución al desarrollo de los conceptos, estudios y la práctica en el tema de los riesgos y desastres en América Latina: 1980 - 2004. Panamá: Red de Estudios Sociales en Prevención de Desastres en América Latina.

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

SEDUE, 1988, Manual de Ordenamiento Ecológico del Territorio. Subsecretaría de Ecología. Dirección de General de Normatividad y Regulación Ecológica.

Semarnat. 1999. La Evaluación de la degradación del Suelo causada por el Hombre. Inventario Nacional de Suelos. Dirección General de Restauración y Conservación de Suelos-SEMARNAP. SEMARNAP, México.

Semarnat, 2002, a partir de diversas fuentes: Informes de Conaza /Sedesol, Plan de Acción para Combatir la Desertificación en México, (PACD-México, 1994), México; Diario Oficial de la Federación (D.O.F) del 1 de junio de 1995 (Págs. 5 a la 36); Informes de Semarnat / PNUMA, 1999.



Atlas de Riesgos del municipio de San Pablo Etlá, Oaxaca, 2014



SSN. Boletín informativo de la Coordinación de la Investigación Científica Ciudad Universitaria, febrero 3 de 2005, Año IV, Número 47.

Servicio Geológico Mexicano, 2002. Carta Geológico-Minera Puerto Escondido D14-3, Oaxaca. Escala 1:250 000, Primera edición septiembre 2002

Servicio Sismológico Nacional (SSN) <http://www.ssn.unam.mx>

DATOS DE LA EMPRESA

EQUIPO TÉCNICO

Geóg. Rafael Aragón.

Mtra. María Campos V.

Dr. Juan Carlos Hernández E.

Martín C. Hipólito C.

Geóg. Ivan Ramírez M.

Mtro. Sergio Salinas S.

CARTOGRAFÍA