

Atlas de Riesgos del Municipio de Santa María Petapa



2013



No. DE OBRA: 320427PP014111
NO. DE EXPEDIENTE: PP13/20427/AE/1/0021
EMPRESA: HUGO BENITO PÉREZ REYES
DIRECCIÓN: LEANDRO VALLE No. 215, COL. CENTRO, OAXACA, OAX. C.P. 68000

Contenido

1.1	Introducción.....	2	5.1.5	Derrumbes.....	44
1.2	Antecedentes.....	3	5.1.6	Flujos.....	46
1.3	Objetivos.....	3	5.1.7	Hundimientos.....	47
1.4	Alcances.....	3	5.1.8	Agrietamiento.....	49
1.5	Metodología General.....	3	5.1.9	Erosión.....	49
1.6	Contenido del Atlas de Riesgo.....	5	5.2	Riesgos, peligros y/o vulnerabilidad ante fenómenos de origen Hidrometeorológico.....	52
CAPÍTULO II. Determinación de la zona de estudio.....		6	5.2.1	Ondas cálidas y gélidas.....	52
2.1	Determinación de la Zona de Estudio.....	6	5.2.2	Sequías.....	56
CAPÍTULO III. Caracterización de los elementos del medio natural.....		8	5.2.3	HELADAS.....	58
3.1.	Fisiografía	8	5.2.4	Tormentas de Granizo.....	59
3.2	Geología.....	11	5.2.5	TORMENTAS DE NIEVE.....	60
3.3	Geomorfología.....	13	5.2.6	Ciclones Tropicales.....	61
3.4	Edafología.....	14	5.2.7	TORNADOS.....	65
3.5	Hidrología.....	15	5.2.8	Tormentas de polvo.....	67
3.6	Climatología.....	16	5.2.9	TORMENTAS ELÉCTRICAS.....	68
3.7	Uso de suelo y vegetación.....	17	5.2.10	Lluvias extremas.....	69
3.8	Áreas naturales protegidas.....	19	5.2.11	INUNDACIONES PLUVIALES, FLUVIALES, COSTERAS Y LACUSTRES.....	70
CAPÍTULO IV. Caracterización de los elementos sociales, económicos y demográficos.....		20	5.3.	Índice de vulnerabilidad social.....	76
4.1	Elementos demográficos: dinámica demográfica, distribución de población, mortalidad, densidad de población.....	20	5.4.	Riesgo.....	82
4.2	Características sociales.....	24	5.5.	Medidas de Mitigación.....	87
4.3	Principales actividades económicas.....	30			
4.4	Características de la Población Económicamente Activa.....	32			
4.5	Estructura urbana.....	33			
CAPÍTULO V. Identificación de riesgos, peligros y vulnerabilidad ante fenómenos perturbadores de origen natural.....		34			
5.1.	Riesgos, peligros y/o vulnerabilidad ante fenómenos de origen Geológico.....	34			
5.1.1	Vulcanismo	34			
5.1.2	Sismos	36			
5.1.3	Tsunamis o maremotos	40			
5.1.4	Procesos gravitacionales (Deslizamientos)	41			

Atlas de Riesgos del municipio de Santa María Petapa, Oaxaca, 2013

1.1 Introducción

En los últimos años, 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 Santa María Petapa. 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 Santa María Petapa, 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 el 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 SEDESOL 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 Santa María Petapa, 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 peligros, vulnerabilidad y riesgos.

Atlas de Riesgos del municipio de Santa María Petapa, Oaxaca, 2013

1.2 Antecedentes

El municipio tiene una superficie total de 145.44 km², se encuentra integrado por 15 agencias municipales y 10 colonias urbanas, mismas que integran la cabecera municipal. Santa María Petapa, se encuentra en una zona conformada geográficamente por dos fisiografías claramente definidas. La primera se localiza al Este formando parte de la provincia costera del Golfo Sur y cuya clase de topo formas son llanuras con lomeríos asociados de tipo aluvial y sierras altas de laderas tendidas sin asociaciones. El tipo de suelo existente es el luvisol órtico.

El terreno de lomerío es la característica principal de los terrenos de Santa María Petapa, se extienden a todo lo largo y ancho de su territorio. Esta característica puede convertirse en una probabilidad de presencia de fenómenos de inestabilidad en los terrenos en algunos eventos meteorológicos o sísmicos.

Respecto a los riesgos hidrometeorológicos es preciso decir que el área se encuentra dentro de la cuenca del río Coatzacoalcos y en las subsecuencias de los ríos Chalchijapan y Palo Grande. La principal corriente que atraviesa el municipio es el río Petapa, que nace en los terrenos de Santo Domingo Petapa, atraviesa de suroeste a noroeste el municipio. Otra corriente importante también es el río Grande.

En ese aspecto de los riesgos hidrometeorológicos, es importante recalcar que las lluvias abundantes se presentan en la época de verano, con medidas de un total de 1800 mm al año. En 2012 se emitió una declaratoria de desastre en Santa María Petapa, y otros municipios, debido a las lluvias severas los días 9, 10 y 11 de agosto de dicho año, que se presentaron debido al huracán Ernesto.

El riesgo en el municipio de Santa María Petapa también puede vincularse al aprovechamiento de los recursos naturales, ya que, existen diversas actividades cotidianas que ocasionan el deterioro y el uso irracional de los recursos. Ejemplo de ello, es la gran deforestación que los productores realizan, con el objetivo de abrir nuevos potreros, por la obtención de leña y carbón. En ese sentido no ha habido un ordenamiento territorial, y el crecimiento acelerado del municipio ha dado motivo para que exista contaminación y deforestación en relación a los diversos recursos con los que cuenta el municipio.

1.3 Objetivos

Realizar el inventario de los peligros en el municipio de Santa María Petapa, para contar con un instrumento de análisis que sirva 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 SEDESOL.
- 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

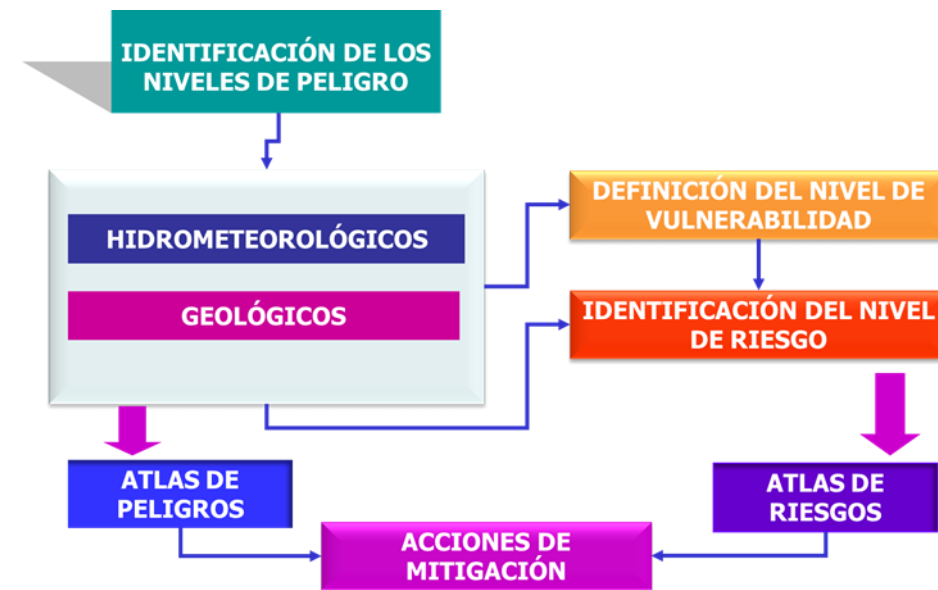
Los alcances del Atlas de Riesgos, serán acotados por completo por las Bases para la Estandarización de Atlas de Riesgos establecidas por SEDESOL. El Atlas de Riesgos contará con cartografía de alta precisión, integrada en una solución geomática, alimentada por información geo-referenciada de tipo raster 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 SEDESOL. Metodología de los Atlas de Riesgos.

Así, la metodología para la elaboración del Atlas de Riesgos del Municipio Santa María Petapa, 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 del niveles de riesgo y obras de mitigación

- Con la información obtenida se realiza a través de modelos la determinación del nivel de riesgo para aquellos 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 SEDESOL.

Atlas de Riesgos del municipio de Santa María Petapa, Oaxaca, 2013

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 SEDESOL mostradas en la siguiente tabla:

Cuadro 1. Contenido general del Atlas de Riesgos

CAPÍTULO I. Antecedentes e Introducción Introducción Antecedentes Objetivo Alcances Metodología General Contenido del Atlas de Riesgo	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> Fallas y Fracturas Sismos Tsunamis o maremotos Vulcanismo Deslizamientos Derrumbes Flujos Hundimientos Erosión
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>
CAPÍTULO III. Caracterización de los elementos del medio natural Fisiografía Geología Geomorfología Edafología Hidrología Climatología Uso de suelo y vegetación Áreas naturales protegidas Problemática ambiental	Ciclones (Huracanes y ondas tropicales) Tormentas eléctricas Sequías Temperaturas máximas extremas Vientos Fuertes Inundaciones Masas de aire (heladas, granizo y nevadas)
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 VI. Medidas De Mitigación 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 SEDESOL

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.

CAPÍTULO II. Determinación de la zona de estudio

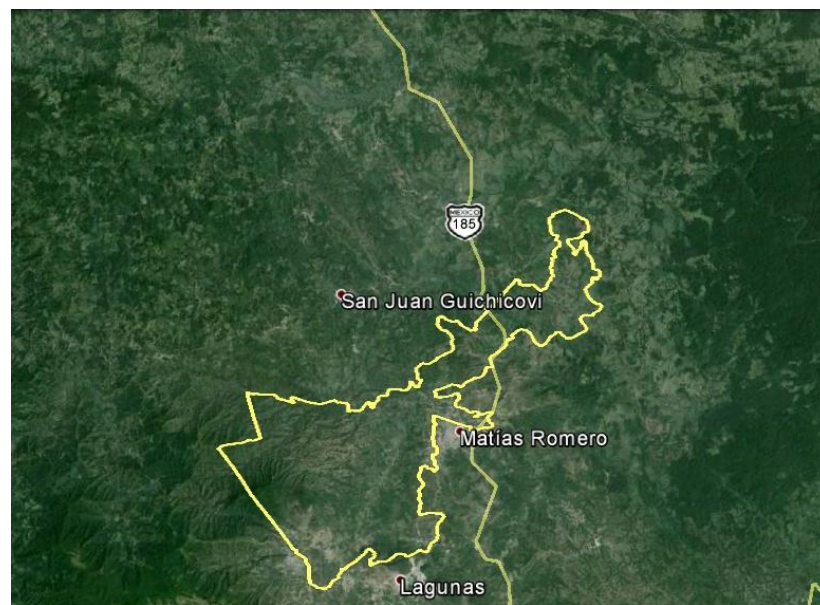
Para determinar las escalas de análisis se realizaron observaciones de los diferentes fenómenos que se presentan en el territorio y su comportamiento con relación a las zonas pobladas, en muchas ocasiones, este tipo de estudios se apega a límites administrativos, sin embargo, las escalas de análisis deberán variar de acuerdo a los alcances y el nivel de conocimiento de los fenómenos al que se quiere llegar.

Dentro de este apartado se describen los niveles de análisis óptimos para la determinación adecuada de las áreas de peligros y riesgos. La escala geográfica, es importante para determinar con precisión las características físicas del territorio y su vinculación con los factores que determinan el riesgo, por ello, a continuación se describen los elementos determinantes para este estudio.

2.1 Determinación de la Zona de Estudio

El municipio de Santa María Petapa se encuentra en la región del Istmo, sus coordenadas extremas son 16° 52' y 17° 14' de latitud Norte y 94° 51' y 95° 09' de longitud Oeste con una altitud promedio de 240 metros sobre el nivel del mar. Limita al norte con los municipios de San Juan Guichicovi y Matías Romero, al sur con Santo Domingo Petapa y El Barrio de la Soledad, al oeste con San Juan Guichicovi y Santo Domingo Petapa, al este con Matías Romero.

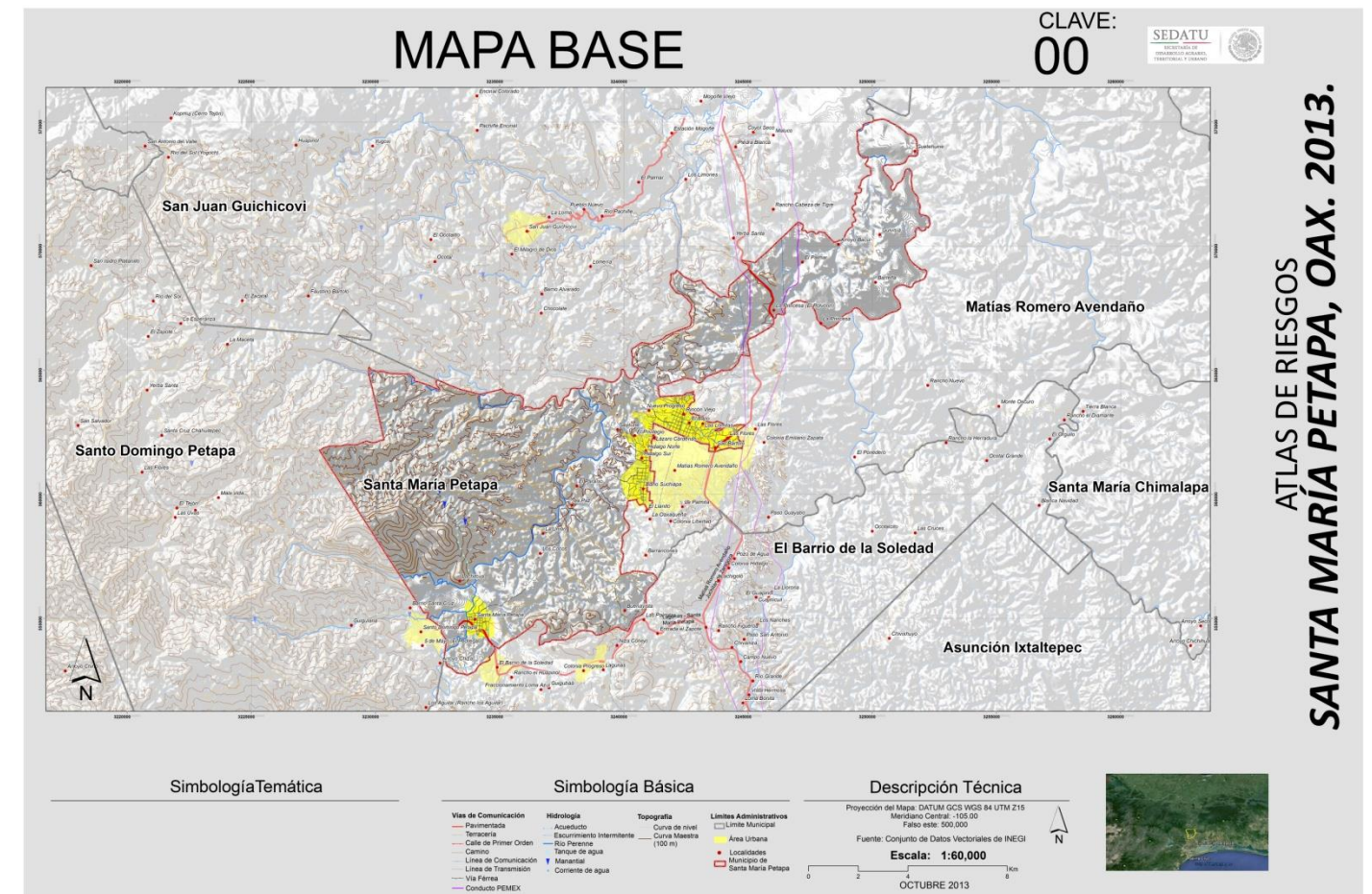
Figura 2. Mapa de ubicación del Municipio de Santa María Petapa



Elaboración propia con base en INEGI

peligros del municipio, se representará en escalas que van de 1:13,000, como se muestra en la siguiente figura.

Figura 3. Mapa base a nivel municipal escala 1:50,000



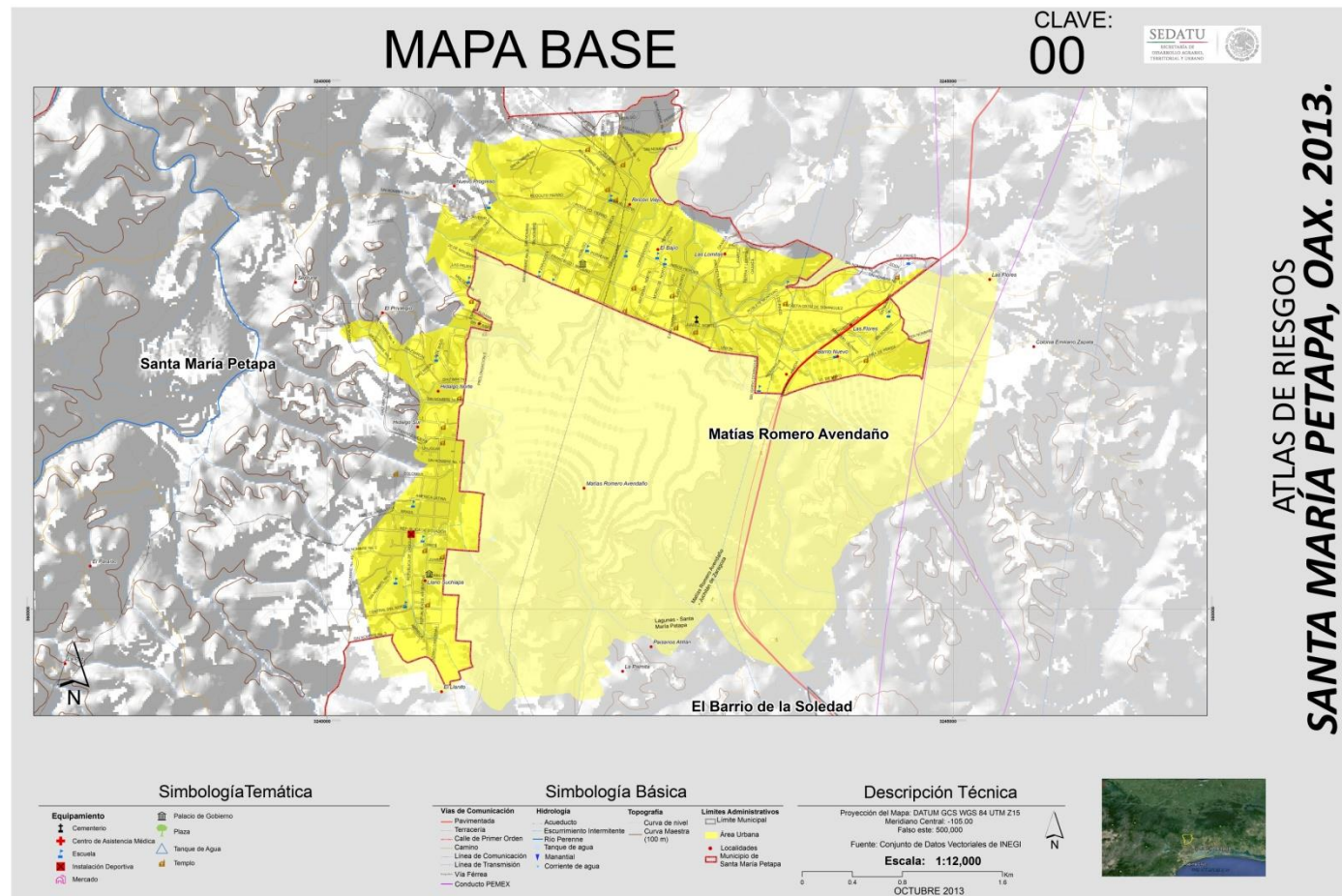
Elaboración propia con base en INEGI.

En las zonas que a escala municipal se identifiquen niveles de peligro alto o muy alto y se encuentren habitadas, se realiza el análisis correspondiente a escalas mayores, de tal manera que se orienta la zonificación a los territorios vulnerables y susceptibles a riesgos naturales.

Por lo cual, a partir de la escala municipal, se desarrolla otro nivel de análisis para la visualización de los fenómenos desde un mayor detalle. Este será expresado con mapas a nivel del centro de población, ocupando escalas menores a 1:13,000.

El Municipio Santa María Petapa, por sus características geográficas, forma y extensión territorial, puede ser analizado integralmente en escalas no mayores a 1:51,000 para representaciones cartográficas impresas en 90cm por 60cm. Por ello, la primera aproximación al análisis de los

Figura 4. Mapa base manzanero (escala 1:13,000)



Elaboración propia con base en INEGI

Nivel de análisis por tipo de fenómeno.

El nivel de análisis a realizar en el presente Atlas en los peligros de Fallas y Fracturas, Sismos, Tsunamis o Maremotos, Vulcanismo, Deslizamientos, Derrumbes, Flujos y Hundimientos se llegara a un nivel dos, de acuerdo a las bases para la elaboración de Atlas de Riesgos de la SEDATU

Para el caso de inundación el nivel de análisis al que se pretende llegar será nivel tres, mientras que para los fenómenos de huracanes, ondas tropicales, tormentas eléctricas, sequías, temperaturas máximas extremas, vientos fuertes, heladas, granizadas y nevadas, sólo se llegará a un nivel uno de análisis.

CAPÍTULO III. Caracterización de los elementos del medio natural

3.1. Fisiografía

El territorio municipal de Santa María Petapa, está cubierto por tres Provincias Fisiográficas que son: Sierra Madre del Sur, Llanura Costera del Golfo y Cordillera Centroamericana.

Cuadro 1. Provincias Fisiográficas

ENTIDAD	NOMBRE	%	SUPERFICIE Km ²
PROVINCIA	LLANURA COSTERA DEL GOLFO SUR	37.55	54.59
PROVINCIA	SIERRA MADRE DEL SUR	59.22	86.11
PROVINCIA	CORDILLERA CENTROAMERICANA	3.23	4.70
TOTAL		100.00	145.40

Elaboración propia con base en INEGI

Llanura costera del Golfo Sur

Comprende las regiones costeras del sur de Veracruz y abarca prácticamente todo el estado de Tabasco; cubre algunas zonas del norte de Oaxaca, Chiapas y sureste de Campeche, abundan suelos profundos formados por materiales depositados por los ríos, pues en esta región desembocan algunos de los más caudalosos de México, como el Grijalva, el Usumacinta, el Coatzacoalcos y el Papaloapan.

Al norte de Chiapas y al oriente de Tabasco se tienen grandes zonas inundables con abundancia de pantanos permanentes. La sierra de los Tuxtlas, de origen volcánico, interrumpe el paisaje de esta provincia sobre la costa. Es de destacar también el lago de Catemaco, enorme caldera volcánica. (INEGI)

Esta provincia abarca una superficie aproximada de 54.59 km² lo que representa un 37.55% del territorio municipal, distribuyéndose desde la parte sureste, este y norte, del municipio respectivamente.

Sierra Madre del Sur

Está considerada como la menos conocida del país, se extiende a lo largo y muy cerca de la costa del Pacífico con una dirección general de noroeste-sureste, su altitud es casi constante de

poco mas de 2,000 m, en ella nacen varias corrientes que desembocan en el océano Pacífico, debe muchos de sus rasgos particulares a su relación con la Placa de Cocos.

Esta es una de las placas móviles que integran la litosfera o corteza exterior terrestre; emerge a la superficie del fondo del Océano Pacífico al suroeste y oeste de la costa, hacia las que se desplaza lentamente dos o tres centímetros al año para encontrar a lo largo de las mismas costas el sitio llamado "de subducción" donde buza nuevamente hacia el interior de la Tierra.

A ello se debe la fuerte sismicidad que se manifiesta en esta provincia, en particular sobre las costas guerrerenses y oaxaqueñas (siendo la trinchera de Acapulco una de las zonas más activas). Esta relación es la que seguramente ha determinado que alguno de los principales ejes estructurales de la provincia -depresión del Balsas, cordilleras costeras, línea de costa, tengan estricta orientación este-oeste.

Es una de las provincias con mayor complejidad geológica. Podemos encontrar rocas ígneas, sedimentarias y la mayor abundancia de rocas metamórficas del país. Esta provincia cubre una superficie aproximada de 86.11 km² lo que representa un 59.22% del territorio municipal. Abarca la parte oeste del municipio.

Cordillera Centroamericana

Ocupa parte de Chiapas y Oaxaca. Aunque abarca principalmente los países septentrionales de la América Central, esta provincia tiene una importante extensión en México: es una cadena montañosa formada por un antiguo batolito cuya edad varía del Paleozoico inferior al medio; con elevaciones de 900 a 2,900 msnm, altura que se alcanza en las inmediaciones del volcán de Tacaná (4,117 m) formado por rocas ígneas (extrusivas y andesitas).

La porción superior de las rocas del basamento está cubierta por rocas de diferentes edades, que varían desde cuarcitas del Paleozoico medio (sur de Tehuantepec) hasta calizas cretácicas (entre La Concordia y Cintalapa, Chiapas). Al sureste de Tuxtla Gutiérrez, la porción de la Planicie costera de Chiapas está recubierta por aluviones recientes y es posible encontrar afloramientos aislados de gneis, mármol y esquistos, que han sido intrusionados por rocas graníticas más recientes y cubiertas en parte por rocas volcánicas del terciario superior.

Hacia la costa destacan discontinuidades dadas por albuferas (lagunas costeras separadas del mar por una barra) (Instituto nacional de Ecología). Esta provincia cubre una superficie aproximada de 4.70 km² lo que representa un 3.23% del territorio municipal. Abarca una pequeña porción ubicada en la parte sur del municipio.

Subprovincias Fisiográficas

El territorio municipal de Santa María Petapa, está cubierto por tres Subprovincias Fisiográficas que son: Sierras Orientales, Llanura costera Veracruzana y Sierras del sur de Chiapas.

Atlas de Riesgos del municipio de Santa María Petapa, Oaxaca, 2013



Cuadro 2. Subprovincias Fisiográficas

ENTIDAD	NOMBRE	%	SUPERFICIE Km²
SUBPROVINCIA	SIERRAS ORIENTALES	37.55	54.59
SUBPROVINCIA	LLANURA COSTERA VERACRUZANA	59.22	86.11
SUBPROVINCIA	SIERRA DEL SUR DE CHIAPAS	3.23	4.70
TOTAL		100.00	145.40

Elaboración propia con base en INEGI

SUBPROVINCIA 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. Su litología es compleja, con rocas metamórficas, aluviones antiguos, y en la parte sur, rocas ígneas y afloramientos calcáreos. Esta subprovincia fisiográfica cubre una superficie aproximada de 54.59km² lo que representa un 37.55% del territorio municipal. Abarca la parte oeste del municipio.

LLANURA COSTERA VERACRUZANA

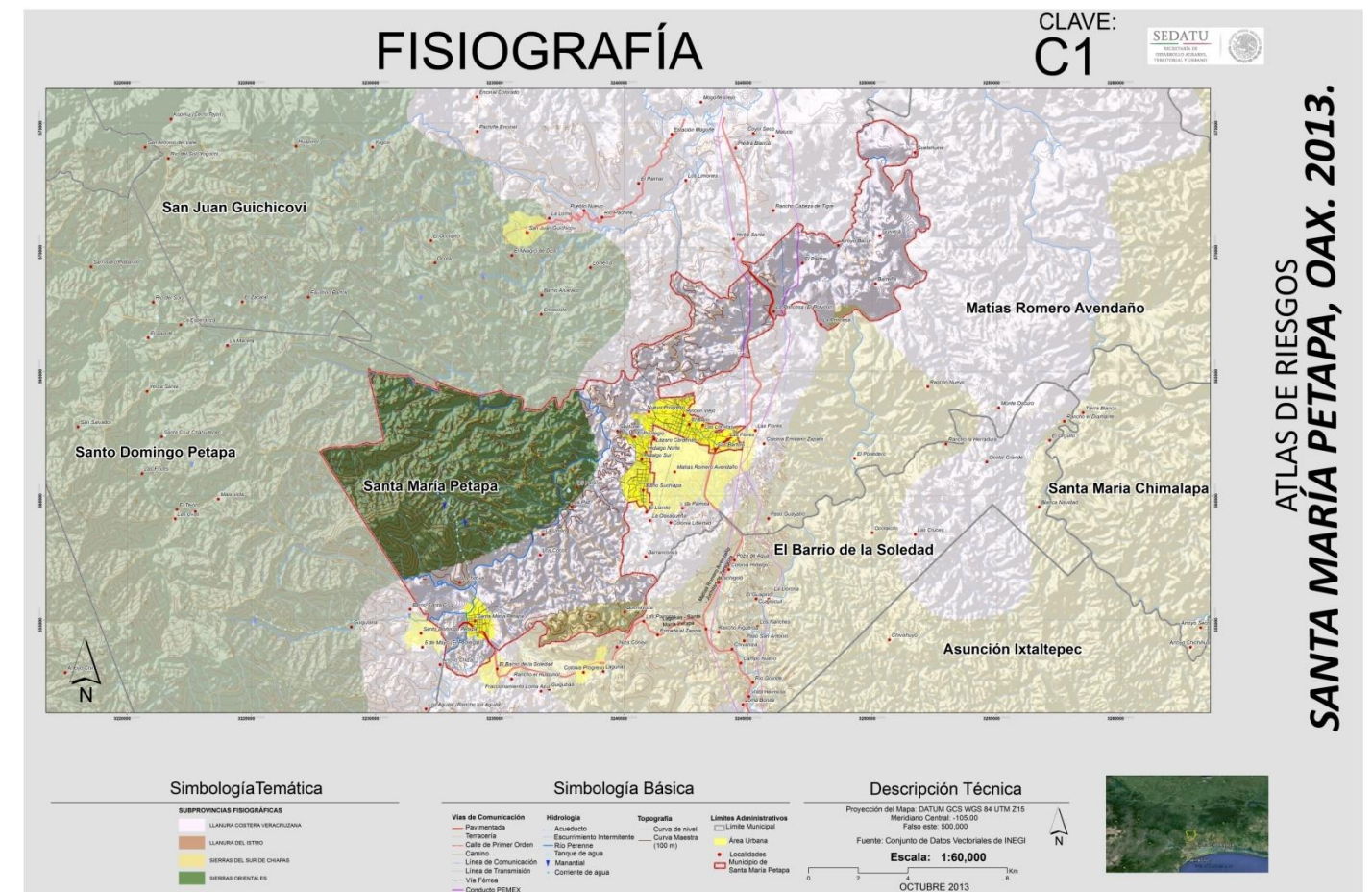
Casi toda esta subprovincia se localiza dentro de territorio veracruzano se caracteriza por poseer suelos profundos, de origen aluvial, debido sobre todo a la presencia de algunos de los ríos más caudalosos de México, como el Coatzacoalcos o el Papaloapan. De manera general, se subdivide en tres grandes regiones: los sistemas de lomeríos del oeste, la llanura costera aluvial propiamente y los sistemas de lomeríos del sur y sureste.

Esta subprovincia fisiográfica cubre una superficie aproximada de 86.11km² lo que representa un 59.22% del territorio municipal y se encuentra en una pequeña porción al noreste del municipio. Abarca la parte norte, este y suroeste del municipio.

SIERRA DEL SUR DE CHIAPAS

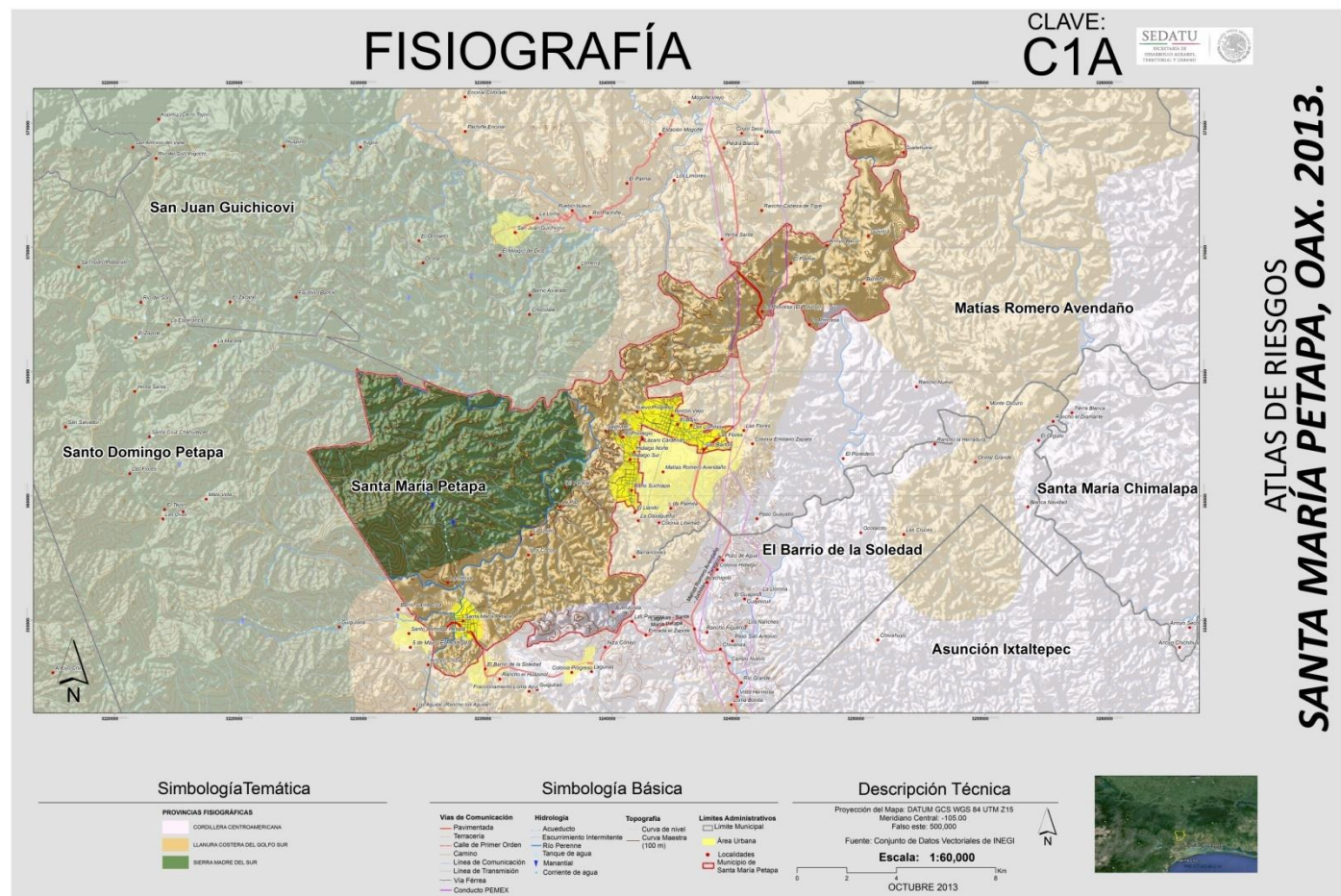
Corre paralela a la Llanura Costera del Pacífico, está constituida en su mayoría por rocas de origen volcánico. Los suelos son delgados y escasos, debido a lo accidentado del relieve y a lo pronunciado de las pendientes. Esta subprovincia fisiográfica cubre una superficie aproximada de 4.70 km² lo que representa un 3.23 % del territorio municipal y se encuentra en una pequeña porción al sur del municipio.

Figura 5. Mapa de Fisiografía (Subprovincias)



Atlas de Riesgos del municipio de Santa María Petapa, Oaxaca, 2013

Figura 6. Mapa de Fisiografía (Provincias)



3.2 Geología

El municipio tiene una litología que se conforma de rocas sedimentarias de tipo caliza y arenisca-conglomerado, así como algunas rocas de origen metamórfico e ígneo en menor proporción.

De acuerdo al mapa de Geología, se pueden observar los siguientes tipos de roca en el municipio:

Cuadro 3. Unidades Geológicas

CLAVE	ENTIDAD	CLASE	TIPO	ERA	SISTEMA	SERIE	%	SUPERFICIE KM ²
P(igia)	UNIDAD CRONOESTRATIGRAFICA	IGNEA INTRUSIVA	IGNEA INTRUSIVA ACIDA	PALEOZOICO	N/D	N/D	1.62	2.35
TR-J(ar-cg)	UNIDAD CRONOESTRATIGRAFICA	SEDIMENTARIA	ARENISCA- CONGLOMERADO	MESOZOICO	N/D	N/A	82.96	120.63
Ki(cz)	UNIDAD CRONOESTRATIGRAFICA	SEDIMENTARIA	CALIZA	MESOZOICO	CRETACICO	CRETACICO INFERIOR	11.78	17.13
K(Ms)	UNIDAD CRONOESTRATIGRAFICA	METAMORFICA	METASEDIMENTARIA	MESOZOICO	CRETACICO	N/D	3.64	5.29
							100.00	145.40

Granito

El granito es una roca plutónica de textura granular, cristalina y muy dura. Se compone esencialmente de cuarzos, feldespatos (ortosa principalmente) y micas laminadas (biotita principalmente, pero que puede quedar sustituida por anfíbol o augita); también puede contener otros minerales como magnetita, apatito, turmalina.

Su formación es fruto de una consolidación muy lenta en el interior de la corteza terrestre, por lo que puede considerarse como una roca primitiva. Este tipo de roca cubre una superficie aproximada de 2.35 km² lo que representa un 1.62% del territorio municipal y se localiza una pequeña porción al noreste del municipio.

Areniscas

Son rocas sedimentarias detríticas formadas en ambientes marinos, fluviales o de origen eólico. Con textura clástica y de grano normalmente fino, de un diámetro inferior a los 2 milímetros, formados por fragmentos de roca o minerales, básicamente cuarzo, calcita, micas o feldespatos, que pueden estar acompañados por otros, como la magnetita. El cemento puede ser calcáreo, silíceo, de óxido de hierro, arcilloso o dolomítico. Su color es variable y puede contener fósiles. Presenta matriz bien estratificada, incluso marcas de oleaje o de las dunas fosilizadas en ella.

Conglomerado

Un Conglomerado es una roca sedimentaria clástica. Se forma generalmente en el ambiente fluvial. El conglomerado se compone de clastos (fragmentos) redondeados de tamaño grande. (Con clastos angulosos: se llama Brecha).

La combinación arenisca-conglomerado cubre una superficie de 120.63 km² lo que representa un 82.96% del territorio municipal y abarca la mayor parte del territorio a excepción de dos pequeñas aéreas ubicadas en el suroeste y noreste del municipio respectivamente.

Calizas

Las calizas son rocas originadas por un proceso de sedimentación directa. Esta sedimentación puede tener diversos orígenes, si bien la más común es la denominada precipitación bioquímica: el carbonato cálcico se fija (en general, en forma de aragonito) en las conchas o esqueletos de determinados organismos, ya sean macroscópicos (lamelibranquios, braquiópodos, gasterópodos.) microscópicos (foraminíferos), o nanoscópicos (cocolitos) y a su muerte, estas conchas o esqueletos se acumulan, originando un sedimento carbonatado.

El aragonito, inestable en condiciones atmosféricas, se va transformando en calcita, y la disolución parcial y re-precipitación del carbonato cementa la roca, dando origen a las calizas. Otra forma de depósito es la fijación del carbonato sobre elementos extraños, como granos de cuarzo, o pequeños fragmentos de fósiles, dando origen a los oolitos (calizas oolíticas).

También las algas fijan este compuesto, dando origen a mallas de algas o estromatolitos, que si se fragmentan y ruedan originan los pisolitos (calizas pisolíticas). Todas estas posibilidades dan origen a los diversos tipos de calizas.

Este tipo de roca cubre una superficie aproximada de 17.13 km² lo que representa un 11.78% del territorio municipal y se localiza en la parte suroeste del municipio.

Meta-sedimentarias

Son aquellas que se han originado por procesos sedimentarios y posteriormente han sufrido algún metamorfismo. Cubre una superficie aproximada de 5.29 km² lo que representa un 3.64% del territorio municipal y se localiza en una pequeña área al suroeste del municipio.

Es importante resaltar que dentro del territorio municipal se presentan tres de fracturas dos en dirección Noreste-Suroeste y una en dirección Este-Oeste.

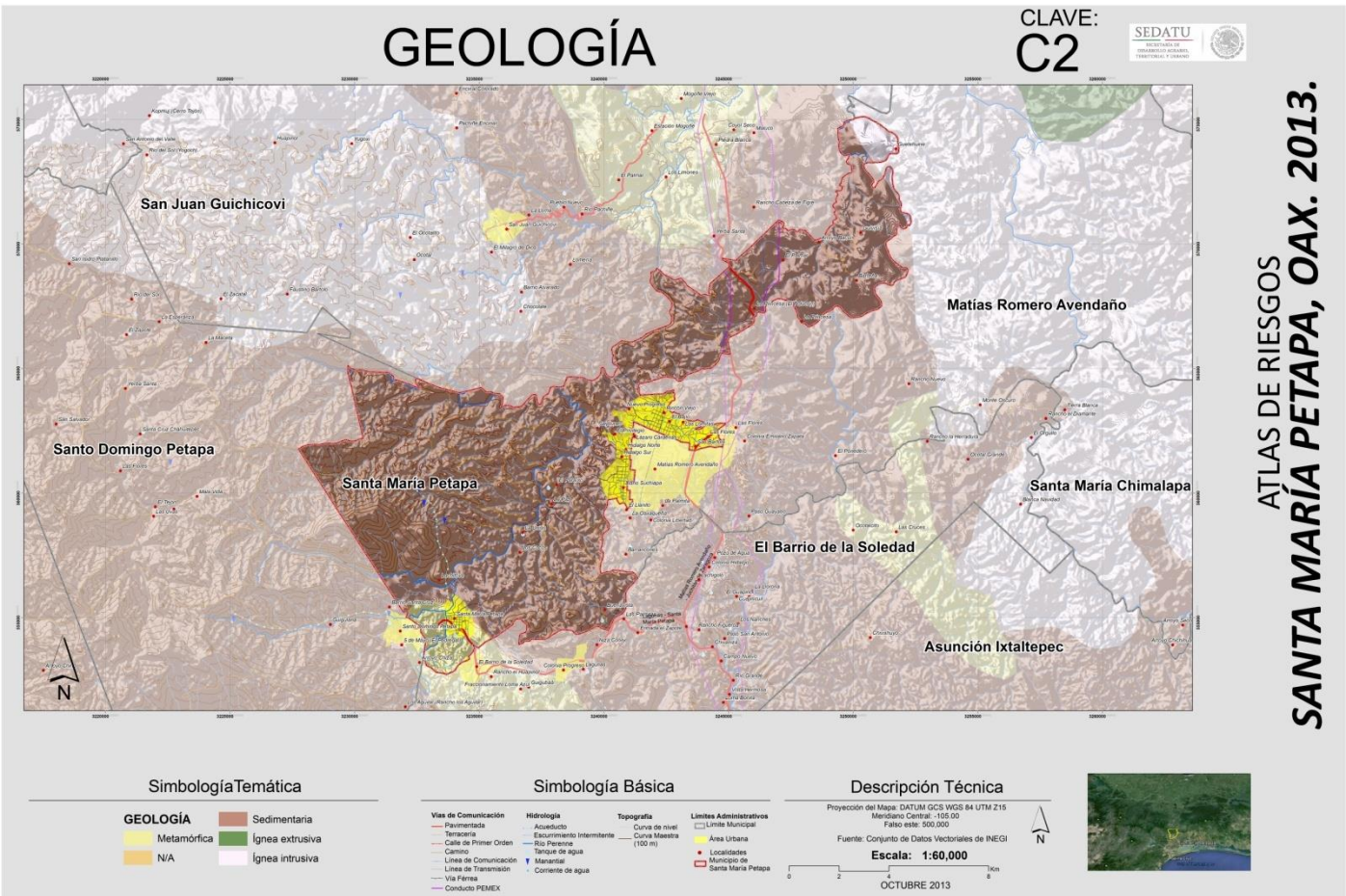
Atlas de Riesgos del municipio de Santa María Petapa, Oaxaca, 2013

Cuadro 4. Tipo de fallas y fracturas

ENTIDAD	DIRECCIÓN	DESPLAZAMIENTO BLOQUE	MOV. FALLA	INCLINACION	BUZAMIENTO	REPRESENTCIÓN	LARGO Km
FRACTURA	NORESTE-SUROESTE	N/A	N/A	N/A	N/A	DEFINIDA	6.02
FRACTURA	NORESTE-SUROESTE	N/A	N/A	N/A	N/A	DEFINIDA	7.68
FRACTURA	ESTE-OESTE	N/A	N/A	N/A	N/A	DEFINIDA	6.00

Elaboración propia con base en INEGI

Figura 7. Mapa de Geología



3.3 Geomorfología

El territorio municipal está representado principalmente por llanuras con lomerío formadas con materiales aluviales y algunas sierras bajas y altas. De acuerdo al mapa de Geomorfología, se pueden observar los siguientes sistemas de topoformas existentes en el municipio:

Cuadro 5. Sistemas de Topoformas

NOMBRE	DESCRIPCIÓN	%	SUPERFICIE KM ²
SISTEMA DE TOPOFORMAS	SIERRA ALTA COMPLEJA	11.38	16.55
SISTEMA DE TOPOFORMAS	LLANURA ALUVIAL CON LOMERÍO	59.22	86.11
SISTEMA DE TOPOFORMAS	SIERRA ALTA DE CUMBRES ESCARPADAS	3.23	4.70
SISTEMA DE TOPOFORMAS	SIERRA BAJA COMPLEJA	26.16	38.04
TOTAL		100.00	145.40

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 16.55 km² lo que representa un 11.38% del territorio municipal y se localiza en la parte oeste del municipio.

Llanura aluvial con lomerío

Este sistema de topoformas de caracteriza por ser un terreno relativamente plano (sin elevaciones o depresiones prominentes) con un conjunto de lomas. Cubre una superficie aproximada de 86.11 km² lo que representa un 59.22% del territorio municipal. Este sistema se encuentra en la parte norte, este y sur este del municipio respectivamente.

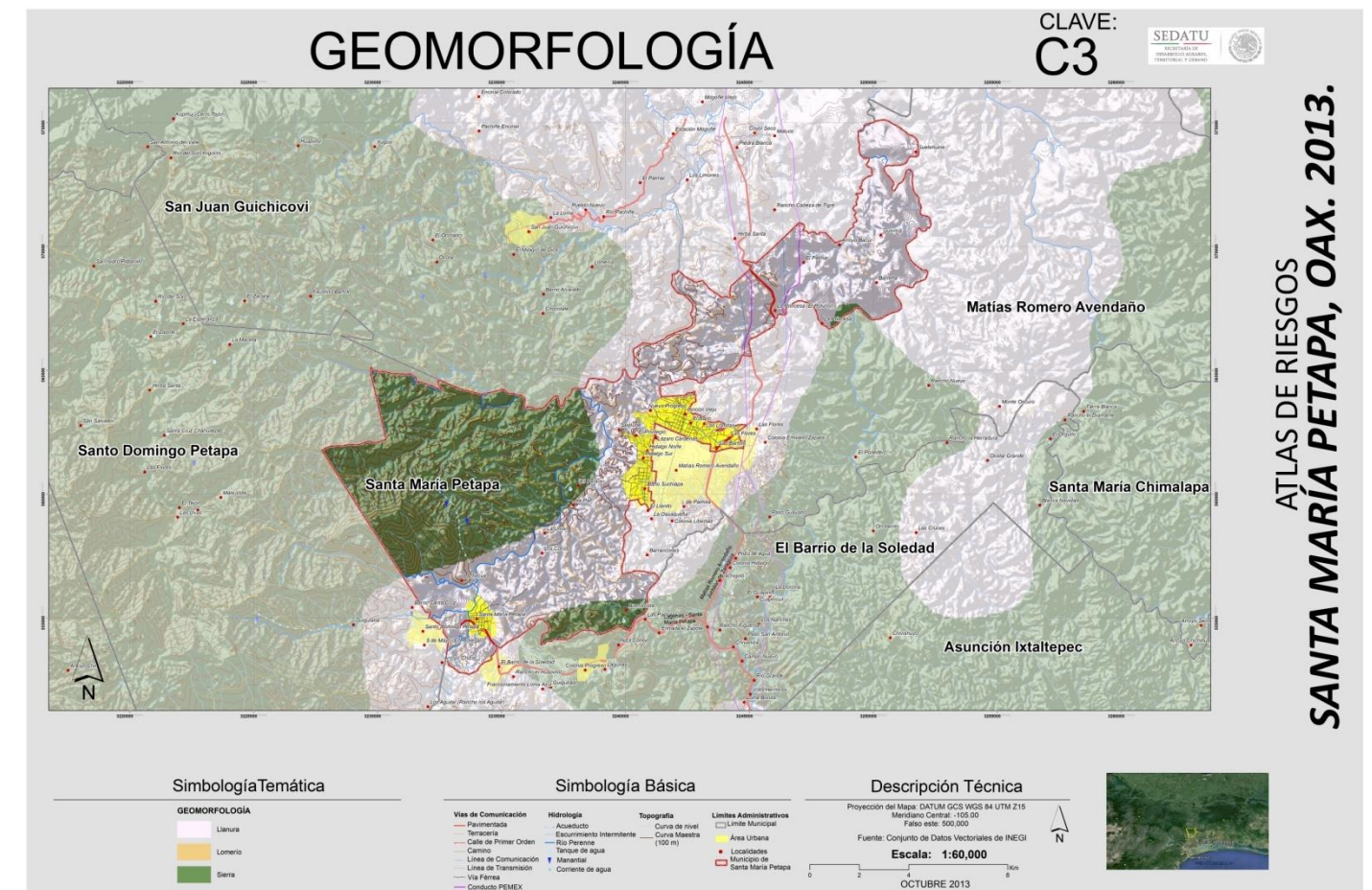
Sierra alta de cumbres escarpadas

Este sistema de topoformas se caracteriza por ser una zona de montañas con una elevación mayor al entorno geográfico, con pendientes abruptas. Dicho sistema cubre una superficie aproximada de 4.70 km² lo que representa un 3.23% del territorio municipal y se localiza en una pequeña área al sur del municipio.

Sierra baja compleja

Este sistema de topoformas se caracteriza por ser una zona de montañas con una elevación poco considerable, conformada por rocas de origen diverso. Cubre una superficie aproximada de 38.04 km² lo que representa un 26.16% del territorio municipal y se localiza en la parte centro y oeste del municipio.

Figura 8, Mapa de Geomorfología



Atlas de Riesgos del municipio de Santa María Petapa, Oaxaca, 2013

3.4 Edafología

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).

Las diferentes condiciones climáticas y geomorfológicas de un lugar a lo largo del tiempo, condicionan la formación de numerosas clases de suelos, los cuales pueden presentar diferentes tipos de aptitud, función y vulnerabilidad. Al respecto, se muestra la información edáfica para el municipio de Santa María Petapa:

Cuadro 6. Unidades Edafológicas

CLAVE	NOMBRE DEL SUELO 1	NOMBRE DEL SUBSUELO 1	NOMBRE DEL SUELO 2	NOMBRE DEL SUBSUELO 2	NOMBRE DEL SUELO 3	NOMBRE DEL SUBSUELO 32	TEXTUR A	FASE FISCA	%	SUPERFICIE KM 2
Be+Lc+Re/2/G	CAMBISOL	EUTRICO	LUVISOL	CROMICO	REGOSOL	EUTRICO	MEDIA	GRAVOSA	32.18	46.79
Ao+Nd/3	ACRISOL	ORTICO	NITOSOL	DÍSTRICO			FINA		20.51	29.82
Ao+Be+I/2	ACRISOL	ORTICO	CAMBISOL	ETRICO	LITOSOL		MEDIA		20.92	30.42
Rd+Ah+I/2/L	REGOSOL	DÍSTRICO	ACRISOL	HUMICO	LITOSOL		MEDIA	LÍTICA	3.17	4.60
Rc+I/2/L	REGOSOL	CALCÁRICO	LITOSOL				MEDIA	LÍTICA	17.57	25.54
I+Re/2	LITOSOL		REGOSOL	ETRICO			MEDIA		5.66	8.22
									100.00	145.40

Elaboración propia con base en INEGI

Suelos dominantes:

Acrisol

Del latín acris: agrio, ácido; y solum: suelo. Literalmente, suelo ácido. Son suelos que se encuentran en zonas tropicales o templadas muy lluviosas como las sierras orientales de Oaxaca, llanura costera veracruzana, sierra lacandona y Altos de Chiapas. En condiciones naturales tienen vegetación de selva o bosque. Se caracterizan por tener acumulación de arcilla en el subsuelo, por sus colores rojos, amarillos o amarillos claros con manchas rojas, muy ácidos y pobres en nutrientes (INEGI).

En México se usan en la agricultura con rendimientos muy bajos, salvo los frutales tropicales como cacao, café o piña, en cuyo caso se obtienen rendimientos de medios a altos; también se

usan en la ganadería con pastos inducidos o cultivados; sin embargo, el uso más adecuado para la conservación de estos suelos es el forestal. Son moderadamente susceptibles a la erosión y su símbolo en la carta es (A).

Los suelos de tipo Acrisol se distribuyen en tres aéreas la primera al oeste, la segunda al este y la última al noreste del municipio respectivamente.

Cambisol

Del latín cambiare: cambiar. Literalmente, suelo que cambia. Estos suelos son jóvenes, poco desarrollados y se pueden encontrar en cualquier tipo de vegetación o clima excepto en los de zonas áridas. Se caracterizan por presentar en el subsuelo una capa con terrones que presentan vestigios del tipo de roca subyacente y que además puede tener pequeñas acumulaciones de arcilla, carbonato de calcio, fierro o manganeso. También pertenecen a esta unidad algunos suelos muy delgados que están colocados directamente encima de un tepetate (INEGI).

Son muy abundantes, se destinan a muchos usos y sus rendimientos son variables pues dependen del clima donde se encuentre el suelo. Son de moderada a alta susceptibilidad a la erosión. Su símbolo es (B).

Este tipo de suelo cubre una superficie aproximada de 46.79 km² lo que representa un 32.18% del territorio municipal y se localiza en parte del centro y sur del municipio.

Regosol Dentro del territorio municipal ocupa una superficie aproximada de 32.27 km², proviene del griego reghos: manto, cobija o capa de material suelto que cubre a la roca. Suelos ubicados en muy diversos tipos de clima, vegetación y relieve. Tienen poco desarrollo y por ello no presentan capas muy diferenciadas entre sí. En general son claros o pobres en materia orgánica, se parecen bastante a la roca que les da origen.

En México constituyen el segundo tipo de suelo más importante por su extensión (19.2%). Muchas veces están asociados con Litosoles y con afloramientos de roca o tepetate. Frecuentemente son someros, su fertilidad es variable y su productividad está condicionada a la profundidad y pedregosidad. El símbolo cartográfico para su representación es (R). Los suelos de tipo Regosol se ubican en dos aéreas, la primera en la zona centro y este y la segunda en la parte noreste del municipio respectivamente.

Litosol

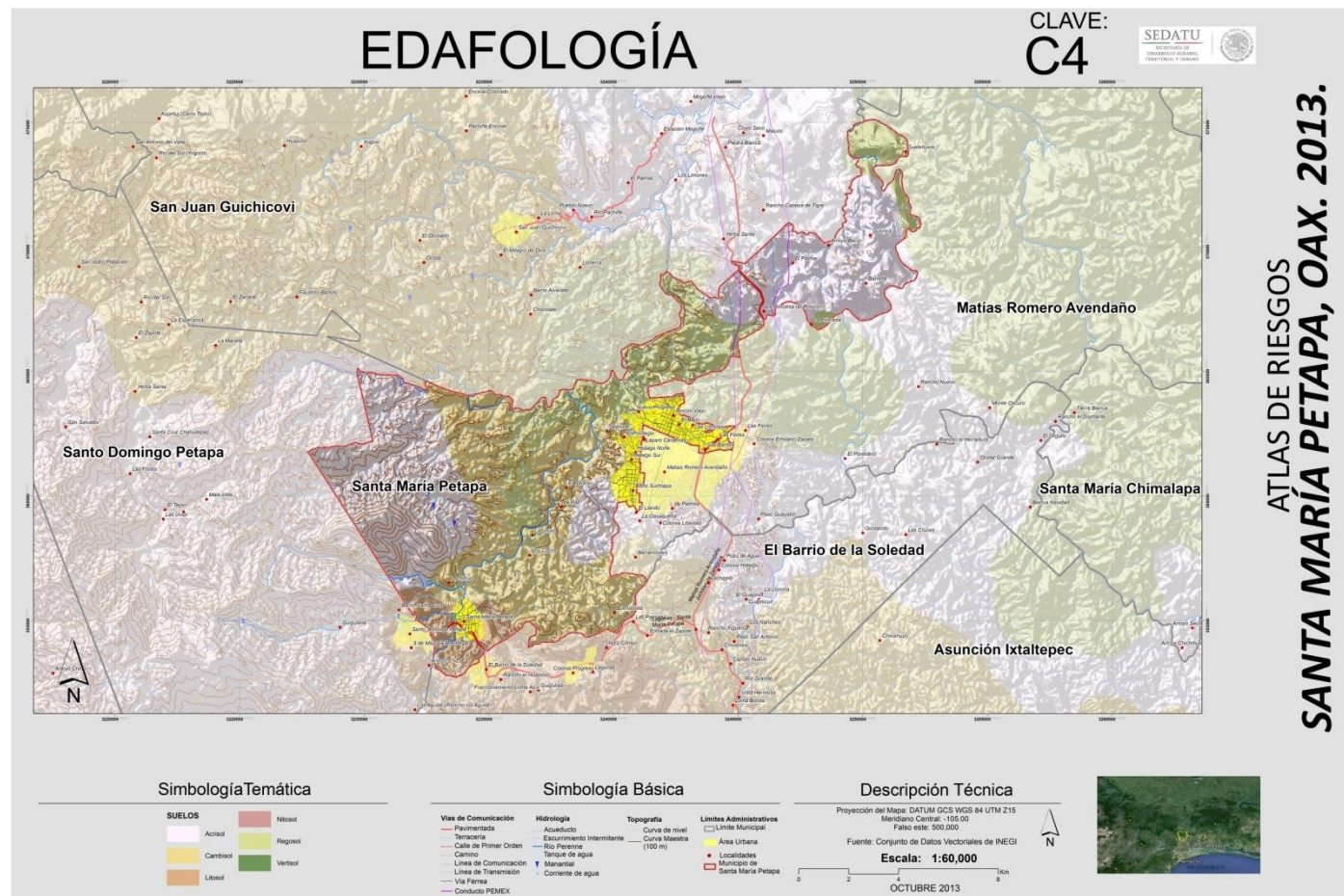
Del griego lithos: piedra. Literalmente, suelo de piedra. Son los suelos más abundantes del país pues ocupan 22 de cada 100 hectáreas de suelo. Se encuentran en todos los climas y con muy diversos tipos de vegetación, en todas las sierras de México, barrancas, lamerías y en algunos terrenos planos. Se caracterizan por su profundidad menor de 10centímetros, limitada por la presencia de roca, tepetate o caliche endurecido. Su fertilidad natural y la susceptibilidad a la erosión es muy variable dependiendo de otros factores ambientales (INEGI).

Atlas de Riesgos del municipio de Santa María Petapa, Oaxaca, 2013

El uso de estos suelos depende principalmente de la vegetación que los cubre. En bosques y selvas su uso es forestal; cuando hay matorrales o pastizales se puede llevar a cabo un pastoreo más o menos limitado y en algunos casos se destinan a la agricultura, en especial al cultivo de maíz o el nopal, condicionado a la presencia de suficiente agua. No tiene subunidades y su símbolo es (I).

Este tipo de suelo cubre una superficie aproximada de 8.22 km² lo que representa un 5.66 % del territorio municipal y se localiza en una pequeña área al suroeste del municipio.

Figura 9. Mapa de Edafología



3.5 Hidrología

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. El territorio de Santa María Petapa se halla inmerso en la región Hidrológica 29 Coatzacoalcos, en la cuenca R. Coatzacoalcos (100%) y en la subcuenca R. Tolsa (100%) respectivamente.

Cuadro 7. Región Hidrológica Coatzacoalcos

PROPIEDAD	VALOR
IDENTIFICADOR	29
CLAVE REGIÓN HIDROLÓGICA	RH29
NOMBRE DE LA REGIÓN HIDROLÓGICA	COATZACOALCOS
ÁREA (KM ²)	29,775.38
PERIMETRO (KM)	1,053.1

Fuente: Elaboración propia con base en el SIATL

Cuadro 8. Cuenca R. Coatzacoalcos

PROPIEDAD	VALOR
IDENTIFICADOR	121
CLAVE REGIÓN HIDROLÓGICA	RH29
NOMBRE DE LA REGIÓN HIDROLÓGICA	COATZACOALCOS
CLAVE CUENCA	B
NOMBRE CUENCA	R. COATZACOALCOS
ÁREA (KM2)	21,501.36
PERIMETRO (KM)	9,15.53

Fuente: Elaboración propia con base en el SIATL

Cuadro 9. Subcuenca R. Tolsa

PROPIEDAD	VALOR
IDENTIFICADOR EN BASE DE DATOS	101
CLAVE DE SUBCUENCA COMPUESTA	RH29BH

Atlas de Riesgos del municipio de Santa María Petapa, Oaxaca, 2013

CLAVE DE REGIÓN HIDROGRÁFICA	RH29
NOMBRE DE REGIÓN HIDROGRÁFICA	COATZACOALCOS
CLAVE DE CUENCA	B
CLAVE DE CUENCA COMPUESTA	B
NOMBRE DE CUENCA	R. COATZACOALCOS
CLAVE DE SUBCUENCA	H
NOMBRE DE SUBCUENCA	R. TOLOSA
TIPO DE SUBCUENCA	EXORREICA
LUGAR A DONDE DRENA (PRINCIPAL)	RH29BA R. COATZACOALCOS
TOTAL DE DESCARGAS (DRENAJE PRINCIPAL)	1
LUGAR A DONDE DRENA 2	-
TOTAL DE DESCARGAS 2	0
LUGAR A DONDE DRENA 3	-
TOTAL DE DESCARGAS 3	0
LUGAR A DONDE DRENA 4	-
TOTAL DE DESCARGAS 4	0
TOTAL DE DESCARGAS	1
PERIMETRO (KM)	232.5
ÁREA (KM2)	1654.27
DENSIDAD DE DRENAJE	1.7784
COEFICIENTE DE COMPACIDAD	1.612
LONGITUD PROMEDIO DE FLUJO SUPERFICIAL DE LA SUBCUENCA (KM)	0.140575798
ELEVACIÓN MÁXIMA EN LA SUBCUENCA (M)	1560
ELEVACIÓN MÍNIMA EN LA SUBCUENCA (M)	60
PENDIENTE MEDIA DE LA SUBCUENCA (%)	23.15
ELEVACIÓN MÁXIMA EN CORRIENTE PRINCIPAL (M)	1148
ELEVACIÓN MÍNIMA EN CORRIENTE PRINCIPAL (M)	60
LONGITUD DE CORRIENTE PRINCIPAL (M)	91187
PENDIENTE DE CORRIENTE PRINCIPAL (%)	1.193
SINUOSIDAD DE CORRIENTE PRINCIPAL	1.863448167

Fuente: Elaboración propia con base en el SIATL

Cuadro 10. Esgurrimientos presentes

ESGURRIMIENTOS PRESENTES
RÍO GRANDE
RÍO LOS NANCHES

RÍO MALATENGO
RÍO PETAPA
RÍO DE LA TOMA
RÍO LA CAÑADA
RÍO EL CAMPANARIO
RÍO GUIGULANA
RÍO LA CIRUELA

Fuente: Elaboración propia con base en el SIATL

3.6 Climatología

Los climas cálidos en conjunto abarcan el 100% de la superficie total del municipio, se caracterizan por sus temperaturas medias anuales que varían de 22° a 28°C y su temperatura media del mes más frío es de 18°C o más. Dentro de éstos predomina el cálido subhúmedo con lluvias en verano.

Cuadro 11. Características Climáticas

TIPO DE CLIMA	DESCRIPCIÓN TEMPERATURA	DESCRIPCIÓN PRESIPITACIÓN	%	SUPERFICIE KM ²
Am	CALIDO HUMEDO, TEMPERATURA MEDIA ANUAL MAYOR DE 22°C Y TEMPERATURA DEL MES MÁS FRIO MAYOR DE 18°C.	PRECIPITACION DEL MES MAS SECO MENOR DE 60 MM; LLUVIAS DE VERANO Y PORCENTAJE DE PRECIPITACION INVERNAL DEL 5% AL 10.2% DEL TOTAL ANUAL.	54.17	78.76
Aw2	CALIDO SUBHUMEDO, TEMPERATURA MEDIA ANUAL MAYOR DE 22°C Y TEMPERATURA DEL MES MÁS FRIO MAYOR DE 18°C.	PRECIPITACION DEL MES MAS SECO ENTRE 0 Y 60 MM; LLUVIAS DE VERANO CON INDICE P/T MAYOR DE 55.3 Y PORCENTAJE DE LLUVIA INVERNAL DEL 5% AL 10.2% DEL TOTAL ANUAL.	44.47	64.65
Aw1	CALIDO SUBHUMEDO, TEMPERATURA MEDIA ANUAL MAYOR DE 22°C Y TEMPERATURA DEL MES MÁS FRIO MAYOR DE 18°C.	PRECIPITACION DEL MES MAS SECO MENOR DE 60 MM; LLUVIAS DE VERANO CON INDICE P/T ENTRE 43.2 Y 55.3 Y PORCENTAJE DE LLUVIA INVERNAL DEL 5% AL 10.2% DEL TOTAL ANUAL.	1.36	1.98
TOTAL			100.00	145.40

Elaboración propia con base en INEGI

Tipos de clima presentes en el municipio:

Am

Cálido subhúmedo, temperatura media anual mayor de 22°C y temperatura del mes más frío mayor de 18°C, precipitación del mes más seco menor de 60 mm; lluvias de verano y porcentaje de precipitación invernal del 5% al 10.2% del total anual. Este clima es el de mayor presencia en

Atlas de Riesgos del municipio de Santa María Petapa, Oaxaca, 2013

el municipio abarcando una superficie aproximada de 78.76 km², lo que representa un 54.17% del territorio municipal. Se ubica a lo largo de toda la parte norte del municipio.

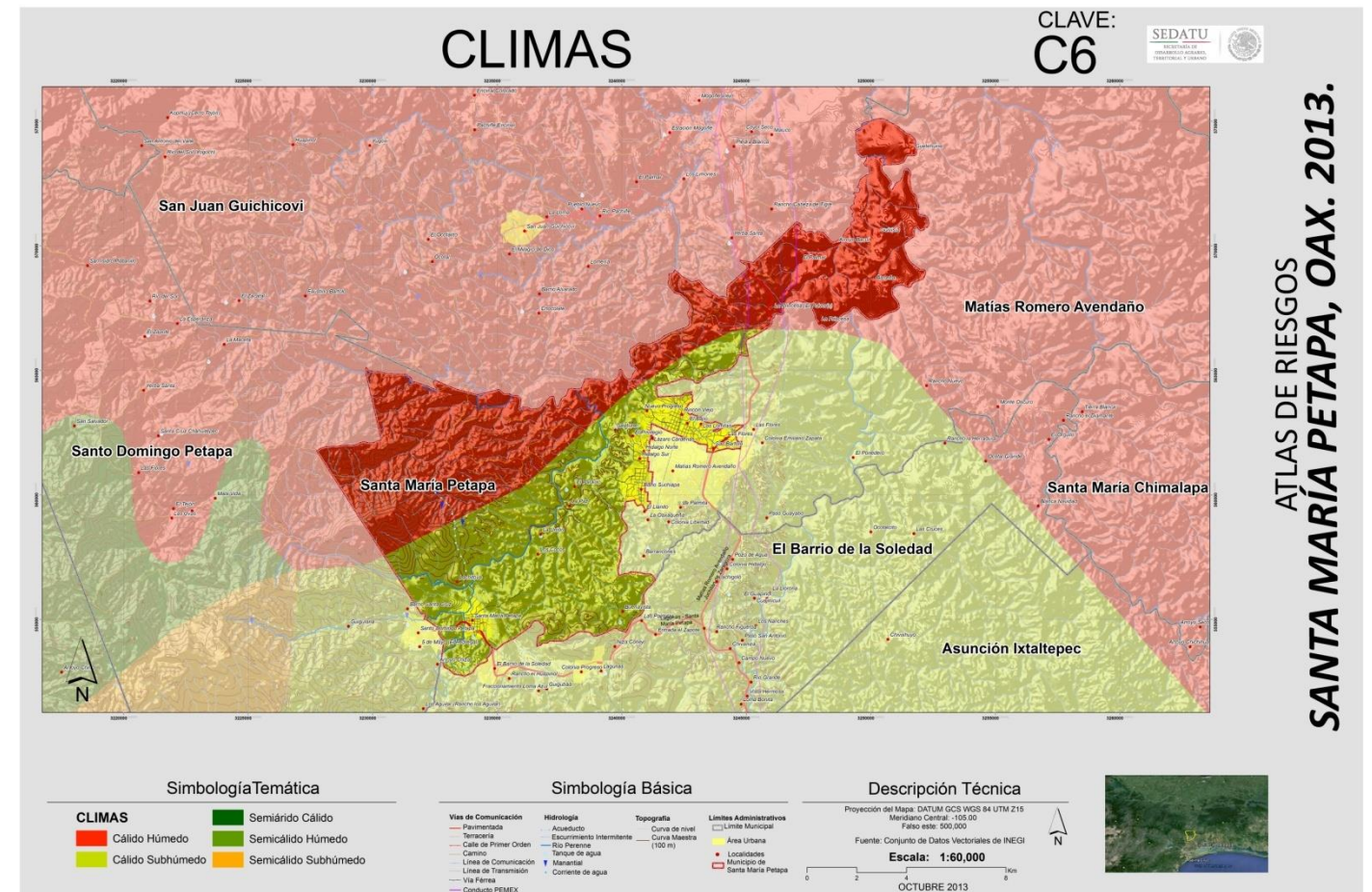
Aw2

Cálido subhúmedo, temperatura media anual mayor de 22°C y temperatura del mes más frío mayor de 18°C. Precipitación del mes más seco entre 0 y 60 mm; lluvias de verano con índice p/t mayor de 55.3 y porcentaje de lluvia invernal del 5% al 10.2% del total anual. Este clima abarca una superficie de 64.65 Km² lo que representa el 44.47 % del territorio municipal. Se ubica en la parte sur, centro, oeste y este del municipio.

Aw1

Cálido subhúmedo, temperatura media anual mayor de 22°C y temperatura del mes más frío mayor de 18°C. Precipitación del mes más seco menor de 60 mm; lluvias de verano con índice p/t entre 43.2 y 55.3 y porcentaje de lluvia invernal del 5% al 10.2% del total anual. Este clima abarca una superficie de 1.98 Km² lo que representa el 1.36 % del territorio municipal. Se ubica en una pequeña porción en la zona sureste.

Figura 10. Mapa de Climas



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 Santa María Petapa los usos de suelo y vegetación de distribuyen de la siguiente forma:

Atlas de Riesgos del municipio de Santa María Petapa, Oaxaca, 2013

Cuadro 12. Tipo de Vegetación

ENTIDAD	TIPO	VEGETACIÓN SECUNDARIA	EROSIÓN	%	SUPERFICIE KM ²
SELVA	SELVA ALTA PERENNIFOLIA	NINGUNO	SIN EROSIÓN APRECIABLE	0.33	0.48
BOSQUE	BOSQUE DE PINO-ENCINO	NINGUNO	SIN EROSIÓN APRECIABLE	28.13	40.90
SELVA	SELVA ALTA PERENNIFOLIA	VEGETACION SECUNDARIA APARENTE	SIN EROSIÓN APRECIABLE	36.48	53.04
OTROS TIPOS DE VEGETACIÓN	SABANA	NINGUNO	SIN EROSIÓN APRECIABLE	15.81	22.99
PASTIZAL	PASTIZAL CULTIVADO	NINGUNO	SIN EROSIÓN APRECIABLE	6.09	8.85
ÁREA URBANA	AREA URBANA	NO APLICABLE	NO APLICABLE	2.30	3.34
ÁREA AGRÍCOLA-SELVA	AGRICULTURA DE TEMPORAL, VEGETACION SECUNDARIA DE SELVA MEDIANA SUBPERENNIFOLIA	VEGETACION SECUNDARIA APARENTE	SIN EROSIÓN APRECIABLE	10.74	15.61
SELVA	SELVA MEDIANA SUBPERENNIFOLIA	NINGUNO	SIN EROSIÓN APRECIABLE	0.12	0.18
TOTAL				100.00	145.40

SELVA ALTA PERENNIFOLIA

Este tipo de vegetación corresponde a la más rica y compleja de todas las comunidades vegetales y en nuestro país. Sus árboles dominantes sobrepasan los 30 m de altura y durante todo el año conservan la hoja. Son ecosistemas de alta biodiversidad y se considera que se presenta en las zonas más húmedas del clima A de Köppen y Cw.

Este tipo de vegetación presta servicios ambientales a la estabilidad del clima y los ciclos hidrológicos, por la gran capacidad retención de la precipitación pluvial que se produce en las regiones tropicales; además de que posee un gran valor estético o de disfrute del paisaje y un valor intrínseco como ecosistema, ya que forma parte del patrimonio natural de las regiones en donde existen (INEGI).

Cubre una superficie aproximada de 53.04 km2 lo que representa un 36.48% del territorio municipal y este uso de suelo se distribuye en parte del centro y noreste del municipio respectivamente.

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 (Pinus spp.) y encino (Quercus spp.); siendo dominantes los pinos (INEGI).

Este uso de suelo cubre una superficie aproximada de 40.90 km² lo que representa un 28.13% del territorio municipal y se localiza en la parte oeste del municipio.

PASTIZAL CULTIVADO

Es el que se ha introducido intencionalmente en una región y para su establecimiento y conservación se realizan algunas labores de cultivo y manejo. Son pastos nativos de diferentes partes del mundo como: el pasto jaragua, amargoso, camalote, privilegio, entre otras muchas especies. Cubre una superficie aproximada de 8.85 km² lo que representa un 6.09% del territorio municipal y se localiza en una porción del centro del municipio.

ÁREA URBANA

Las zonas urbanas están creciendo sobre suelos del Cuaternario y rocas metamórficas del Cretácico y sedimentarias, en llanuras aluvial con lomerío y están creciendo sobre terrenos previamente ocupados por selva, agricultura, pastizal y sabanoide. Cubre una superficie aproximada de 3.34 km² lo que representa un 2.30% del territorio municipal.

ÁREA AGRÍCOLA-SELVA

En este tipo de uso de suelo se combinan porciones de selva mediana subperennifolia con agricultura de temporal siendo los cultivos de mayor producción los de maíz y frijol. Cubre una superficie aproximada de 15.61 km² lo que representa un 10.74% del territorio municipal y se localiza en la parte suroeste del municipio.

SELVA MEDIANA SUBPERENNIFOLIA

Característica de regiones de clima cálido, con una temperatura media anual de 20 a 29°C, que presenta en relación a su grado de humedad, una estación de secas y otra de lluvias muy marcadas a lo largo de año. En condiciones poco alteradas sus árboles son de hasta 15 m de alto, más frecuentemente entre 8 a 12 m. Entre las especies más frecuentes de este tipo de vegetación se encuentran "cuajote" o "copal", Ceiba aesculifolia "pochote" y los cactus de formas columnares. Este tipo de selva tiene una rica vegetación de epífitas, trepadoras y umbrófilas. En ella se observan tres estratos arbóreos bien definidos, el más alto de 30 a 35 metros en las zonas donde está más desarrollada y de 20 a 25 metros en la parte norte, donde llueve menos (INEGI).

Cubre una superficie aproximada de 0.18 km² lo que representa un 0.12% del territorio municipal y se localiza en una pequeña área al suroeste del municipio.

SABANA

El origen de las sabanas, según algunos autores, se debe a la intervención del hombre que ha talado, quemado y sobrepastoreado el bosque, al grado de volverse tolerante al fuego. La sabana está dominada principalmente por gramíneas, pero es común encontrar un estrato arbóreo bajo de 3 a 6 m de alto. Se desarrolla sobre terrenos planos o poco inclinados, en suelos

Atlas de Riesgos del municipio de Santa María Petapa, Oaxaca, 2013

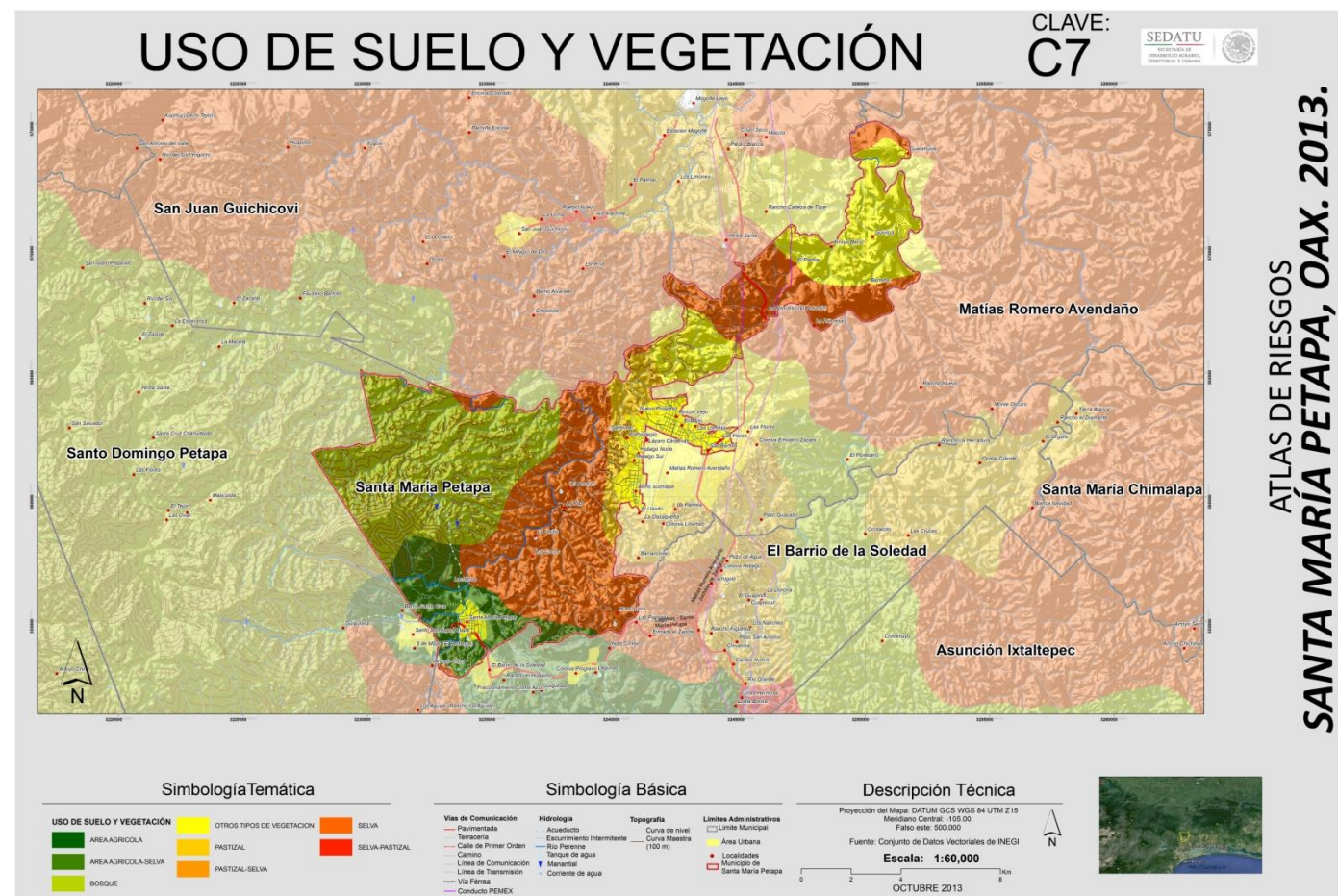
profundos y arcillosos que se inundan durante el periodo de lluvias y en la época seca se endurecen al perder el agua.

La vegetación de esta comunidad se caracteriza por la dominancia de pastizales como: andropogon bicornis, paspalum pectinatum, andropogon altus, imperata sp., panicum maximun y otros. También existen algunas ciperáceas como Cyperus sp. y Dichromena ciliata. Además de las plantas arbóreas como jícaro (Crescentia kujete), cuatecomate (Crescentia alata), tlachicón (Curatella americana) y nanche (INEGI).

3.8 Áreas naturales protegidas

No existe área natural protegida federal ni estatal.

Figura 11. Mapa de Uso de Suelo y Vegetación



Atlas de Riesgos del municipio de Santa María Petapa, Oaxaca, 2013

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 Santa María Petapa tuvo un crecimiento mayor al promedio del estado de Oaxaca, como se observa en el siguiente cuadro, donde en los años noventa la tasa media de crecimiento anual del municipio fue de 10.7 por ciento más que el promedio del estado. No obstante, en la siguiente década disminuyó 2.4 al 2000 y a 1.3 por ciento en 2010, tres puntos porcentuales mas que la entidad, como se observa en la gráfica 1.

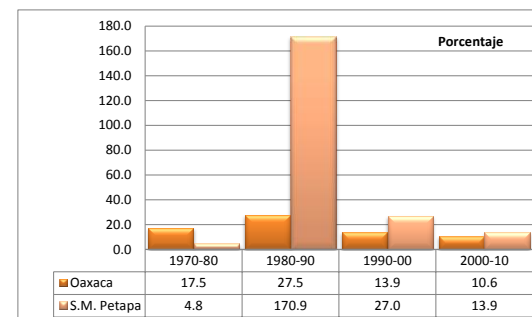
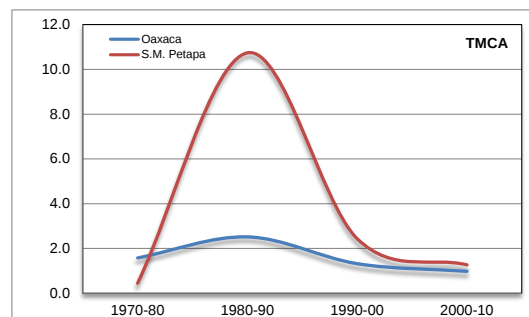
En términos de su volumen de población, el municipio tuvo un fuerte incremento que le llevo de casi 4 mil habitantes en 1980 a 10.7 mil en 1990 y a 13.6 mil en 2000 y se estabilizó para alcanzar en 2010 un total de 15.5 mil personas.

Cuadro 2. Oaxaca y Santa María Petapa : Población y crecimiento promedio anual 1970-2010

Año	Oaxaca		Santa María Petapa		Participación del municipio (%)
1970	2,015,424		3,784		0.2
1980	2,369,076	1.6	3,965	0.5	0.2
1990	3,019,560	2.5	10,743	10.7	0.4
2000	3,438,765	1.3	13,648	2.4	0.4
2010 ¹	3,801,962	1.0	15,551	1.3	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 Santa María Petapa 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.

La grafica 2 indica que, en términos relativos, el municipio tiene un mayor incremento que la entidad en los años noventa. Esta tendencia se refleja también en las proyecciones de población, las cuales indican un sostenido aumento de los habitantes del municipio. Aunque es aún reducido el volumen de población de Santa María Petapa, tenderá a crecer con mayor rapidez que la entidad, por lo cual se espera que a futuro incremente su participación en la entidad, al llegar a 17.6 mil habitantes en el 2030 y representar el 0.43 por ciento del total de los habitantes de Oaxaca. Se estima que el crecimiento futuro del municipio se conserve en una tasa de 0.4 por ciento con un crecimiento relativo de 3.7 por ciento.

Cuadro 3. 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
Santa María Petapa	10,743	13,648	15,668	17,006	17,628
% Respecto al Estado	0.36%	0.40%	0.41%	0.42%	0.43%
Tasa de Crecimiento Media Anual	90 - 00	00 - 10	10-20	20 - 30	
Oaxaca		1.3	1.0	0.7	0.1
Santa María Petapa		2.4	1.4	0.8	0.4
Crecimiento Relativo	90 - 00	00 - 10	10-20	20 - 30	
Oaxaca		13.9	10.6	7.7	0.9
Santa María Petapa		27.0	14.8	8.5	3.7

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 Santa María Petapa es, en su mayoría, de mujeres, las cuales representan 51.7 por ciento del total, y por ello, el municipio tiene un índice de masculinidad de 93.6 hombres por cada cien mujeres, poco mas que el promedio estatal (91.7). En términos de la edad promedio, en Santa María Petapa es mayor al promedio de la entidad, con 25 años la mediana, mientras que en los hombres es de 24 años y las mujeres de 26.

Por otra parte, mientras en Oaxaca el promedio es de 2.85 hijos vivos, en Santa María Petapa es de 2.47, dato que indica una mejor condición de salud de la población respecto al promedio del estado.

Atlas de Riesgos del municipio de Santa María Petapa, Oaxaca, 2013

Cuadro 13. Oaxaca y Santa María Petapa : Características de la población, 2010

Estado Municipio	Población por sexo			Índice de masculinidad ¹	Edad mediana			Promedi o de hijos nacidos vivos ²
Oaxaca	3,801,962	47.8	52.2	91.7	24	23	25	2.85
Santa María Petapa	15,387	48.3	51.7	93.6	25	24	26	2.47

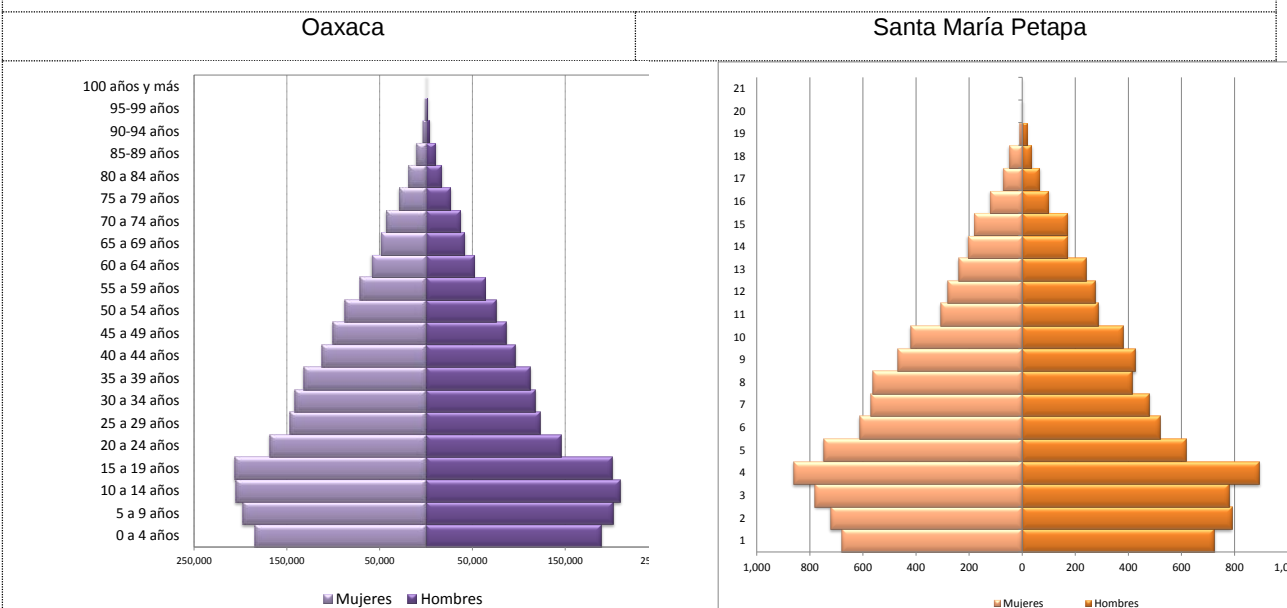
1/ Proporción de población masculina por cada 100 mujeres.

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 y Santa María Petapa en 2010. Resaltan tres aspectos principales: una alta proporción de población en edad juvenil, de 10 a 19 años; en segundo lugar una menor proporción de población joven, y una mayor presencia de mujeres jóvenes de entre 20 y 25 años.

Gráficas 3. Oaxaca y Santa María Petapa 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 reducción de niños y jóvenes. (Ver grafica 3). Esto resulta de la disminución de la tasa de mortalidad infantil, que junto con un menor número de hijos, implica una reducción de la base de la pirámide, generando un menor número de nacimientos y una menor proporción de niños.

Esta forma que adopta la distribución de habitantes por edad y sexo en el municipio se explica por la emigración de jóvenes en edades activas, donde a partir de los veinte años se observa la reducción de su proporción por efectos de la emigración de los habitantes. Probablemente también indique que las mujeres permanecen en el municipio y posteriormente migran al alcanzar la mayoría de edad.

En Santa María Petapa como en varias poblaciones de Oaxaca, la longevidad de las mujeres es mayor que la de los hombres, por lo que el grupo de mujeres de 75 años y de 80 años a más, supera al de hombres y presentan una mayor esperanza de vida.

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, Santa María Petapa se ubica casi un punto porcentual debajo que Oaxaca; en cambio, de la población en edad activa, es mayor al promedio de la entidad. Y por el contrario, la proporción de adultos mayores en el municipio es similar a la media 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 4.4 mil niños y jóvenes, el de adultos mayores es de 1.7 mil personas y los habitantes en edad activa son 9 mil.

Cuadro 14. Oaxaca y Santa María Petapa: Población por grandes grupos de edad y razón de dependencia, 2010

Estado/ Municipio	Población total ¹	Grupos de edad			Razón de dependencia ²		
Oaxaca	5,728,654	30.8	58.3	10.9	71.6	52.9	18.6
Santa María Petapa	15,266	29.3	59.7	11.0	67.6	49.1	18.5

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.

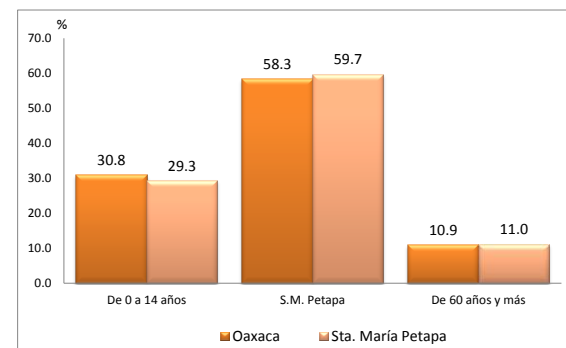
Destaca, particularmente que por cada cien adultos en edades activas hay 49.1 niños y jóvenes menores de 15 años; el promedio estatal es de 52.9 niños por cada cien adultos: de igual forma,

Atlas de Riesgos del municipio de Santa María Petapa, Oaxaca, 2013

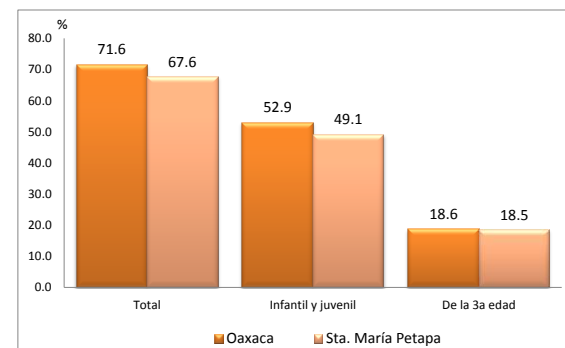
por cada cien personas activas, en el municipio hay 18.5 adultos mayores, mientras que el promedio en la entidad es de 18.6. Esto indica una dependencia de niños y jóvenes y adultos mayores respecto a las personas en edades activas, lo que es indicativo de niveles de desarrollo medio en el municipio, En total, la dependencia de esos grupos de edad respecto a los adultos en edades activas es de 67.6 frente a 71.6 que se presentan en la entidad (graficas 4 y 5).

Gráficas 4 y 5.- Oaxaca y Santa María Petapa , 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 fundamental de esta tendencia un menor promedio de hijos en las parejas y el incremento de la esperanza de vida. En Santa María Petapa en el año 2010 existieron 1 defunción de menores de un año, lo que representa el 0.043 por ciento de la población fallecida a nivel estatal. En el mismo año el municipio de Santa María Petapa registró 61 defunciones es decir el 0.2 por ciento respecto al total de defunciones en el Estado de Oaxaca.

El número de nacimientos de Santa María Petapa representan el 0.17 por ciento del total de nacimientos a nivel estatal, cifra que repercute en lento incremento de población, ya que en el año 2010 nacen 267 niños pero muere 1, lo que da una proporción de 0.001 defunciones por cada cien nacimientos. (Cuadro 5).

Cuadro 4. Oaxaca y Santa María Petapa : Nacimientos y Mortalidad, 2009

Concepto	Estado de Oaxaca	Santa María Petapa	
Defunciones generales por residencia habitual, 2010	20,328	61	0.202
Defunciones de menores de un año de edad por municipio de residencia habitual del fallecido 2010	922	1	0.043
Nacimientos, 2010	108,978	267	0.171
Esperanza de vida al nacimiento, 2010	74.9		

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

El cuadro 6 señala que Santa María Petapa es un municipio de expulsión migratoria, que en términos de su volumen representa 965 personas, pero considerando las entradas de población y la inmigración se puede hacer un balance, el cual permite observar que tiene una tasa de emigración de 7.64 por ciento, superior al promedio estatal; los inmigrantes, tienen una tasa de 1.85 por ciento, que supera al promedio estatal; en consecuencia existe en el municipio un balance a favor de los emigrantes, estimado en -5.78 por ciento, por lo que se puede considerar el municipio de expulsión migratoria.

Cuadro 5. Oaxaca y Santa María Petapa : Migración interna 2005-2010

Absolutos	Oaxaca	Santa María Petapa
Inmigrantes	158,882	234
Emigrantes	178,851	965
Saldo neto	-19,969	-731
Tasas (por cada mil habs)		
Inmigrantes	4.36	1.85
Emigrantes	3.58	7.64
Saldo neto	0.78	-5.78
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 Santa María Petapa son todas rurales, es decir en las 27 localidades registradas habitan los 15.4 mil habitantes, siendo la de mayor tamaño la cabecera municipal con 2.3 mil personas (Cuadro 7).

Atlas de Riesgos del municipio de Santa María Petapa, Oaxaca, 2013

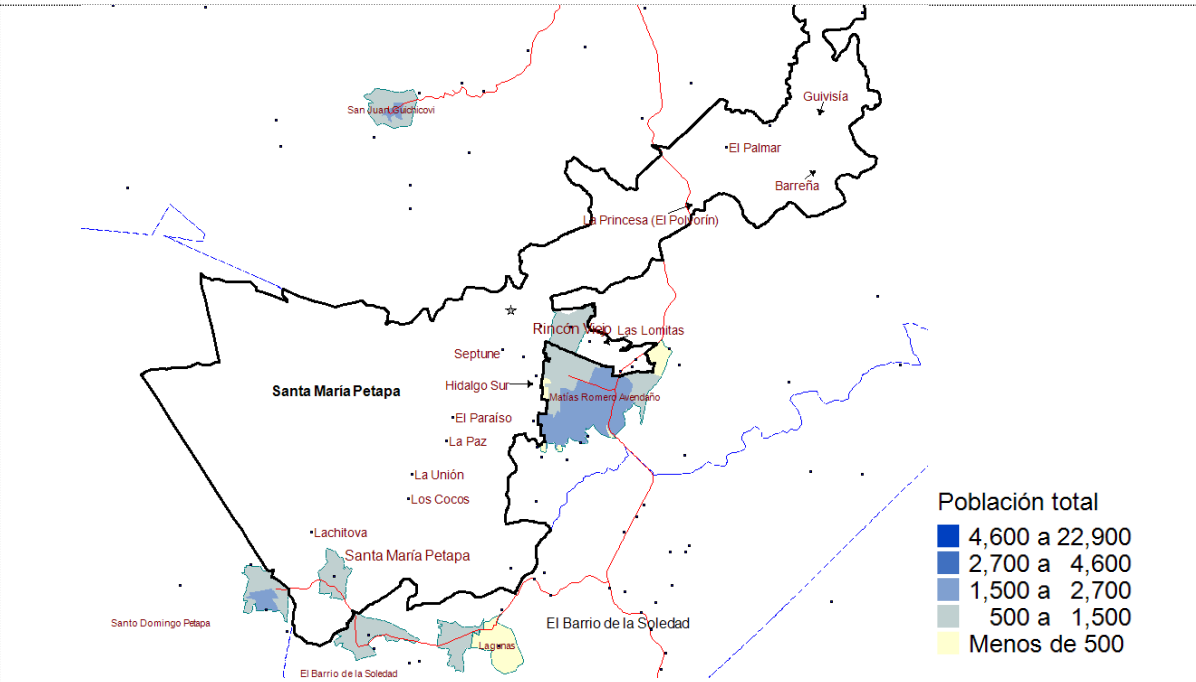
Cuadro 6. Oaxaca y Santa María Petapa : Distribución territorial de la población, 2010

Tamaño de localidad	Oaxaca			Santa María Petapa		
Total	10,496	3,801,962	100.0	27	15,387	100.0
De 1 a 2,499 hab	10,321	2,002,757	52.7	27	15,387	100.0
De 2,500 a 14,999 hab.	156	839,780	22.1	0	0	0.0
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.

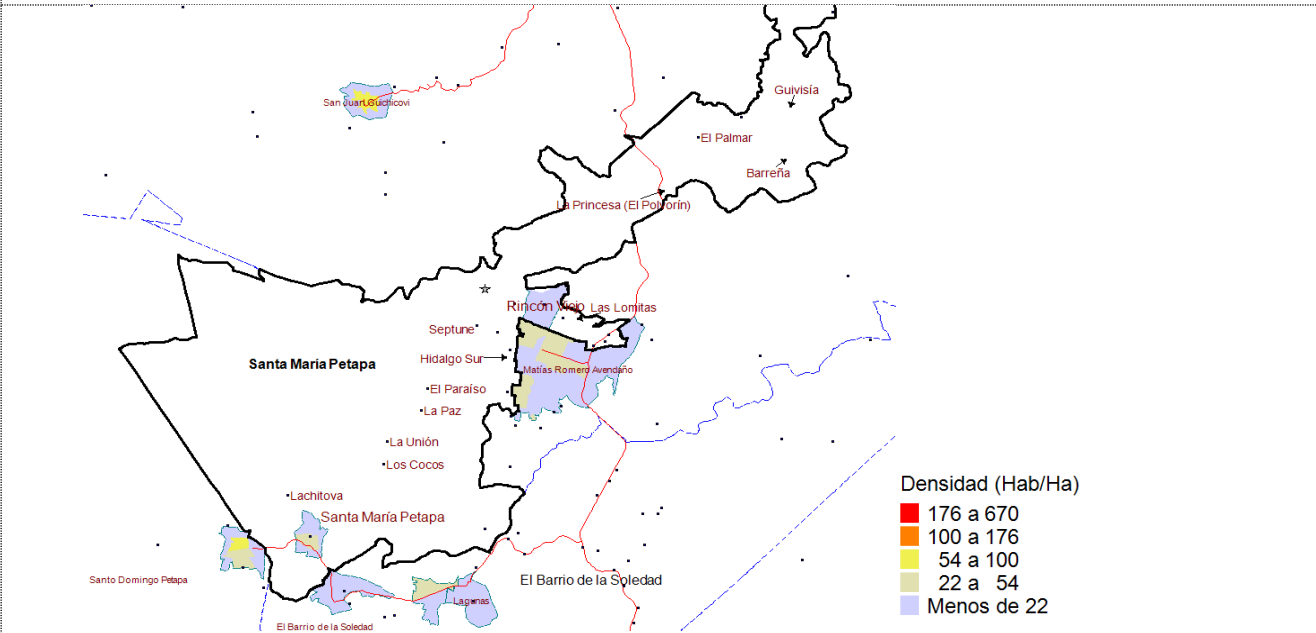
El municipio de Santa María Petapa colinda con Matías Romero, ubicado al oriente del mismo municipio. La mayor parte de la población reside en la cabecera municipal y la localidad de Rincón Viejo esta conurbada con la ciudad de Matías Romero, lo que forma una continuidad entre ambas localidades.

Figura 12. Santa María Petapa Principales localidades, 2010



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

Figura 13. Santa María Petapa Densidad en las principales localidades, 2010



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

Santa María Petapa presenta bajas densidades de población, menores de 22 habitantes por hectárea, salvo en el centro de la cabecera municipal donde la densidad alcanza un promedio de 34 habitantes por hectárea.

Atlas de Riesgos del municipio de Santa María Petapa, Oaxaca, 2013

4.2 Características sociales

4.1.1. Población de Habla Indígena

En Santa María Petapa, el número de personas que habla alguna lengua indígena es de 3.6 mil, una quinta parte del total municipal. De esta población la mayor parte habla español y lengua indígena (99.1 por ciento), y el resto no habla español (33 personas), en su mayoría mujeres.

Cuadro 7.Oaxaca y Santa María Petapa. Población mayor de3 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		
Oaxaca	1,184,312	977,035	49.5	50.5	207,277	38.2	61.8
Santa María Petapa	3,675	3,642	48.3	51.7	33	27.3	72.7
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.							

4.1.2. Analfabetismo y educación

En cuanto al nivel de analfabetismo en Santa María Petapa, una proporción reducida de su población de 15 años y más es analfabeta (2.9%), porcentaje que es 14 veces 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 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 y generalmente son mujeres indígenas.

Cuadro 8.Oaxaca y Santa María Petapa Población de 15 años y más por condición de alfabetismo, 2010							
Entidad municipio	Población de 15 años y más ¹	Alfabetos	%	Analfabetas			
Oaxaca	2,591,966	2,153,325	83.1	421,810	16.3	34.5	65.5
Santa María Petapa	6,246	6,048	96.8	181	2.9	27.1	72.9
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.							

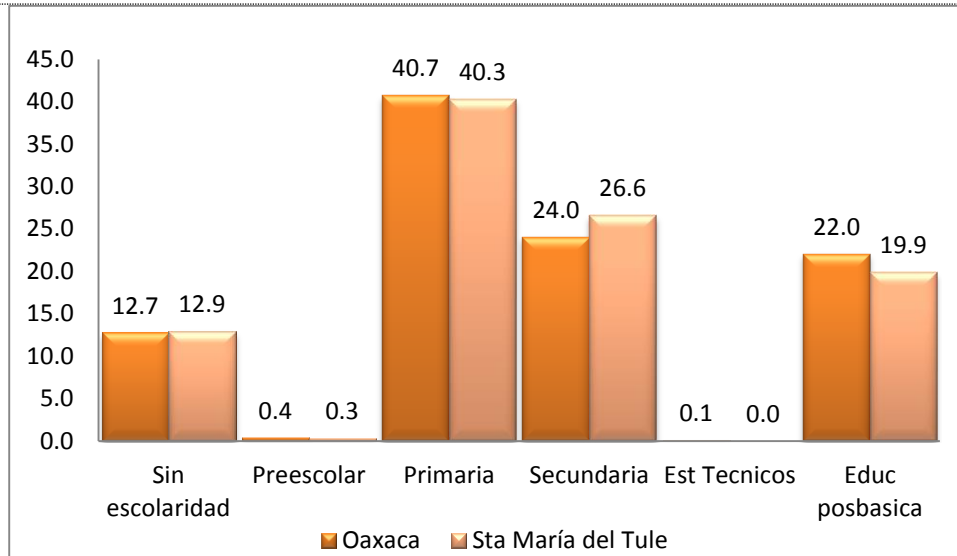
en el municipio que no saben leer y escribir, 54.1 por ciento son hombres y 45.9 por ciento son mujeres (cuadro 10). Generalmente se asocia que esta proporción esta relacionada con las actividades laborales de los jóvenes, que destinan mayor tiempo al trabajo que a la educación lo que genera rezagos en su preparación.

Cuadro 9.Oaxaca y Santa María Petapa : 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			
Oaxaca	735,285	608,249	82.7	118,827	16.2	52.9	47.1
Santa María Petapa	2,797	2,441	87.3	338	12.1	54.1	45.9
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 Santa María Petapa tiene un nivel de educación primaria (40.3%), similar a la entidad, y secundaria (26.6%), teniendo sólo uno de cada cinco personas educación posbásica, principalmente bachillerato y 12.9 por ciento no tiene escolaridad, similar a la meda de Oaxaca. El municipio presenta un nivel de escolaridad de sus habitantes similar a la entidad, con una mayor proporción de población con educación básica y menos en los niveles superiores.

De la población de niños y jóvenes de 6 a 14 años que saben leer, en Santa María Petapa el 87.3 por ciento están en esa condición, poco menos que el promedio estatal. De los niños y jóvenes

Gráfica 6. Oaxaca y Santa María Petapa: 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.

4.1.3. Servicios Médicos

Un factor importante de las condiciones generales de vida en el municipio de Santa María Petapa 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 47% con 7.2 mil derechohabientes, menor al promedio estatal de 56.5 por ciento.

El 42.8% de los derechohabientes están cubiertos por los servicios de salud que otorga el Seguro Popular, y 42.9 por ciento cuentan con el Seguro Social y el ISSSTE con 7.4 por ciento. Salvo la cobertura del IMSS, en el resto de la derechohabiencia el municipio se encuentra proporcionalmente por debajo del promedio de Oaxaca.

En cuanto al resto de derechohabientes de otras instituciones, su aportación es marginal respecto a los descritos.

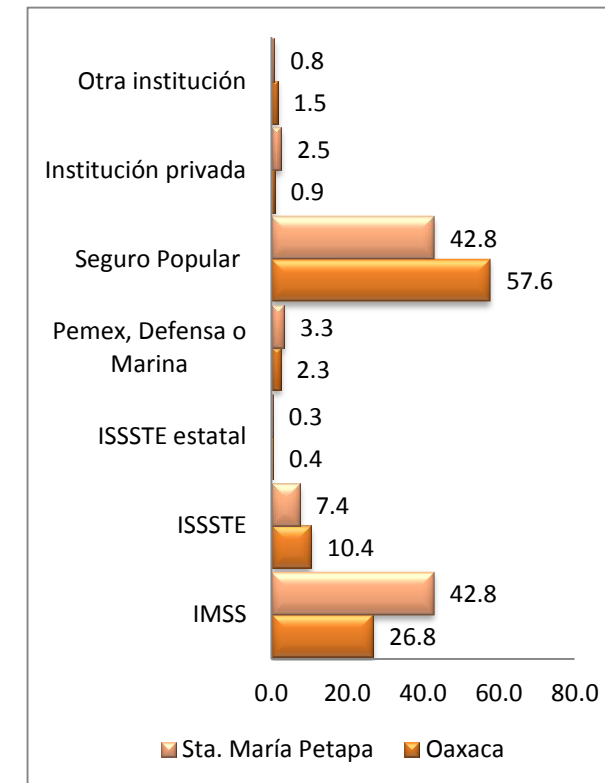
Cuadro 10. Oaxaca y Santa María Petapa : Población según condición de derechohabiencia, 2010

Entidad municipio	Población total ¹	Condición de derechohabiencia			
Oaxaca	3,766,908	2,129,000	56.5	1,637,908	43.5
Santa María Petapa	15,243	7,171	47.0	8,072	53.0

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 y Santa María Petapa, Servicios de salud, 2010.



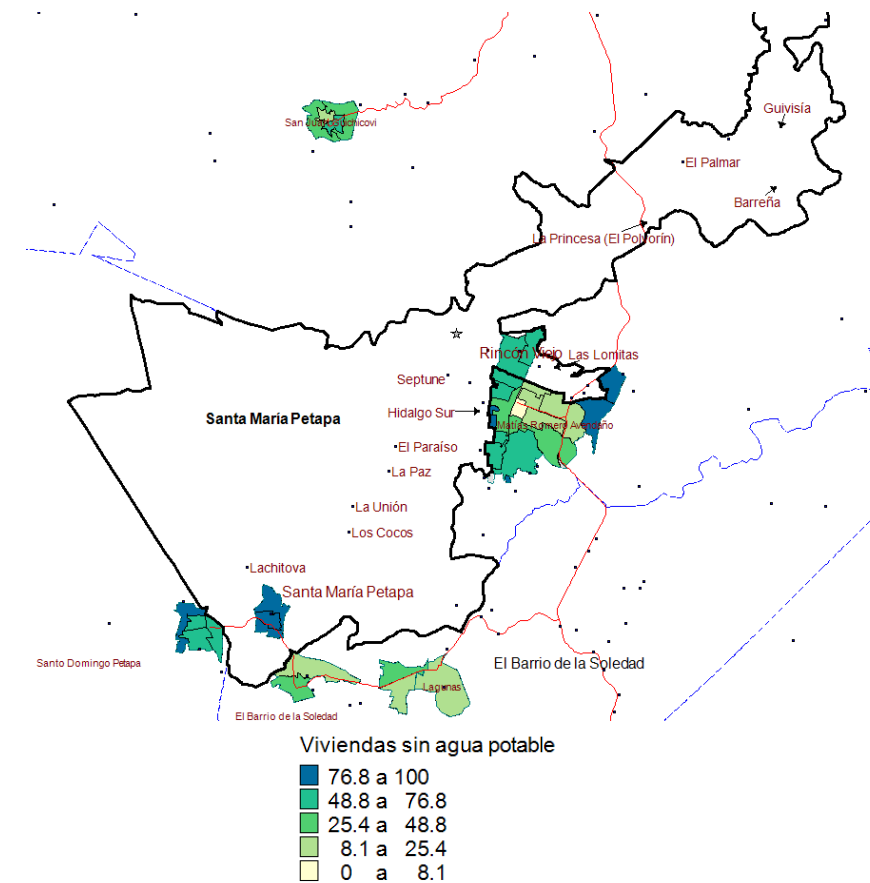
Elaboración propia con base en los Censos de Población y Vivienda del INEGI, 2010.

4.1.4. Características de la Vivienda

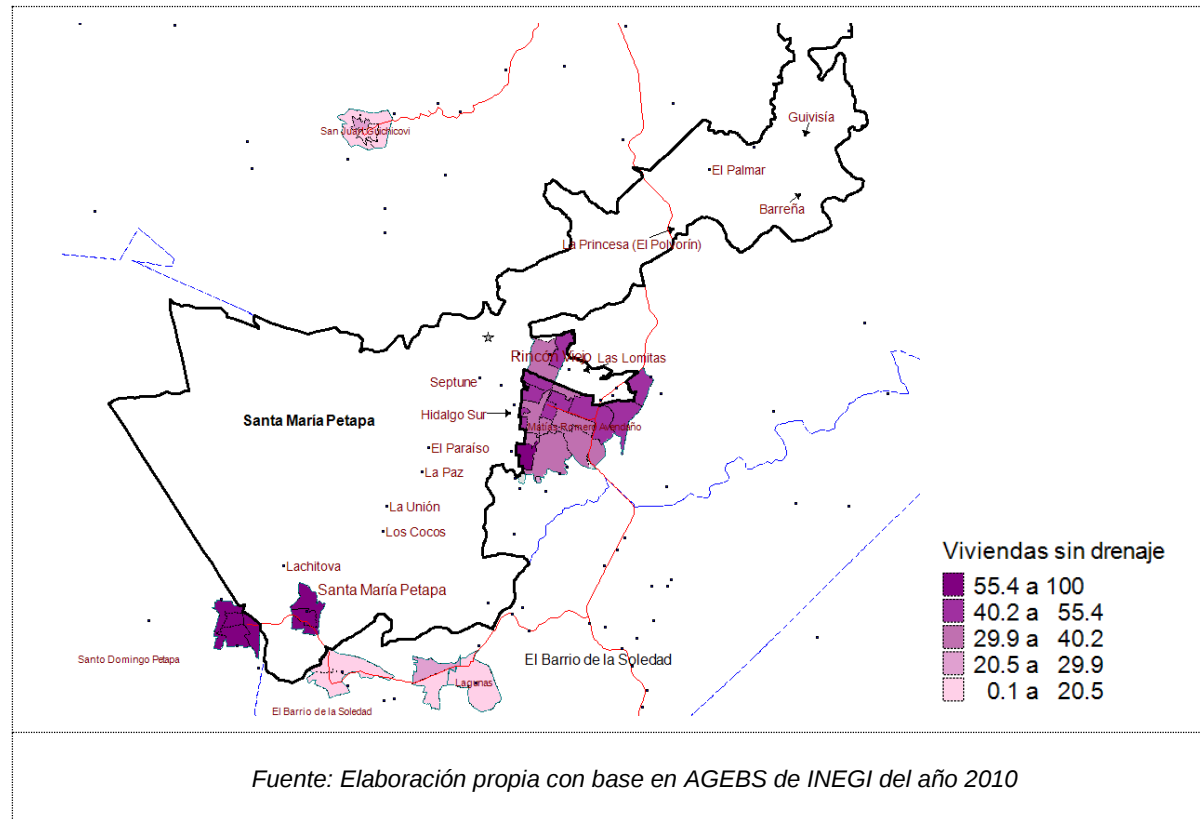
Viviendas	Oaxaca	Santa María Petapa
Total de viviendas particulares habitadas	934,055	4,088
Viviendas que disponen de agua entubada al interior de la vivienda (%)	32.0	73.0
Viviendas que disponen de drenaje a la red pública (%)	35.4	90.1
Viviendas con piso de tierra (%)	18.7	8.8
Vivienda con 2.5 habitantes por cuarto (%)	13.6	16.3

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

Figuras 14 y 15. Santa María Petapa. Porcentaje de vivienda sin agua potable y sin drenaje ,2010



Atlas de Riesgos del municipio de Santa María Petapa, Oaxaca, 2013



En cuanto a paredes, 81.6 por ciento tiene paredes durables y 13.6 por ciento tiene paredes que pueden ser durables con mantenimiento adecuado, de madera o adobe. En cambio, 16.3 por ciento de las viviendas tienen pisos de tierra. Se considera Santa María Petapa tiene una alta proporción de viviendas que cuentan con materiales en paredes y pisos durables, no así en techos donde más de la mitad son materiales precarios. Por ello se requiere establecer normas para que las viviendas nuevas incluyan materiales durables en su construcción y para dar mantenimiento preventivo al parque habitacional existente de tal manera que puedan resistir de mejor manera los efectos de fenómenos naturales.

4.1.5. Marginación

Junto con la vulnerabilidad física de las viviendas, se presenta también la vulnerabilidad social de los habitantes. En el caso de Santa María Petapa, el nivel de marginación es medio, de acuerdo con los datos del Índice de Marginación como muestra el cuadro 14.

Cuadro 13. Santa María Petapa, 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
Santa María Petapa	15,387	0.160097821	Medio	29.48153121	1,055

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 el promedio del salario mínimo, que es de 65.6 por ciento de la PEA, así como su ubicación en localidades pequeñas (100%), así como el hacinamiento (45.2% de las viviendas) y el nivel de escolaridad de sus habitantes, 33.7 por ciento sin primaria completa.

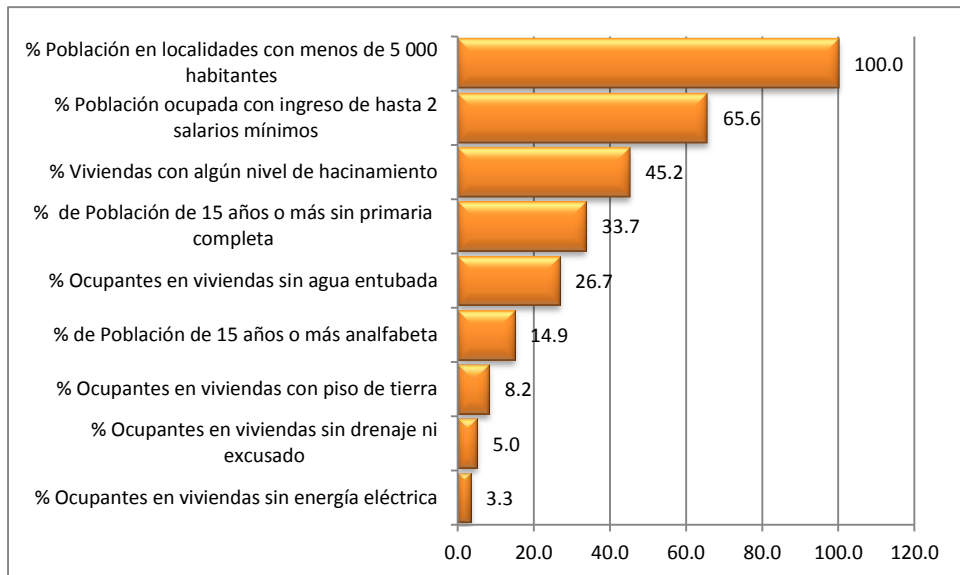
Cuadro 12. Viviendas vulnerables ante fenómenos naturales en el Municipio Santa María Petapa para el año 2010.

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
Santa María Petapa	39.1	3.5	54.0	81.6	13.6	16.3

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

Atlas de Riesgos del municipio de Santa María Petapa, Oaxaca, 2013

Gráfica 8. Santa María Petapa, Indicadores del índice de marginación municipal, 2010.



Fuente: CONAPO, Índice de Marginación, 2010.

La cabecera municipal de Santa María Petapa tiene 4 AGEB cuyo grado de marginación varía de alto a muy bajo. Solo la localidad de El corralito tiene un alto grado de marginación, mientras que el resto de las localidades tiene de medio a muy bajo grado de marginación.

Estos datos dan cuenta que, tanto en el ámbito municipal, como en el de la cabecera, no hay rezagos que incrementen la vulnerabilidad de la población ante contingencias o ante la presencia de peligros por fenómenos naturales.

No obstante, como se analizó en los aspectos estructurales de la vivienda se requiere de un análisis más específico de sus condiciones para evaluar su vulnerabilidad ante situaciones de riesgo natural que pueden afectar a sus habitantes.

Cuadro 14. Santa María Petapa, 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
Santa María Petapa	2,322	-0.519105	Alto	10.5	6,923
Buenavista	647	-0.783442	Alto	8.4	7,593
Guivisía	812	-0.035478	Alto	14.4	5,101
El Paraíso	420	-0.359215	Alto	11.8	6,372

La Paz	264	-0.533319	Alto	10.4	6,970
La Princesa (El Polvorín)	129	0.070423	Alto	15.2	4,643
Septune	329	-0.818591	Medio	8.2	7,662
La Unión	139	-0.241162	Alto	12.7	5,939
Rincón Viejo	2,358	-0.852978	Medio	7.9	7,711
Barreña	559	-0.266804	Alto	12.5	6,019
Arroyo Bacui	10	-0.958437	Medio	7.0	7,846
Guetehuine	4	0.994605	Muy alto	22.5	1,640
Nuevo Progreso	153	-0.380067	Alto	11.6	6,460
El Privilegio	74	-0.473937	Alto	10.9	6,791
Barrio Nuevo	236	-0.823288	Medio	8.1	7,674
El Bajío	1,717	-0.734740	Alto	8.8	7,488
Las Flores	1,161	-0.561644	Alto	10.2	7,039
Hidalgo Norte	665	-0.459834	Alto	11.0	6,736
Hidalgo Sur	244	-0.531580	Alto	10.4	6,963
Lázaro Cárdenas	268	-0.393585	Alto	11.5	6,503
Las Lomitas	77	0.133094	Alto	15.7	4,382
Llano Suchiapa	2,465	-0.457560	Alto	11.0	6,723
San Bartolo	314	-0.861656	Medio	7.8	7,722
Santa María Petapa	2,322	-0.519105	Alto	10.5	6,923
Buenavista	647	-0.783442	Alto	8.4	7,593
Guivisía	812	-0.035478	Alto	14.4	5,101
El Paraíso	420	-0.359215	Alto	11.8	6,372
La Paz	264	-0.533319	Alto	10.4	6,970
La Princesa (El Polvorín)	129	0.070423	Alto	15.2	4,643
Septune	329	-0.818591	Medio	8.2	7,662
La Unión	139	-0.241162	Alto	12.7	5,939
Rincón Viejo	2,358	-0.852978	Medio	7.9	7,711

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

La cabecera de Santa María Petapa tiene dos Areas Geoestadísticas Básicas, de las cuales ambas tienen un muy alto grado de marginación, particularmente por las variables ingresos y hacinamiento en las viviendas. Mientras que la localidad Rincón Viejo, su grado de marginación es alto.

4.1.6. Población con capacidades diferentes

Respecto a la población con capacidades diferentes, el municipio de Santa María Petapa cuenta con 704 habitantes que presentan algún tipo de limitación para realización de actividades, es decir el 4.6% de la población municipal tiene algún tipo de limitación para caminar o moverse independientemente, debilidad visual o auditiva. Siendo las principales limitaciones para moverse (250 personas) y limitaciones para ver con 225 habitantes que lo padecen.

Población limitada	Núm. de habitantes en el municipio	% con respecto a la población total de Mpio.
Población sin limitación en la actividad	14,588	95.4
Población con limitación para caminar o moverse, subir o bajar	250	1.6
Población con limitación para ver, aún usando lentes	225	1.5
Población con limitación para escuchar	98	0.6
Población con limitación para hablar, comunicarse o conversar	57	0.4
Población con limitación para vestirse, bañarse o comer	9	0.1
Población con limitación para poner atención o aprender cosas sencillas	14	0.1
Población con limitación mental	51	0.3

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

Fuente: CONAPO, Índice de Marginación urbana, 2010.

Grado de Marginación Urbana

- S/d
- Muy Bajo
- Bajo
- Medio
- Alto
- Muy Alto

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

Atlas de Riesgos del municipio de Santa María Petapa, Oaxaca, 2013

4.3 Principales actividades económicas

El Municipio de Santa María Petapa tiene una escasa participación económica en la entidad dado que concentra el 0.16 por ciento del personal ocupado de la entidad y 0.24 por ciento de las unidades económicas, pero su aportación económica es de 0.04 por ciento del Valor Agregado Censal Bruto (VACB). Esto indica que la economía local es muy débil, lo que se manifiesta en la creación de sólo 638 empleos locales, que no satisfacen las necesidades laborales de la población residente la cual se tiene que trasladar a Matías Romero u otras ciudades para conseguir empleo remunerado (cuadro 19).

Cuadro 18. Indicadores de la participación del municipio Santa María Petapa 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
Santa María Petapa	345	638	15,193
%	0.24	0.16	0.04

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 Santa María Petapa, el sector comercio al por menor prevalece como la principal actividad económica, con 141 unidades económicas que representan 40 por ciento del total municipal; éstas se refieren a comercio básico. Este rubro ocupa al mayor porcentaje de la población económicamente activa, representando el 29 por ciento del total de la PEA ocupada, sin embargo genera el 23.17 por ciento del VACB.

Cuadro 17. Santa María Petapa. 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
Santa María Petapa	84	48	24	8	21	2	1	4	2,211
Buenavista	8	2	3	0	0	0	1	3	626
Guivísia	14	5	1	4	2	0	0	5	791
El Paraíso	7	6	0	3	1	1	2	1	403
La Paz	2	0	1	0	1	0	0	0	256
La Princesa (El Polvorín)	0	0	0	0	0	0	0	0	127
Septune	1	1	1	0	0	0	0	0	328
La Unión	1	0	0	0	1	0	0	0	135
Rincón Viejo	157	71	70	10	27	3	2	8	2,151
Los Cocos	*	*	*	*	*	*	*	*	*
Barreña	3	1	0	2	1	0	1	2	555
Arroyo Bacuí	0	0	0	0	0	0	0	0	10
Guetehuine	0	0	0	0	0	0	0	0	4
Nuevo Progreso	11	3	5	1	5	0	0	1	142
Lachitova	*	*	*	*	*	*	*	*	*
El Privilegio	0	0	0	0	0	0	0	0	65
El Palmar	*	*	*	*	*	*	*	*	*
La Princesa	*	*	*	*	*	*	*	*	*
Barrio Nuevo	16	9	7	3	2	0	0	1	217
El Bajío	82	39	27	4	8	1	4	6	1,594
Las Flores	18	9	7	5	2	1	0	2	1,142
Hidalgo Norte	9	3	4	2	1	0	0	0	652
Hidalgo Sur	8	2	3	0	1	0	0	2	235
Lázaro Cárdenas	6	3	1	1	0	0	1	0	262
Las Lomitas	2	0	0	1	1	0	0	1	74
Llano Suchiapa	154	45	69	11	23	1	2	15	2,288
San Bartolo	8	3	2	2	1	0	0	0	300

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

Atlas de Riesgos del municipio de Santa María Petapa, Oaxaca, 2013

Dentro de la economía municipal, el segundo sector en importancia es el de alojamiento temporal y preparación de alimentos, el cual tiene 51 establecimientos y emplea a 87 personas, con una aportación al VACB de 13 por ciento del total municipal, lo que indica una reducida inversión para el desarrollo de estas actividades.

El sector manufacturas tiene mayor importancia dado que absorbe el 17 por ciento de los establecimientos y emplea al 16 por ciento de la población ocupada (103 personas) y genera 20 por ciento del valor agregado del municipio.

Cuadro 19. Principales sectores de actividad económica en el Municipio Santa María Petapa, su aportación al VACB, personal ocupado y unidades económica (%) en 2008.				
Clave	Sector económico	Unidad Econom	Pob Ocupada	Valor Agregado censal Bruto
22	Generación, transmisión y distribución de energía eléctrica, suministro de agua y de gas	*	6	-13
31	Industrias manufactureras	62	103	3,127
43	Comercio al por mayor	*	50	1,975
46	Comercio al por menor	141	185	3,520
48	Transportes, correos y almacenamiento	*	7	515
53	Servicios inmobiliarios y de alquiler de bienes muebles e intangibles	*	1	5
54	Servicios profesionales, científicos y técnicos	*	1	31
56	Servicios de apoyo a los negocios y manejo de desechos y servicios de remediación	3	3	-2
61	Servicios educativos	*	26	973
62	Servicios de salud y de asistencia social	9	11	152
71	Servicios de esparcimiento culturales y deportivos, y otros servicios recreativos	*	5	69
72	Servicios de alojamiento temporal y de preparación de alimentos y bebidas	51	87	1,975
81	Otros servicios excepto actividades gubernamentales	28	66	891
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.				

Atlas de Riesgos del municipio de Santa María Petapa, Oaxaca, 2013

4.4 Características de la Población Económicamente Activa

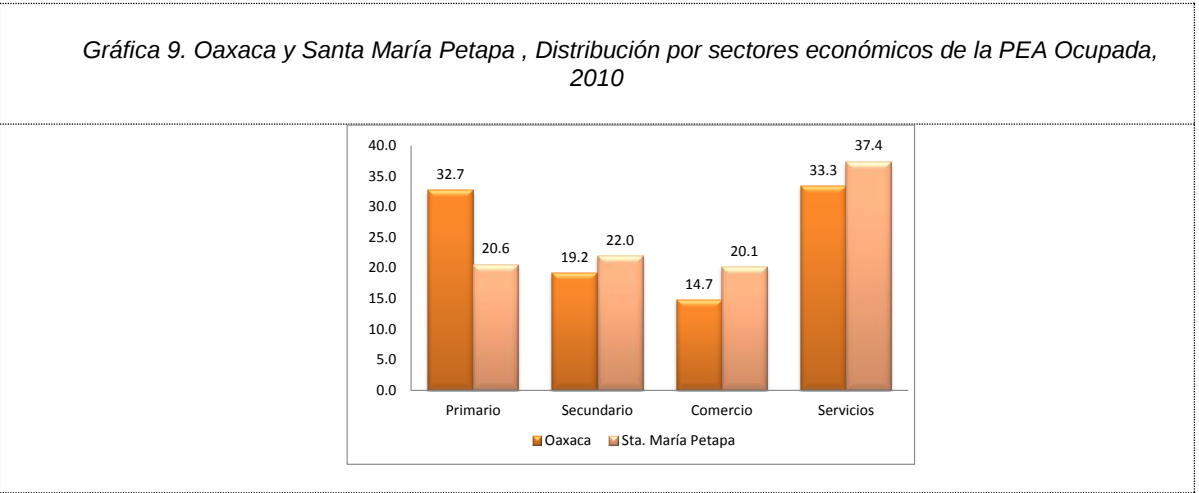
En Santa María Petapa, del total de la población de 12 años y más, 49.5 por ciento tiene alguna actividad y poco mas del 50.5 por ciento no es activa. De los casi 6 mil personas de la PEA el 97.4 por ciento se encuentra ocupada y solo un 2.6 por ciento no esta ocupada. En comparación con el promedio de Oaxaca este municipio se encuentra en condiciones favorables en el empleo generado. Sin embargo sus dimensiones de población son muy reducidas para generar una mejor economía local.

Cuadro 20. Oaxaca y Santa María Petapa : Condición de actividad económica, 2010

Entidad /municipio	Población de 12 años y más	Condición de actividad económica					
		Ocupada	Activa	Inactiva	Desempleada	Ocupada	Activa
Oaxaca	2,825,071	1,343,189	47.5	96.7	3.3	1,481,882	52.5
Santa María Petapa	11,720	5,797	49.5	97.4	2.6	5,923	50.5

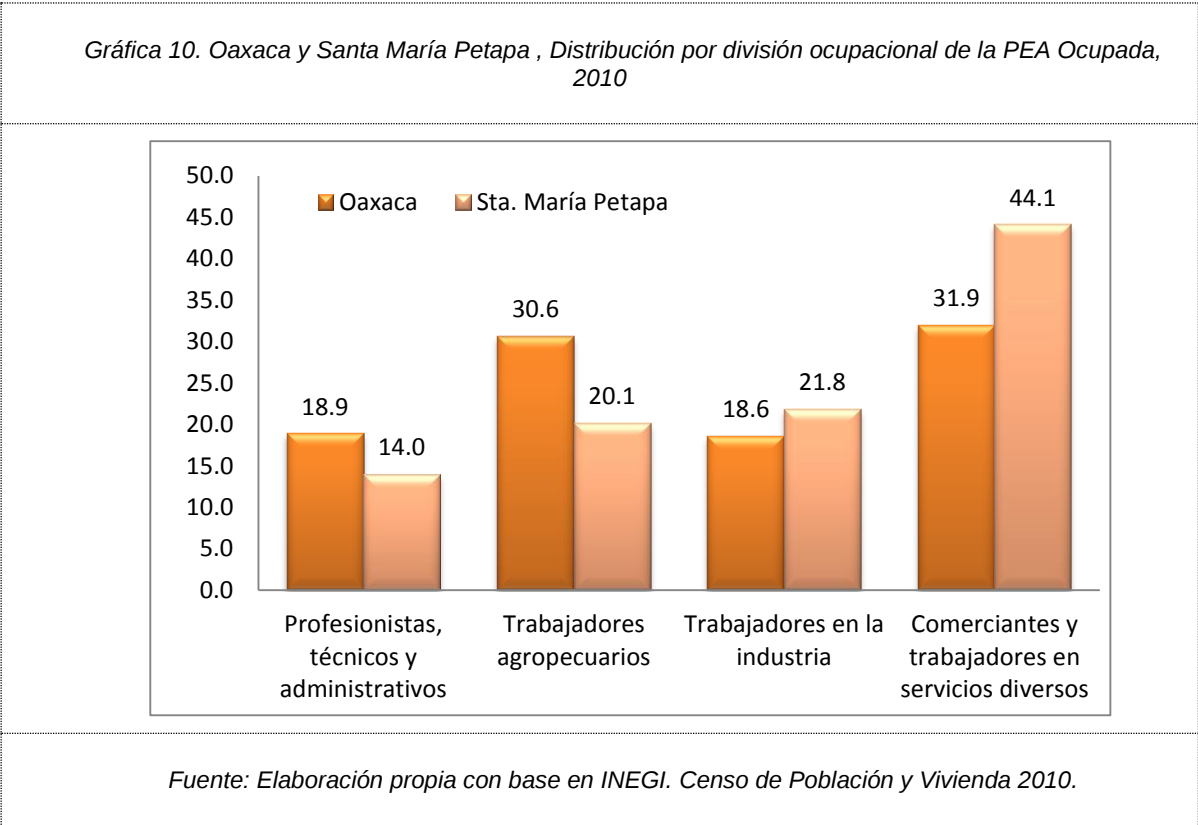
Fuente: Elaboración propia con base en INEGI. Censo de Población y Vivienda 2010.

Por sectores, la población económicamente activa de Santa María Petapa se emplea principalmente en el sector servicios, donde laboran el 37.4 por ciento de los empleados (gráfica 10). Esta proporción supera al promedio estatal que es de 33.3 por ciento. De igual forma supera en el sector de comercio con 20.1 por ciento y el de manufacturas con 22 por ciento. En cambio, en actividades agropecuarias el municipio se encuentra por debajo del estado, dado que 20 por ciento de su PEA se ocupa en actividades primarias, lo que indica una economía local en transición a las actividades urbanas.



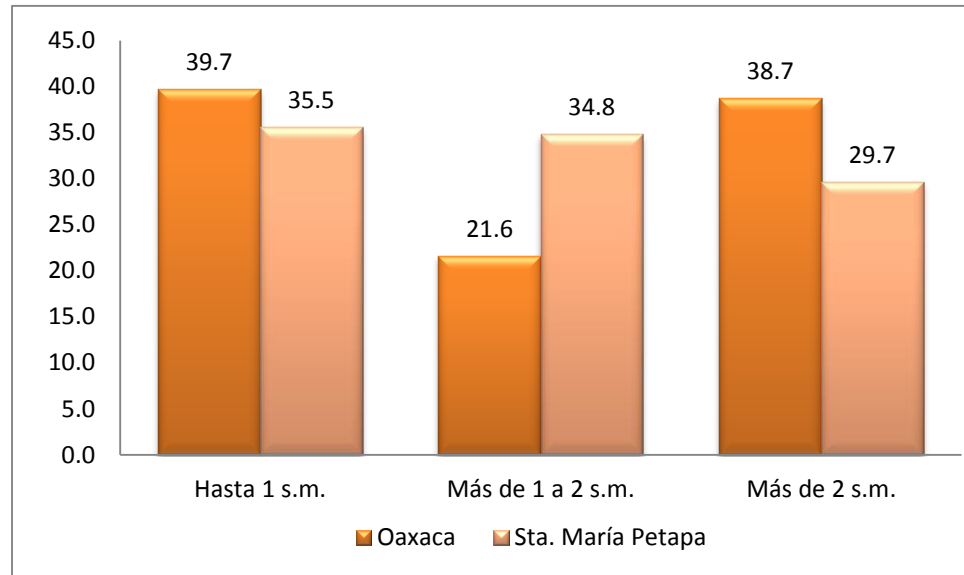
Fuente: Elaboración propia con base en INEGI. Censo de Población y Vivienda 2010.

Por tipo de ocupaciones, se observa que una proporción importante de la PEA son comerciantes y trabajadores en servicios (44.1%), proporción mayor al promedio de la entidad, así como trabajadores en la industria (21.8%). 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 agropecuarios y profesionistas y tecnicos, lo que denota aun insuficiencias del mercado de trabajo local (gráfica 11).



Finalmente, el nivel de ingresos indica que 34.8 por ciento de la PEA recibe de 1 a 2 vsm, proporción mayor al promedio estatal 35.5 por ciento recibe menos de 1 vsm. En cambio, la PEA con más de 2 vsm representa 29.7 por ciento del total en el municipio (Gráfica 12). Esto denota una situación menos favorable del municipio que la entidad, donde hay una proporción de población que tiene menores recursos.

Gráfica 11. Oaxaca y Santa María Petapa, Distribución por nivel de ingreso de la PEA Ocupada, 2010



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

En síntesis, el municipio de Santa María Petapa presenta mejores condiciones materiales que las socioeconómicas. Debido a ello, las afectaciones por fenómenos naturales tiene mayor posibilidad de incidencia en las capacidades de la población para poder sobrellevar el esfuerzo de una frágil economía. Esto implica, además de las acciones materiales para la mitigación de riesgos, el incentivar la participación de programas sociales y económicos que fortalezcan la económica municipal y de las personas.

4.5 Estructura urbana

El municipio de Santa María Petapa se localiza en la parte central del estado, en la región de los Valles Centrales, pertenece al Distrito del Centro. Limita al norte con Tlaxiáctac de Cabrera; al sur con Rojas de Cuauhtémoc y San Francisco Lachigoló; al oriente con Teotitlán del Valle; al poniente con Santa Cruz Amilpas. Se ubica a 10 kilómetros de Oaxaca, capital del estado.

Un camino de terracería que comunica a Tlacolula de Matamoros y al Istmo de Tehuantepec, llamado el camino Real, el cual fue construido en 1930 y cambio su nombre a camino nacional, como se conoce ahora y conduce a Santa Catarina de Sena, que en época de lluvias se dificulta su acceso.

Por la parte sur se cuenta con la súper carretera Oaxaca-Istmo. Camino asfaltado que comunica al Municipio de Santo Domingo Tomaltepec.

En la Agencia de Santa Cruz Güendulain se llega por carretera que además de ser la única pavimentada con asfalto se encuentra actualmente en muy malas condiciones por lo es necesario y urgente darle mantenimiento.

Los principales medios de transporte tanto para la cabera Municipal, la Agencia y Fraccionamiento son: autobuses urbanos de las líneas camioneras "Valle del Norte", "Transportes Petapa", "Transportes del Sureste", taxis, que circulan todo el día con la ruta Santa María Petapa-Oaxaca

Figura 16. Estructura urbana de Santa María Petapa



Santa María Petapa

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). Al igual que muchas localidades en México, se desconocen los fenómenos naturales que pueden afectar a la población o su infraestructura. El municipio de Santa María Petapa, Oaxaca, es uno de ellos (Fig. 1).



Fig. 17. Iglesia de los Dominicos en Santa María Petapa.

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 pueden distinguirse 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.

El territorio del municipio se caracteriza por presentar importantes declives en pendiente y cuantiosos escurrimientos fluviales, así como también por estar cerca de la zona sísmo generadora, los movimientos del terreno tienen un alto impacto, tanto al interior como en los alrededores de su demarcación. También la problemática erosiva del suelo, por el uso indebido o fuerte intensidad de modificación del sustrato, además de las recurrentes inundaciones y encharcamientos por efecto de lluvias extremas o ciclónicas. Todos estos fenómenos son incluidos en este trabajo.

5.1.1 Vulcanismo

El vulcanismo es un fenómeno resultado del ascenso de material magmático expelido a la superficie de manera tranquila o súbita. Al llegar a la superficie produce varios tipos de productos desde flujos piroclásticos hasta de lava. Las actividades de tipo volcánico pueden dividirse en efusivas y explosivas, siendo estas últimas las de mayor dispersión y por ende afectación. Existen múltiples tipos de edificios volcánicos, hay algunos que no muestran la típica figura cónica de los volcanes en un paisaje. Estos están relacionados con varias aberturas.

En los recorridos de campo no se observaron capas de ceniza provenientes de algún centro eruptivo. En el caso de Santa María Petapa, Oaxaca los focos de emisión que podrían llegar a afectar al territorio son el complejo volcánico de los Tuxtlas, en Veracruz, localizado a 190 km al norte, y el volcán Chichonal en Chiapas, localizado a 210 km del municipio. Esto no significa que quede fuera de la zona de influencia a ser afectada por los productos volcánicos. La interpolación de los productos depositados en los alrededores del Chichonal, muestran que el municipio de Cd. Ixtepec se encuentra muy cerca de los depósitos de caída de ceniza (Fig. 2).

El volcán Chichonal es una de las estructuras volcánicas con actividad reciente (1982). Su historia eruptiva ha sido estudiada por varios autores (Macías et al., 2003; Rose y Durant, 2009). De acuerdo con estos estudios, el complejo calderico ha tenido repetidas erupciones de gran magnitud. La última actividad experimentada por esta volcán dejó una morfología de caldera en su cráter y emanó flujos y oleadas piroclásticas que posteriormente se convirtieron en lahares

que bajaron de las laderas (Macías, et al., 2003). Este volcán se considera activo, por lo que pueden presentarse varios tipos de actividad en un futuro.

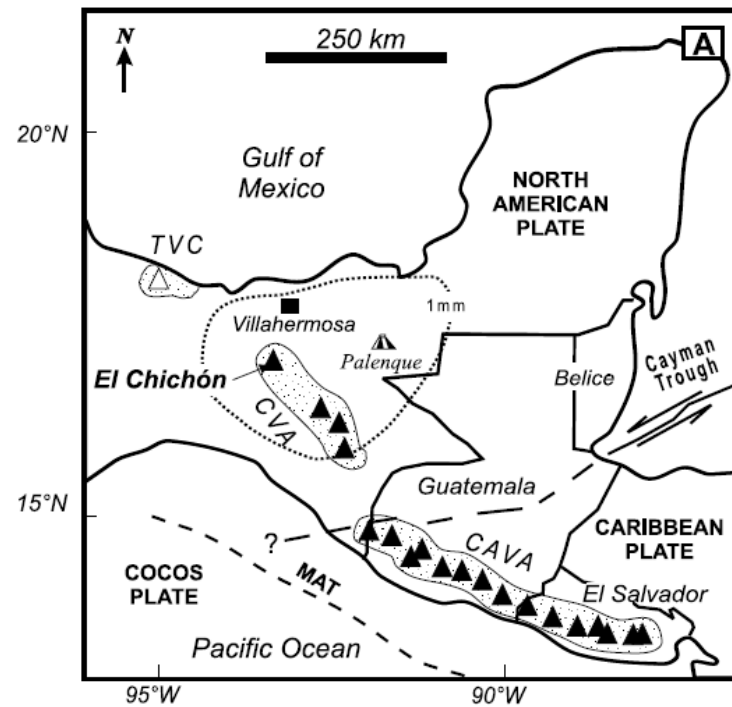
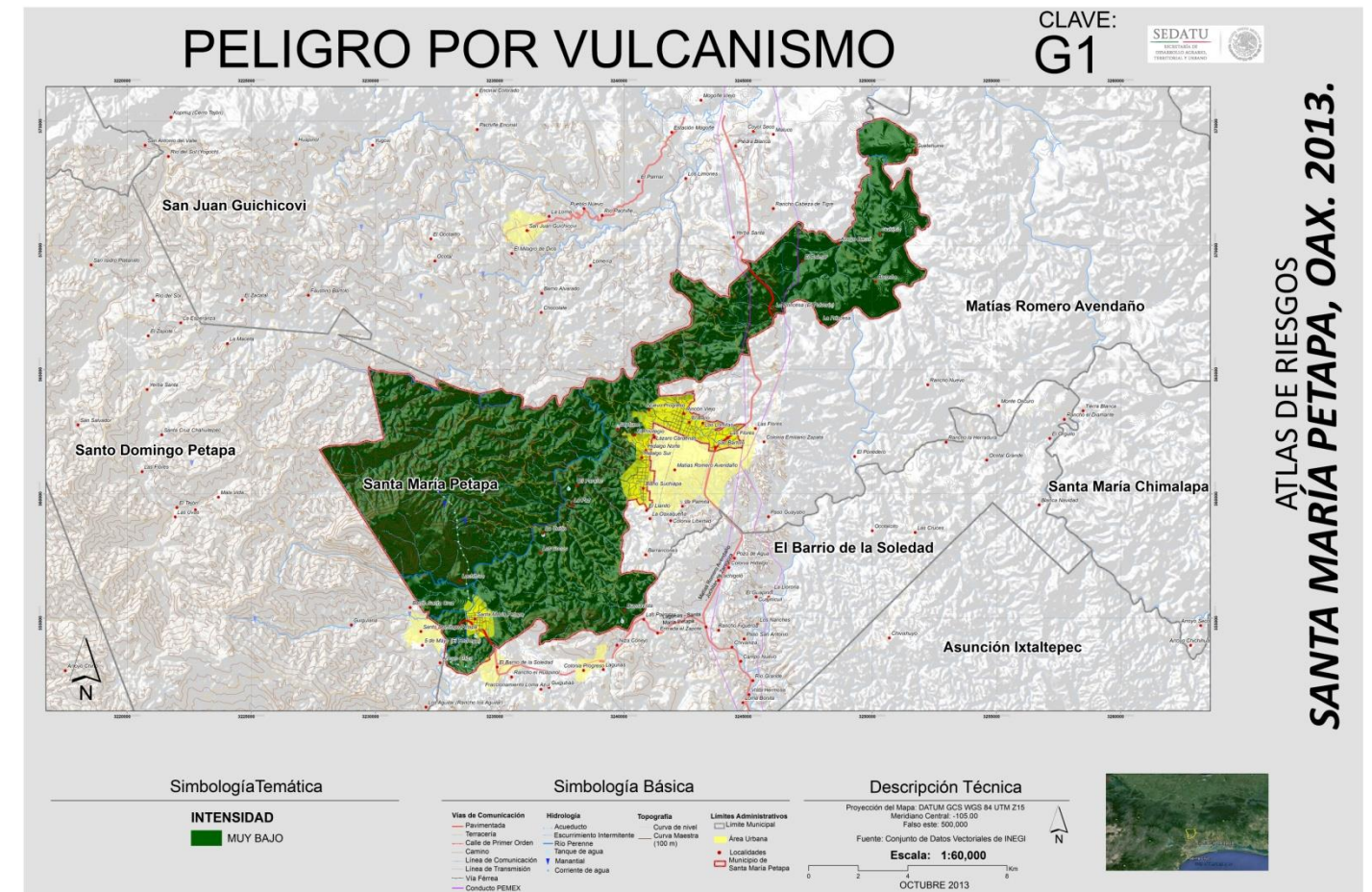


Fig. 2. Esquema en donde se muestra la isopaca de 1mm dejada por la erupción del volcán Chichonal ocurrida en 1982 (Tomado de Macías et al., 2003). Aunque no aparece el límite del municipio, se observa que la zona del Istmo se vio afectada por esta erupción.

Por otro lado la erupción de 1793 que tuvo el volcán San Martín de los Tuxtlas, tuvo un área de influencia de sus materiales emitidos, fue de 10 a 12 km de distancia al cráter (Zamora, 2007). El municipio se encuentra a una mayor distancia, pero en caso de que se presente una erupción de mayor magnitud y tengo como área de dispersión de productos al Sur del volcán, el municipio se vería afectado de manera discontinua y con poca caída de ceniza.

De acuerdo con lo anterior, el territorio que ocupa el municipio se encuentra en el área de influencia en caso de ocurrir otra erupción de gran magnitud. Pero no tiene la distancia necesaria para que los depósitos afecten considerablemente las actividades cotidianas. Por esta razón el municipio debe considerarse con una susceptibilidad de verse afectado por una erupción de gran magnitud, muy baja (Fig. 3). Mientras que al sur de la cabecera municipal debe ser considerada como medio.

Figura 18. Mapa de peligro volcánico para el municipio de Santa María Petapa, Oaxaca.



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 transcurrancia. 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 lugares ocurre (cerca de Mexicali y en el estado de Chiapas) el proceso de transcurrancia. 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.

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, 2012). 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 frecuente. 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. 4).

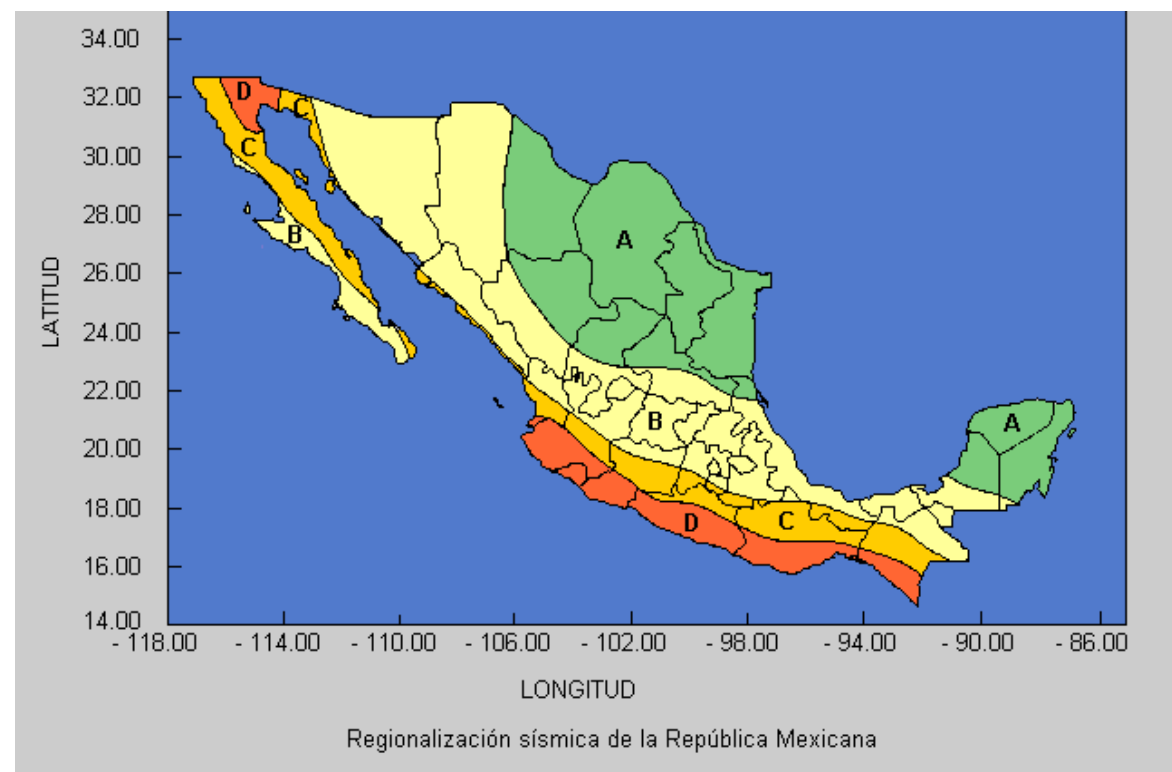


Figura 19. Mapa de zonas sísmicas de acuerdo con la zona sismogeneradora en el país. Nótese que el límite sur del Estado de Oaxaca se localiza en la zona C de peligro alto.

Servicio Sismológico Nacional

El municipio de Santa María Petapa, se encuentra en la zona C, aproximadamente a 190 km del borde en donde se introduce la placa de Cocos por debajo de la Norteamericana, es decir de la zona sismogeneradora (Fig. 5). El territorio es vulnerable a la actividad sísmica, se registró un sismo de mayor importancia con una magnitud de 5, ocurrió el 6 de enero del 2013. Además se registran 90 sismos de magnitud mayor a 3.4 (Cuadro 1). Esta sismicidad se presenta al interior como en los alrededores del municipio.

Para la determinación del peligro 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.

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.

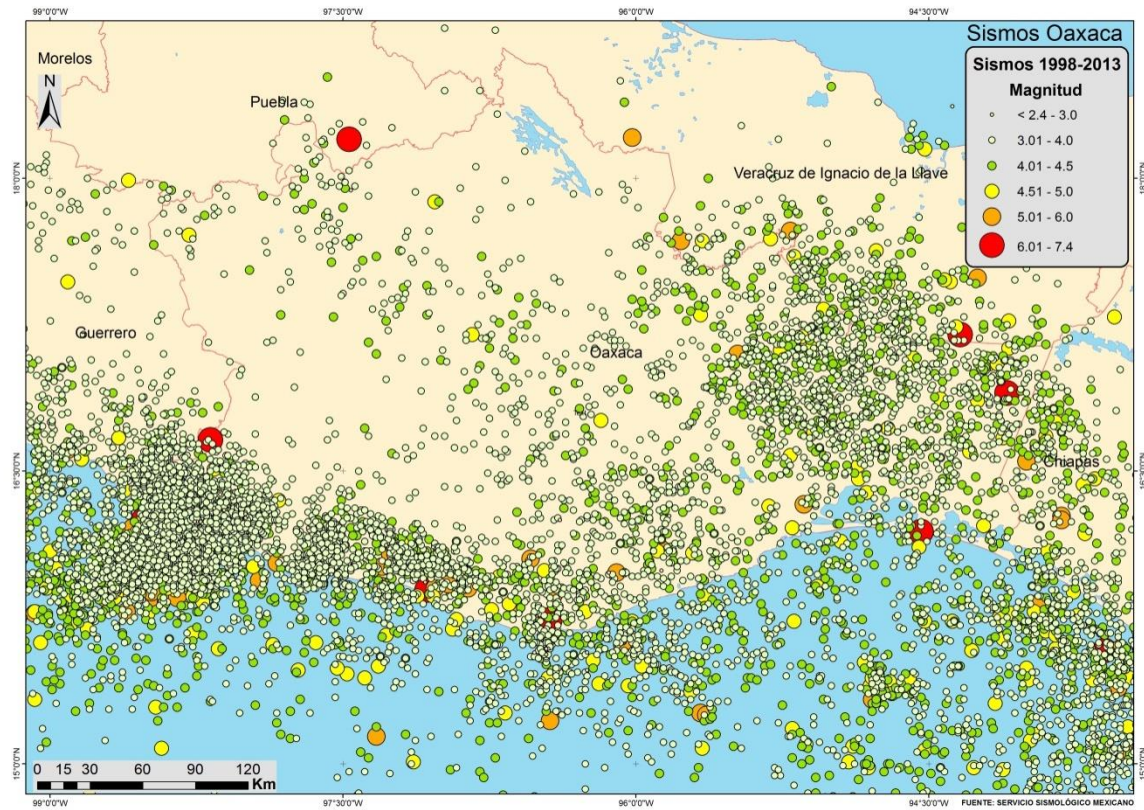


Fig. 20. Mapa de actividad sísmica ocurrida de 1998 a julio del 2013 en Oaxaca.

Es evidente la susceptibilidad del territorio a la ocurrencia de fenómenos sísmicos, pero es más importante el efecto de sitio que se desencadena por la competencia de los materiales por esta razón el mapa de peligros sísmico 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 relleno aluvial, llanura fluvial, en donde predominan los materiales friables (Fig. 7, 8 y 9). Aquí la velocidad promedio de cizalla es baja, tiende a ser inferior a los 350 m/s. La peligrosidad media, se localiza en la zona de lomeríos premontaña en el municipio, constituida por material consolidado (Fig. 10). Por último la zona de baja peligrosidad, en donde el material litológico es de alta competencia pero al encontrarse en una zona de alta concentración sísmica, puede desencadenar otros procesos como caídas de rocas y deslizamientos.

Cuadro 21. Sismos ocurridos en el territorio de Santa María Petapa, Oaxaca.

Fecha	Latitud	Longitud	Profundidad (km)	Mag.	Zona
06/01/2013	16.87	-95.02	55	5	2 km al SURESTE de MATIAS ROMERO, OAX
10/10/2001	16.83	-95.03	117	4.5	OAXACA
18/01/2008	16.88	-95.1	107	4.5	7 km al OESTE de MATIAS ROMERO, OAX
18/07/2002	16.99	-95.19	121	4.4	OAXACA
30/12/2006	16.81	-95.05	115	4.3	7 km al SUR de MATIAS ROMERO, OAX
22/02/2007	16.92	-95.09	114	4.2	7 km al NOROESTE de MATIAS ROMERO, OAX
12/07/2010	16.88	-95.11	113	4.2	8 km al OESTE de MATIAS ROMERO, OAX
08/12/2010	16.9	-95.03	30	4.2	3 km al NORESTE de MATIAS ROMERO, OAX
28/08/2012	16.81	-95.17	129	4.2	15 km al SUROESTE de MATIAS ROMERO, OAX
27/10/2012	16.83	-95.1	106	4.2	8 km al SUROESTE de MATIAS ROMERO, OAX
17/03/2005	16.89	-95.06	166	4.1	OAXACA
10/12/2006	16.83	-95	109	4.1	6 km al SURESTE de MATIAS ROMERO, OAX
10/08/2007	17	-94.98	123	4.1	16 km al NORESTE de MATIAS ROMERO, OAX
24/10/2008	16.97	-95	127	4.1	12 km al NORESTE de MATIAS ROMERO, OAX
26/12/2010	16.81	-94.98	99	4.1	10 km al SURESTE de MATIAS ROMERO, OAX
21/11/2011	17	-94.97	123	4.1	17 km al NORESTE de MATIAS ROMERO, OAX
03/06/2012	16.93	-94.95	112	4.1	12 km al NORESTE de MATIAS ROMERO, OAX
29/12/2012	16.9	-95.09	112	4.1	6 km al NOROESTE de MATIAS ROMERO, OAX
02/10/1999	16.78	-95.14	112	4	OAXACA
25/10/2005	16.81	-95	97	4	OAXACA
26/03/2007	16.84	-95.07	105	4	5 km al SUROESTE de MATIAS ROMERO, OAX
05/12/2007	16.95	-95.05	120	4	9 km al NORTE de MATIAS ROMERO, OAX
05/04/2009	16.96	-95.04	120	4	10 km al NORTE de MATIAS ROMERO, OAX
23/08/2009	16.82	-95.04	107	4	6 km al SUR de MATIAS ROMERO, OAX
11/12/2009	16.95	-95.07	159	4	9 km al NOROESTE de MATIAS ROMERO, OAX
18/12/2009	16.88	-95.01	116	4	4 km al NORESTE de MATIAS ROMERO, OAX
24/04/2010	16.97	-95.04	122	4	11 km al NORTE de MATIAS ROMERO, OAX
23/07/2011	16.82	-95.19	161	4	17 km al SUROESTE de MATIAS ROMERO, OAX
10/05/2012	16.84	-95.03	20	4	4 km al SURESTE de MATIAS ROMERO, OAX
23/01/2013	16.89	-95.08	114	4	4 km al NOROESTE de MATIAS ROMERO, OAX
12/03/2013	16.97	-95.12	123	4	14 km al NOROESTE de MATIAS ROMERO, OAX
20/03/2013	16.89	-95.06	118	4	3 km al NOROESTE de MATIAS ROMERO, OAX
25/04/2013	16.86	-95.14	106	4	10 km al OESTE de MATIAS ROMERO, OAX
31/05/2013	16.81	-95.04	108	4	6 km al SUR de MATIAS ROMERO, OAX
06/06/2013	16.83	-94.97	119	4	9 km al SURESTE de MATIAS ROMERO, OAX
31/07/2001	16.96	-95.05	117	3.9	OAXACA

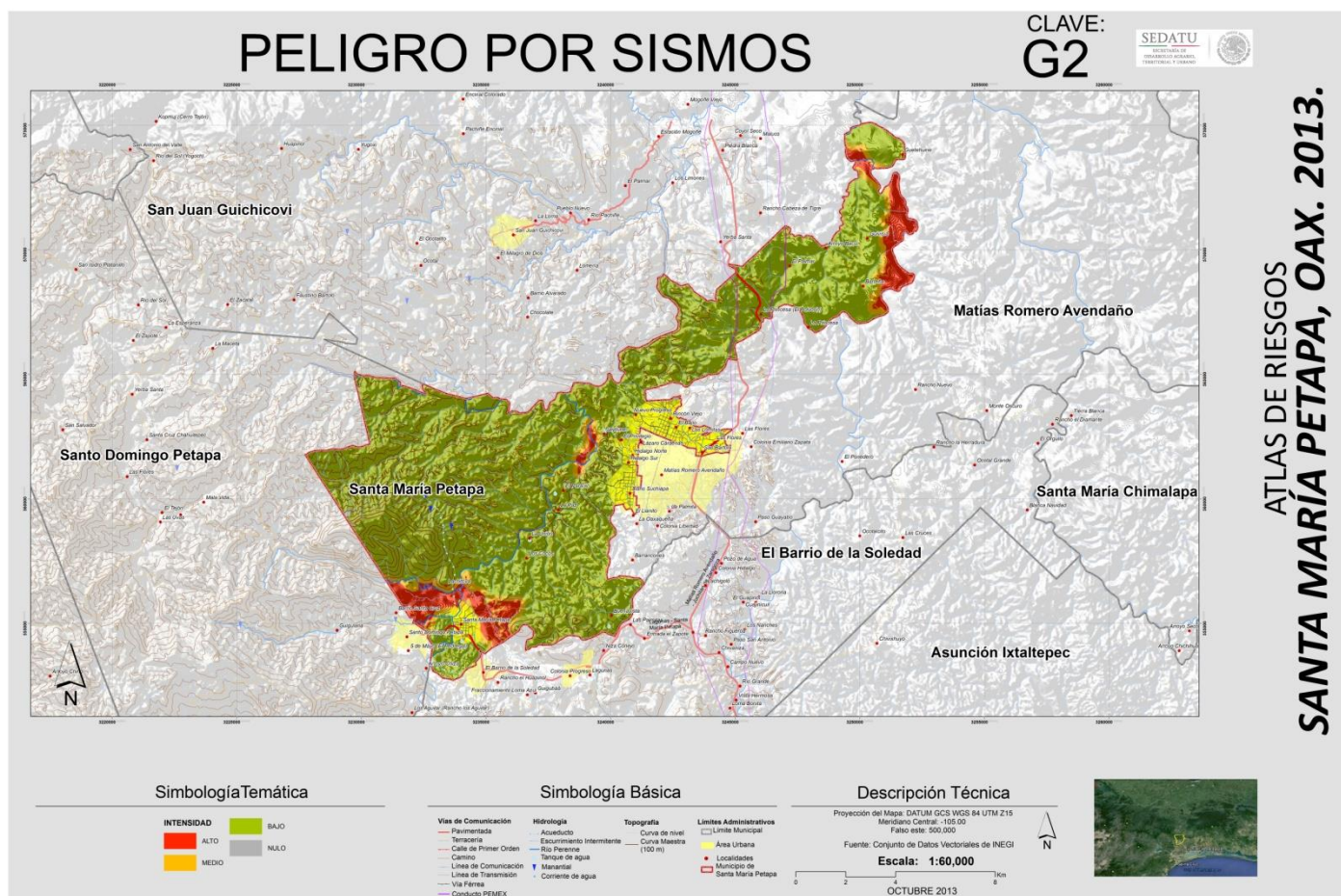
Atlas de Riesgos del municipio de Santa María Petapa, Oaxaca, 2013

08/04/2003	16.9	-95.2	104	3.9	OAXACA
19/09/2003	16.95	-95.18	96	3.9	OAXACA
25/03/2004	16.94	-95.03	10	3.9	OAXACA
23/09/2004	16.97	-95.13	37	3.9	OAXACA
30/07/2005	16.84	-95.1	117	3.9	OAXACA
28/01/2006	16.91	-95.1	89	3.9	8 km al NOROESTE de MATIAS ROMERO, OAX
03/01/2007	16.9	-95.14	115	3.9	11 km al NOROESTE de MATIAS ROMERO, OAX
11/06/2007	16.93	-95.05	119	3.9	7 km al NORTE de MATIAS ROMERO, OAX
24/03/2008	16.92	-94.99	122	3.9	7 km al NORESTE de MATIAS ROMERO, OAX
03/10/2008	16.81	-95.19	107	3.9	17 km al SUROESTE de MATIAS ROMERO, OAX
24/11/2008	16.88	-94.96	110	3.9	9 km al ESTE de MATIAS ROMERO, OAX
09/01/2009	17	-94.98	63	3.9	15 km al NORESTE de MATIAS ROMERO, OAX
14/10/2009	16.86	-95.12	125	3.9	8 km al OESTE de MATIAS ROMERO, OAX
30/10/2010	16.97	-95.18	40	3.9	18 km al NOROESTE de MATIAS ROMERO, OAX
29/07/2012	16.94	-95.08	121	3.9	9 km al NOROESTE de MATIAS ROMERO, OAX
05/09/2012	16.97	-94.93	199	3.9	16 km al NORESTE de MATIAS ROMERO, OAX
17/10/2012	16.85	-94.98	30	3.9	7 km al SURESTE de MATIAS ROMERO, OAX
26/02/2013	17.01	-94.99	132	3.9	16 km al NORESTE de MATIAS ROMERO, OAX
20/07/2013	16.9	-95.11	119	3.9	8 km al NOROESTE de MATIAS ROMERO, OAX
20/07/2013	16.9	-95.11	119	3.9	8 km al NOROESTE de MATIAS ROMERO, OAX
31/08/2013	16.93	-95.06	116	3.9	6 km al NORTE de MATIAS ROMERO, OAX
16/05/2002	16.82	-95.04	109	3.8	OAXACA
02/12/2006	16.97	-94.92	118	3.8	17 km al NORESTE de MATIAS ROMERO, OAX
22/12/2006	16.99	-95.11	108	3.8	15 km al NOROESTE de MATIAS ROMERO, OAX
06/01/2008	16.88	-94.91	20	3.8	14 km al ESTE de MATIAS ROMERO, OAX
15/04/2008	16.95	-95.14	114	3.8	13 km al NOROESTE de MATIAS ROMERO, OAX
28/06/2008	16.84	-95.1	118	3.8	8 km al SUROESTE de MATIAS ROMERO, OAX
08/09/2008	16.87	-95.05	132	3.8	1 km al SUROESTE de MATIAS ROMERO, OAX
10/01/2009	16.94	-94.98	116	3.8	9 km al NORESTE de MATIAS ROMERO, OAX
24/01/2009	16.86	-95.01	112	3.8	4 km al SURESTE de MATIAS ROMERO, OAX
03/02/2009	16.81	-94.97	118	3.8	10 km al SURESTE de MATIAS ROMERO, OAX
05/02/2009	16.86	-95.18	122	3.8	14 km al OESTE de MATIAS ROMERO, OAX
31/07/2009	16.91	-95.09	146	3.8	7 km al NOROESTE de MATIAS ROMERO, OAX
21/02/2010	16.9	-95.14	119	3.8	11 km al NOROESTE de MATIAS ROMERO, OAX
18/07/2011	16.91	-95.04	207	3.8	4 km al NORTE de MATIAS ROMERO, OAX
07/07/2012	16.82	-95.05	142	3.8	6 km al SUR de MATIAS ROMERO, OAX
07/05/2013	16.81	-95.09	103	3.8	8 km al SUROESTE de MATIAS ROMERO, OAX
19/01/2007	16.86	-94.95	117	3.7	10 km al ESTE de MATIAS ROMERO, OAX
15/02/2008	16.8	-95.04	108	3.7	8 km al SUR de MATIAS ROMERO, OAX
16/09/2008	16.92	-95.06	191	3.7	6 km al NOROESTE de MATIAS ROMERO, OAX

06/12/2008	17	-94.93	111	3.7	18 km al NORESTE de MATIAS ROMERO, OAX
06/03/2010	16.93	-94.91	134	3.7	15 km al NORESTE de MATIAS ROMERO, OAX
27/04/2011	16.95	-94.93	112	3.7	14 km al NORESTE de MATIAS ROMERO, OAX
20/07/2011	16.84	-95.12	137	3.7	10 km al SUROESTE de MATIAS ROMERO, OAX
15/03/2012	16.83	-95.07	144	3.7	5 km al SUROESTE de MATIAS ROMERO, OAX
09/12/2003	16.88	-95.03	118	3.6	OAXACA
19/01/2009	16.98	-95.15	115	3.6	17 km al NOROESTE de MATIAS ROMERO, OAX
22/01/2009	16.94	-94.94	123	3.6	13 km al NORESTE de MATIAS ROMERO, OAX
20/06/2009	16.82	-94.92	110	3.6	14 km al SURESTE de MATIAS ROMERO, OAX
10/12/2009	16.99	-94.97	151	3.6	15 km al NORESTE de MATIAS ROMERO, OAX
19/04/2010	16.92	-95.04	113	3.6	5 km al NORTE de MATIAS ROMERO, OAX
07/05/2011	16.88	-95.06	152	3.6	2 km al OESTE de MATIAS ROMERO, OAX
28/04/2011	16.8	-95.16	106	3.5	15 km al SUROESTE de MATIAS ROMERO, OAX
14/08/2004	16.83	-95.11	106	3.4	OAXACA
10/11/2006	16.85	-95.2	107	3.4	17 km al OESTE de MATIAS ROMERO, OAX
01/03/2009	16.87	-94.95	115	3.4	10 km al ESTE de MATIAS ROMERO, OAX

Atlas de Riesgos del municipio de Santa María Petapa, Oaxaca, 2013

Figura 21. Mapa de peligrosidad sísmico del municipio de Santa María Petapa, Oaxaca.



Atlas de Riesgos del municipio de Santa María Petapa, Oaxaca, 2013

5.1.3 Tsunamis o maremotos

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 60km, que la falla tenga movimiento vertical y que libere suficiente energía para generar oleaje.



Fig. 22. Superficie cumbral en la zona de Buenavista. Las superficies de llanura y los materiales que la componen hacen que se amplifiquen las ondas sísmicas. Además en este lugar se reporta la percepción de ondas producto de explosiones realizadas por la cementera Cruz Azul, en Lagunas.



Fig. 23. Escuela en el Llano, se encuentra en una zona susceptible a amplificación de ondas sísmicas.

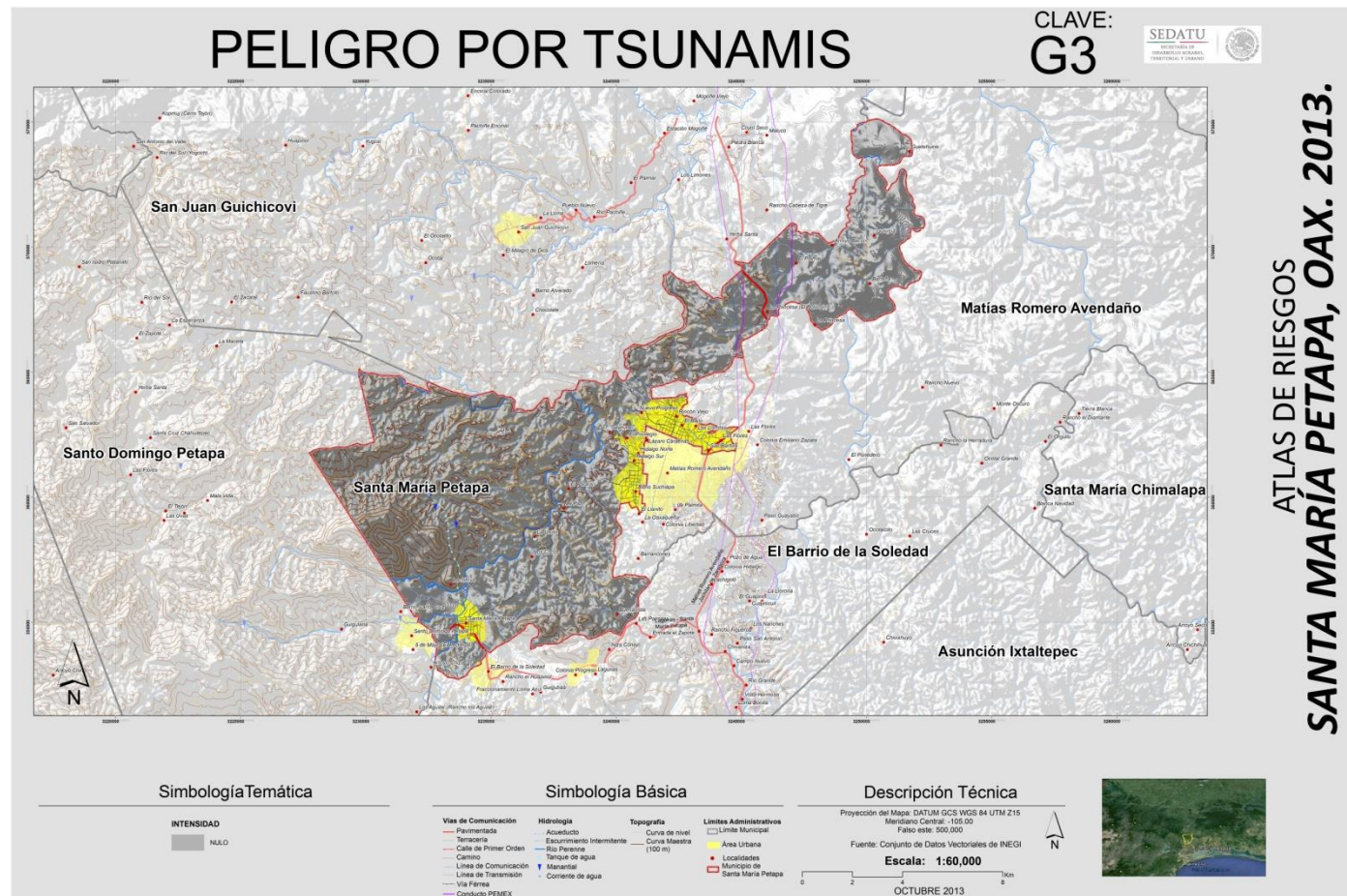


Fig. 24. Casas en orilla del río sobre terreno aluvial, susceptible a amplificación de ondas sísmicas.

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 Santa María Petapa, Oaxaca se encuentran a aproximadamente 70 km de la costa del Pacífico y 160 km del Golfo de México. Las alturas sobre el nivel del mar mínimas van de los 80 a 220 m en la vertiente Norte y Sur, respectivamente. Por esta razón el peligro se considera nulo, en cuanto a la probabilidad de afectación al municipio (Fig. 25).

Figura 25. Mapa de Peligro por Tsunamis del municipio de Santa María Petapa, Oaxaca.



5.1.4 Procesos gravitacionales (Deslizamientos)

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.



Fig. 26. Grieta en la Iglesia de Santa María Petapa.

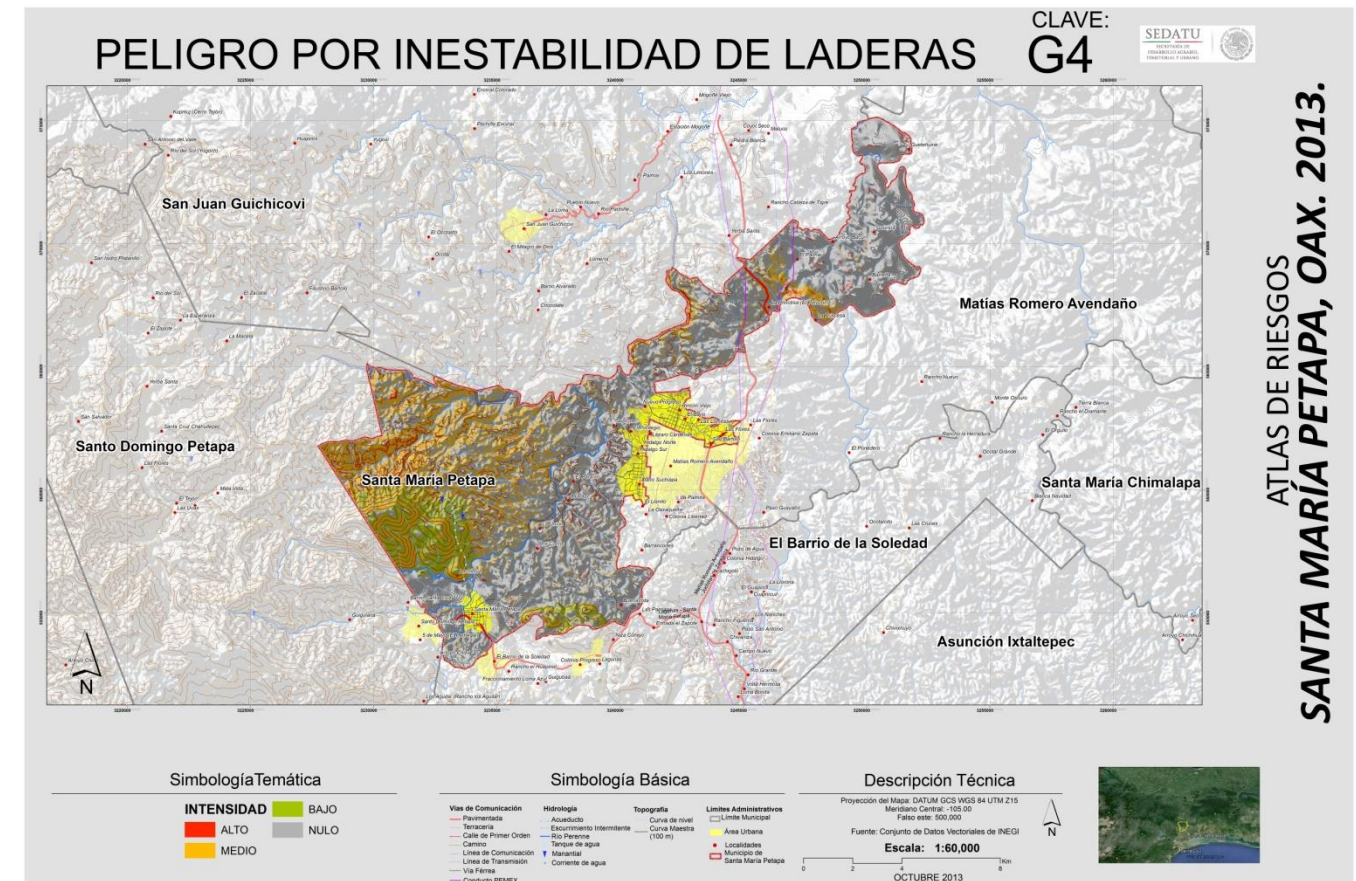
Atlas de Riesgos del municipio de Santa María Petapa, Oaxaca, 2013



Al tomar en cuenta los aspectos anteriores se realizó el mapa de susceptibilidad de procesos de remoción en masa, para el municipio de Santa María Petapa, Oaxaca (Fig. 27). 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 cóncavas o curvas; los translacional superficies planas u onduladas y los complejos cuando hay una combinación de ambas Gutiérrez Elorza, 2008).

Figura 27. Mapa de áreas susceptibles a presentar deslizamientos de tierra, en el municipio de Santa María Petapa, Oaxaca.



El modelado fluvial y el impacto de la población junto con el material metamórfico y sedimentario que predomina en el territorio hacen susceptible al municipio a verse afectado a presentar PRM, particularmente deslizamientos. De esta manera se obtuvo un mapa de peligros por deslizamientos con tres rubros: alto, medio y bajo (Fig. 28).

Prácticamente todo el terreno montañoso del municipio es considerado como peligroso o susceptible a presentar PRM. Las zonas montañosas en el municipio se concentran al norte de la cabecera municipal, en este sector se encuentra la mayor cantidad de áreas con peligrosidad media y alta (Fig. 29 y 30).



Fig. 29. Poblado (Rancho Nuevo) asentado cerca de laderas susceptibles a presentar deslizamientos.



Fig. 30. Laderas susceptibles a remoción en masa, en Rancho nuevo, principalmente deslizamiento del suelo.

Mientras que las zonas con pendientes menores tienen una baja probabilidad de presentar debilidades en las laderas. También se presentan algunos sectores susceptibles en los caminos que cruzan al municipio (Fig. 30 y 31). De esta manera se observan que las laderas de mayor altura, con ríos profundos, se localizan las zonas con peligrosidad media. El peligro bajo, lo define las zonas con pendientes menores a 30°, con una morfología subhorizontal, pero cercanos a valles o corriente fluviales, que debilita la parte basal de la ladera.



Fig. 31. Deslizamiento del suelo por fuerte erosión pluvial en el camino que conecta a Rancho Nuevo.

5.1.5 Derrumbes

Otro Proceso de Remoción en Masa (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.

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 peligrosidad: alta, media y baja (Fig. 32). De estos el de mayor extensión es el peligro medio, seguido del bajo y por último el alto. En este fenómeno en particular se observa claramente que la zona de mayor peligrosidad está relacionada con la zona montañosa al norte del municipio. La peligrosidad media se concentra alrededor de la zona de mayor intensidad. Se presenta en un sustrato calcáreo y en menor proporción en las rocas metamórficas. La pendiente necesaria para este fenómeno es mayor a los 30°. También se observa una clara distribución de este peligro en relación paralela a la de los ríos más profusos. La peligrosidad baja se distribuye en las laderas inferiores de los ríos con un sustrato metamórfico al noroeste y norte del municipio (Fig. 33).

Figura 32. Mapa de áreas susceptibles a presentar derrumbes de escombros y rocas, en el municipio de Santa María Petapa, Oaxaca.

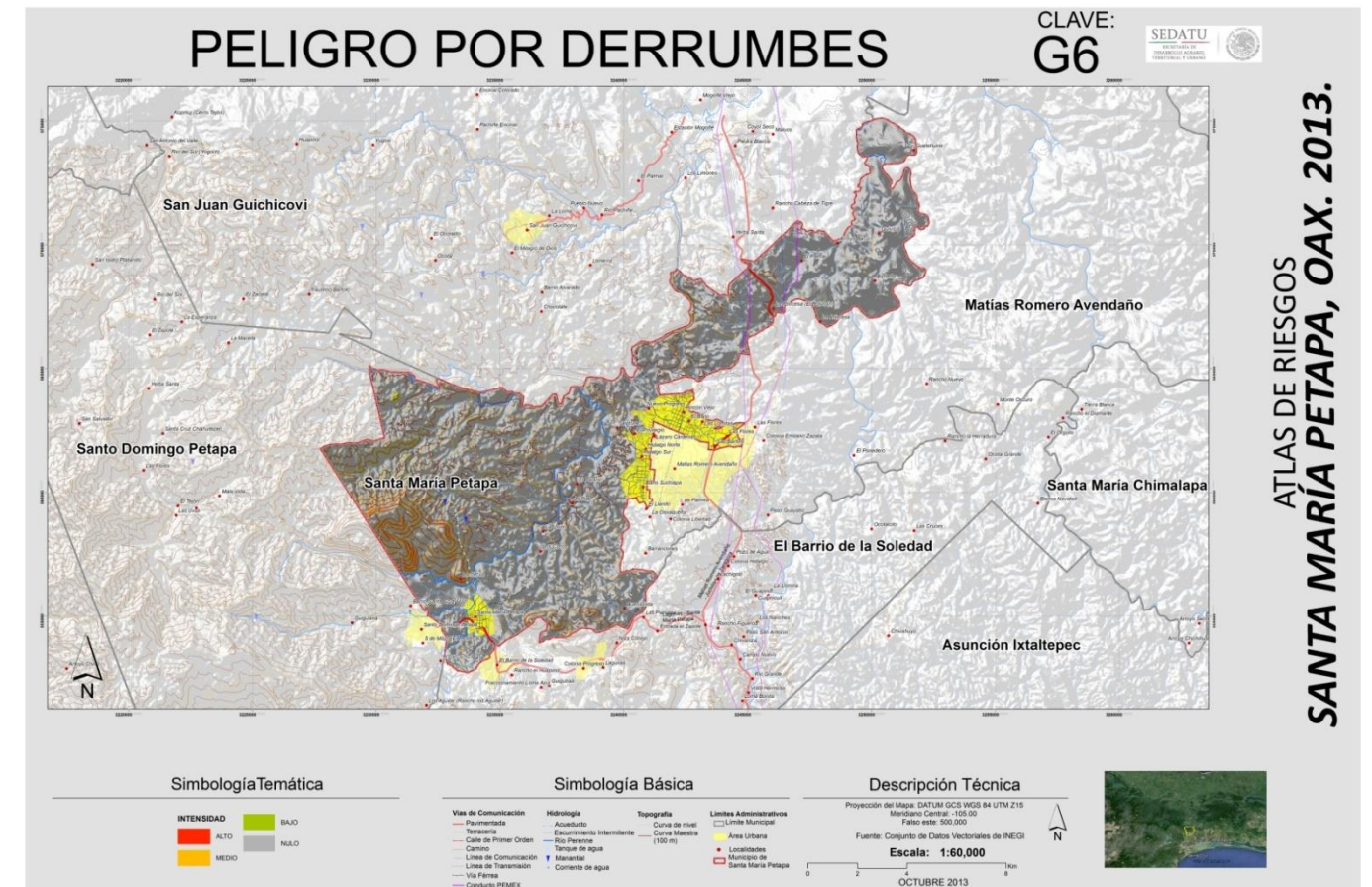


Fig. 33. Construcciones asentadas en zonas susceptibles a desprendimientos de suelo o deslizamientos.



Fig. 34. Carretera hacia El Polvorín, cortes con pendientes cercanas a la vertical, susceptible a la remoción de escombros por caída.

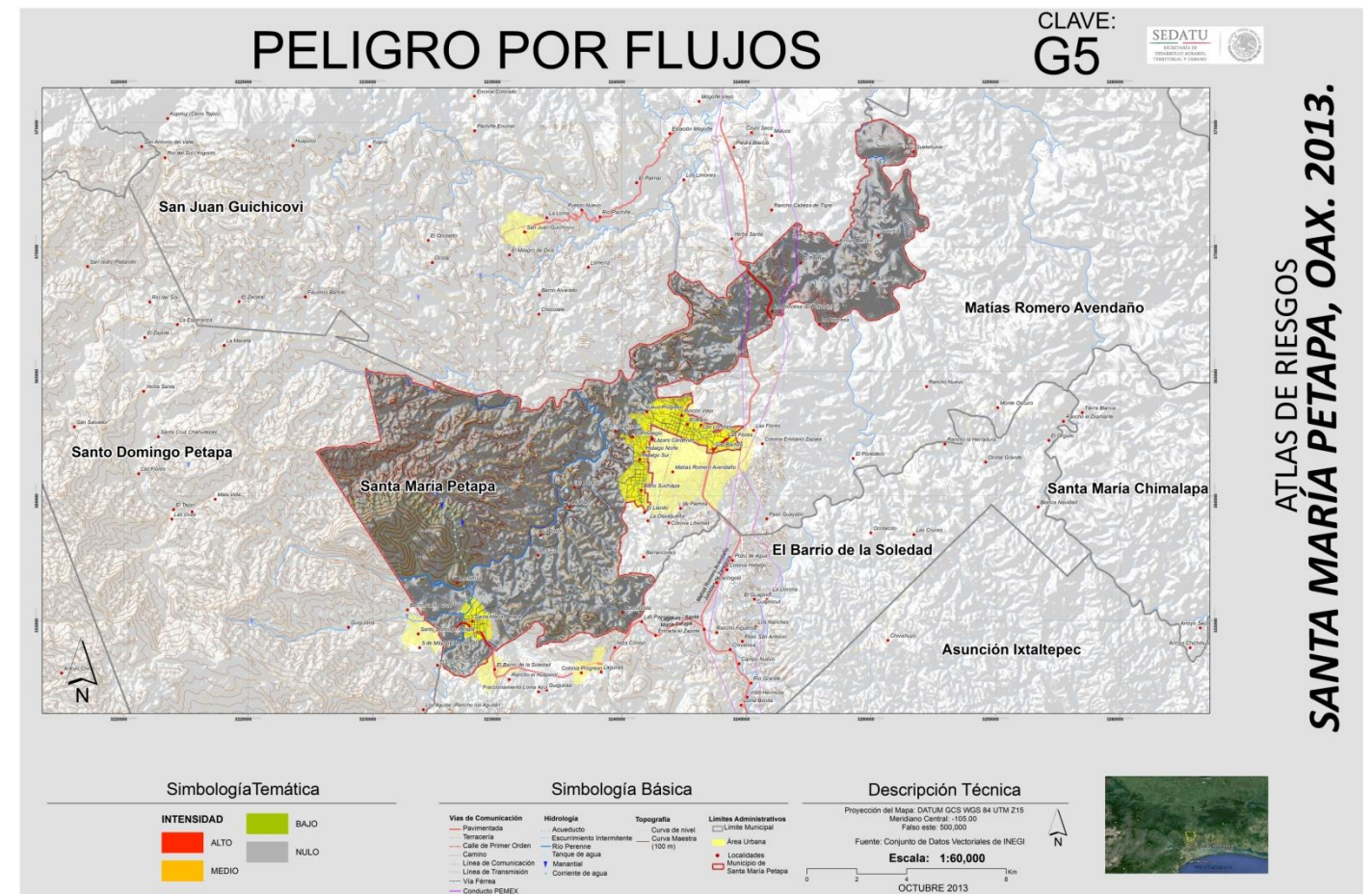
5.1.6 Flujos

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. 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.

Los flujos inician por la saturación súbita de sedimentos no consolidados que se encuentran en las partes altas, donde la pendiente del terreno es pronunciada. 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, la densidad de disección y las áreas deforestadas.

En el Municipio de Santa María Petapa, Oaxaca se cuenta con zonas susceptibles a generación de flujos en donde la pendiente es de 15 a 30° de inclinación (Fig. 35). Como los flujos viajan por gravedad en laderas cóncavas, se elaboró un mapa de geometría de laderas en donde se ponderaron las laderas con una geometría cóncava. De esta manera se cartografiaron los corredores por donde más fácilmente viajarán los flujos de escombros y las laderas de montañas con mayor susceptibilidad de ocurrencia de este fenómeno.

Figura 35. Mapa de áreas susceptibles a presentar flujos, en el municipio de Santa María Petapa, Oaxaca.



En este sentido prácticamente solo la zona montañosa del municipio se ve sujeto a la ocurrencia de flujos, siendo el sustrato de caliza y lutitas con mayor densidad de laderas cóncavas la zona con peligrosidad alta. Mientras que la extensa área de lomeríos erosivos encontrados en el centro y oeste del municipio dificulta el desarrollo de este fenómeno por lo que su peligrosidad es baja e incluso hasta nula. Existen zonas que no presentan esta concavidad pero han sido reusadas para la esorrentía. En caso de que la lluvia sea extraordinaria el río comenzará a incorporar material suelto (suelo) y comenzará a comportarse como un flujo de lodo (Fig. 36 y 37).



Fig. 36. Canal en la localidad de El Llano, en caso de flujos se no habría acceso a las casas.



Fig. 37. En El Llano se observa que la crecida de los ríos han sedimentado, por esta razón los ríos se comportan como flujos de lodo. Se observa como poco a poco sepulta una construcción.

5.1.7 Hundimientos

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 Santa María Petapa.

La litología donde se constituye este tipo de procesos es en la de relleno aluvial, perteneciente a la zona de valles amplios. Por otro lado las cavidades naturales están asociadas a materiales kársticos, donde el proceso de disolución crea huecos que generan desequilibrio e inestabilidad, dando lugar a la ruptura o hundimiento del terreno. En este sentido cualquier superficie semi-horizontal dentro del sustrato calizo es susceptible a presentar colapsos (Fig. 38). Por tal motivo el mapa de pendientes fue pieza fundamental para realizar este mapa.

Se observa que la peligrosidad alta y media tienen una gran distribución de ocurrencia en el centro y nororiente del municipio. Mientras que la peligrosidad baja se distribuye de manera aleatoria la zona montañosa del municipio y en las terrazas fluviales a lo largo de los principales cauces que cruzan al territorio (Fig. 39, 40 y 41).

Figura 38.. Mapa de Peligro por Hundimientos del municipio de Santa María Petapa, Oaxaca.

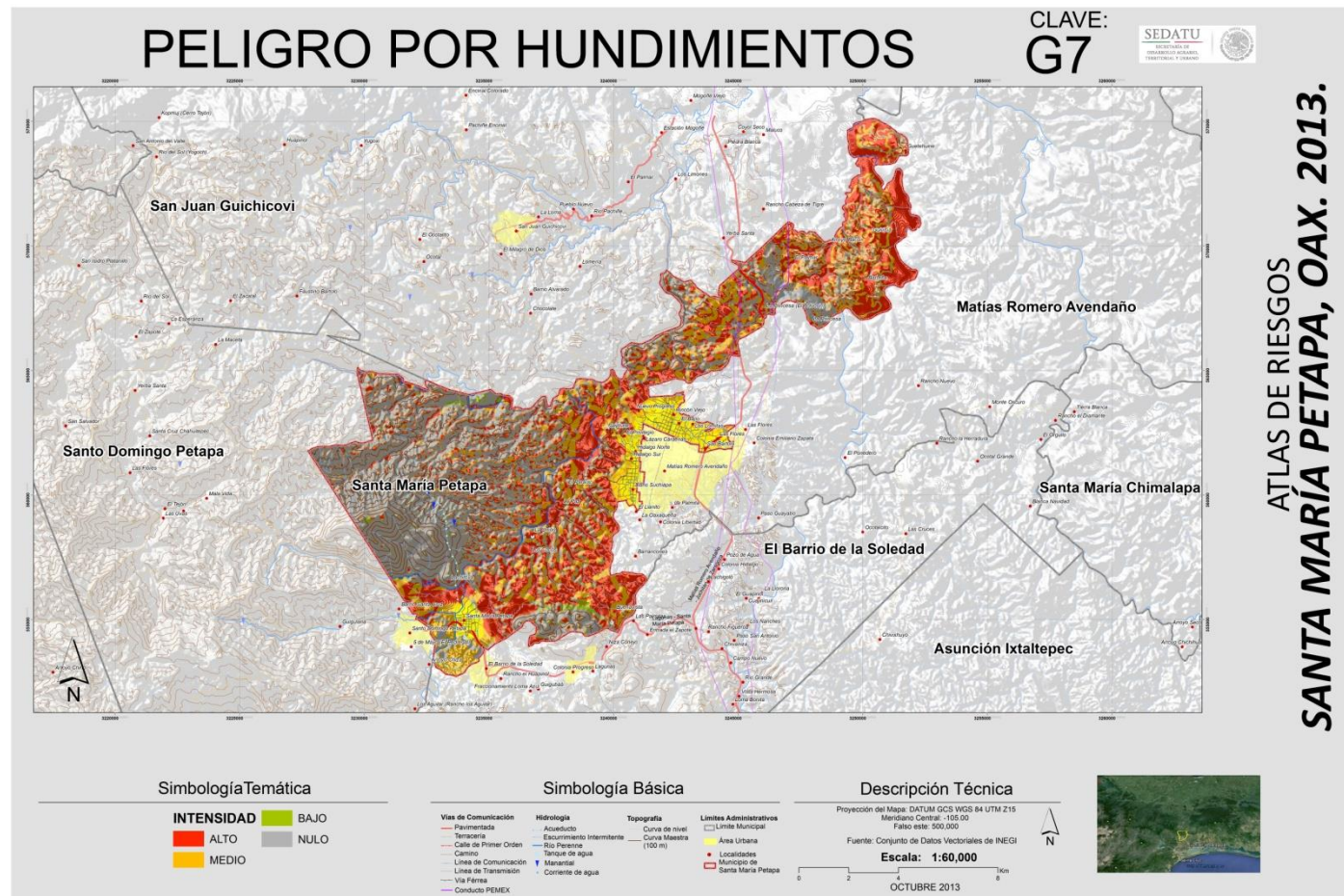


Fig. 40. Poblado Rancho Nuevo, las construcciones asentadas en la primer terraza de inundación, son inestables debido a que se encuentran en la zona de alto peligro por subsidencia.



Fig. 41. Reblandecimiento del suelo por erosión fluvial, colapso de la barda de contención del río.



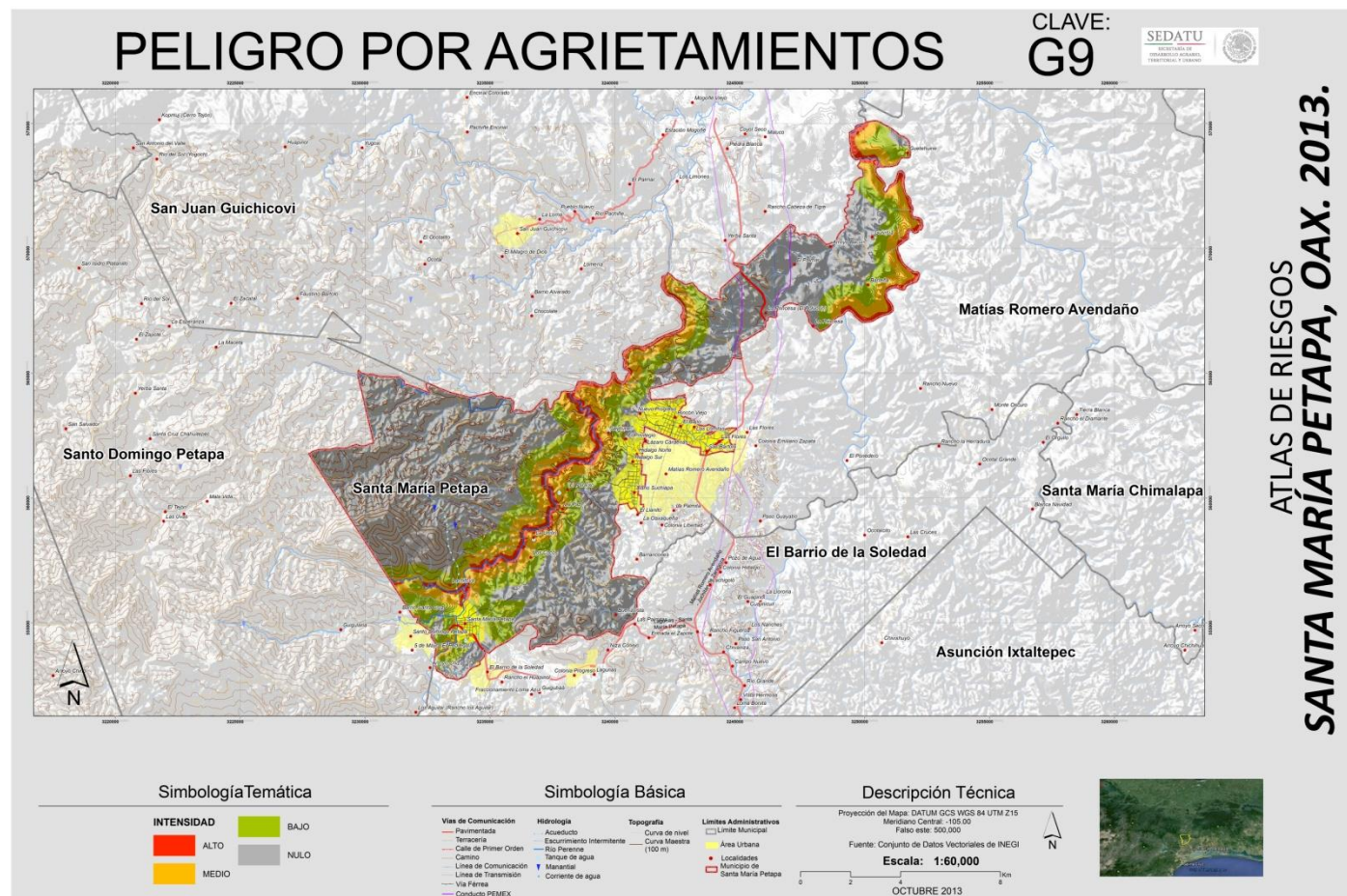
Fig. 39. COBAO en terreno susceptible a hundimiento e inundación.

5.1.8 Agrietamiento

Una grieta es una dislocación en la superficie producto de esfuerzos internos ocasionados por los movimientos relativos de la corteza o sustrato. Evidencia de este movimiento son plegamiento, disyunción y discontinuidad de una misma unidad geológica o separación gradual o súbita de una capa continua en la superficie. Algunas rocas al exponerse a esfuerzos tienen a comportarse de manera dúctil, casi siempre cuando el movimiento es gradual o lento; o frágil cuando el movimiento es súbito y repentino. Una dislocación no presenta un movimiento aparente, por lo que al ausentarse el movimiento esta se considera como fractura o grieta, cuando tiene registro de movimiento horizontal y/o vertical se consideran fallas.

El territorio que ocupa el municipio de Santa María Petapa, Oaxaca, está constituido principalmente por rocas, sedimentarias y metamórficas que dificultan presentar agrietamiento. Prácticamente todas las grietas que se observan en las localidades se presentan en la llanura de inundación de los ríos que disecan al municipio. El mapa de peligros por agrietamiento muestra una serie de franjas paralelas a los ríos principales con un rango de peligrosidad definido de acuerdo con la distancia al río (Fig. 42). En los recorridos de campo no se observaron el desarrollo de grietas en superficie.

Fig. 42. Mapa de zonas susceptibles a presentar agrietamientos para el municipio de Santa María Petapa, Oaxaca.



5.1.9 Erosión

La erosión se define como el desprendimiento y remoción de partículas de suelo por acción del agua y del viento. El agua es sin embargo, el agente más importante. Las condiciones meteorológicas y el clima, preparan el material parental para la erosión (Leonidas, 2001). La cobertura vegetal, el tipo y características del suelo, la geomorfología, la geología y los usos del suelo, establecen el grado de propensión del suelo a ser afectado por los agentes generadores de erosión (Leonidas, 2001).

La erosión hídrica es un proceso físico que consiste en el desprendimiento, transporte y depositación de partículas, por efectos de la acción del agua. Cuando las pérdidas de suelo son mayores a la formación del mismo en condiciones naturales se presenta la erosión. Cuando dichas pérdidas se incrementan por la acción del hombre se presenta la aceleración de la erosión (Ríos, 2012).

El 97% de los suelos en México tienen algún grado de erosión, por fenómenos como la deforestación, la agricultura intensiva o la urbanización, entre otros (Ríos, 2012). La erosión de suelos en México es un problema ambiental muy serio que afecta a gran parte del territorio nacional en diferentes grados de severidad. La conservación de suelos en México se ha practicado desde tiempos prehispánicos por culturas como la Azteca. Sin embargo, la implementación de metodologías para predecir la pérdida de suelo por erosión en México no ha sido muy extensa (Ríos, 2012).

La Ecuación Universal de Pérdida de Suelos Revisada (RUSLE), es un modelo empírico simple basado en el análisis de regresión de las razones de pérdida de suelo a partir de gráficas de erosión en Estados Unidos. Sirve para estimar las tasas de erosión anual a largo plazo (Vazquez, 2012). Esta ecuación consiste en la multiplicación de ciertos parámetros los cuales pueden ser determinados con: modelos ya definidos, software y ecuaciones empíricas las cuales están relacionadas con datos característicos de la zona de estudio las cuales se muestra a continuación:

$$A=(R)(K)(L)(S)(C)(P)$$

En donde:

A: Es la pérdida de suelo en toneladas/ha año

R= Factor de erosividad de la lluvia

K= Factor de erosionabilidad del suelo

LS= Factor de longitud y grado de pendiente

C= Factor de cultivo o cobertura vegetal

P= Factor de prácticas mecánicas

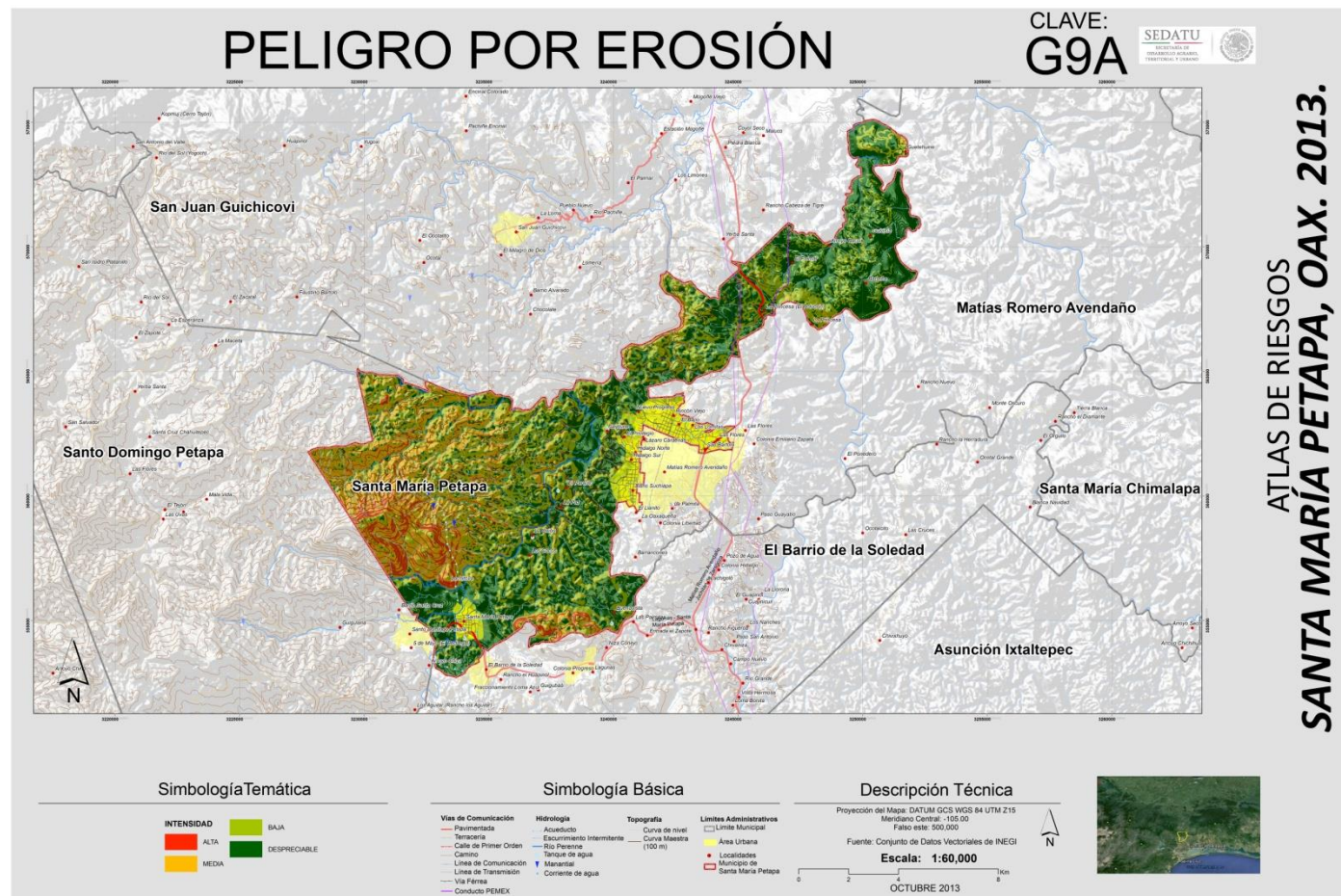
Debido a que la información disponible para los factores C y P es de gran escala para esta zona de estudio los factores que se utilizaron para la elaboración de este mapa son los factores: R, K y LS.

En el diagrama de flujo se muestra la metodología desarrollada para encontrar el valor de cada uno de los términos de la ecuación de RUSLE, los cuales son multiplicados entre sí para cada pixel en particular.

Atlas de Riesgos del municipio de Santa María Petapa, Oaxaca, 2013

Los resultados obtenidos de la aplicación de la Ecuación Universal de la Pérdida de Suelos (EUPS), para el municipio de Santa María Petapa, Oaxaca, muestra que los niveles de pérdida de suelo, a lo largo de su territorio se hallan divididos en 4 rangos de erosión, despreciable, bajo, medio y alto (Fig. 43).

Fig. 43. Mapa de erosión del municipio de Santa María Petapa, Oaxaca.



Atlas de Riesgos del municipio de Santa María Petapa, Oaxaca, 2013

Sitios visitados en los recorridos de campo realizados.

Clave	Latitud	Longitud	Altitud (msnm)	Detalle
SMP-01	16°49'10"	95°07'17"	276	TANQUE DE ALMACENAMIENTO
SMP-02	16°49'08"	95°07'22"	251	RIO DE PETAPA
SMP-03	16°48'57"	95°07'11"	269	LOMA SAUMERIO
SMP-04	16°49'22"	95°07'23"	245	INUNDACIÓN
SMP-05	16°51'41"	95°04'59"	204	RIO DE PETAPA
SMP-06	16°52'08"	95°03'17"	226	EL LLANO
SMP-07	16°49'24"	95°03'53"	250	BUENAVISTA
SMP-08	16°49'09"	95°03'49"	281	BUENAVISTA
SMP-09	16°52'10"	95°03'12"	211	EL LLANO
SMP-10	16°53'16"	95°02'12"	220	COBAO
SMP-11	16°53'44"	94°55'56"	158	RANCHO NUEVO
SMP-12	16°53'44"	94°55'53"	150	TERRAZA
SMP-13	16°53'49"	94°55'55"	139	RANCHO NUEVO
SMP-14	16°53'49"	94°56'00"	150	BARDA COLAPSADA
SMP-15	16°53'44"	94°55'59"	181	FLUJOS DE ESCOMBROS
SMP-16	16°53'18"	95°00'45"	235	PEMEX DUCTO
SMP-17	16°55'48"	95°00'07"	209	EL POLVORIN
SMP-18	16°57'13"	94°57'40"	163	JAMBEZIA
SMP-19	16°52'47"	93°03'10"	221	LA HIDALGO
SMP-20	16°49'22"	95°07'15"	275	IGLESIA AGUSTINOS

Atlas de Riesgos del municipio de Santa María Petapa, Oaxaca, 2013

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, tornados, tormentas de polvo, eléctricas de nieve, ondas cálidas y 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

Las invasiones de aire frío que llegan durante el invierno a nuestras latitudes tienen su origen en los ciclones extratropicales que se intensifican en la costa de Norteamérica del océano Pacífico. Los fenómenos sinópticos en el clima invernal de México son decisivos, así como los frentes fríos son los más importantes debido a su influencia en la variabilidad de la temperatura. Así pues, las perturbaciones dominantes en invierno son los frentes fríos originados en latitudes medias con trayectorias de avance de noroeste a sureste, que cruzan frecuentemente sobre el país proveniente de Norteamérica (CENAPRED).

Los frentes fríos son zonas de transición entre dos masas de aire de distintas características, una fría y otra caliente con la particularidad de que la masa de aire frío es la que se desplaza a mayor velocidad que la caliente. El fenómeno es muy violento y el ascenso del aire caliente provoca la formación de abundantes nubes de desarrollo vertical. Estos fenómenos se caracterizan por fuertes vientos, nublados y precipitaciones si la humedad es suficiente.

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. En el periodo de noviembre a marzo, los frentes cruzan el territorio mexicano en el Istmo y reciben el nombre de Tehuantepecos, que son vientos fuertes que ocasionan anomalías térmicas en el golfo de Tehuantepec.

Cuando las masas polares atraviesan el Golfo de México dan origen a los fenómenos conocidos como nortes, a lo largo del litoral, en realidad son frentes fríos acompañados de fuertes vientos del norte que producen tormentas con aguaceros intensos, generalmente de origen orográfico en los estados de Veracruz, Tabasco y Campeche. El paso de algunos frentes fríos puede

producir nevadas en las montañas de México, al registrarse muy bajas temperaturas con presencia de humedad.

CLASIFICACIÓN DE LOS FRENTE	
FRENTE FRÍO	Zona de transición entre dos masas de aire de distintas características, una fría y otra caliente con la particularidad de que la masa de aire frío es la que se desplaza a mayor velocidad que la caliente.
FRENTE CALIENTE	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.
FRENTE OCLUIDO	Debido a que los frentes fríos se desplazan más rápidamente que los frentes calientes, acaban por alcanzarlos; en estas condiciones el sector caliente desaparece progresivamente de la superficie quedando solamente en altitud. Cuando los frentes se han unido forman un frente ocluido o una oclusión.
FRENTE ESTACIONARIO	Zona de transición entre dos masas de aire de distintas características, una fría y otra cálida, con la particularidad de que ninguna de estas masas predomina en su desplazamiento; es decir se mantienen sin movimiento

Fuente. Universidad Nacional Autónoma de México

Dado que estos fenómenos son regionales y abarcan grandes áreas que en ocasiones llega a cubrir dos o tres estados, la escala de representación de los mismos en un municipio es difícil, debido a lo anterior se opta por desarrollar el tema con apoyo de registros máximos y mínimos de temperaturas en el municipio.

Atlas de Riesgos del municipio de Santa María Petapa, Oaxaca, 2013

Temperaturas mínimas

Para identificar el grado de peligro de este fenómeno en el municipio de Santa María Petapa, fueron considerados los datos de temperaturas mínimas diarias de 10 estaciones que rodean al municipio

Cuadro 22. Estaciones meteorológicas; temperatura mínima diaria

No. Estación	Estación	E N E	FE B	MA R	ABR	MA Y	JU N	JUL	AG O	SE P	O CT	NO V	DI C	latitud	longitud	ALTITUD MSNM
20027	CHICAPA DE CASTRO	8	10	11.5	15	16	16	17	17.5	17.5	14	13	10	16°34'29"	94°48'16"	32
20039	IXTEPEC	9	5.3	10	16	17	17	15	16	16.3	17	13.5	2	16°33'07"	95°05'04"	69
20052	ASUNCION IXTALTEPEC KM. 33	12	11	12	13	17	13	14	15	17.5	16	11	11	16°34'00"	95°01'36"	48
20068	MATIAS ROMERO	9.5	9.9	12.5	14.5	12.5	14.5	14.9	12.9	14.5	11.5	10.9	10.5	16°52'59"	95°01'59"	211
20127	SANTA MARIA CHIMALAPA	8	10	10	13	10.5	12	15	16	13	12	12	9	16°53'59"	94°40'59"	308
20134	SANTIAGO CHIVELA	6.5	5	9.5	10	15	2	2.5	16	17.5	2.5	10	7	16°43'00"	95°00'00"	217
20260	SARABIA II	10	11	10	14	14	12	17	19	17	10	12	10	17°04'00"	95°01'59"	105
20330	GUICHIXU	9	3	10	11	10	11	11	13	10	12	12	11	16°41'42"	95°17'09"	290
20331	GUIVICIA	9	7	10	10	12	18	16	18	16	13	11	7	16°55'59"	95°14'35"	468
20336	LAZARO CARDENAS	10	8	10	13	15	19	18	17	16	15	11	9	16°43'59"	94°52'00"	234

Fuente. ERIC

A partir de la información de los puntos de las estaciones meteorológicas y los datos de temperaturas mínimas diarias, se realizó una interpolación (modelo algorítmico-matemático) para definir las zonas de probabilidad de ocurrencia de este fenómeno dentro del municipio obteniéndose la siguiente información:

Cuadro 23. Peligro Por Temperaturas Mínimas Municipio De Santa María Petapa

PELIGRO	ÁREAS DE AFECTACIÓN
BAJO DE 8°C A 10°C	Este rango de temperaturas mínimas cubre una pequeña área ubicada en el extremo suroeste del territorio municipal, siendo los meses de diciembre, enero y febrero los más fríos
BAJO DE 10°C A 12°C	Este rango de temperaturas mínimas cubre una franja que atraviesa el territorio municipal en la parte suroeste, siendo los meses de diciembre, enero y febrero los más fríos
MUY BAJO DE 12°C A 14°C	Este rango de temperaturas mínimas cubre una franja que atraviesa el territorio municipal en la parte oeste, siendo los meses de diciembre, enero y febrero los más fríos

MUY BAJO DE 14°C A 16°C	Este rango de temperaturas mínimas cubre la parte centro de territorio municipal, siendo los meses de diciembre, enero y febrero los más fríos
NO APLICA DE 16°C A 20°C	Este rango de temperaturas mínimas abarca la parte norte y una pequeña zona ubicada en el extremo noreste del territorio municipal, siendo los meses de diciembre, enero y febrero los más fríos
NO APLICA DE 20°C A 23°C	Este rango de temperaturas mínimas abarca la parte noreste del territorio municipal, siendo los meses de diciembre, enero y febrero los más fríos

Recomendaciones emitidas por CENAPRED

Antes de la temporada del frente frío

- Estar atento a la información meteorológica y de las autoridades (Protección Civil, Secretaría de Salud, Secretaría de Educación, etc.,) que se transmita por los medios de comunicación.
- Informar a las autoridades sobre la localización de grupos o personas más vulnerables (indigentes, niños, ancianos o enfermos, discapacitados, personas en zonas de pobreza extrema).
- Procurar y fomentar, entre la familia y comunidad, las medidas de autoprotección como:
- Vestir con ropa gruesa y calzado cerrado, cubriendo todo el cuerpo (chamarra, abrigo, bufanda, guantes, etc.)
- Comer frutas y verduras amarillas ricas en vitaminas A y C. Las frutas de temporada son las indicadas.
- Solicitar información a la Unidad de Protección Civil de su localidad, sobre la ubicación de los refugios temporales.
- Contar con combustible suficiente para la calefacción.

Durante la presencia del frente frío sobre una comunidad

- Permanecer resguardado en el interior de su casa y procurar salir solamente en caso necesario.
- Abrigarse con ropa gruesa.
- Protegerse el rostro y la cabeza. Evitar la entrada de aire frío en los pulmones.
- Usar suficientes cobijas durante la noche, que es cuando más baja la temperatura.
- Usar chimeneas, calentadores u hornillos en caso de que el frío sea muy intenso y las cobijas no sean suficientes, siempre y cuando exista una ventilación adecuada.
- Incluir en las comidas: grasas, dulces y todo lo que proporcione energía, a fin de incrementar la capacidad de resistencia al frío.
- Procurar que las estufas de carbón, eléctricas y de gas estén alejadas de las cortinas.
- Mantener a los niños alejados de estufas y braseros.

Atlas de Riesgos del municipio de Santa María Petapa, Oaxaca, 2013

- i. Para personas de edad avanzada y enfermos del corazón, no es conveniente salir a la calle, porque el frío ejerce sobre el corazón una tensión extra y existe el riesgo de presentarse un ataque cardíaco.
- j. Si va a salir de un lugar caliente, debe cubrirse boca y nariz, para evitar aspirar el aire frío; los cambios bruscos pueden enfermarle del sistema respiratorio.

Consejos para sobrevivir al frío

- a. Usar sombrero aun permaneciendo en lugares cerrados, debido a que se pierde calor corporal a través de la cabeza.
- b. Dar tiempo al cuerpo para adaptarse al frío, después de un momento la temperatura descenderá un poco.
- c. Alimentarse con comidas ricas en proteínas (carne, huevo, pescado) para que el cuerpo genere calor interno.
- d. Usar suficientes cobijas durante la noche, que es cuando más baja la temperatura.
- e. Cubrirse el cuerpo con ropa gruesa, ya que el aire que permanece atrapado entre cada capa de ropa se calienta y eso mantiene al cuerpo caliente.
- f. Agruparse unos con otros, con el fin de minimizar la pérdida de calor.

Temperaturas Máximas

Este fenómeno se refiere a los cambios de temperatura que se operan en el ambiente, que se manifiestan en el aire y en los cuerpos en forma de calor, en una gradación que fluctúa entre dos extremos que, convencionalmente, se denominan: caliente y frío. Para valorar el nivel de peligro que presenta la población ante la presencia de Temperaturas Máximas en la localidad, se tomara como base para realizar el análisis correspondiente los Registro de varias décadas de Temperaturas Extremas Mensuales.

Para identificar el grado de peligro de este fenómeno en el municipio de Santa María Petapa, fueron considerados los datos de temperaturas máximas de 10 estaciones que rodean al municipio.

Cuadro 24. Relación de estaciones meteorológicas con datos promedio anuales de temperaturas máximas

No. ESTACIÓN	NOMBRE DE LA ESTACIÓN	ESTADO	TEMPERATURAS MAXIMAS	LATITUD	LONGITUD	ALTITUD MSNM
20027	CHICAPA DE CASTRO	OAXACA	35.2	16°34'29"	94°48'16"	32
20039	IXTEPEC	OAXACA	35.3	16°33'07"	95°05'04"	69
20052	ASUNCION IXTALTEPEC KM. 33	OAXACA	37.3	16°34'00"	95°01'36"	48
20068	MATIAS ROMERO	OAXACA	35.0	16°52'59"	95°01'59"	211
20127	SANTA MARIA CHIMALAPA	OAXACA	38.0	16°53'59"	94°40'59"	308
20134	SANTIAGO CHIVELA	OAXACA	32.1	16°43'00"	95°00'00"	217
20260	SARABIA II	OAXACA	33.9	17°04'00"	95°01'59"	105
20330	GUICHIXU	OAXACA	37.4	16°41'42"	95°17'09"	290
20331	GUIVICIA	OAXACA	32.1	16°55'59"	95°14'35"	468

20336	LAZARO CARDENAS	OAXACA	31.0	16°43'59"	94°52'00"	234
-------	-----------------	--------	------	-----------	-----------	-----

Fuente. ERIC 3

A partir de la información de los puntos de las estaciones meteorológicas y los datos de temperaturas máximas, se realizó una interpolación (modelo algorítmico-matemático) para definir las zonas de probabilidad de ocurrencia de este fenómeno dentro del municipio obteniéndose la siguiente información:

Cuadro 25. Peligro por temperaturas extremas municipio de Santa María Petapa

PELIGRO	ÁREAS DE AFECTACIÓN
NO APLICA MENOR A 22°C	Este rango de temperaturas máximas cubre una pequeña área ubicada en el extremo suroeste del territorio municipal, siendo los meses de abril, mayo y junio los más calurosos
NO APLICA DE 22°C A 24°C	Este rango de temperaturas máximas cubre la parte suroeste del municipio, siendo los meses de abril, mayo y junio los más calurosos
NO APLICA DE 24°C A 28°C	Este rango de temperaturas máximas cubre una franja que atraviesa la parte suroeste del municipio, siendo los meses de abril, mayo y junio los más calurosos
NO APLICA DE 28°C A 30°C	Este rango de temperaturas máximas cubre parte centro del municipio, siendo los meses de abril, mayo y junio los más calurosos
BAJO DE 30°C A 33°C	Este rango de temperaturas máximas abarca parte del centro del territorio municipal, siendo los meses de abril, mayo y junio los más calurosos
BAJO DE 33°C A 35°C	Este rango de temperaturas máximas abarca parte del norte y pequeña zona ubicada en el noreste del territorio municipal, siendo los meses de abril, mayo y junio los más calurosos
MEDIO DE 35°C A 37°C	Este rango de temperaturas máximas abarca parte noreste del territorio municipal, siendo los meses de abril, mayo y junio los más calurosos

Fuente. ERIC 3

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, a continuación se muestran las siguientes proyecciones para el estado de Oaxaca donde se puede observar que dependiendo de las emisiones que proyectan las concentraciones de gases de efecto invernadero (SRES) se pronostica el aumento de las temperatura para dicho Estado.

Atlas de Riesgos del municipio de Santa María Petapa, Oaxaca, 2013

Cuadro 26. Proyecciones de clima a futuro

ESCENARIO 2020	
PRECIPITACION TOTAL ANUAL	TEMPERATURA MEDIA ANUAL AUMENTARA
VARIA ENTRE +5 Y – 5%	ENTRE 0.6 Y 1.2°C

Fuente: http://www2.inecc.gob.mx/cclimatico/edo_sector/estados/futuro_oaxaca.html

ESCENARIO 2050	
PRECIPITACION TOTAL ANUAL	TEMPERATURA MEDIA ANUAL AUMENTARA
VARIA ENTRE +5 Y – 15%	ENTRE 1.0 Y 2.0°C

Fuente: http://www2.inecc.gob.mx/cclimatico/edo_sector/estados/futuro_oaxaca.html

ESCENARIO 2080	
PRECIPITACION TOTAL ANUAL	TEMPERATURA MEDIA ANUAL AUMENTARA
VARIA ENTRE 5 Y 30%	ENTRE 2.0 Y 4.0°C

Fuente: http://www2.inecc.gob.mx/cclimatico/edo_sector/estados/futuro_oaxaca.html

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.

Atlas de Riesgos del municipio de Santa María Petapa, Oaxaca, 2013



- 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.

Fig. 45. Mapa de peligro por ondas calidas del municipio de Santa María Petapa, Oaxaca

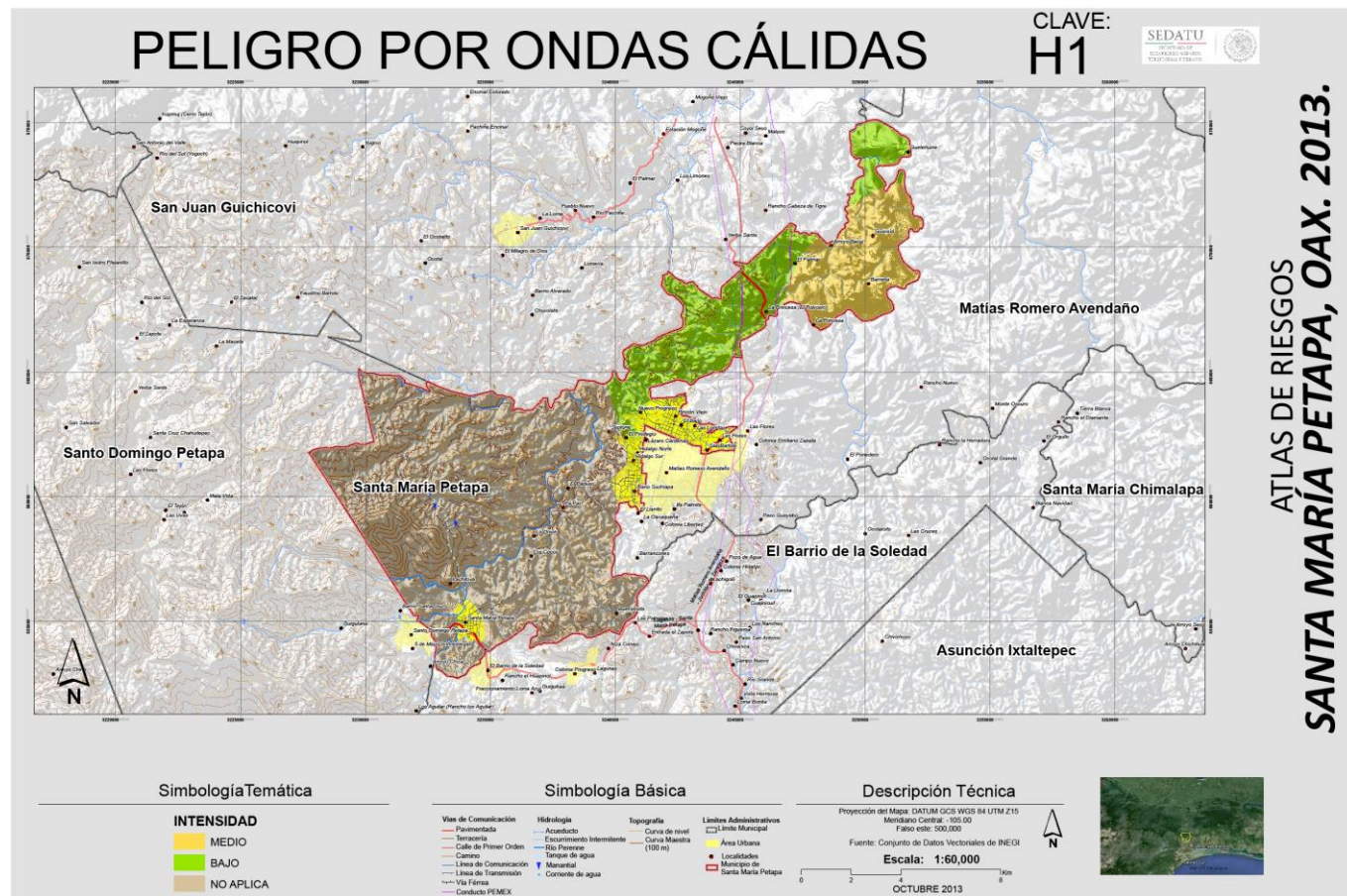
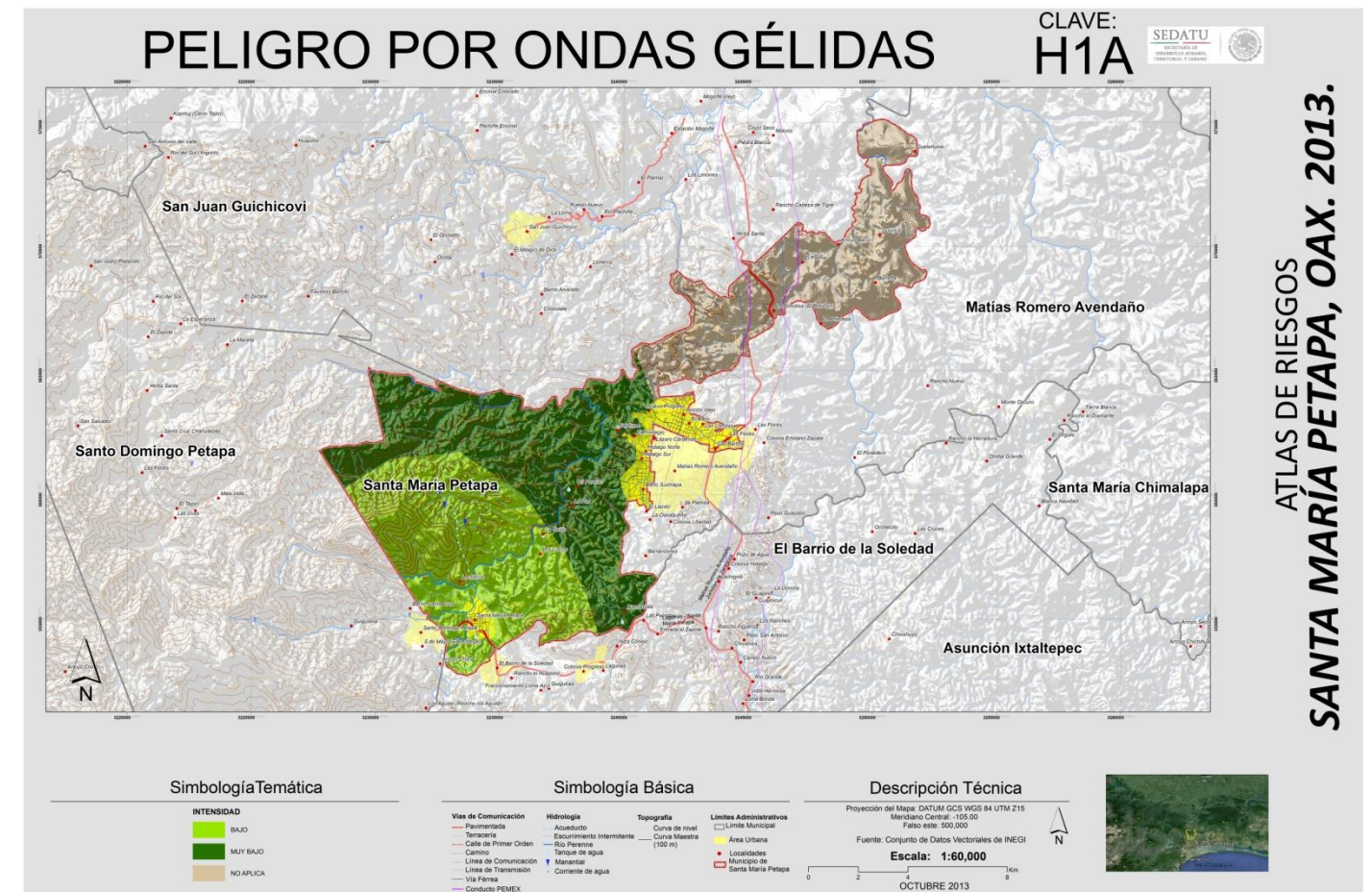


Fig. 46. Mapa de peligro por ondas gélidas del municipio de Santa María Petapa, Oaxaca



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).

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

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.

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.

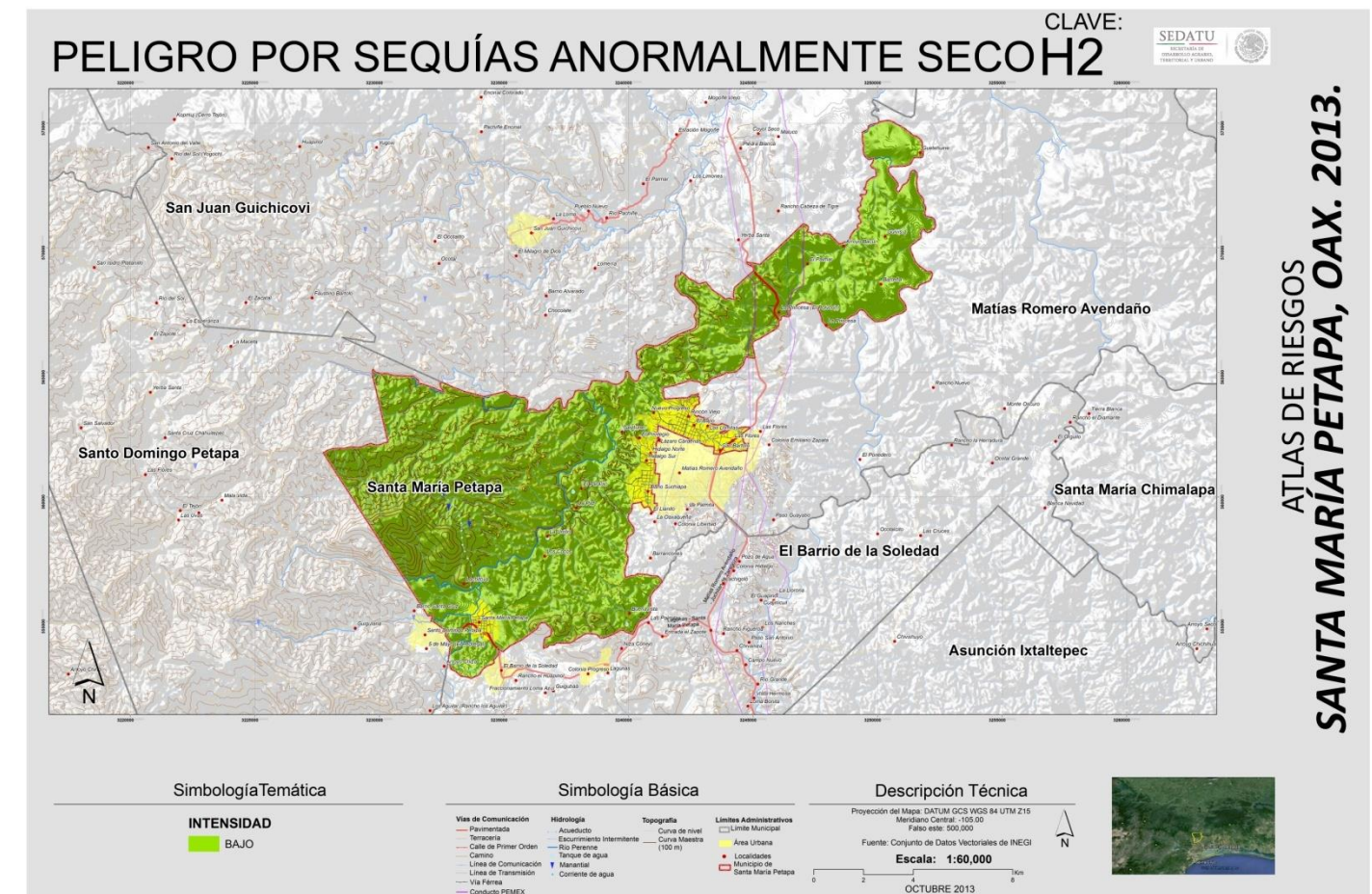
Cuadro 27. Registro De Periodos De Sequía, Categorías Máximas Para El Municipio De Santa María Petapa, Con Base En El Monitor De Sequía De América Del Norte

GRADO DE SEQUIA	AÑO	MES
ANORMALMENTE SECO	2013	ENERO
ANORMALMENTE SECO	2012	DICIEMBRE
ANORMALMENTE SECO	2011	MAYO
ANORMALMENTE SECO	2011	ABRIL

Fuente: Monitor de sequía de América del Norte.

Con base en la cartografía del NA-DM del período de 2009 a agosto 2013, el municipio de Santa María Petapa, es afectado por la sequía: Anormalmente seco por lo que el peligro por éste tipo de fenómeno se considera bajo.

Fig. 47. Mapa de Peligro por Sequías del municipio de Santa María Petapa, Oaxaca.



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.

De acuerdo a los efectos visuales que presenta el paisaje se dividen las heladas en blancas y negras.

En las heladas blancas, la humedad del aire es elevada, la temperatura desciende y alcanza el punto de rocío. El exceso de humedad se condensa sobre las plantas, objetos y suelo. Se extiende sobre el paisaje un manto de escarcha blanco. El viento calmo y los cielos despejados favorecen su formación.

En las heladas negras, la masa de aire es seca y la temperatura ambiental muy baja. No se forma la escarcha protectora rocío congelado en la superficie del vegetal. El frío intenso y persistente ataca directamente a las estructuras internas. A nivel celular, aparecen cristalitos en forma de cuchillos que desgarran la maquinaria interna de las células. Las membranas se desecan a causa del mismo proceso de congelación. El resultado es la necrosis de los tejidos que se ennegrecen como herrumbre. Si los daños afectan a partes vitales, como al tronco y a las hojas, la planta muere. El cielo cubierto, semicubierto o la turbulencia en capas bajas de la atmósfera favorecen su formación.

Para identificar el grado de peligro de este fenómeno en el municipio de Santa María Petapa, fueron considerados los datos de temperatura mínima diaria de 10 estaciones que rodean al municipio.

Cuadro 28. Estaciones meteorológicas; temperatura mínima diaria

NO. ESTACIÓN	ESTACIÓN	EN E	FE B	MA R	AB R	MA Y	JU N	JU L	AG O	SE P	OC T	NO V	DI C	LATITU D	LONGIT UD	ALTITUD MSNM
20027	CHICAPA DE CASTRO	8	10	11.5	15	16	16	17	17.5	17.5	14	13	10	16°34'29"	94°48'16"	32
20039	IXTEPEC	9	5.3	10	16	17	17	15	16	16.3	17	13.5	2	16°33'07"	95°05'04"	69
20052	ASUNCION IXTALTEPEC KM. 33	12	11	12	13	17	13	14	15	17.5	16	11	11	16°34'00"	95°01'36"	48
20068	MATIAS ROMERO	9.5	9.9	12.5	14.5	12.5	14.5	14.9	12.9	14.5	11.5	10.9	10.5	16°52'59"	95°01'59"	211
20127	SANTA MARIA CHIMALAPA	8	10	10	13	10.5	12	15	16	13	12	12	9	16°53'59"	94°40'59"	308
20134	SANTIAGO CHIVELA	6.5	5	9.5	10	15	2	2.5	16	17.5	2.5	10	7	16°43'00"	95°00'00"	217
20260	SARABIA II	10	11	10	14	14	12	17	19	17	10	12	10	17°04'00"	95°01'59"	105
20330	GUICHIXU	9	3	10	11	10	11	11	13	10	12	12	11	16°41'42"	95°17'09"	290
20331	GUIVICIA	9	7	10	10	12	18	16	18	16	13	11	7	16°55'59"	95°14'35"	468
20336	LAZARO CARDENAS	10	8	10	13	15	19	18	17	16	15	11	9	16°43'59"	94°52'00"	234

Fuente. ERIC

Con base en los registro de temperaturas mínimas de las estaciones meteorológicas que rodean la zona de estudio, se observa que las temperaturas más bajas se registran durante los meses de diciembre, enero y febrero en un rango que va de los 8°C a los 9°C. Por lo anterior no aplica el peligro de heladas para el municipio, ya que para que se presente dicho fenómeno es necesario que se tengan temperaturas con un valor igual o inferior al punto de congelación del agua 0°C.

El fenómeno de la helada puede provocar pérdidas a la agricultura y afectar a la población de las zonas rurales y ciudades; Sus impactos se dejan sentir principalmente en la población infantil y senil, sus inclemencias la sufren, sobre todo, las personas que habitan en casas frágiles o que son indigentes.

Efectos de las heladas en los cultivos

Los cultivos son vulnerables a la helada, cuando la temperatura del aire desciende hasta formar cristales de hielo en el interior de sus células durante cierto tiempo. El proceso de deterioro de las plantas depende del estado vegetativo en que se encuentre y de la especie a la que pertenece. A continuación se describen algunos de estos efectos:

Internos

Ruptura de las membranas de la célula por el crecimiento de cristales de hielo dentro del protoplasma (deshidratación).

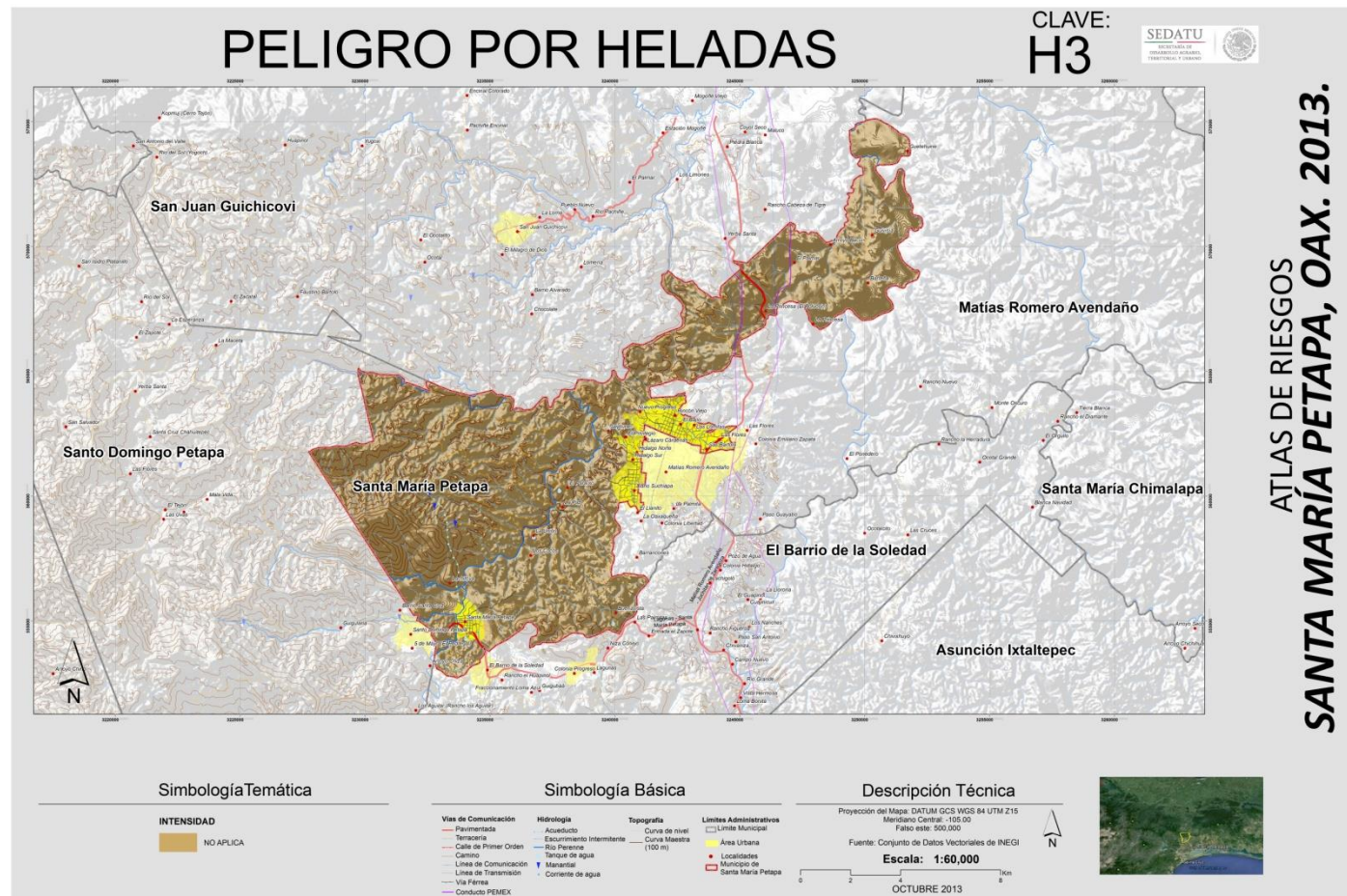
Externos

Muerte de hojas y tallos tiernos, destrucción de un gran porcentaje de flores y frutos pequeños, e incluso la muerte total de la planta. La resistencia del cultivo a la helada depende de la etapa de desarrollo; ya que, es más resistente cuando se encuentra en el período de germinación, mientras que en la floración es mayor el daño que sufre.

Inmediatos

Sus efectos son la deshidratación y el rompimiento de la membrana.

Fig. 48. Mapa de peligro por heladas en el municipio de Santa María Petapa



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 su camino.

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.

Para identificar el grado de peligro de este fenómeno en el municipio de Santa María Petapa, fueron considerados los datos de granizo de 10 estaciones que rodean al municipio.

Cuadro 29. Relación de estaciones meteorológicas con datos promedio datos de granizo

No. ESTACIÓN	NOMBRE DE LA ESTACIÓN	ESTADO	DÍAS CON GRANIZO	LATITUD	LONGITUD	ALTITUD MSNM
20027	CHICAPA DE CASTRO	OAXACA	0	16°34'29"	94°48'16"	32
20039	IXTEPEC	OAXACA	0.1	16°33'07"	95°05'04"	69
20052	ASUNCION IXTALTEPEC KM. 33	OAXACA	0	16°34'00"	95°01'36"	48
20068	MATIAS ROMERO	OAXACA	0	16°52'59"	95°01'59"	211
20127	SANTA MARIA CHIMALAPA	OAXACA	0	16°53'59"	94°40'59"	308
20134	SANTIAGO CHIVELA	OAXACA	0	16°43'00"	95°00'00"	217
20260	SARABIA II	OAXACA	0	17°04'00"	95°01'59"	105
20330	GUICHIXU	OAXACA	0	16°41'42"	95°17'09"	290
20331	GUIVICIA	OAXACA	0	16°55'59"	95°14'35"	468
20336	LAZARO CARDENAS	OAXACA	0	16°43'59"	94°52'00"	234

Fuente. ERIC 3

A partir de la información de los puntos de las estaciones meteorológicas y los datos de granizo, se realizó una interpolación (modelo algorítmico-matemático) para definir las zonas de probabilidad de ocurrencia de este fenómeno dentro del municipio obteniéndose la siguiente información:

Cuadro 30. Peligro Por Tormentas De Granizo Del Municipio De Ciudad Ixtepec

PELIGRO	ÁREAS DE AFECTACIÓN
No aplica De 0 días con granizo al año	Este rango abarca la parte del centro, norte este y una pequeña zona ubicada en el extremo suroeste y del territorio municipal
No aplica De 0 a 0.5 días con granizo al año	Este rango de días con granizo abarca la parte suroeste y una pequeña zona ubicada al centro del territorio municipal

Fuente ERIC 3

5.2.4 Tormentas de Granizo

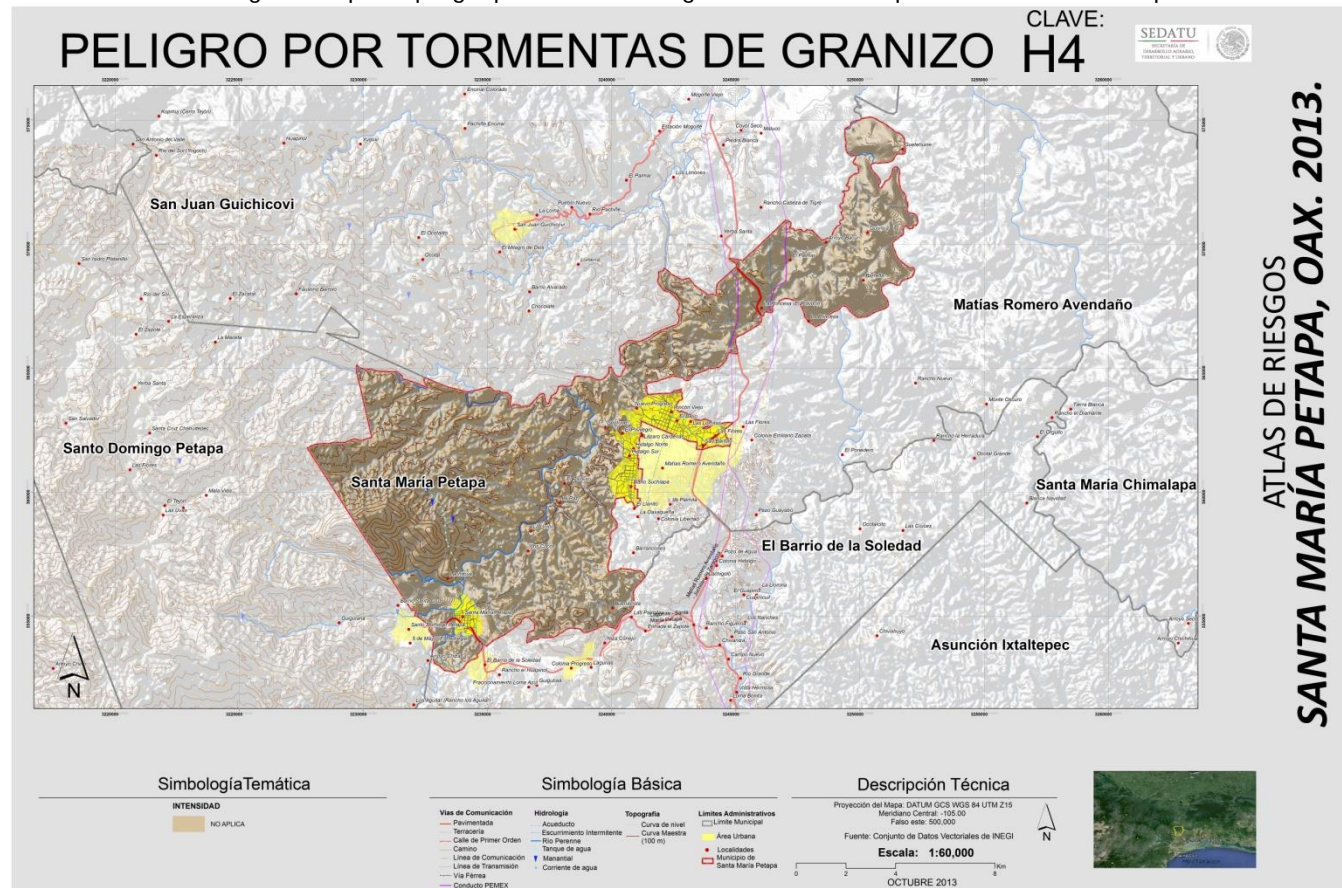
El granizo es un tipo de precipitación en forma de piedras de hielo y se forma en las tormentas severas cuando las gotas de agua o los copos de nieve formados en las nubes de tipo cumulonimbus son arrastrados por corrientes ascendentes de aire. El Granizo es una de las formas de precipitación y se llega 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

Atlas de Riesgos del municipio de Santa María Petapa, Oaxaca, 2013



La magnitud de los daños que puede provocar la precipitación en forma de granizo depende de su cantidad y tamaño, en las zonas rurales, los granizos destruyen las siembras y plantíos; a veces causan la pérdida de animales de cría. En las regiones urbanas afectan a las viviendas, construcciones y áreas verdes. En ocasiones, el granizo se acumula en cantidad suficiente dentro del drenaje para obstruir el paso del agua y generar inundaciones durante algunas horas.

Fig. 49. Mapa de peligro por tormentas de granizo en el municipio de Santa María Petapa



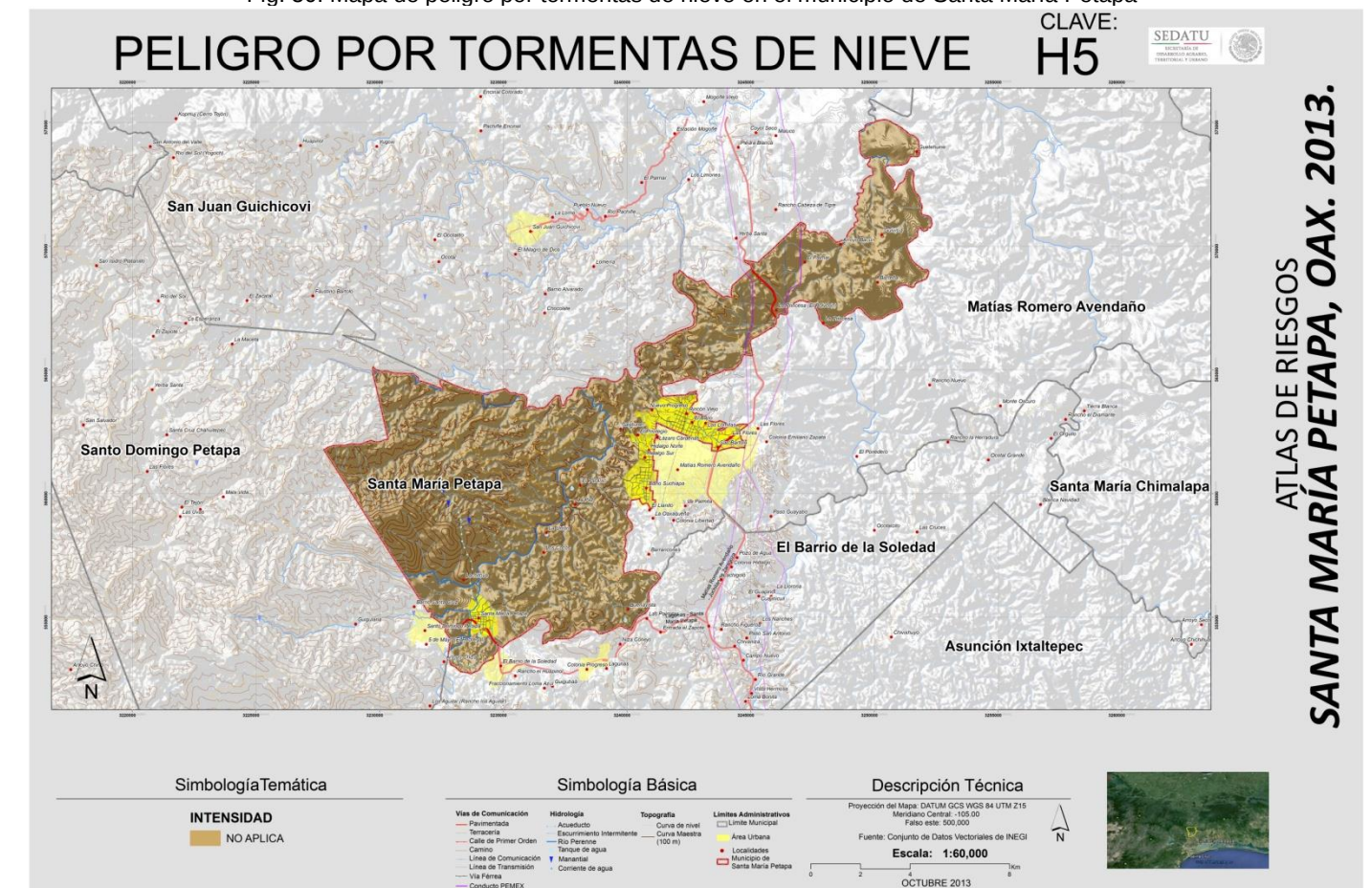
5.2.5 TORMENTAS DE NIEVE

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 atmosfera, a nivel superficial, es igual o menos 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. Las nevadas principalmente ocurren en el norte del país y en las regiones altas.

Con base en los registro de temperaturas mínimas de las estaciones meteorológicas que rodean la zona de estudio, se observa que las temperaturas más bajas se registran durante los meses de diciembre, enero y febrero en un rango que va de los 8°C a los 9°C. Por lo anterior no aplica el peligro de tormentas de nieve para el municipio, ya que para que se presente dicho fenómeno es necesario que se tengan temperaturas con un valor igual o inferior al punto de congelación del agua 0°C.

Fig. 50. Mapa de peligro por tormentas de nieve en el municipio de Santa María Petapa



5.2.6 Ciclones Tropicales

HURACANES

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).

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).

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 amarras en 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).

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).

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).

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 la llegada 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:

Cuadro 31. 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 capítulo 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 percatarse 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.,

Atlas de Riesgos del municipio de Santa María Petapa, Oaxaca, 2013

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.

Cuadro 32. Clasificación de Depresiones Tropicales

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.

Por su ubicación geográfica y con base en los registros (SMN), el grado de peligro por presencia de ciclones tropicales para el municipio de Santa María Petapa, es muy bajo, viéndose afectado de manera indirecta por estos fenómenos.

En lo que respecta al viento el grado de peligro por este fenómeno meteorológico es bajo ya que con base al mapa de regionalización de los valores de las intensidades máximas de viento en el país ocurridas una vez cada 50 años, elaborado por la Comisión Federal de Electricidad, indica que el municipio, es afectado por una zona eólica, cuyo rango de Velocidad va de los 100 a 130 Km/h.

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 revisaron varias bases de datos para verificar si alguno de estos fenómenos ha afectado de manera directa o indirecta la zona de estudio, encontrándose los siguientes fenómenos:

Huracán “Rick” [07 Noviembre – 10 Noviembre de 1997]

En base en la información obtenida de CONAGUA Subdirección General Técnica Servicio Meteorológico Nacional, el día 7 de noviembre por la tarde, se formó la depresión tropical No. 19-E de la temporada en el Océano Pacífico, con vientos máximos sostenidos de 55 km/h y rachas de 75 km/h, a 770 km al Sursuroeste de Acapulco, Gro., intensidad con la que se mantuvo hasta la mañana del día 8, cuando se localizó a 570 km al Sursuroeste de Zihuatanejo, Gro.

El día 8 a las 15:00 horas la DT-19, se desarrolló a tormenta tropical, por lo que adquirió el nombre de "Rick", localizada a 460 km al Sursuroeste de Zihuatanejo, Gro. con vientos máximos de 65 km/h, rachas de 85 km/h y desplazamiento de 13 km/h hacia el Noreste, que más tarde aumentó a 28 km/h. A las 00:00 horas del día 9, la tormenta tropical "Rick" se intensificó a huracán, a 225 km al sur suroeste de Acapulco, Gro., alcanzando vientos máximos de 120 km/h, rachas de 150 km/h y desplazamiento de 20 km/h hacia el noreste. A las 9:00 horas "Rick" presentó su mayor acercamiento a la ciudad de Acapulco, cuando se localizó a 170 km al Sureste, en su etapa más intensa, con vientos máximos sostenidos de 140 km/h, rachas de 170 km/h y desplazamiento hacia el este-noreste a 22 km/h, fuerza que conservó hasta localizarse a 155 km al oeste-suroeste de puerto Escondido, Oax., el día 9 al mediodía.

A las 18:00 horas, "Rick" tocó tierra en las cercanías de la población de Llano Grande, Oax., a 20 km al Oeste de Puerto Escondido, con vientos máximos sostenidos de 140 km/h y rachas de 165 km/h, continuando su desplazamiento hacia el este-noreste sobre territorio oaxaqueño con una velocidad de 25 km/h. A las 3:00 horas del día 10, el huracán "Rick" se debilitó a tormenta tropical sobre la ciudad de Salina Cruz, Oax., con vientos máximos de 100 km/h y rachas de 120 km/h, y a las 9:00 horas se degradó a depresión tropical con vientos máximos de 55 km/h y rachas de 75 km/h. Por la tarde, la depresión tropical "Rick" se localizó a 120 km al este-noreste de Tuxtla Gutiérrez, Chis. en etapa de disipación.

Tormenta Tropical “Olaf” [26 Septiembre – 12 Octubre de 1997]

Con base en información obtenida de CONAGUA Subdirección General Técnica Servicio Meteorológico Nacional, el día 26 de septiembre por la mañana se formó la depresión tropical No. 17-e de la temporada en el Pacífico, a 425 km al suroeste de Tapachula, Chis., con vientos máximos sostenidos de 55 km/h, rachas de 75 km/h y desplazamiento hacia el norte.

Por la tarde, la DT-17 evolucionó a tormenta tropical, por lo que adquirió el nombre de "Olaf", localizada a 310 km al suroeste de Tapachula, Chis., con vientos máximos de 75 km/h y rachas de 90 km/h, ahora con dirección de su trayectoria hacia el nor-noroeste, alcanzando más tarde vientos máximos de 85 km/h. En las primeras horas del día 27, "Olaf" alcanzó vientos máximos sostenidos de 110 km/h y rachas de 140 km/h a 200 km al sur-sureste de Huatulco, Oax., con desplazamiento hacia el nor-noroeste. Por la tarde, empezó a disminuir su fuerza presentando vientos máximos de 85 km/h y rachas de 100 km/h, intensidad con la que se mantuvo desde la noche del día 27 hasta el mediodía siguiente. Durante la noche del 27 y las primeras horas del día

Atlas de Riesgos del municipio de Santa María Petapa, Oaxaca, 2013

28, "Olaf" se mantuvo estacionario a 150 km al sur-sureste de Salina Cruz, Oax., después de lo cual reinició su desplazamiento, ahora con dirección norte.

El día 28 por la tarde, la tormenta tropical "Olaf" entró a tierra en Punta Bocabarra, Oax. a 55 km al este de Salina Cruz, Oax., con vientos máximos de 75 km/h y rachas de 95 km/h. Por la noche, desplazándose sobre tierra, se degradó a depresión tropical con vientos máximos de 55 km/h sobre Salina Cruz, Oax. Por la mañana del día 29, la depresión tropical "Olaf" se localizó a 15 km al noreste de Puerto Escondido, Oax., desplazándose hacia el oeste a 9 km/h, con vientos máximos de 45 km/h. Más tarde, se convirtió en una baja presión.

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 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

Tormenta Tropical "Larry" [01 Octubre – 07 Octubre de 2003]

En base a la información obtenida de CONAGUA Subdirección General Técnica Servicio Meteorológico Nacional, el día 1° de octubre en las primeras horas de la noche, se generó la tormenta tropical "Larry", proveniente de una amplia zona de inestabilidad en el sur del golfo de México, asociada con una perturbación tropical que se desarrolló dando origen al ciclón tropical número 17 de la temporada en el Océano Atlántico.

La tormenta tropical se formó en el Sur del Golfo de México, con centro ubicado a 315 km al Noroeste de Ciudad del Carmen, Camp., con vientos máximos sostenidos de 85 km/h, rachas de 100 km/h y presión mínima de 1003 hPa, misma fuerza con la que se mantuvo hasta el día siguiente. En su inicio la tormenta tropical "Larry" permaneció casi estacionaria por la interacción con un sistema frontal y debido a que se ubicaba entre dos centros de alta presión en la capa media profunda. Durante la tarde del día 2, registró un lento desplazamiento hacia el Sur, además aumentó sus vientos a 95 km/h con rachas de 110 km/h, a una distancia aproximada de 265 km al nor-noreste de Coatzacoalcos, Ver.

Durante el día 3, "Larry" alternó su trayectoria con periodos de desplazamiento errático y casi estacionario, mientras golpeaba con sus bandas de fuerte convección la costa Sur del Golfo de México y la Península de Yucatán, al final del día ya se encontraba a 165 km al este-noreste del

puerto de Veracruz, Ver., con vientos máximos sostenidos de 95 km/h, rachas de 110 km/h y presión mínima de 995 hPa.

En el transcurso del día 4, la tormenta tropical "Larry" siguió su trayecto errático con tendencia hacia el Sur, acercándose cada vez más a la costa del estado de Tabasco, por lo que al final del día ya se encontraba a 65 km al Norte de Cárdenas, Tab., con vientos máximos sostenidos de 95 km/h, rachas de 110 km/h y presión mínima de 996 hPa, mientras afectaba fuertemente con lluvias intensas los estados de Tabasco, Chiapas, Campeche, Oaxaca, Yucatán y el Sur de Veracruz.

En las primeras horas del día 5, el centro de "Larry" se ubicó muy cerca de la línea costera tabasqueña, a 60 km al nor-noreste de Cárdenas, Tab., con vientos máximos sostenidos de 95 km/h, afectando con el desarrollo de fuerte convección a la región Sureste del país. Alrededor de las 3:00 de la mañana, el centro de la tormenta tropical "Larry" tocó tierra en la costa de Tabasco, a 15 km al Este-Noreste de la población de El Alacrán, Tab., y a 27 km al Oeste de Paraíso, Tab., con vientos máximos sostenidos de 95 km/h, rachas de 110 km/h y presión mínima de 996 hPa. Durante el resto del día, "Larry" siguió moviéndose lentamente hacia el Sur; al adentrarse en tierra sobre territorio tabasqueño, empezó a disminuir su fuerza y poco después del mediodía, se encontraba a 50 km al Sur-Sureste de Lázaro Cárdenas, Tab., con vientos máximos sostenidos de 65 km/h y rachas de 85 km/h.

Mientras se desplazaba hacia el Sur-Suroeste sobre el Occidente del estado de Tabasco, "Larry" siguió perdiendo fuerza, por lo que al final del día, cuando se encontraba cerca de los límites entre Veracruz y Tabasco, a 15 km al Este de Las Choapas, Ver., se degradó a depresión tropical con vientos máximos sostenidos de 55 km/h y rachas de 75 km/h

Finalmente, el día 6 en la madrugada, la depresión tropical "Larry" se localizó a 105 km al Sur-Sureste de Coatzacoalcos, Ver., con vientos máximos sostenidos de 35 km/h y rachas de 45 km/h, en proceso de disipación. Sin embargo, sus remanentes asociados con su centro de baja presión continuaron su desplazamiento hacia el estado de Chiapas, ocasionando intensas precipitaciones. Posteriormente, el sistema de baja presión cruzó hacia el Istmo de Tehuantepec y se internó en el Pacífico, dando lugar a una zona de perturbación tropical que afectó durante los días 7, 8 y 9 de octubre a los estados de Chiapas, Oaxaca y Guerrero.

Tormenta tropical "Hermine" (septiembre 2010)

A partir del remanente de baja presión de la Depresión tropical No. 11-E localizado al sur de Veracruz, mismo que al ingresar a aguas del Golfo de México y al ir mostrando mayor organización, generó a la Depresión tropical No. 10, localizándose a las 13:00 hrs del 5 de septiembre a 190 km al nor-noreste de Veracruz, Ver., con vientos máximos sostenidos de 45 km/h, rachas de 65 km/h, presión mínima central de 1003 hPa y desplazamiento hacia el Norte a 11 km/h. por su ubicación y desplazamiento el Servicio Meteorológico Nacional estableció un índice de peligrosidad moderado, zona de alerta desde Tampico, Tamps., hasta la desembocadura del Río Bravo, y comenzó la emisión de avisos cada 3 horas.

A las 04:00 hrs. del día 6 la depresión tropical se intensificó a Tormenta tropical denominándose “Hermine”, localizándose a 260 km al Este-noreste de Tuxpan, Ver y a 300 km al Este-sureste de Tampico, Tamps., con vientos máximos sostenidos de 65 km/h, rachas de 85 km/h, presión mínima central de 1001 hPa y desplazamiento hacia el Oeste a 13 km/h. Su radio de vientos y oleaje no afectaban directamente las costas mexicanas, Hermine, continuó intensificando sus vientos y disminuyendo la presión, mientras se desplazaba hacia el nor-noroeste, por lo que a las 19:00 hrs., este sistema ciclónico alcanzó los vientos más intensos de 100 km/h con rachas de 120 km/h y la presión mínima central más baja de 991 hPa., al mismo tiempo la pared del núcleo central se encontraba próximo a ingresar al Norte de Tamaulipas, por lo que 3 horas más tarde el centro ya se encontraba en tierra a 40 km al Sur de Matamoros, Tamps., se discontinuó la zona de alerta para La Cruz hasta Punta Algodones, Tamps. y se mantuvo desde Punta Algodones, Tamps hasta la desembocadura del Río Bravo, afectando el territorio mexicano, principalmente con lluvias torrenciales.

El día 7 continuó su desplazamiento por tierras texanas, debilitándose y perdiendo organización, por lo que a las 19:00 hrs se debilitó a Depresión tropical, localizándose en la región central de Texas, E.U.A. y a 435 km al Norte de Nuevo Laredo, Tamps., continuando su rápido debilitamiento e internándose hacia el estado de Oklahoma,

Tormenta tropical “Hermine” [20 septiembre – 25 septiembre de 1980]

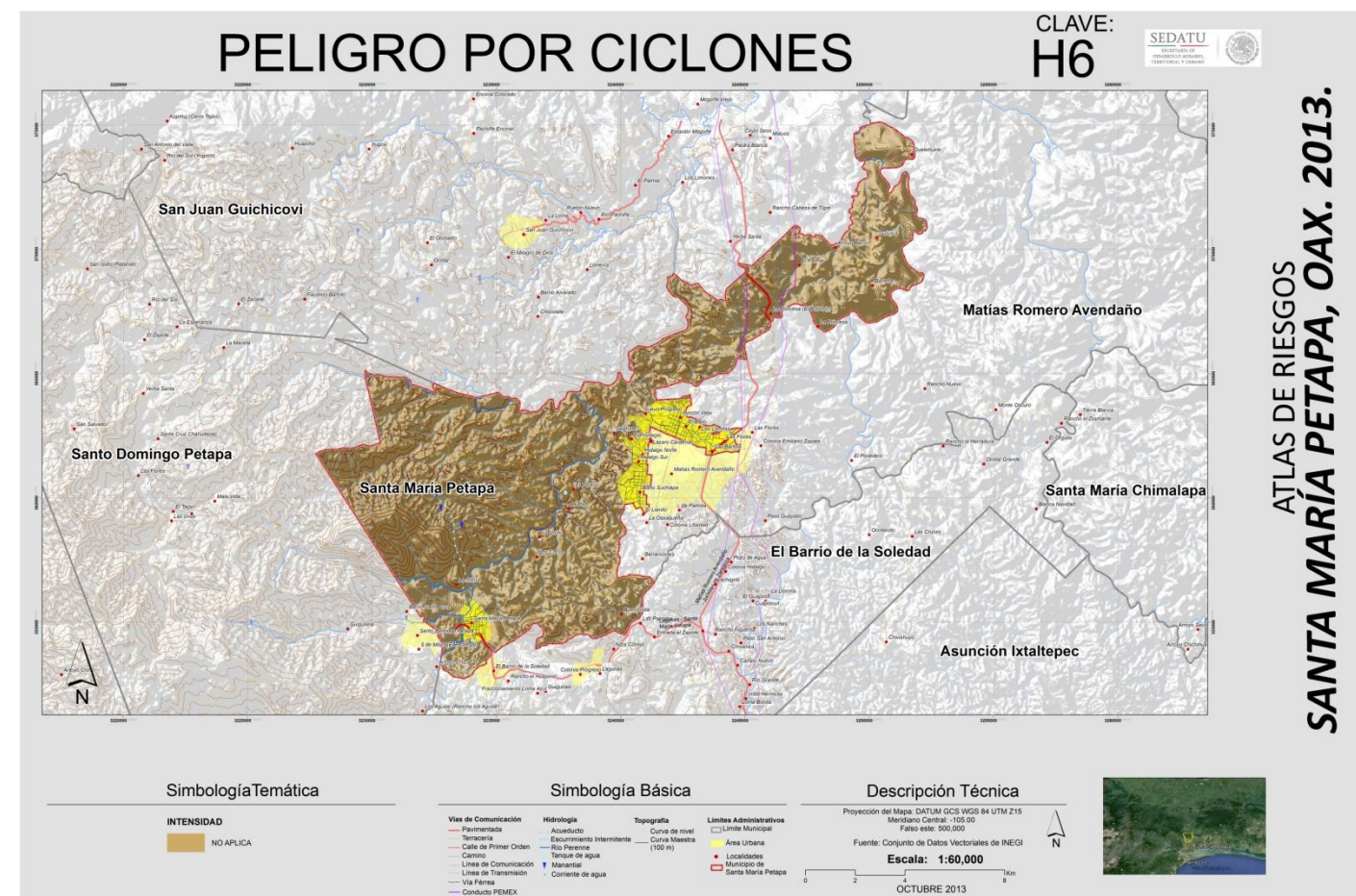
Se origina el 20 de septiembre de 1980 en el mar Caribe a unos 650 km de las costas hondureñas, con vientos de 25 km/h, para el 21 de septiembre la tormenta tropical se encontraba cerca de la costa de Honduras, después de rozar Honduras, la tormenta tropical “Hermine” tocó tierra justo al norte de la ciudad de Belice el 22 del mismo mes, dejando a su paso lluvias. Después de cruzar la península de Yucatán, “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 pasa lluvias por la zona, finalmente para el 22 del mismo mes, después de haber atravesado la parte sur del territorio nacional, se disipo frente a las costas mexicanas del Pacífico.

Fig. 51. Mapa de peligro por ciclones en el municipio de Santa María Petapa, Oaxaca.



5.2.7 TORNADOS

Un tornado es la perturbación atmosférica más violenta en forma de vórtice, el cual aparece en la base de una nube de tipo cumuliforme, resultado de una gran inestabilidad, provocada por un fuerte descenso de la presión en el centro del fenómeno y fuertes vientos que circulan en forma ciclónica alrededor de éste. De acuerdo con el Servicio Meteorológico de los EUA (NWS, 1992), los tornados se forman cuando chocan masas de aire con diferentes características físicas de densidad, temperatura, humedad y velocidad. Cuando se observa un tornado se puede distinguir una nube de color blanco o gris claro, mientras que el vórtice se encuentra suspendido de ésta; cuando el vórtice hace contacto con la tierra se presenta una nube de un color gris oscuro o negro debido al polvo y escombros que son succionados del suelo por la violencia del remolino. Estos vórtices llamados también chimeneas o mangas, generalmente rotan en sentido contrario a las manecillas del reloj en el hemisferio norte y al contrario en el hemisferio sur. En algunas ocasiones se presentan como un cilindro, con dimensiones que pueden ser desde

Atlas de Riesgos del municipio de Santa María Petapa, Oaxaca, 2013

decenas de metros hasta un kilómetro; el diámetro puede variar ligeramente entre la base de la nube y la superficie del suelo. Algunos tornados están constituidos por un solo vórtice, mientras que otros forman un sistema de varios de ellos que se mueven en órbita alrededor del centro de la circulación más grande del tornado. Estos vórtices se pueden formar y desaparecer en segundos.

Los tornados pueden ser locales, pero la rapidez con que se desarrollan los hacen 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.

Existen varias escalas para medir la intensidad de un tornado, pero la aceptada universalmente es la Escala de Fujita (también llamada Fujita-Pearson Tornado Intensity Scale), elaborada por Tetsuya Fujita 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).

Cuadro 33. 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.

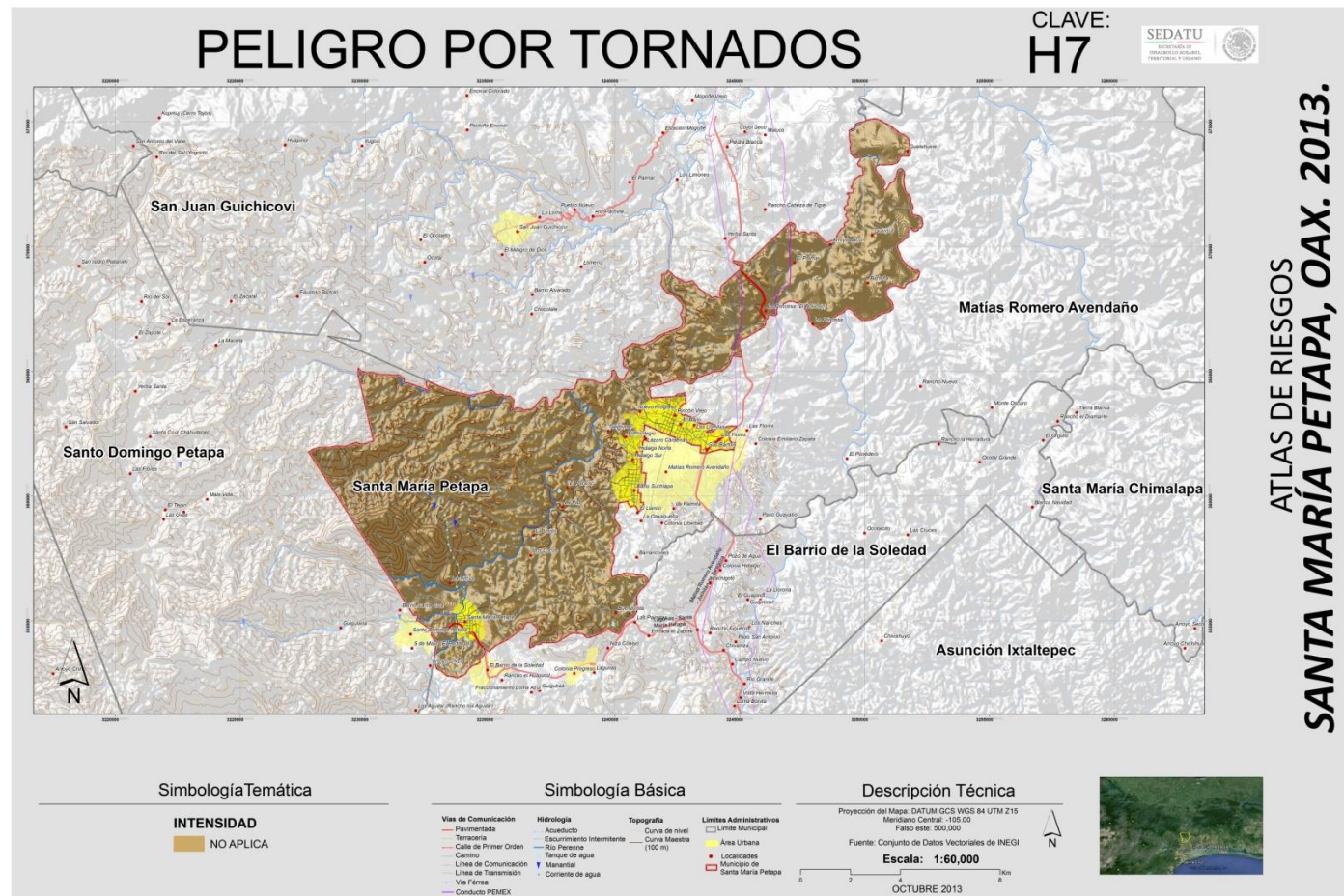
Fuente. CENAPRED

En nuestro país se presentan las condiciones meteorológicas necesarias para la formación de los tornados superceldas y no-superceldas (Macías, 2001). 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).

Para el municipio de Santa María Petapa, 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 CENAPRED, dicho municipio es considerado como una zona sin presencia de Tornados.

Fig. 52. Mapa de peligro por Tornados en el municipio de Santa María Petapa, Oaxaca.



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.

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.

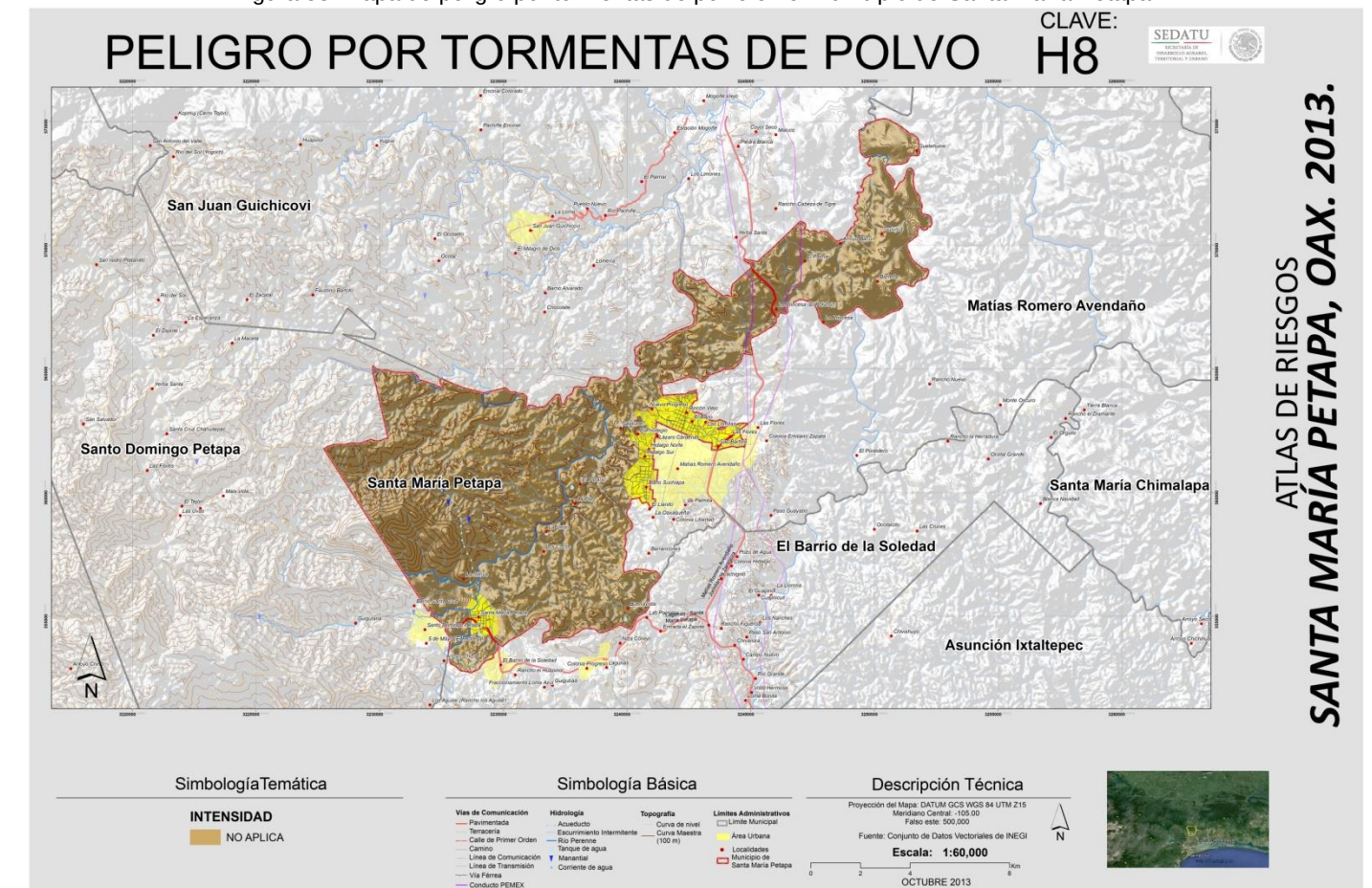
Los daños que ha sufrido el planeta como es la deforestación, el efecto invernadero, la contaminación, etc, han contribuido a que las tormentas sean más constantes.

Grupos vulnerables

- Bebés, niños, y adolescentes
- Personas ancianas
- 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, o corredores)

El grado de peligro por presencia de tormentas de polvo para el municipio de Santa María Petapa, es bajo.

Figura 53. Mapa de peligro por tormentas de polvo en el municipio de Santa María Petapa



Atlas de Riesgos del municipio de Santa María Petapa, Oaxaca, 2013

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.

Para la determinación de las zonas de posible caída de rayos a la superficie terrestre dentro del municipio de Santa María Petapa, se utilizó como base la información de tormentas eléctricas de 11 estaciones del Servicio Meteorológico Nacional, que rodean el municipio.

Cuadro 34. Relación de estaciones meteorológicas para establecer las zonas de mayor peligrosidad por la presencia de tormentas eléctricas

NO ESTACIÓN	NOMBRE DE LA ESTACIÓN	ESTADO	DÍAS CON TORMENTAS ELÉCTRICAS	LATITUD	LONGITUD	ALTITUD MSNM
20027	CHICAPA DE CASTRO	OAXACA	2.2	16°34'29"	94°48'16"	32
20039	IXTEPEC	OAXACA	25.2	16°33'07"	95°05'04"	69
20052	ASUNCION IXTALTEPEC KM. 33	OAXACA	1.9	16°34'00"	95°01'36"	48
20057	LA MACETA	OAXACA	6.7	16°51'00"	95°09'00"	857
20068	MATIAS ROMERO	OAXACA	22.3	16°52'59"	95°01'59"	211
20127	SANTA MARIA CHIMALAPA	OAXACA	1.8	16°53'59"	94°40'59"	308
20134	SANTIAGO CHIVELA	OAXACA	9	16°43'00"	95°00'00"	217
20260	SARABIA II	OAXACA	11.1	17°04'00"	95°01'59"	105
20330	GUICHIXU	OAXACA	0.7	16°41'42"	95°17'09"	290
20331	GUIVICIA	OAXACA	0	16°55'59"	95°14'35"	468
20336	LAZARO CARDENAS	OAXACA	0	16°43'59"	94°52'00"	234

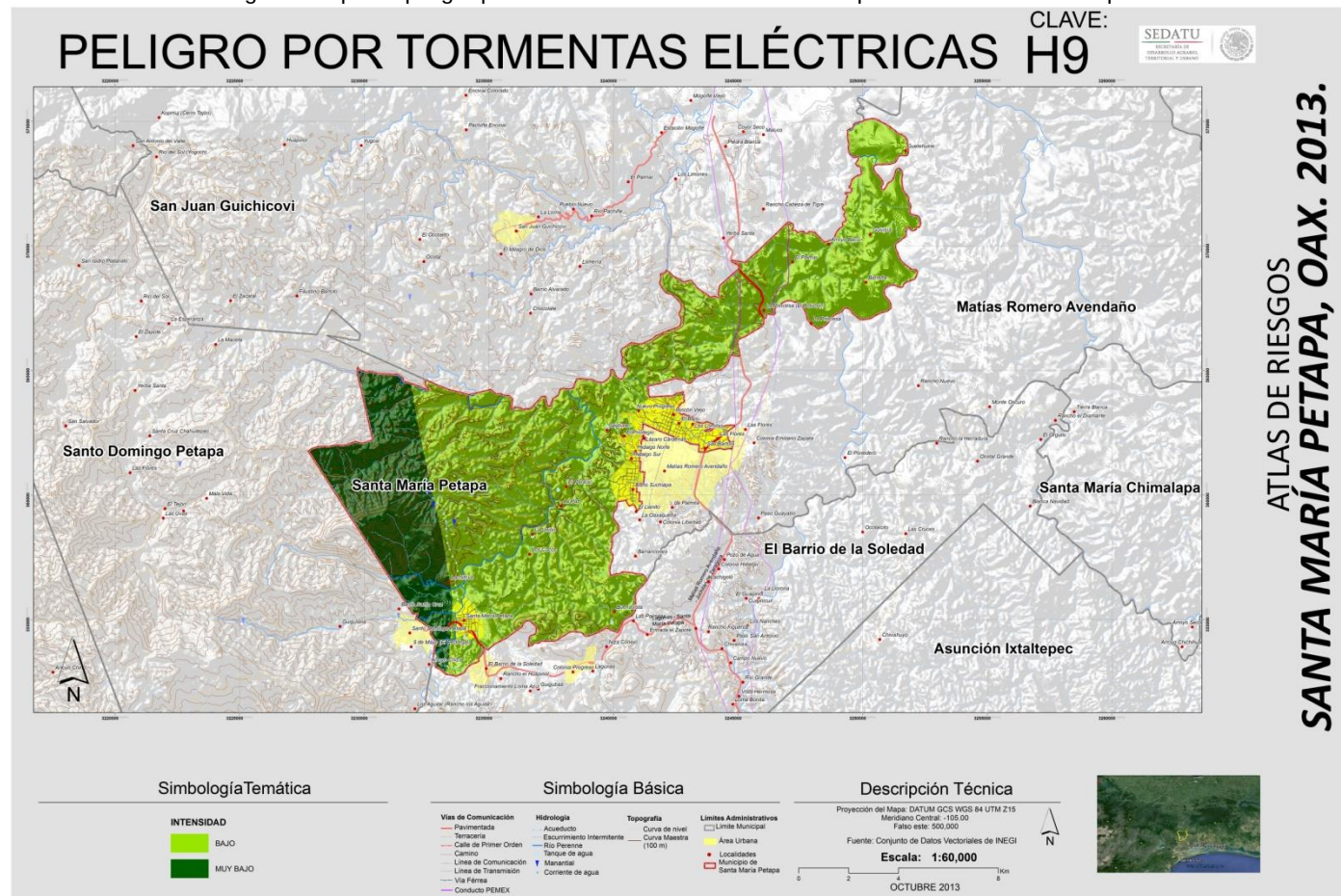
Fuente. ERIC 3

A partir de la información de los puntos de las estaciones meteorológicas y los datos de tormentas eléctricas, se realizó una interpolación (modelo algorítmico-matemático) para definir las zonas de probabilidad de ocurrencia de este fenómeno dentro del municipio obteniéndose la siguiente información:

Cuadro 35. Peligro Por Tormentas Eléctricas Municipio De Santa María Petapa

PELIGRO	ÁREAS DE AFECTACIÓN
MUY BAJO DE 5 A 10 DIAS CON T.E.	Este rango de tormentas cubre la parte suroeste del municipio y los meses en los cuales tiene mayor probabilidad de presentarse dicho fenómeno son: junio y julio principalmente
BAJO DE 10 A 20 DIAS CON T.E.	Este rango de tormentas cubre parte del sur, centro y una pequeña zona ubicada en el noreste del municipio y los meses en los cuales tiene mayor probabilidad de presentarse dicho fenómeno son: junio y julio principalmente
BAJO DE 20 A 30 DIAS CON T.E.	Este rango de tormentas cubre parte del centro y norte del municipio y los meses en los cuales tiene mayor probabilidad de presentarse dicho fenómeno son: junio y julio principalmente

Fig. 54. Mapa de peligro por tormentas eléctricas en el municipio de Santa María Petapa



5.2.10 Lluvias extremas

En meteorología, la precipitación es cualquier forma de hidrometeoro que cae del cielo y llega a la superficie terrestre. Esto incluye lluvia, llovizna, nieve, cinarra (precipitación en forma sólida, con el tamaño de los gránulos de hielo que no sobrepasa el milímetro y con una forma alargada) granizo; pero no la virga (hidrometeoro que cae de una nube mas se evapora antes de alcanzar el suelo), ni neblina ni rocío. La cantidad de precipitación sobre un punto de la superficie terrestre es llamada pluviosidad.

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.

Cuando el agua condensada alcanza una masa crítica, se hace más pesado que el aire que la circunda y "precipita". Según el mecanismo por el cual dichas masas de aire son obligadas a ascender se pueden clasificar las precipitaciones según sean: frontales, convectivas u orográficas.

Precipitación frontal: ocurre cuando dos masas de aire de distintas presiones, tales como la fría (más pesada) y la cálida (más liviana) chocan una con la otra.

Precipitación convectiva: se produce, generalmente, en regiones cálidas y húmedas cuando masas de aire cálidas, al ascender en altura se enfrían, generándose de esta manera la precipitación.

Precipitación orográfica. Efecto Foëhn: cuando una masa de aire húmedo circula hacia una masa montañosa se eleva hasta llegar a la cima de la montaña. Al ascender se enfría y el agua que contiene se condensa, por lo que se producen las precipitaciones y la masa de aire pierde humedad. Al pasar a la otra ladera de la montaña, el aire seco desciende y se calienta; se genera un viento seco y cálido que puede producir deshielo.

La lluvia

La lluvia (del latín pluvia) es un fenómeno atmosférico iniciado con la condensación del vapor de agua contenido en las nubes. Según la definición oficial de la Organización Meteorológica Mundial, la lluvia es la precipitación de partículas de agua líquida de diámetro mayor de 0.5 mm, o de gotas menores pero muy dispersas. Si no alcanza la superficie terrestre no sería lluvia sino virga, y si el diámetro es menor, será llovizna.

Las gotas de agua no tienen forma de lágrima, redondas por abajo y puntiagudas por arriba, como se suele pensar. Las gotas pequeñas son casi esféricas, mientras que las mayores están achatadas. Su tamaño oscila entre los 0.5 y los 6.35 mm, mientras que su velocidad de caída varía entre los 8 y los 32 km/h, dependiendo de su volumen.

La lluvia depende de tres factores: presión, temperatura y, en especial, radiación solar.

En las últimas décadas se ha producido un fenómeno que causa lluvias con mayor frecuencia cuando la radiación solar es menor, es decir, por la noche.

La lluvia no cae en la misma cantidad alrededor del mundo, e incluso, en diferentes partes de un mismo país La precipitación pluvial se mide en milímetros (mm), que equivale al espesor de la lámina de agua que se formaría, a causa de la precipitación, sobre una superficie plana e impermeable. La medición de la precipitación se efectúa por medio de pluviómetros o pluviógrafos; los segundos son utilizados principalmente cuando se tratan de determinar precipitaciones intensas de corto periodo. Para que los valores sean comparables en las estaciones pluviométricas, se utilizan instrumentos estandarizados.

Para identificar el grado de peligro de este fenómeno en el municipio de Santa María Petapa, fueron considerados los datos promedio de precipitación mensual máxima de 11 estaciones que rodean al municipio.

Cuadro 36. Relación De Estaciones Meteorológicas Para Establecer Las Zonas De Mayor Peligrosidad Por La Presencia De Lluvias Extremas

No. ESTACIÓN	NOMBRE DE LA ESTACIÓN	ESTADO	PRESIPITACIÓN mm	LATITUD	LONGITUD	ALTITUD MSNM
20027	CHICAPA DE CASTRO	OAXACA	319.5	16°34'29"	94°48'16"	32
20039	IXTEPEC	OAXACA	318.7	16°33'07"	95°05'04"	69
20052	ASUNCION IXTALTEPEC KM. 33	OAXACA	188.8	16°34'00"	95°01'36"	48
20057	LA MACETA	OAXACA	352.4	16°51'00"	95°09'00"	857
20068	MATIAS ROMERO	OAXACA	340.1	16°52'59"	95°01'59"	211
20127	SANTA MARIA CHIMALAPA	OAXACA	456.1	16°53'59"	94°40'59"	308
20134	SANTIAGO CHIVELA	OAXACA	313.4	16°43'00"	95°00'00"	217
20260	SARABIA II	OAXACA	377.0	17°04'00"	95°01'59"	105
20330	GUICHIXU	OAXACA	107.0	16°41'42"	95°17'09"	290
20331	GUIVICIA	OAXACA	341.1	16°55'59"	95°14'35"	468
20336	LAZARO CARDENAS	OAXACA	119.1	16°43'59"	94°52'00"	234

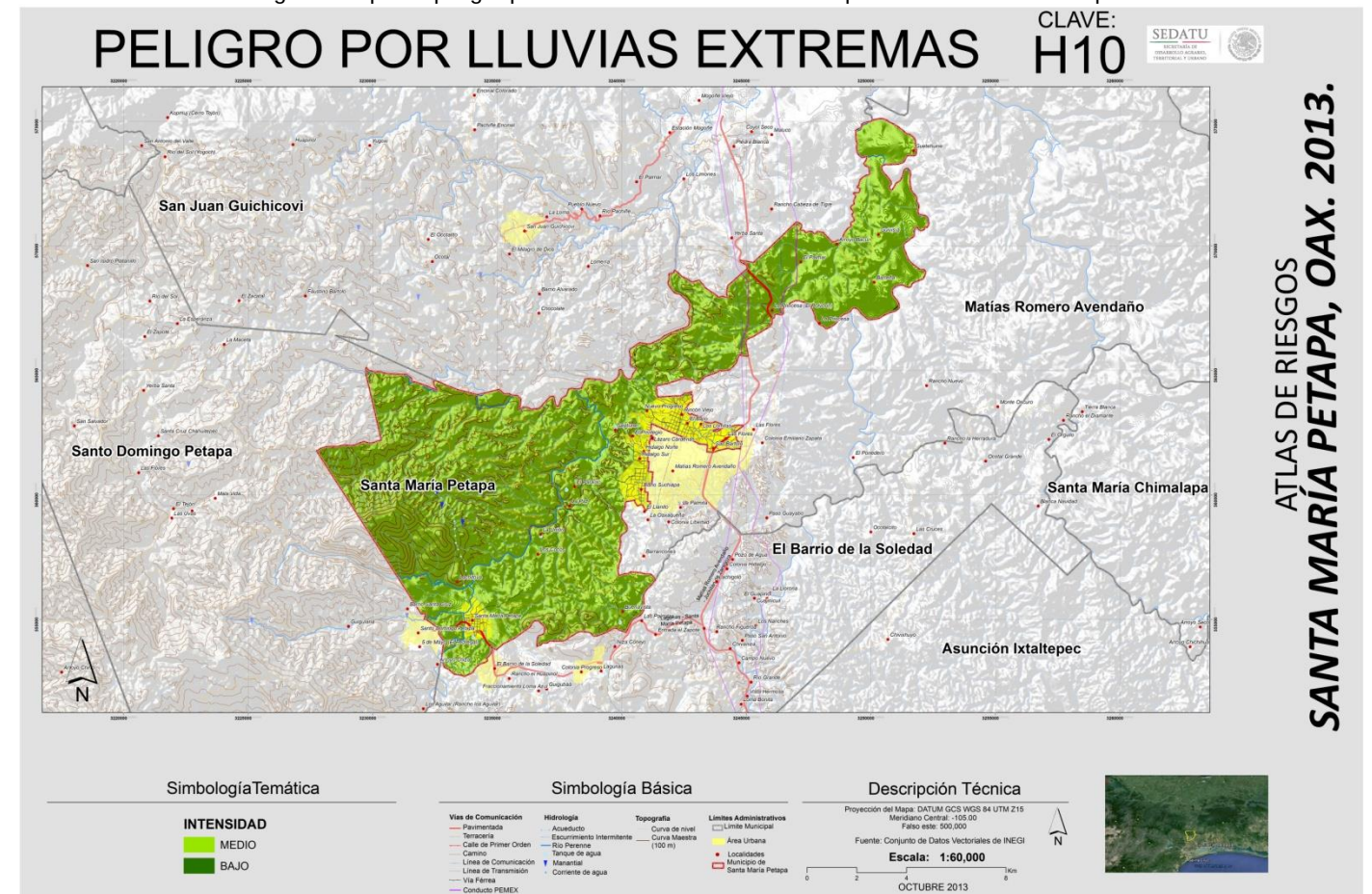
Fuente. Eric 3

A partir de la información de los puntos de las estaciones meteorológicas y los datos de precipitación mensual máxima, se realizó una interpolación (modelo algorítmico-matemático) para definir las zonas de probabilidad de ocurrencia de este fenómeno dentro del municipio obteniéndose la siguiente información:

Cuadro 37. Peligro por Lluvias Extremas Municipio de Santa María Petapa

PELIGRO	ÁREAS DE AFECTACIÓN
MEDIO DE 150 A 250 MM.	Este rango de precipitación cubre todo el territorio municipal, los meses en los cuales tiene mayor probabilidad de presentarse dicho fenómeno junio, julio, agosto y septiembre principalmente

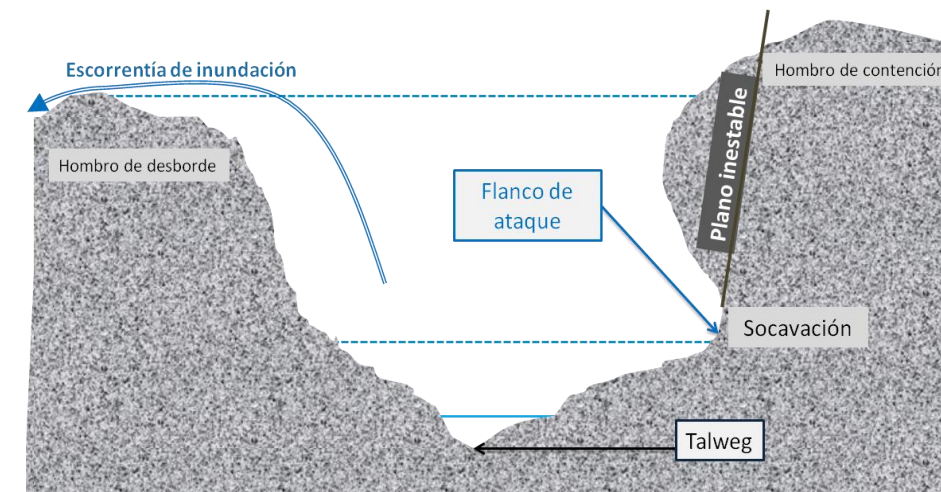
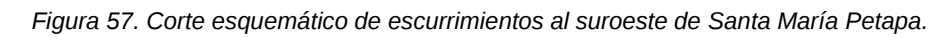
Fig. 55. Mapa de peligro por lluvias extremas en el municipio de Santa María Petapa



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.

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.



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 Santa María Petapa:

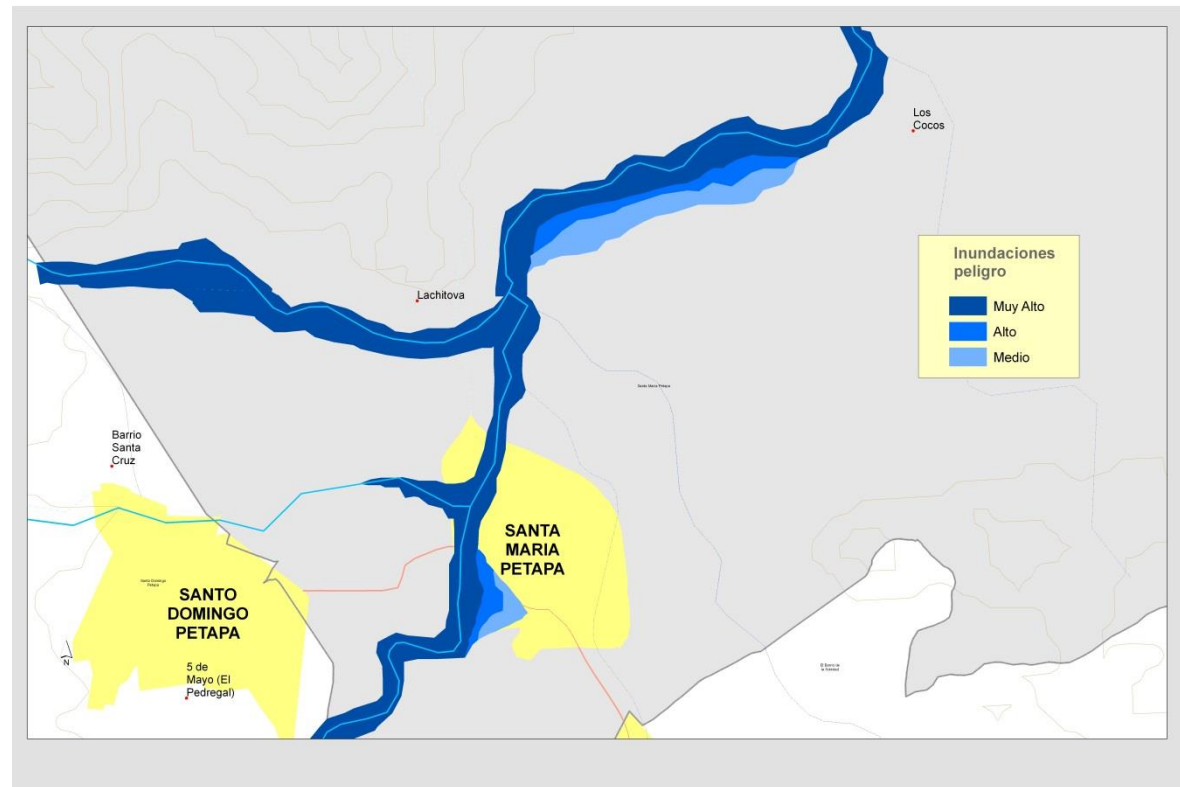
- Fluviales
- Súbitas

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

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.

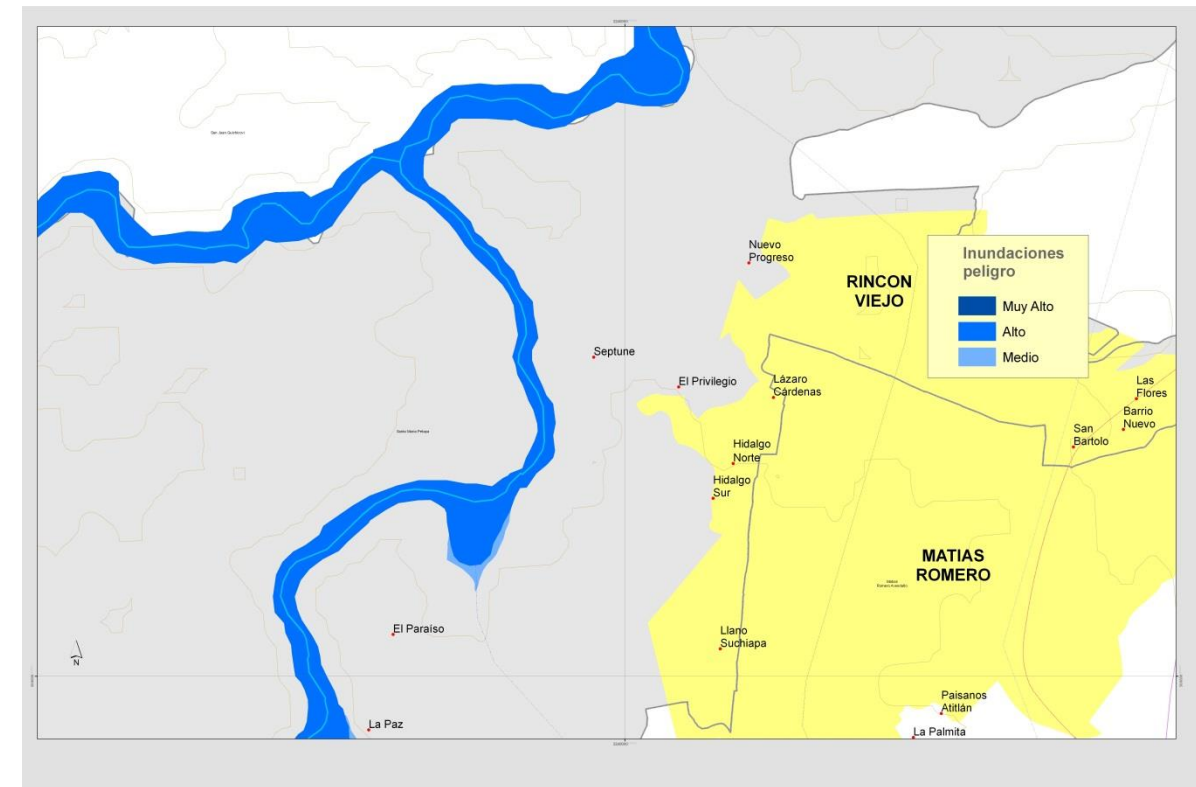
Para el estudio de las inundaciones en el municipio de Santa María Petapa, se consideraron los aspectos principales que influyen en toda la región de forma conjunta. Dichos aspectos fueron la distribución espacial de la lluvia, la topografía, las características físicas de los arroyos y ríos, las

Figura 58. Inundaciones urbanas en Santa María Petapa sur.



Las fluviales con escorrentía se encuentran localizadas en zonas de pendiente pronunciada (parte centro y sur 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 59. Inundaciones urbanas en Santa María Petapa norte.



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 norte 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.

SANTA MARIA PETAPA

El municipio de Santa María Petapa está ubicado en la cabecera oeste de una sección de las cuencas tributarias del Coatzacoalcos y en el municipio no se presentan afectaciones por inundaciones en áreas extensas, sino en áreas muy específicas, de las cuales la gran mayoría se presentan en áreas sin viviendas y muy pocas ocurren en áreas donde afecten directamente a viviendas.

En la localidad de Santa María Petapa se realizaron 3 puntos de verificación de inundaciones y se tomaron 5 puntos GPS. Los puntos que se realizaron fueron en las calles que llegan hasta el río

Petapa, ya que durante las crecidas, el nivel del agua ha crecido a tanto que ha afectado algunas viviendas cercanas al río. Las crecidas que se presentan a lo largo del río Petapa suelen durar poco tiempo, esto quiere decir que el agua no se estanca ni dura muchos días. En esa área el nivel de peligro y del riesgo es medio.

Las áreas de peligro a inundación se obtuvieron a partir de las referencias obtenidas por los pobladores, autoridades, por el trabajo en campo que se realizó, por las unidades geomorfológicas fluviales y por las diversas evidencias que se observan en las imágenes de satélite que se interpretaron.

Figura 60. Presas Distribución de los puntos en la localidad de Santa María Petapa.



El Punto 01 se realizó en la calle Independencia, en la que se observó que las crecidas que se dan en el río Petapa si son considerables, ya que llegan a afectar dos viviendas que están a una altura mayor de dos metros. En las siguientes fotos se muestra el área inundable cercana al puente y una de las viviendas afectadas por las crecidas del río.

Figura 61. Río Petapa. Rocas y detritos transportados por la corriente.



Los Puntos 02 y 03 se realizaron en la calle Ayuntamiento. En esta calle son afectadas unas cinco viviendas durante las crecidas. La última inundación fue el 17 de septiembre de 2013 con las lluvias que provocó el huracán Manuel. Entre un punto y el otro existe una diferencia altitudinal de 3 metros, lo que nos indica al nivel del agua durante las crecidas. Del otro lado del río también se inunda, pero no afecta a viviendas ya que son zonas de cultivos.

Fig. 62. Vivienda cerca del río.



Atlas de Riesgos del municipio de Santa María Petapa, Oaxaca, 2013

Figura 63 y 64. Punto 02, nivel del agua que tiene el río en temporadas de estiaje, mientras que en la otra foto se observa una de las viviendas afectadas durante las crecidas.



Las siguientes fotos pertenecen al Punto 03, en una se observa una vivienda que es afectada durante las inundaciones, mientras que en la otra foto se observa el desnivel que existe entre el nivel del agua actual y el límite donde llega el agua durante las inundaciones.

Figuras 65 y 66. Punto 03.



Los puntos 04 y 05 se realizaron en la calle Ignacio Zaragoza, esta calle se encuentra a un nivel más bajo que las anteriores, por lo que el agua durante las crecidas llega más lejos a lo largo de la calle. En las siguientes fotos se observa, en una foto el nivel del agua durante la visita y en la otra parte de la calle Ignacio Zaragoza donde se introduce el agua. Del otro lado del río Petapa,

así como río abajo, si se presentan inundaciones, pero no afectan viviendas, ya que se presentan en áreas de cultivo.

Figuras 67 y 68. Puntos 04 y 05



En el área conurbada de la localidad Matías Romero se realizaron el resto de los puntos, de forma general las áreas inundables si afectan viviendas y un centro escolar. En la siguiente imagen se puede observar la distribución de los puntos realizados durante el trabajo de campo en la localidad de Matías Romero.

Figura 69. Zona de Petapa conurbada a Matías Romero.



Atlas de Riesgos del municipio de Santa María Petapa, Oaxaca, 2013

Desde el Punto 06 se puede observar el área que se inunda con el agua procedente de un canal de aguas negras, esta área pertenece al Colegio de Bachilleres del Estado de Oaxaca, Plantel 5 (COBAO). En el 2010 se inundó de manera considerable al igual que en 2013 con el huracán Manuel, pero según estudiantes del plante, cada septiembre se inunda parte de las instalaciones de su escuela.

Figura 70. Punto 06



En el punto 07 se recorrió parte del canal de aguas negras que fluye junto al COBAO, el cual no es el único afectado por el desborde de sus aguas, sino también viviendas que se localizan junto a este canal. En las fiiguras se pueden observar una de las viviendas afectas con inundaciones de aguas negras y en la otra foto la entrada al COBAO.

Figura 71. Punto 07



En la zona conocida como las Lomitas, se realizó el punto 08, en el que se recorrió otro arroyo con aguas negras. Durante las inundaciones el agua pasa por encima del puente, llegando el nivel del agua a más de 50 cm. En este punto se tomaron otros dos puntos considerados de control (09 y 10), los cuales son los límites observados de las inundaciones.

Figuras 72 y 73. Zonas dentro de las primeras llanuras fluviales



Las figuras de abajo ilustran las infraestructura hidráulica que tiene propensión a sufrir los embates de la corriente del río Petapa; las áreas propensas a inundación a los costados del puente, en la que se propone la construcción de un puente más largo.

Figuras 74 y 75. Puente en Petapa



5.3. 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 CENAPRED¹, 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:

a) 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 censal² 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 años que no asiste a la	0.0 a 0.15	Muy baja	0.00
			0.15 a 3.02	Baja	0.25

	escuela		3.02 a 5.54	Media	0.50
			5.54 a 10.5	Alta	0.75
			10.5 y más	Muy alta	1.00
Vivienda	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
	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
Calidad de vida	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
	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

¹ Guía Básica para la Elaboración de Atlas Estatales y Municipales de Peligros y Riesgos. 2006.
² 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.

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	Si	0.0

	personal capacitado para comunicar en caso de emergencias	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.

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

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.

Atlas de Riesgos del municipio de Santa María Petapa, Oaxaca, 2013



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 formula:

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

Donde:

GVS = Es el grado de Vulnerabilidad Social

R1 = Promedio de indicadores socioeconómicos

R2 = Promedio de 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 Santa María Petapa.

Para el caso de la localidad de Santa María Petapa, estado de Oaxaca se encuentran 4 AGEb, las cuales se evaluaron de acuerdo con la metodología presentada. Para este efecto se obtuvieron los siguientes resultados:

a) Indicadores socioeconómicos

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	
2042700010037	1,368	4.1	0.75	65.5	1.00	0.88
2042700010041	954	4.4	0.75	76.7	1.00	0.88
2042700100094	1,331	4.0	0.75	38.5	0.75	0.75
2042700100107	1,027	2.5	0.50	40.3	0.75	0.63

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

Educación

AGEB	Población Total	% 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	
2042700010037	1,368	4.2	0.75	59.7	1.00	0.88
2042700010041	954	6.2	1.00	68.1	1.00	1.00
2042700100094	1,331	3.3	0.75	48.2	0.75	0.75
2042700100107	1,027	2.3	0.25	54.0	0.75	0.50

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

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	
2042700010037	81.4	1.00	8.2	0.25	83.9	1.00	6.7	0.25	46.8	0.75	0.65
2042700010041	94.2	1.00	16.5	0.50	91.0	1.00	8.6	0.50	51.2	0.75	0.75
2042700100094	60.5	0.75	7.5	0.25	59.9	1.00	6.6	0.25	36.3	0.50	0.55
2042700100107	72.4	0.75	9.4	0.25	69.4	1.00	6.5	0.25	43.5	0.75	0.60

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

Atlas de Riesgos del municipio de Santa María Petapa, Oaxaca, 2013

Calidad de vida

AGEB	Población Total	Razón de dependencia por cada cien habitantes		Densidad (Hab/ha)		% Viviendas particulares sin refrigerador		PROMEDIO
		Ind	Valor	Ind	Valor	Ind	Valor	
2042700010037	1,368	65.3	0.5	42.67	0.25	40.4	0.75	0.50
2042700010041	954	53.1	0.25	10.96	0.0	43.6	0.75	0.33
2042700100094	1,331	58.2	0.25	13.84	0.0	25.8	0.50	0.25
2042700100107	1,027	60.5	0.5	19.54	0.0	25.6	0.50	0.33

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

Resumen indicadores socioeconómicos

AGEB	PROMEDIO
2040900010039	0.73
2040900010043	0.74
2040900010058	0.58
2040900010062	0.51

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

a) Capacidad municipal de prevención y respuesta

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	
31058	No	1.0	No	1.0	No	1.0	No	1.0	1.0

Fuente: Elaboración propia con base en trabajo en campo.

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	
31058	No	1.0	No	1.0	No	1.0	No	1.0	1.0	No	1.0	No	1.0

Fuente: Elaboración propia con base en trabajo en campo.

Resumen indicadores capacidad de prevención y respuesta

Municipio	PROMEDIO
31058	1.0

Fuente: Elaboración propia con base en trabajo en campo.

b) Percepción local.

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	
2042700010037	0				0			0		0.00
2042700010041	1					1		0		0.83
2042700100094	1			1					0	0.50
2042700100107	0				0			0		0.00

Fuente: Elaboración propia con base en trabajo en campo.

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	No sabe	
2042700010037	0				1			1		1				1		1.20
2042700010041	0					1		1			1				1	0.80
2042700100094	0				1			1		1				1		0.80
2042700100107	0				1			1		1				1		0.70

Fuente: Elaboración propia con base en trabajo en campo.

Resumen indicadores de percepción local

AGEB	Promedio
2042700010037	0.35
2042700010041	1.02
2042700100094	0.65
2042700100107	0.40

Fuente: Elaboración propia con base en trabajo en campo.

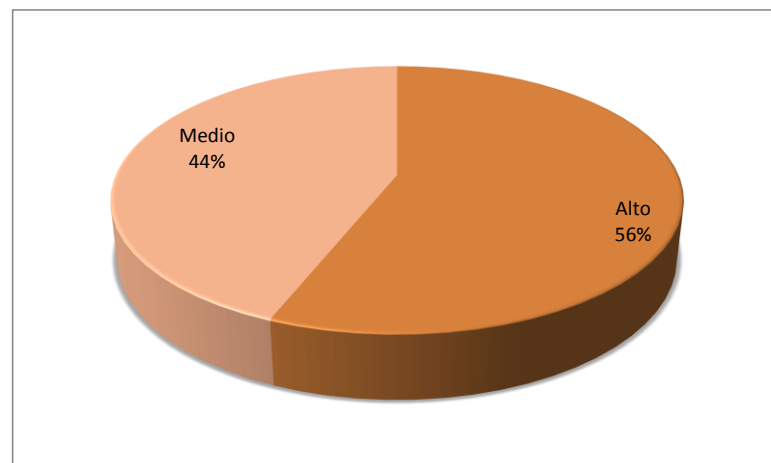
Índice de vulnerabilidad social por AGEB

De acuerdo con los resultados obtenidos, se observa que las 2 Áreas Geoestadísticas Básicas en la cabecera de Santa María Petapa, tienen un grado de vulnerabilidad alto, mientras que las 2 AGEB de la localidad Rincón Viejo, conurbado con la ciudad de Matías Romero, tienen un grado medio de vulnerabilidad. En términos de su población de los 7,624 habitantes poco más de la mitad (56%) viven en AGEB con alta vulnerabilidad ante situaciones de riesgo y 44 por ciento en AGEB con vulnerabilidad media.

Santa María Petapa: AGEB por el Índice de Vulnerabilidad Social, 2010

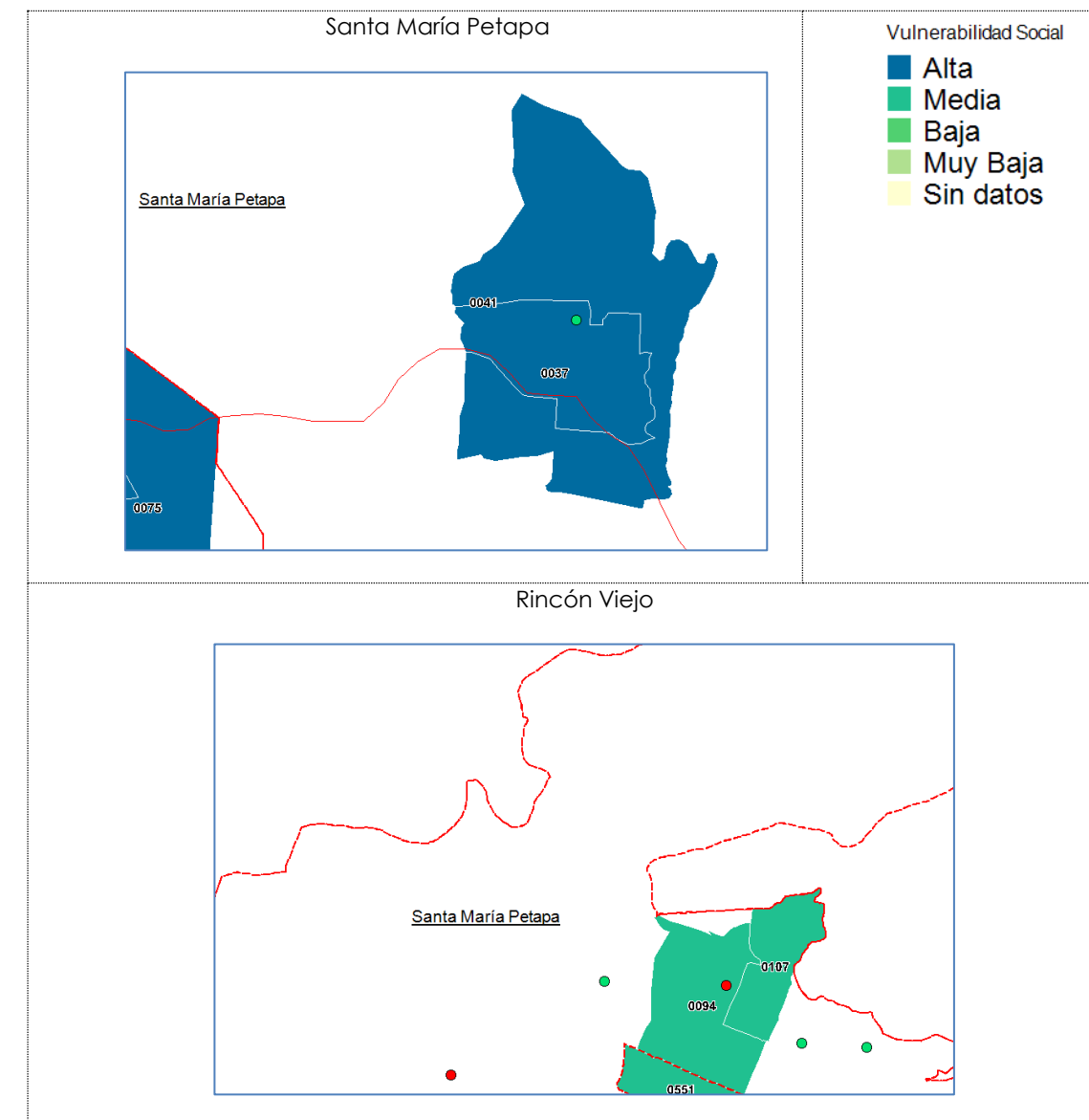
AGEB	Socioeconómicos	Capacidad prevención y respuesta	Percepción local	Índice de vulnerabilidad social	Grado de vulnerabilidad social
2042700010037	0.73	1.00	0.35	0.69	Alto
2042700010041	0.74	1.00	1.02	0.92	Alto
2042700100094	0.58	1.00	0.65	0.74	Medio
2042700100107	0.51	1.00	0.40	0.64	Medio

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



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

Figura 76. Santa María Petapa: Distribución de las AGEB por el Índice de Vulnerabilidad Social, 2010



Índice de vulnerabilidad social de las localidades rurales

Aplicando el mismo método de análisis de las características socioeconómicas y de la protección civil a nivel de las localidades rurales en el municipio se obtiene los siguientes resultados. De las 10,687 personas que residen en localidades rurales del municipio, el 70 por ciento residen en localidades con alto grado de vulnerabilidad, mientras que 19 por ciento residen en localidades con grado de vulnerabilidad medio (2 mil habitantes), 812 habitantes ((%)

Figura 77. Santa María Petapa: Distribución de las localidades rurales por el Índice de Vulnerabilidad Social, 2010

Principalmente destaca que las localidades con muy alto grado de vulnerabilidad se encuentran principalmente hacia el norte y centro del municipio en la zona de la sierra. Por su ubicación y condiciones socioeconómicas estas localidades son más susceptibles a sufrir situaciones de peligro por la ocurrencia de diversos fenómenos naturales.

Vulnerabilidad Social

- Muy Baja
- Baja
- Media
- Alta
- Muy Alta

3D pie chart showing the distribution of responses for '¿Qué tan importante es el tema de la salud?' (How important is the topic of health?). The chart is divided into four segments: Alto (70%), Medio (19%), Bajo (8%), and Muy alto (3%).

Respuesta	Porcentaje
Alto	70%
Medio	19%
Bajo	8%
Muy alto	3%

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

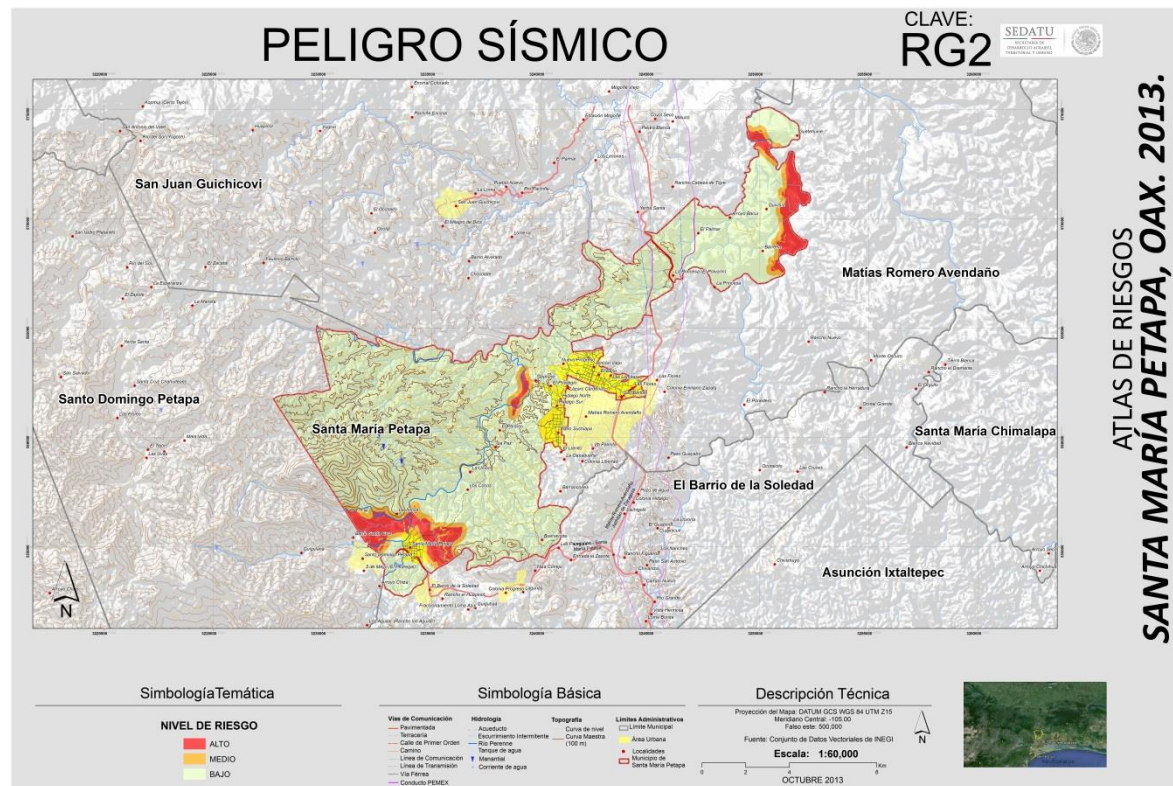
82

Atlas de Riesgos del municipio de Santa María Petapa, Oaxaca, 2013



Es importante considerar que en este rubro, no significa alto potencial de decesos en el caso de que se presente un sismo de gran magnitud con epicentro cercano. Lo que indica este análisis y el mapa de riesgos, es que la afectación de la cabecera municipal, en un escenario sísmico de alta magnitud, llegará a tener una afectación importante en todas las zonas marginales o vulnerables.

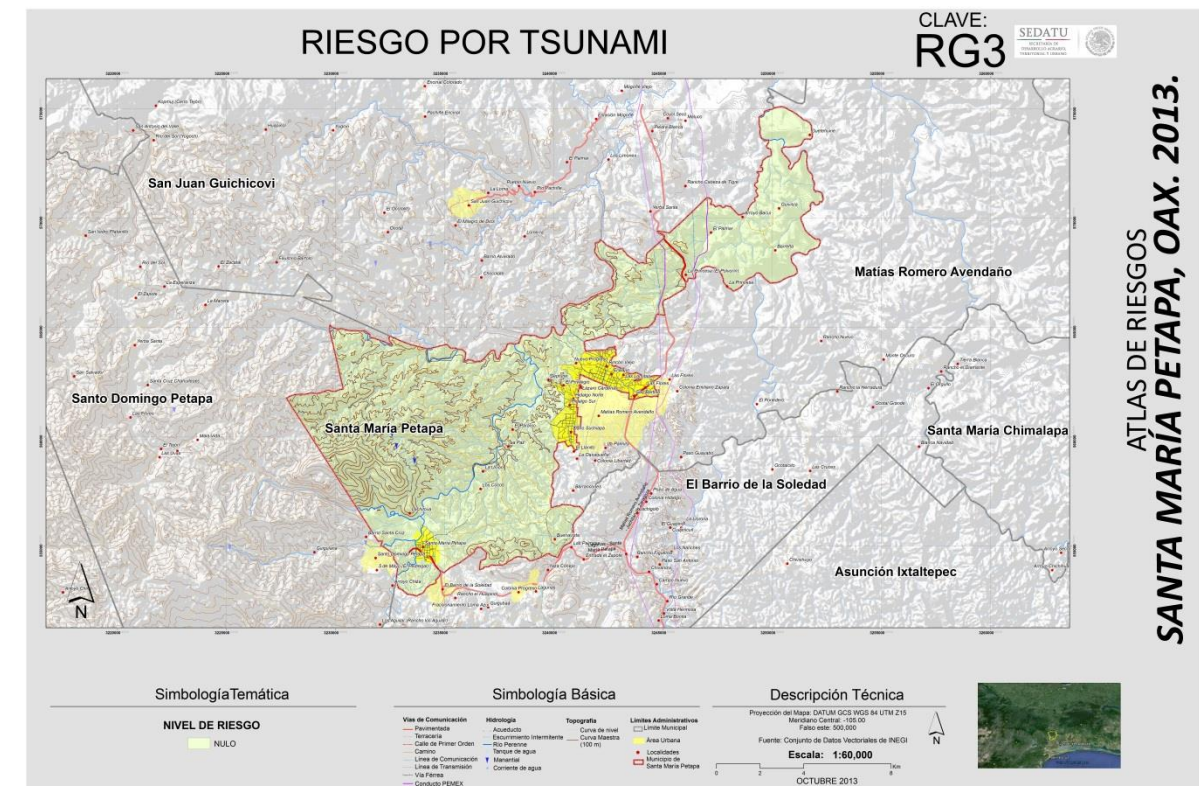
Fig. 79. Mapa de peligro por sismos en el municipio de Santa María Petapa, Oaxaca.



Tsunamis

El riesgo producto de este fenómeno geológico no está presente.

Fig. 80 Mapa de riesgo por Tsunami en el municipio de Santa María Petapa, Oaxaca.



Inestabilidad de laderas

El mapa de peligros por deslizamientos muestra que la cabecera municipal no se encuentra expuesta al riesgo por inestabilidad de laderas. La probabilidad de desestabilización de las laderas que se presenta en el territorio, no es alta. Predominan las zonas de riesgo medio, principalmente en la zona montañosa al norte y oeste del municipio.

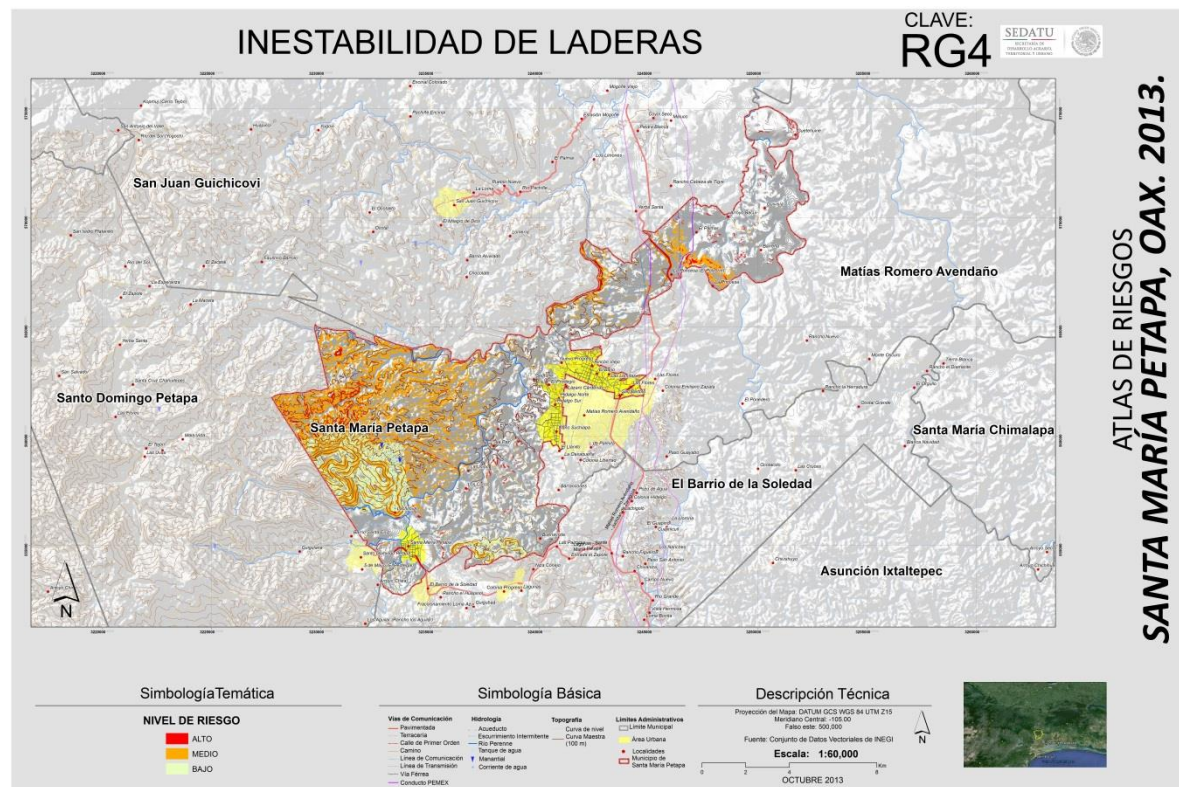
En cambio en el territorio ocupado por Rincón Viejo, si muestra algunos putnos que pueden ser afectados por la inestabilidad de ladera, principalmente al oeste de la zona urbana, aquí el riesgo es alto. Otras localidades que se encuentran cerca del riesgo alto por inestabilidad de laderas son Los Cocos, Arroyo Bacui y Guetehuine, al norte del municipio. Las localidades con valores de riesgo medio, se concentran al norte y centro del municipio. Son: La Princesa (El Polvorin), Septune, El Paraíso y Lachitova. No se encuentran otras localidades expuestas a riesgo bajo por efecto de remoción en masa por deslizamientos.

Es importante señalar que definir las áreas de riesgo es el inicio del estudio y monitoreo de las áreas potenciales a deslizarse o moverse. Sin la definición de estas áreas, el desconocimiento de la mecánica de ocurrencia de los fenómenos geológicos y la falta de acción por parte de los

Atlas de Riesgos del municipio de Santa María Petapa, Oaxaca, 2013

tomadores de decisiones; la magnitud de los múltiples escenarios de desastres naturales se incrementa sustancialmente.

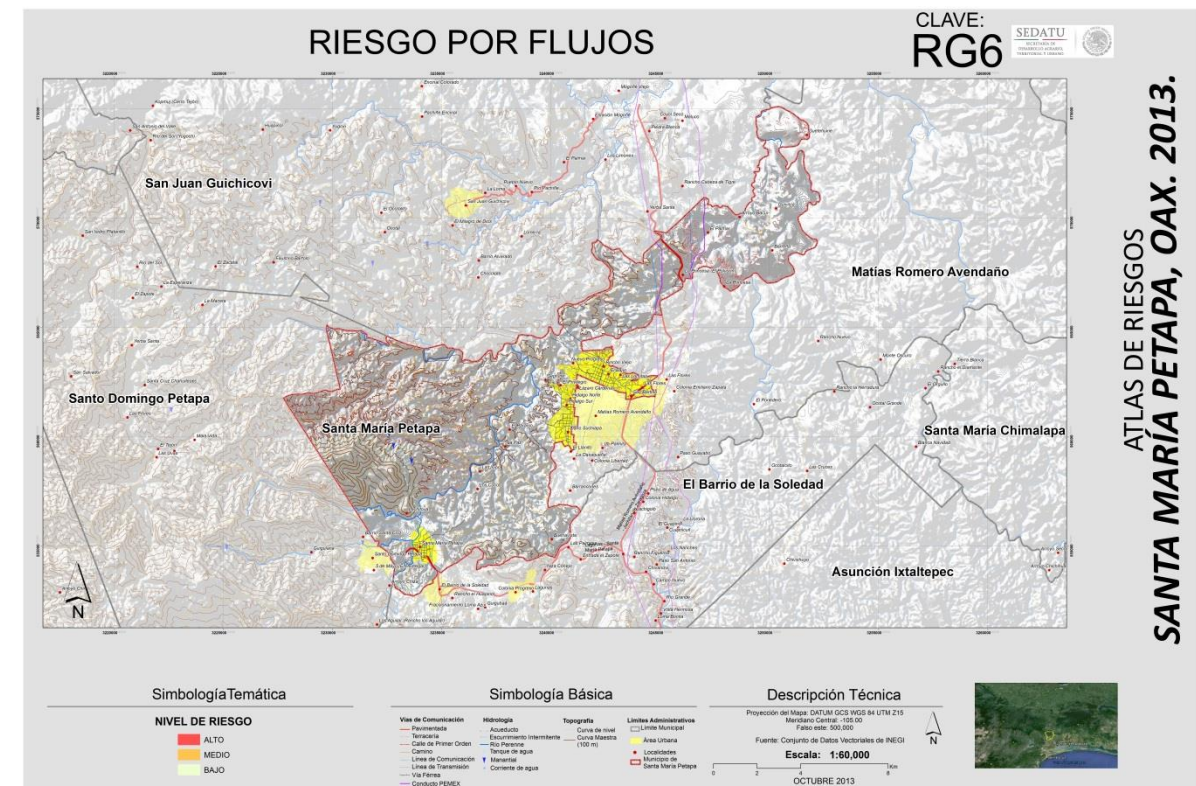
Fig. 81 Mapa de riesgo por Inestabilidad de laderas en el municipio de Santa María Petapa, Oaxaca.



Flujos

Los corredores de escombros o flujos por gravedad, son fenómenos de gran impacto pero que requieren de algunas particularidades en el material o litología y geometría del relieve. En Santa María Petapa, no se observan las condiciones necesarias para que los flujos se consideren un fenómeno de gran impacto. En cambio en la localidad de Rincón Viejo, se encuentra que parte de la mancha urbana ocupa un espacio con potencial de ocurrencia y vulnerable, por lo que el riesgo es alto. El área con alto potencial de ocurrencia de flujos se encuentra principalmente al norte y oeste del municipio, en la elevación cercana a la cabecera municipal. Por lo que cualquier plan de desarrollo urbano debe, no sólo considerar este peligro, si no los restantes fenómenos geológicos e hidrometeorológicos.

Fig. 82 Mapa de riesgo por flujos en el municipio de Santa María Petapa, Oaxaca.



Caídas

Las zonas propensas a presentar caída de bloques y escombros se encuentran alejadas de cualquier tipo de infraestructura urbana, de equipamiento y de comunicaciones de los dos focos urbanos, Santa María Petapa y Rincón Viejo. La única localidad que se muestra en una zona de riesgo alto es Lachitova al norte de la cabecera municipal.

Atlas de Riesgos del municipio de Santa María Petapa, Oaxaca, 2013

Fig. 83 Mapa de riesgo por caída de rocas en el municipio de Santa María Petapa, Oaxaca.

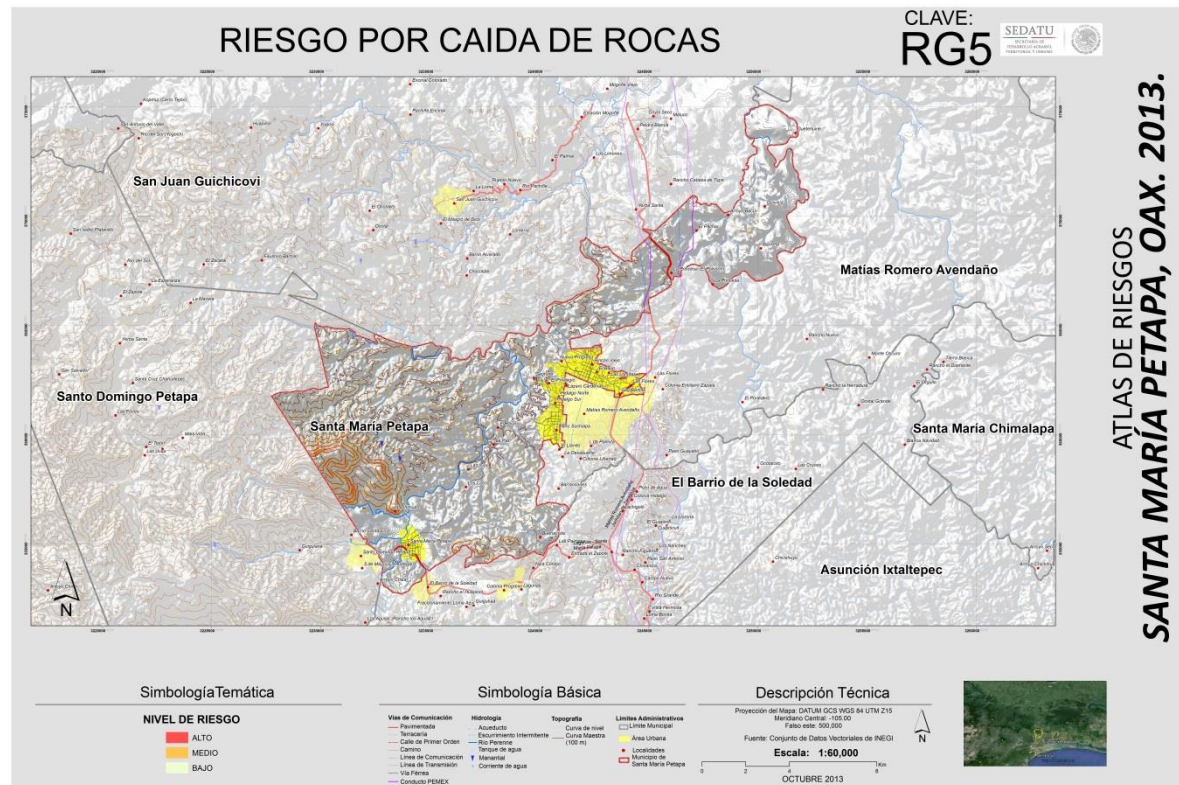
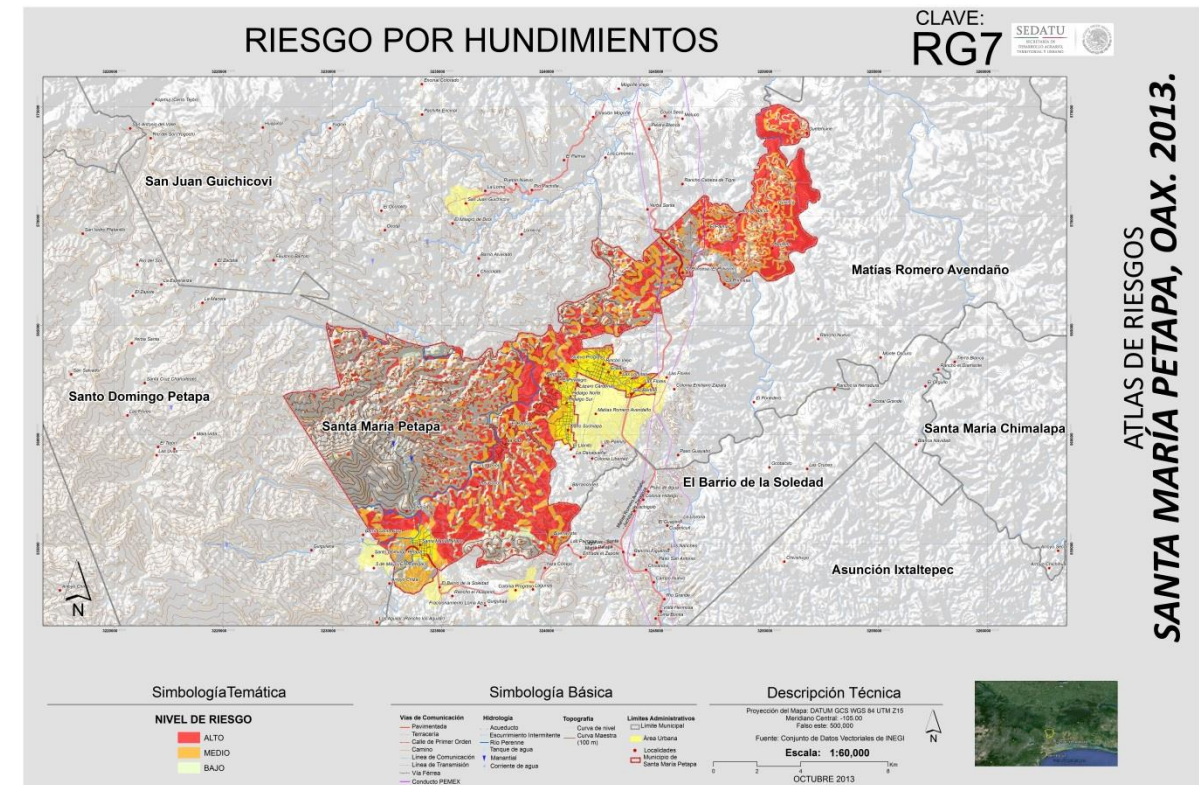


Fig. 84. Mapa de riesgo por hundimiento en el municipio de Santa María Petapa, Oaxaca.



Hundimientos y subsidencias

En el caso del riesgo por hundimientos se observa que la cabecera municipal y Rincón Viejo, contienen los valores de riesgo alto. Esto se produce debido a la friabilidad del material en donde se encuentra asentado (aluvión), y la naturaleza litológica, que en caso de presentarse sismicidad puede verse afectadas por el fenómeno de licuefacción lo que provocaría la subsidencia del sustrato. Es evidente la afectación de la cabecera municipal con valores altos prácticamente en toda la zona urbana, con excepción de un pequeño sector al norte. Toda la zona urbana de Rincón Viejo, se encuentra en riesgo alto por efecto de fenómenos de hundimiento y subsidencia. Esto no significa que de un momento a otro todas las construcciones colapsarán, esto significa que de manera gradual pueden verse afectadas construcciones que se encuentren en la planicie de inundación del río principal.

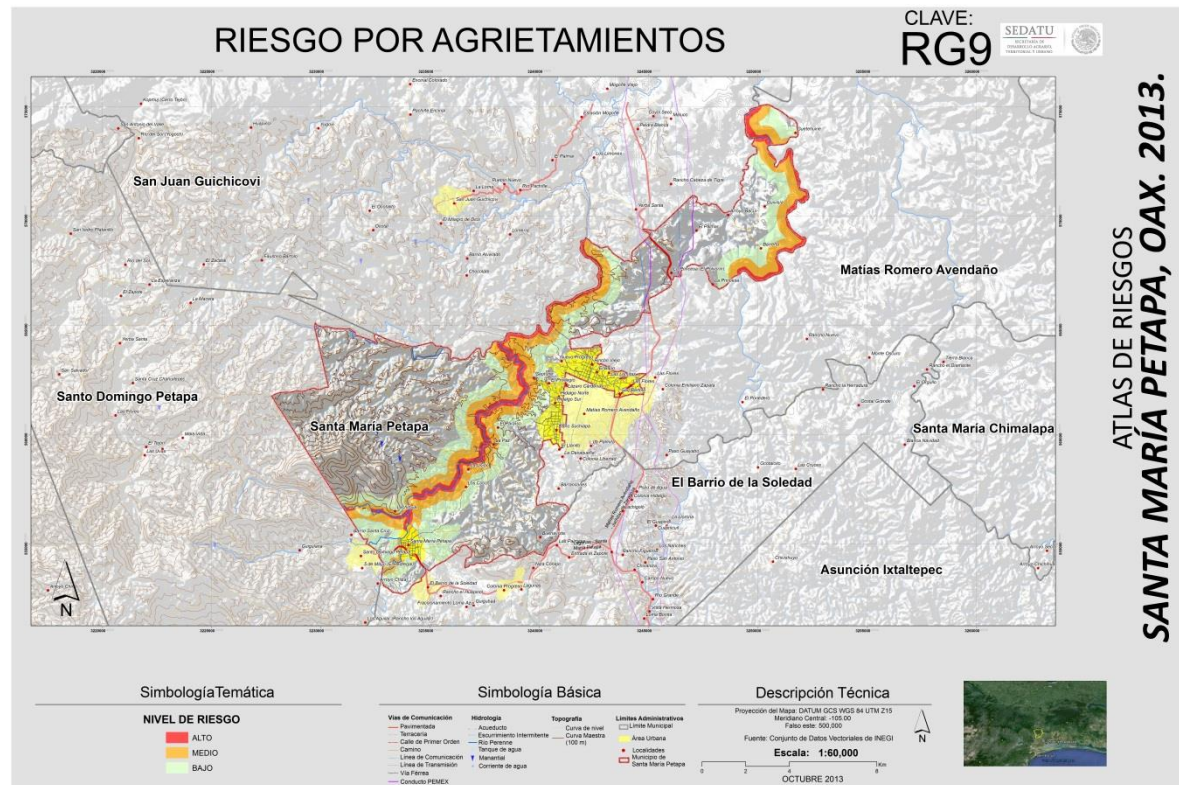
También es común que al asentarse las comunidades en zonas de los relieves sub-horizontal y cercanos a un río, el fenómeno de hundimientos y subsidencia sea el principal fenómeno de afectación en las construcciones. Por esta razón, las localidades de Los Cocos, La Unión, La Paz, El Paraíso, Buenavista, Septune, Nuevo Progreso, El Polvorín, La Princesa, el Palmar, Arroyo Bacuí y Guivisia se encuentren en riesgo alto por efecto de subsidencias.

Agrietamiento

En el caso del riesgo por agrietamiento del terreno, las zonas de posible afectación son similares a las generadas por el mapa de riesgo por hundimiento y subsidencia. Pero aquí se forman franjas respecto a la cercanía al río principal. De esta manera, las construcciones localizadas en el sector oeste de la cabecera municipal se encuentran en riesgo alto y conforme nos alejamos en riesgo bajo. Lo mismo ocurre con la zona urbana de Rincón Viejo, en donde solo una parte de las construcciones localizadas al Oeste de esta localidad se encuentran en una zona de riesgo medio por agrietamiento.

Las localidades que se encuentran en la zona de riesgo bajo son: Guetehuine, Barreña, Nuevo Progreso, El Privilegio, El Paraíso, Lachitova y Los Cocos. Septune, La Paz y La Unión se encuentra en la franja que define al riesgo medio.

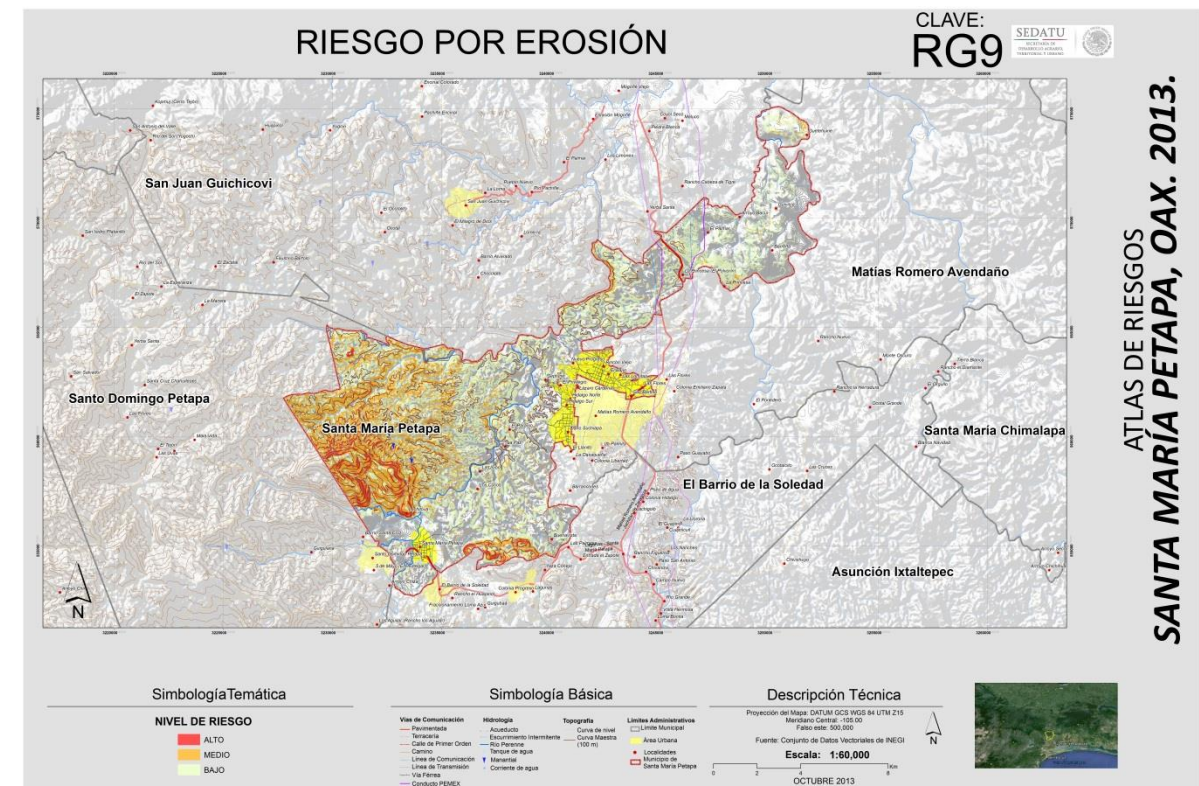
Fig. 85. Mapa de riesgo por agrietamientos en el municipio de Santa María Petapa, Oaxaca.



Erosión

En el caso de la erosión, el municipio presenta valores de erosión baja y despreciable como los que predominan. En la zona de la sierra se encuentran los de mayor nivel de erosión. Para el caso de la cabecera municipal el riesgo que domina por erosión es bajo, en cambio para Rincón Viejo, la erosión es despreciable o mejor dicho no calculada.

Fig. 86. Mapa de riesgo por erosión en el municipio de Santa María Petapa, Oaxaca.



Inundación

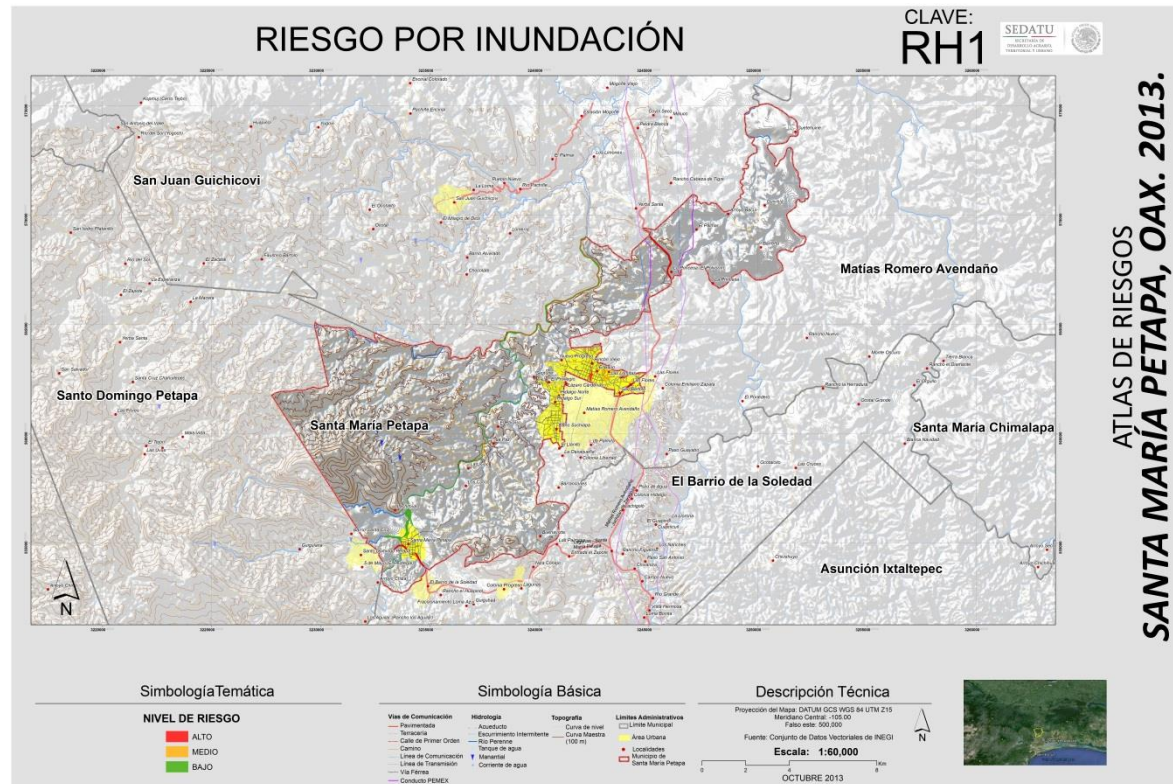
El mapa de riesgo se generó a partir del mapa de peligros a inundaciones, y los niveles que se obtuvieron fueron a partir de las viviendas o vías de comunicación afectas por las inundaciones, principalmente de los reportes obtenidos durante el trabajo de campo.

En el mapa de riesgo a inundaciones de Santa María Petapa, se puede observar que las áreas con bajo riesgo a inundaciones no afectan a viviendas; las áreas con riesgo medio a inundaciones si llegan a afectar algunas viviendas o vías de comunicación pero el nivel de a inundación no es muy elevado; en las áreas con el riesgo alto a inundaciones si llegan a afectar viviendas y vías de comunicación y el nivel de a inundación si es muy elevado, entre los 50 cm y los 100 cm.

De acuerdo a las zonas con mayor riesgo a inundaciones, se propusieron algunas obras de mitigación. La primera serían obras de protección contra las crecidas del río Petapa en la cabecera municipal. Las siguientes obras de protección serían en la zona conurbada de la localidad de Matías Romero, las dos obras propuestas en esta zona son el desazolve de un canal

y un arroyo, y la ampliación de un puente, ya que cuando existen inundaciones de gran intensidad, el puente es superado por el agua que lleva el río.

Fig. 87. Mapa de riesgo por inundación en el municipio de Santa María Petapa, Oaxaca.



5.5. Medidas de Mitigación

Geológicas

Realizar un inventario de estabilidad de estructuras para viviendas y construcciones asentadas en zonas de riesgo sísmico y de hundimiento, alto y medio.

Desincentivar el crecimiento urbano vertical en las zonas de peligros sísmico y por hundimiento de nivel alto y medio.

Definir junto con CONAGUA, la instalación de dos estaciones hidrometeorológicas en las partes altas de las cuencas que cruzan al municipio, con el fin de avistar las inundaciones con un tiempo considerable de antelación.

Importancia del atlas de riesgo. Reconocer de forma institucional el valor del atlas de riesgos naturales e implementar los planes de desarrollo urbano a partir del mismo

Hidrometeorológicas

Medidas preventivas por precipitación

- Retirar del exterior de la vivienda, aquellos objetos que puedan ser arrastrados por el agua.
- Revisar, cada cierto tiempo, el estado del tejado, el de las bajadas de agua de las viviendas y de los desagües próximos.
- Colocar los documentos importantes y, sobre todo, los productos peligrosos, en aquellos lugares de la casa en los que la posibilidad de que se deterioren por la humedad o se derramen, sea menor.
- Mantener alerta a las localidades a los comunicados de las autoridades y las medidas establecidas por la Dirección de Protección Civil
- Ubica los refugios temporales y albergues en su municipio

Medidas preventivas por viento

- Promover con la población y gestionar apoyos federales y estatales para evitar el uso de techos de lámina en las viviendas, para evitar que estas sean afectadas por los vientos.
- Establecer apoyo técnico con universidades locales para que asesoren a la población en general y a las autoridades locales en métodos constructivos en techos para prevenir daños por vientos fuertes.
- Aumentar la vigilancia sobre el cumplimiento del reglamento de construcción, en caso de otorgar permisos para colocar espectaculares, estos, deberán apegarse a las medidas de seguridad establecidas para las estructuras ligeras (las señales de tránsito, postes, árboles, anuncios publicitarios) e inspeccionar el estado de las mismas con respecto a la población asentadas próximas a ellas.
- Previo a la temporada de lluvias realizar el podado de los árboles que se encuentran en calles para evitar que puedan causar daños a personas, equipamiento urbano o vehículos.

Medidas preventivas por tormentas eléctricas

- Implementación de una campaña informativa y de sensibilización sobre qué acciones realizar mientras se presenta una tormenta eléctrica, sobre todo cuando se encuentran fuera de un área cubierta.
- Reglamentar la instalación de pararrayos en instalaciones como antenas, edificios altos, instalaciones industriales o naves que almacenan materiales peligrosos o muy inflamables.

Medidas preventivas en zonas de peligro por granizadas, heladas y nevadas.

- Promover con la población y gestionar apoyos federales y estatales para evitar el uso de techos de lámina en las viviendas, para evitar que estas sean afectadas por las heladas, granizadas y nevadas.
- Divulgar con anticipación acerca de los fenómenos meteorológicos

Atlas de Riesgos del municipio de Santa María Petapa, Oaxaca, 2013

- Dar información acerca de la ubicación de albergues temporales
- Capacitar acerca del uso de calefactores, estufas, fogatas y otros medios para procurar calor dentro de viviendas.

Medidas preventivas por sequía

- Gestionar la publicación en los medios masivos de comunicación la información referente al pronóstico de la Comisión Nacional del Agua y las medidas de prevención y auxilio de que debe tomar la población para enfrentar la temporada de sequía o estiaje.

Atlas de Riesgos del municipio de Santa María Petapa, Oaxaca, 2013



