

Atlas de Riesgos del Municipio de **Santa María del Tule**

No. DE OBRA: 320409PP014132

NO. DE EXPEDIENTE: PP13/20409/AE/1/0018

EMPRESA: HUGO BENITO PÉREZ REYES

DIRECCIÓN: LEANDRO VALLE 215, CENTRO DE OAXACA

Tel. 95 115 88 059

arq.hugo@hotmail.com





Contenido

1.1.	Introducción.....	1
1.2.	Antecedentes.....	2
1.3.	Objetivos.....	2
1.4.	Alcances	2
1.5.	Metodología General	2
1.6.	Contenido del Atlas de Riesgo	4
CAPÍTULO II. Determinación de la zona de estudio		5
2.1.	Determinación de la Zona de Estudio	5
CAPÍTULO III. Caracterización de los elementos del medio natural		7
3.1.	Fisiografía.....	7
3.2.	Geología	9
3.3.	Geomorfología	11
3.4.	Edafología.....	12
3.5.	Hidrología	14
3.6.	Climatología	16
3.7.	Uso de suelo y vegetación	18
3.8.	Áreas naturales protegidas	19
CAPÍTULO IV. Caracterización de los elementos sociales, económicos y demográficos		20
4.1.	Elementos demográficos: dinámica demográfica, distribución de población, mortalidad, densidad de población.	20
4.2.	Características sociales.....	24
4.3.	Principales actividades económicas	30
4.4.	Características de la Población Económicamente Activa.....	31
4.5.	Estructura urbana.....	32
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	Erupciones volcánicas.....	34

5.1.2	Sismos	35
5.2.1	Tsunamis.....	38
5.2.2	. Inestabilidad de laderas	39
5.2.3	. Flujos.....	40
5.2.4	. Derrumbes.....	41
5.2.5	. Hundimientos.....	42
5.2.6	. Agrietamiento	43
5.2.7	. Erosión	44
5.2.	Riesgos, peligros y/o vulnerabilidad ante fenómenos de origen Hidrometeorológico	47
5.2.1	Ondas cálidas y gélidas.....	47
5.2.2	Sequías.....	51
5.2.3	Heladas.....	52
5.2.4	Tormentas de Granizo.....	53
5.2.5	Tormentas de nieve.....	54
5.2.6	Ciclones Tropicales	55
5.2.7	Tornados.....	59
5.2.8	Tormentas de polvo	60
5.2.9	Tormentas eléctricas	61
5.2.10	Lluvias extremas	62
5.2.11	Inundaciones pluviales, fluviales, costeras y lacustres	64
5.3.	Índice de vulnerabilidad social.....	70
5.4.	Riesgo	76
5.5.	Medidas de Mitigación	82

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 políticas, debido a la relación entre los desastres, el desarrollo económico, el medio ambiente y la sustentabilidad.

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 del Tule. 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 de Santa María del Tule, 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 Agrario Territorial y Urbano, a través del Programa de Prevención de Riesgos en los Asentamientos Humanos y el Centro Nacional de Prevención de Desastres se han enfocado a apoyar la política de prevención de desastres, a través de la elaboración de Atlas Municipales de Riesgos, y su vinculación con la regulación y ocupación del suelo.

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

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

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

El apego al presente documento, asegura la reducción de riesgos naturales en Santa María del Tule, 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.

1.2. Antecedentes

De acuerdo a los resultados del Censo de Población y Vivienda de 2010 realizado por el Instituto Nacional de Estadística y Geografía, el municipio de Santa María del Tule tiene una población total de 7 636 habitantes, de los que 3 494 son hombres y 4 142 son mujeres. El municipio de Santa María del Tule, es famoso por albergar el árbol del Tule, lo cual incrementa su condición turística, ya que dicho árbol, de más de 2000 años de antigüedad, es un referente del municipio y una de sus principales atracciones a la que acuden tanto turistas nacionales como internacionales.

Por su ubicación geográfica, el municipio de Santa María del Tule se encuentra propenso a determinados tipos de riesgos ante fenómenos o procesos naturales. Respecto a riesgos de tipo hidrometeorológico las autoridades del municipio y el trabajo de campo, han demostrado que una de las principales zonas de afectación del municipio es la zona de cultivo ubicada al sur de Santa María del Tule. En esta zona, la presencia del río Salado aumenta el riesgo con el incremento de su afluente ante precipitaciones de gran magnitud.

Como la registrada en 2011, en donde a consecuencia de las intensas lluvias intensas que se registraron en la entidad, las autoridades estatales reportaron el desbordamiento de dicho río y de otros como el río Atoyac, mismos que inundaron calles, viviendas y zonas de cultivo, así como la afectación a una de las carreteras que conecta a la ciudad de Oaxaca con la región de la Sierra Juárez, en algunos puntos el agua llegó a cubrir un metro y medio aproximadamente.

Por encontrarse en una zona mayoritariamente plana, el municipio no presenta un considerable riesgo ante procesos de origen geológico, sin embargo, la orografía principalmente de la parte sur del municipio, da muestra de un posibles procesos de deslizamientos o remoción en masa. La presencia de un banco de material que ha dejado de ser aprovechado, puede considerarse también como un factor para eventuales desastres en una parte del municipio.

Según el Atlas Estatal de Oaxaca el municipio se ubica dentro del corredor Sísmico una de las zonas con actividad sísmica relevante. Cabe señalar, que la información contenida en el Atlas Estatal aún no ha sido proporcionada para su análisis, únicamente se cuenta con una versión de difusión que es muy esquemática y que impide tener información más específica sobre la situación del municipio en cuanto a los niveles de peligro determinados en dicho instrumento.

1.3. Objetivos

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

Objetivos específicos

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

1.4. Alcances

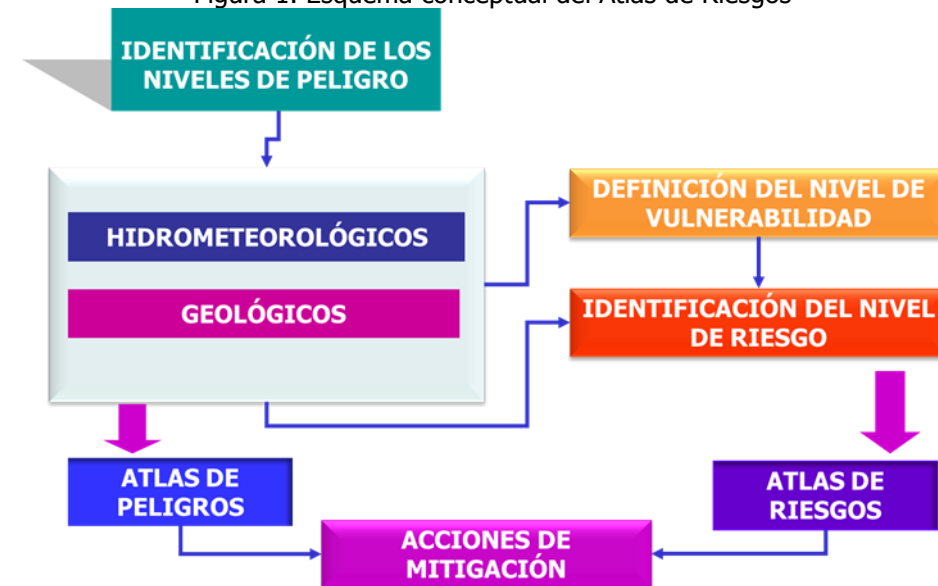
Los alcances del Atlas de Riesgos, serán acotados por completo por las Bases para la Estandarización de Atlas de Riesgos establecidas por SEDATU. El Atlas de Riesgos contará con cartografía de alta precisión, integrada en una solución geomática, alimentada por información geo-referenciada de tipo raster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

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

1.5. Metodología General

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

Figura 1. Esquema conceptual del Atlas de Riesgos



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

Así, la metodología para la elaboración del Atlas de Riesgos del Municipio de Santa María del Tule, 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 SEDATU.



1.6. Contenido del Atlas de Riesgo

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

Cuadro 1. Contenido general del Atlas de Riesgos

Atlas de Riesgos de Santa María del Tule	
CAPÍTULO I. Antecedentes e Introducción	CAPÍTULO V. Identificación de riesgos, peligros y vulnerabilidad ante fenómenos perturbadores de origen natural
Introducción	Riesgos, peligros y/o vulnerabilidad ante fenómenos de origen Geológico
Antecedentes	Fallas y Fracturas
Objetivo	Sismos
Alcances	Tsunamis o maremotos
Metodología General	Vulcanismo
Contenido del Atlas de Riesgo	Deslizamientos
CAPÍTULO II. Determinación de la zona de estudio	Derrumbes
Determinación de la Zona de Estudio	Flujos
CAPÍTULO III. Caracterización de los elementos del medio natural	Hundimientos
Fisiografía	Erosión
Geología	Riesgos, peligros y/o vulnerabilidad ante fenómenos de origen Hidrometeorológico
Geomorfología	Ciclones (Huracanes y ondas tropicales)
Edafología	Tormentas eléctricas
Hidrología	Sequías
Climatología	Temperaturas máximas extremas
Uso de suelo y vegetación	Vientos Fuertes
Áreas naturales protegidas	Inundaciones
Problemática ambiental	Masas de aire (heladas, granizo y nevadas)
CAPÍTULO IV. Caracterización de los elementos sociales, económicos y demográficos	CAPÍTULO VI. Medidas De Mitigación
Elementos demográficos: dinámica demográfica, distribución de población, mortalidad, densidad de población.	CAPÍTULO VII. Anexo *
Características sociales	Glosario de Términos
Principales actividades económicas en la zona	Bibliografía
Características de la población económicamente activa	Cartografía empleada y Metadatos
Estructura urbana	Fichas de campo y Memoria fotográfica

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

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

CAPITULO I.- Introducción y Antecedentes:

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

CAPITULO II.- Determinación de la Zona de Estudio:

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

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

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

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

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

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

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

CAPITULO VI.- Medidas de Mitigación

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

CAPITULO VII.- Anexos:

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

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

Este Atlas de Riesgos del Municipio de Santa María del Tule, reitera que el municipio se localiza en la parte central del estado, en la región de los Valles Centrales, pertenece al Distrito del Centro, este Municipio se ubica en las coordenadas entre los paralelos 17°01' y 17° 04' latitud norte; los meridianos 96° 36' y 96° 39' de longitud oeste; altitud entre 1500 y 1600 metros sobre el nivel del mar y pertenece también a la zona conurbada del área metropolitana de Oaxaca, localizándose aproximadamente a 10 kilómetros al Este del centro de la ciudad capital de Oaxaca.

Los límites y colindancias del Municipio son los siguientes: al norte con Tlaxiact de Cabrera; al sur con Rojas de Cuauhtémoc y San Francisco Lachigoló; al oriente con Teotitlán del Valle; al poniente con Santa Cruz Amilpas. Santa María del Tule es un municipio que corresponde al Distrito del Centro, con una superficie territorial de 25.52Km², representa el 0.03% de la superficie total del estado.

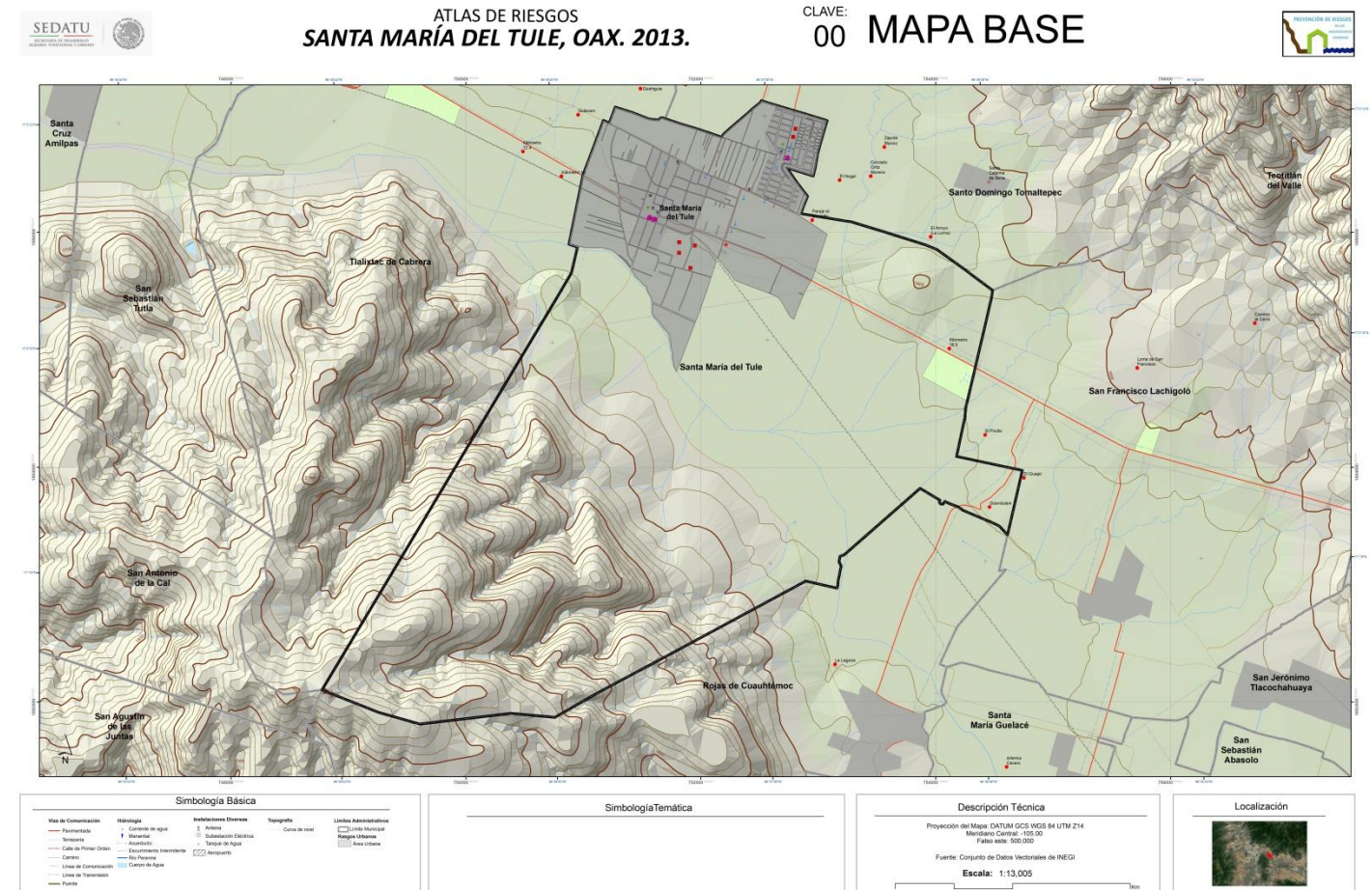
Figura 2. Mapa de ubicación del Municipio de Santa María del Tule



Elaboración propia con base en INEGI

El Municipio Santa María del Tule, por sus características geográficas, forma y extensión territorial, puede ser analizado integralmente en escalas no mayores a 1:15,000 para representaciones cartográficas impresas en 90cm por 60cm. Por ello, la primera aproximación al análisis de los 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 1:13,000

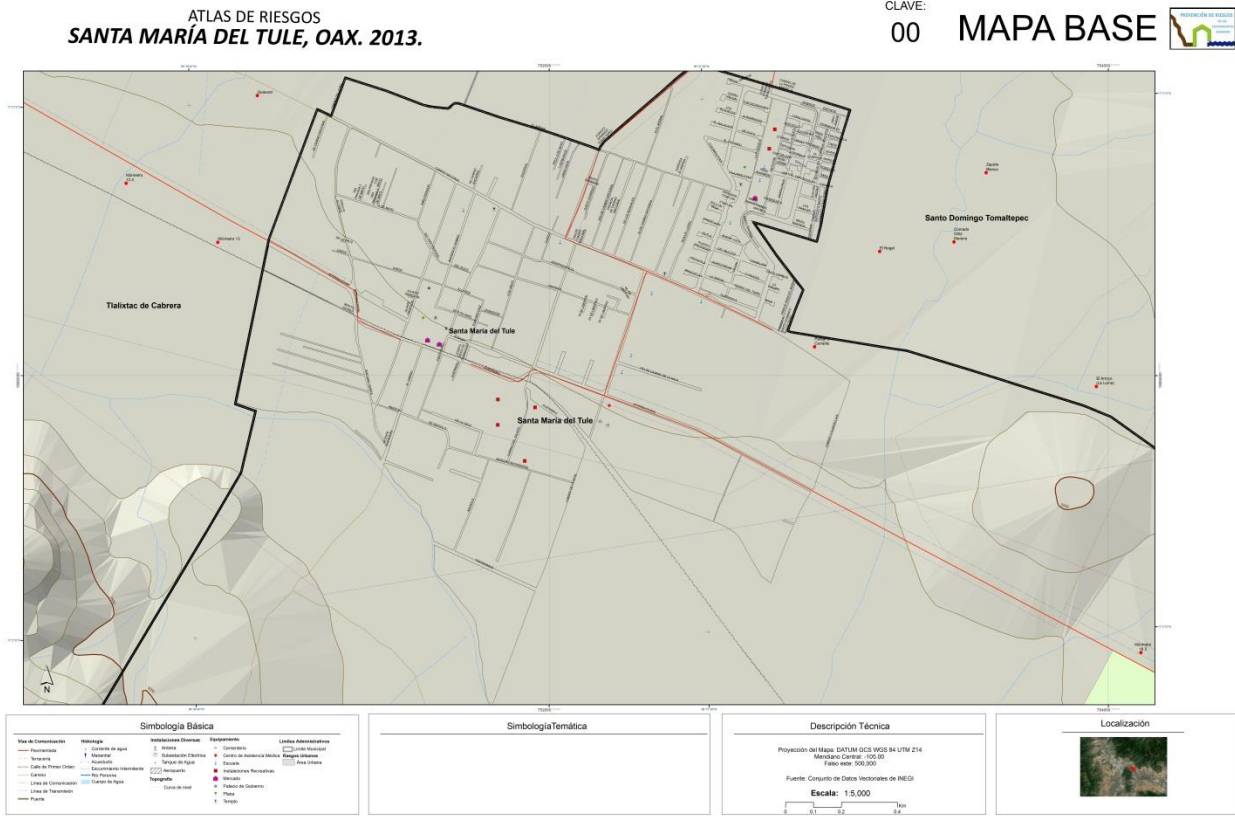


Elaboración propia con base en INEGI.

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 1:5000.

Figura 4. Mapa base manzanero (escala 1:5,000)



Elaboración propia con base en INEGI

9. Agrietamientos	1	Municipal
FENÓMENOS HIDROMETEOROLÓGICOS		
10. Ondas cálidas y gélidas	2	Municipal
11. Sequías	1	Municipal
12. Heladas	1	Municipal
13. Tormentas de granizo	1	Municipal
14. Tormentas de nieve	1	Municipal
15. Ciclones Tropicales	1	Municipal
16. Tornados	1	Municipal
17. Tormentas de polvo	1	Municipal
18. Tormentas eléctricas	2	Municipal
19. Lluvias extremas	2	Municipal
20. Inundaciones pluviales, fluviales, costeras y lacustres	2	Municipal y Localidad urbana

Nivel de análisis por tipo de fenómeno.

El nivel de análisis a realizar en el presente Atlas en los peligros, Sismos, Erupciones Volcanicas, Inestabilidad de laderas, Derrumbes, Flujos, Subsistencia, Agrietamientos y Hundimientos se llegara a un nivel uno, 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 dos, 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.

FENOMENO	NIVEL DE ANÁLISIS ALCANZADO	ESCALA DE REPRESENTACIÓN
FENÓMENOS GEOLÓGICOS		
1. Erupciones volcánicas	1	Municipal
2. Sismos	1	Municipal
3. Tsunamis	1	No aplica
4. Inestabilidad de laderas	1	Municipal y Localidad urbana
5. Flujos	1	Municipal y Localidad urbana
6. Caídos o derrumbes	1	Municipal y Localidad urbana
7. Hundimientos	1	Municipal
8. Subsistencia	1	Municipal

CAPÍTULO III. Caracterización de los elementos del medio natural

3.1. Fisiografía

El territorio del municipio de Santa María del Tule, se encuentra totalmente inmerso dentro de la Provincia Fisiográfica denominada 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, etc., 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.

Cuadro 2.Provincias Fisiográficas

ENTIDAD	NOMBRE	%	SUPERFICIE KM ²
PROVINCIA	SIERRA MADRE DEL SUR	100	25.20
		100.00	25.20

Elaboración propia con base en INEGI

Subprovincias Fisiográficas

El territorio municipal de Santa María del Tule, está cubierto por dos Subprovincias Fisiográficas que son: Sierras Orientales y Sierras y Valles de Oaxaca.

Cuadro 3. Subprovincias Fisiográficas

ENTIDAD	NOMBRE	%	SUPERFICIE KM ²
SUBPROVINCIA	SIERRAS ORIENTALES	0.87	0.22
SUBPROVINCIA	SIERRAS Y VALLES DE OAXACA	99.13	24.98
		100.00	25.2

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 0.22 km2 lo que representa un 0.87% del territorio municipal y se encuentra en una pequeña porción al noreste del municipio.

SIERRAS Y VALLES DE OAXACA

Esta subprovincia fisiográfica cubre una superficie aproximada de 24.98 km2 lo que representa un 99.13% del territorio municipal y abarcando casi todo el municipio a excepción de una pequeña área al noreste del municipio

Figura 5. Mapa de Fisiografía

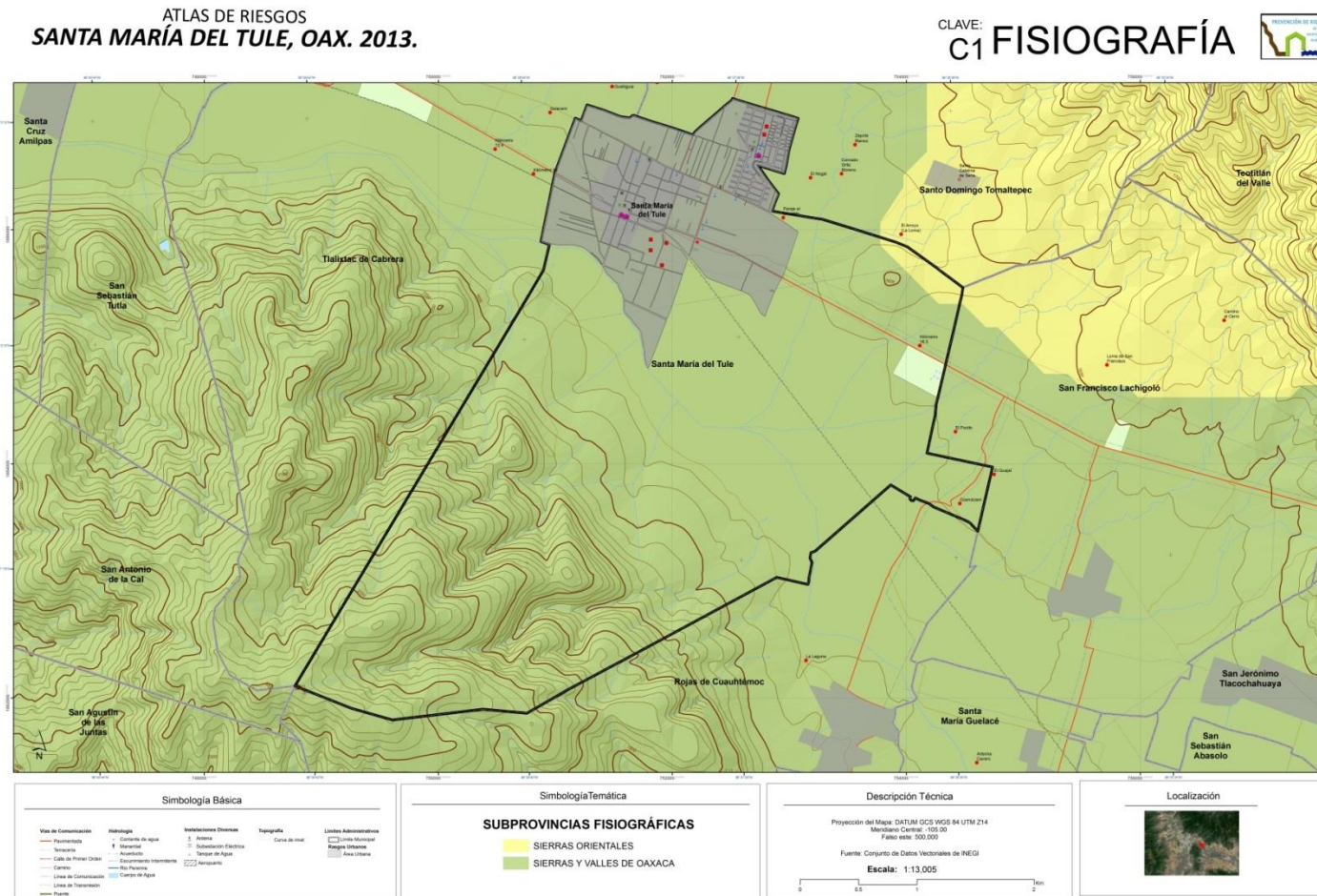
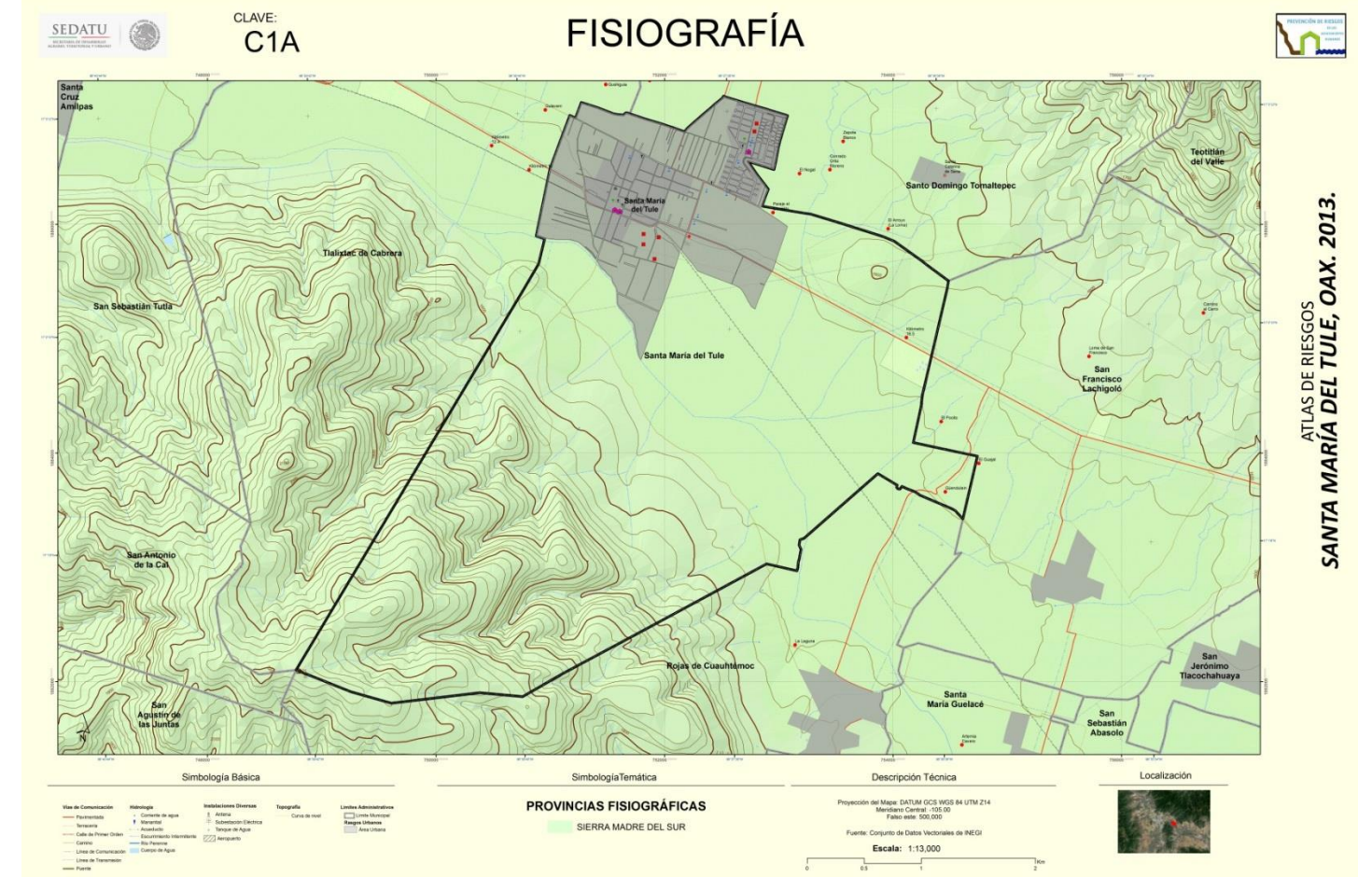


Figura 6. Mapa de fisiografía Provincias





3.2. Geología

El municipio tiene una litología que se conforma de rocas sedimentarias tipo caliza y Lutita-arenisca.

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

Cuadro 4. Unidades Geológicas

CLAVE	ENTIDAD	CLASE	TIPO	ERA	SISTEMA	SERIE	%	SUPERFICIE KM ²
Q(s)	SUELO	N/A	N/A	CENOZOICO	CUATERNARIO	N/A	30.25	7.62
Ki(lu-ar)	UNIDAD CRONOESTRATIGRAFICA	SEDIMENTARIA	LUTITA-ARENISCA	MESOZOICO	CRETACICO	CRETACICO INFERIOR	25.66	6.47
Ki(cz)	UNIDAD CRONOESTRATIGRAFICA	SEDIMENTARIA	CALIZA	MESOZOICO	CRETACICO	CRETACICO INFERIOR	44.09	11.11
							100	25.2

Elaboración propia con base en INEGI

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 reprecipitación 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 11.11 km2 lo que representa un 44.09% del territorio municipal y se localiza en la parte sur y oeste del municipio.

Suelo aluvial

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

Esta unidad geológica cubre una superficie aproximada de 7.62 km2 lo que representa un 30.25% del territorio municipal y abarca una parte del centro y toda la zona noroeste del municipio respectivamente.

Areniscas

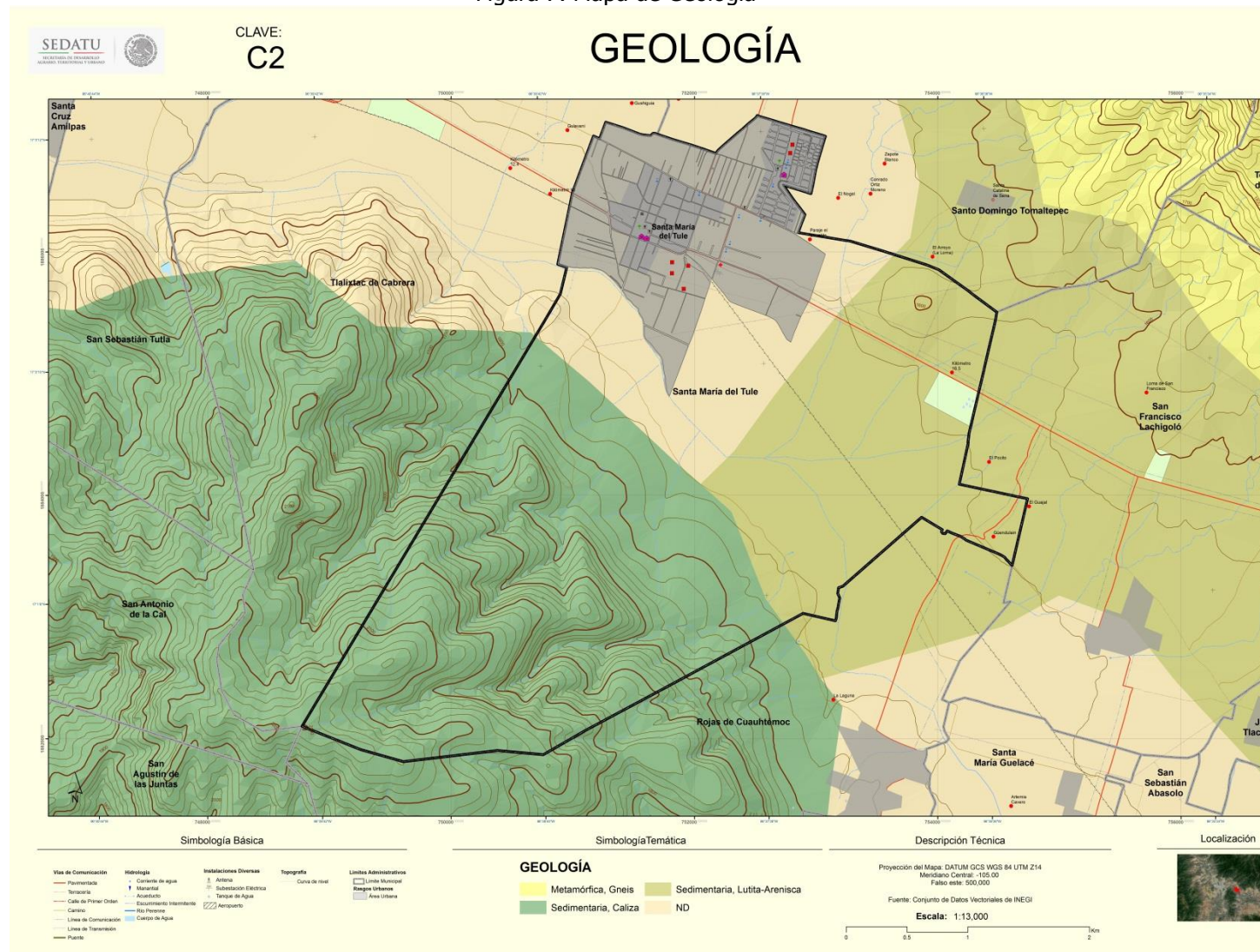
Son rocas sedimentarias detríticas formadas en ambientes marinos, fluviales o de origen eólico. Con textura clástica y de grano normalmente fino, de un diámetro inferior a los 2 milímetros, formados por fragmentos de roca o minerales, básicamente cuarzo, calcita, micas o feldespatos, que pueden estar 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.

LUTITAS

Es una roca sedimentaria compuesta por partículas del tamaño de la arcilla y del limo. Estas rocas detríticas de grano fino constituyen más de la mitad de todas las rocas sedimentarias. Las partículas de estas rocas son tan pequeñas que no pueden identificarse con facilidad sin grandes aumentos y por esta razón, resulta más difícil estudiar y analizar las lutitas que la mayoría de las otras rocas sedimentarias.

En lo que respecta a la combinación Lutita-arenista, cubre una superficie aproximada de 6.47 km2 lo que representa un 25.66% del territorio municipal y se encuentra en la parte este y noreste del municipio.

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. De acuerdo al mapa de Geomorfología, se pueden observar los siguientes sistemas de topoformas existentes en el municipio:

Cuadro 5. Topoformas

NOMBRE	DESCRIPCIÓN	%	SUPERFICIE KM²
SIERRA	SIERRA BAJA COMPLEJA	22.71	5.72
SIERRA	SIERRA ALTA COMPLEJA	0.87	0.22
LLANURA	LLANURA ALUVIAL CON LOMERIO	76.42	19.26
TOTAL		100.00	25.20

Elaboración propia con base en INEGI

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 5.72 km2 lo que representa un 22.71% del territorio municipal y se localiza en la parte suroeste del municipio

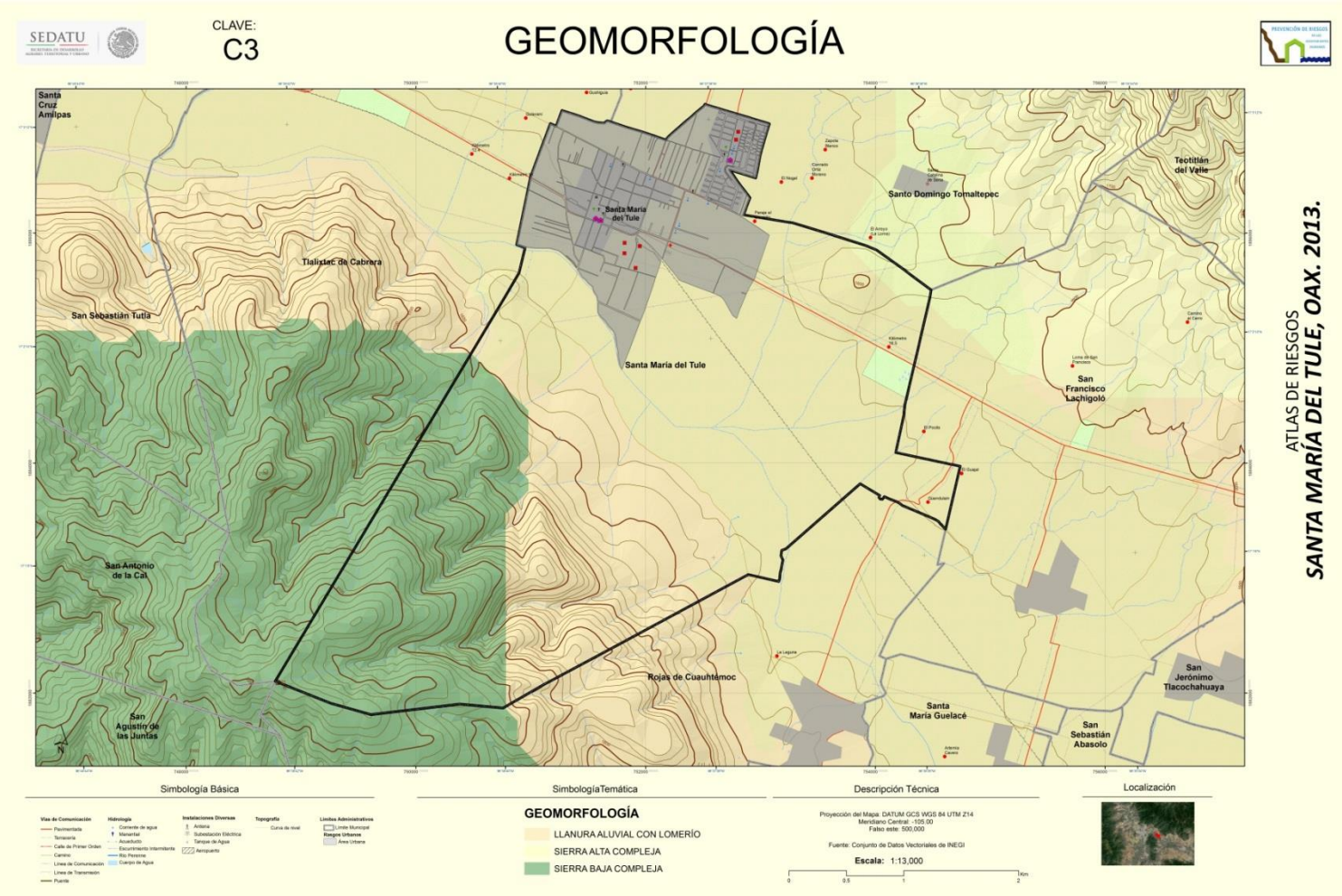
Sierra Alta compleja

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. Cubre una superficie aproximada de 0.22 km2 lo que representa un 0.87% del territorio municipal y se localiza una pequeña área el este 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 19.26 km2 lo que representa un 76.42% del territorio municipal y abarca la parte centro, norte, este y una porción de la zona sur del municipio respectivamente.

Figura 8. Mapa de Geomorfología



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 del Tule.

Cuadro 6. Unidades Edafológicas

CLAVE	NOMBRE DEL SUELO 1	NOMBRE DEL SUBSUELO 1	NOMBRE DEL SUELO 2	NOMBRE DEL SUBSUELO 2	TEXTURA	FASE FISCA	%	SUPERFICIE KM ²
Hh+Vc/2	FEZEM	HEPLICO	VERTISOL	CROMICO	MEDIA		36.40	9.17
Bk+Kk/2/P	CAMBISOL	CALCICO	CASTAÑOZEM	CALCICO	MEDIA	PEDREGOSA	24.96	6.29
I+Re/2	LITOSOL		REGOSOL	EUTRICO	MEDIA		38.65	9.74
							100.00	25.20

Elaboración propia con base en INEGI

SUELOS DOMINANTES:

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 6.29 km2 lo que representa un 24.96% del territorio municipal, y se puede encontrar en la parte centro, este y en una pequeña área del extremo noreste del municipio respectivamente.

Feozem

Proviene del griego phaeo: pardo; y del ruso zemljá: tierra. Literalmente, tierra parda. Suelos que se pueden presentar en cualquier tipo de relieve y clima, excepto en regiones tropicales lluviosas o zonas muy

desérticas. Es el cuarto tipo de suelo más abundante en el país. Se caracteriza por tener una capa superficial oscura, suave, rica en materia orgánica y en nutrientes, semejante a las capas superficiales de los Chernozems y los Castañozems, pero sin presentar las capas ricas en cal con las que cuentan estos dos tipos de suelos.

Los Feozems son de profundidad muy variable. Cuando son profundos se encuentran generalmente en terrenos planos y se utilizan para la agricultura de riego o temporal, de granos, legumbres u hortalizas, con rendimientos altos. Los Feozems menos profundos, situados en laderas o pendientes, presentan como principal limitante la roca o alguna cementación muy fuerte en el suelo, tienen rendimientos más bajos y se erosionan con más facilidad, sin embargo, pueden utilizarse para el pastoreo o la ganadería con resultados aceptables (INEGI).

El uso óptimo de estos suelos depende en muchas ocasiones de otras características del terreno y sobretodo de la disponibilidad de agua para riego. Su símbolo en la carta edafológica es (H).

Este tipo de suelo cubre una superficie aproximada de 9.17 km2, lo que representa un 36.40 % del territorio municipal y abarca una franja al norte y noreste del municipio.

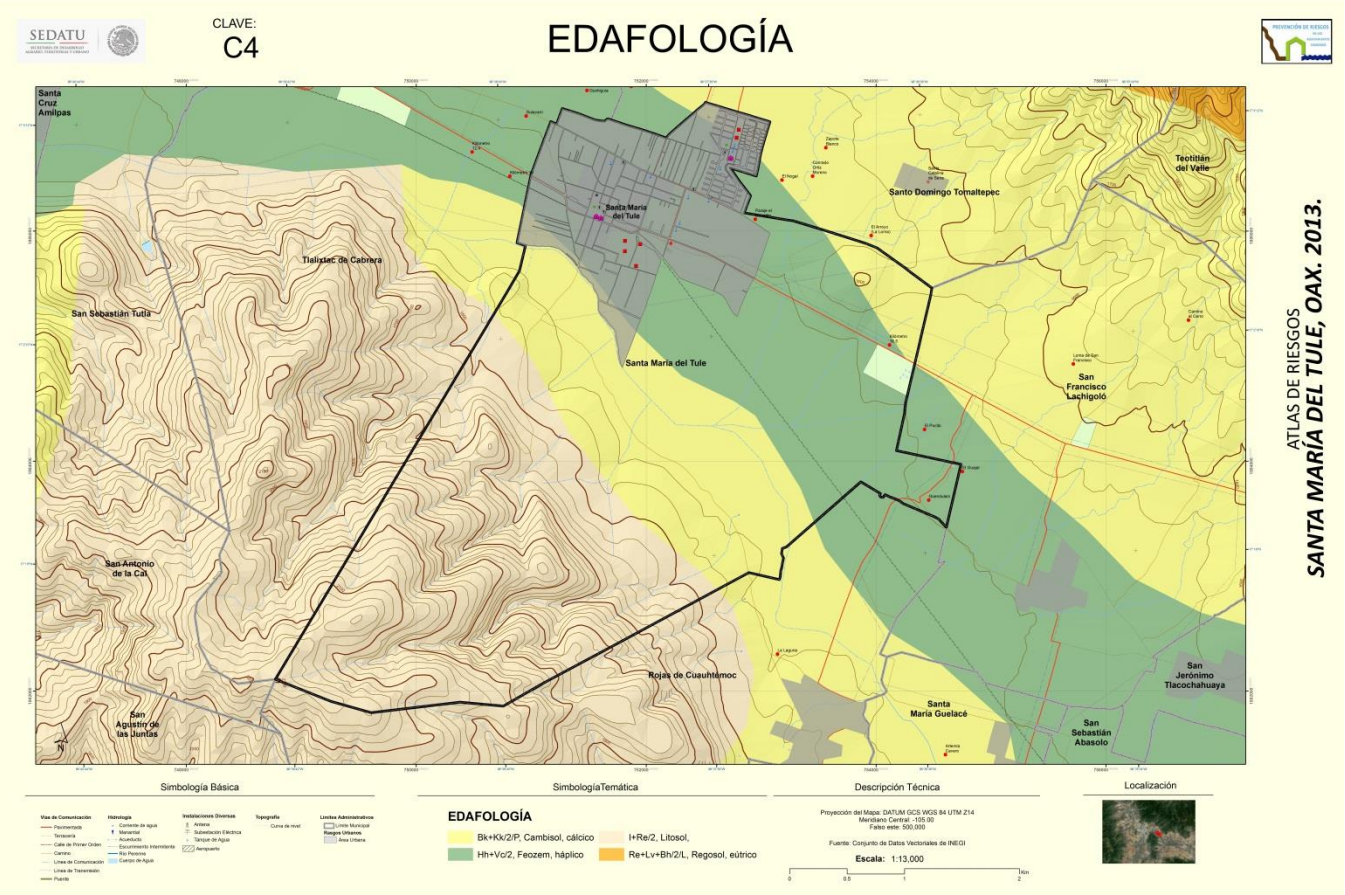
Litosol

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).

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 9.74 km2 lo que representa un 38.65% del territorio municipal, y se puede encontrar en la parte sur y 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 del Tule se halla inmerso en la región Hidrológica 20 Costa Chica-Río Verde, en la cuenca R. Atoyac (100%) y en la subcuenca R. Atoyac-Oaxaca de Juárez (100%) respectivamente.

Cuadro 7. Región Hidrológica Costa chica Rio Verde

PROPIEDAD	VALOR
IDENTIFICADOR	20
CLAVE REGIÓN HIDROLÓGICA	RH20
NOMBRE DE LA REGIÓN HIDROLÓGICA	COSTA CHICA - RIO VERDE
AREA (KM2)	39856.87
PERIMETRO (KM)	1522.86

Fuente: Elaboración propia con base en el SIATL

Cuadro 8. Cuenca R Atoyac

PROPIEDAD	VALOR
IDENTIFICADOR	77
CLAVE REGIÓN HIDROLÓGICA	RH20
NOMBRE DE LA REGIÓN HIDROLÓGICA	COSTA CHICA - RIO VERDE
CLAVE CUENCA	A
NOMBRE CUENCA	R. ATOYAC
ÁREA (KM2)	18,258.49
PERIMETRO (KM)	1,005.39

Fuente: Elaboración propia con base en el SIATL

Cuadro 9. Subcuenca R. Atoyac - Oaxaca de Juárez

PROPIEDAD	VALOR
IDENTIFICADOR EN BASE DE DATOS	126
CLAVE DE SUBCUENCA COMPUESTA	RH20AC
CLAVE DE REGIÓN HIDRÓGRAFICA	RH20
NOMBRE DE REGIÓN HIDROGRAFICA	COSTA CHICA - RIO VERDE
CLAVE DE CUENCA	A
CLAVE DE CUENCA COMPUESTA	A
NOMBRE DE CUENCA	R. ATOYAC
CLAVE DE SUBCUENCA	C
NOMBRE DE SUBCUENCA	R. ATOYAC - OAXACA DE JUAREZ
TIPO DE SUBCUENCA	EXORREICA
LUGAR A DONDE DRENA (PRINCIPAL)	RH20AB R. ATOYAC - SAN PEDRO JUCHATENGO
TOTAL DE DESCARGAS (DRENAJE PRINCIPAL)	1
LUGAR A DONDE DRENA 2	-
TOTAL DE DESCARGAS 2	0
LUGAR A DONDE DRENA 3	-
TOTAL DE DESCARGAS 3	0
LUGAR A DONDE DRENA 4	-
TOTAL DE DESCARGAS 4	0
TOTAL DE DESCARGAS	1
PERIMETRO (KM)	546.87
ÁREA (KM2)	5,863.47
DENSIDAD DE DRENAJE	1.8337
COEFICIENTE DE COMPACIDAD	2.014
LONGITUD PROMEDIO DE FLUJO SUPERFICIAL DE LA SUBCUENCA (KM)	0.136336369
ELEVACIÓN MAXIMA EN LA SUBCUENCA (M)	3300
ELEVACIÓN MINIMA EN LA SUBCUENCA (M)	1200
PENDIENTE MEDIA DE LA SUBCUENCA (%)	29.72
ELEVACIÓN MAXIMA EN CORRIENTE PRINCIPAL (M)	2671
ELEVACIÓN MINIMA EN CORRIENTE PRINCIPAL (M)	1,190
LONGITUD DE CORRIENTE PRINCIPAL (M)	19,7040
PENDIENTE DE CORRIENTE PRINCIPAL (%)	0.751
SINUOSIDAD DE CORRIENTE PRINCIPAL	2.089119828

Fuente: Elaboración propia con base en el SIATL

Cuadro 10. Esguerrimientos presentes

ESGURRIMIENTOS PRESENTES
RIO SALADO (INTERMITENTE)

Fuente: Elaboración propia con base en el SIATL

3.6. Climatología

El territorio municipal es cubierto por tres tipos de climas; un clima semicálido subhúmedo que se caracteriza por sus temperatura medias anual mayor a 18°C , un clima semiárido cálido con una temperatura media anual mayor a 22 °C y un clima templado subhúmedo con unan temperatura media anual de entre 12 y 18 °C respectivamente.

Cuadro 11. Características Climáticas

CLIMA	DESCRIPCIÓN DE TEMPERATURA	DESCRIPCIÓN DE PRESIPITACIÓN	%	SUPERFICIE KM²
(A)C(wo)	SEMICALIDO SUBHUMEDO DEL GRUPO C, TEMPERATURA MEDIA ANUAL MAYOR DE 18°C, TEMPERATURA DEL MES MÁS FRIO MENOR DE 18°C, TEMPERATURA DEL MES MÁS CALIENTE MAYOR DE 22°C.	PRECIPITACION DEL MES MÁS SECO MENOR DE 40 MM; LLUVIAS DE VERANO CON INDICE P/T MENOR DE 43.2, Y PORCENTAJE DE LLUVIA INVERNAL DEL 5% AL 10.2% DEL TOTAL ANUAL.	5.10	1.29
BS1(h')w	SEMIARIDO CALIDO, TEMPERATURA MEDIA ANUAL MAYOR DE 22°C, TEMPERATURA DEL MES MÁS FRIO MAYOR DE 18°C.	LLUVIAS DE VERANO Y PORCENTAJE DE LLUVIA INVERNAL DEL 5% AL 10.2% DEL TOTAL ANUAL.	73.64	18.56
C(wo)	TEMPLADO SUBHUMEDO, TEMPERATURA MEDIA ANUAL ENTRE 12°C Y 18°C, TEMPERATURA DEL MES MAS FRIO ENTRE -3°C Y 18°C Y TEMPERATURA DEL MES MAS CALIENTE BAJO 22°C.	PRECIPITACION EN EL MES MAS SECO MENOR DE 40 MM; LLUVIAS DE VERANO CON INDICE P/T MENOR DE 43.2 Y PORCENTAJE DE PRECIPITACION INVERNAL DEL 5% AL 10.2% DEL TOTAL ANUAL.	21.26	5.36
TOTAL			100.00	25.20

Elaboración propia con base en INEGI

Tipos de clima presentes en el municipio:

(A)C(wo)

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

Cubre una superficie aproximada de 1.29 km2 lo que representa un porcentaje respecto al total de la superficie municipal de 5.10%, se encuentra en una pequeña área al noreste del municipio.

BS1(h')w

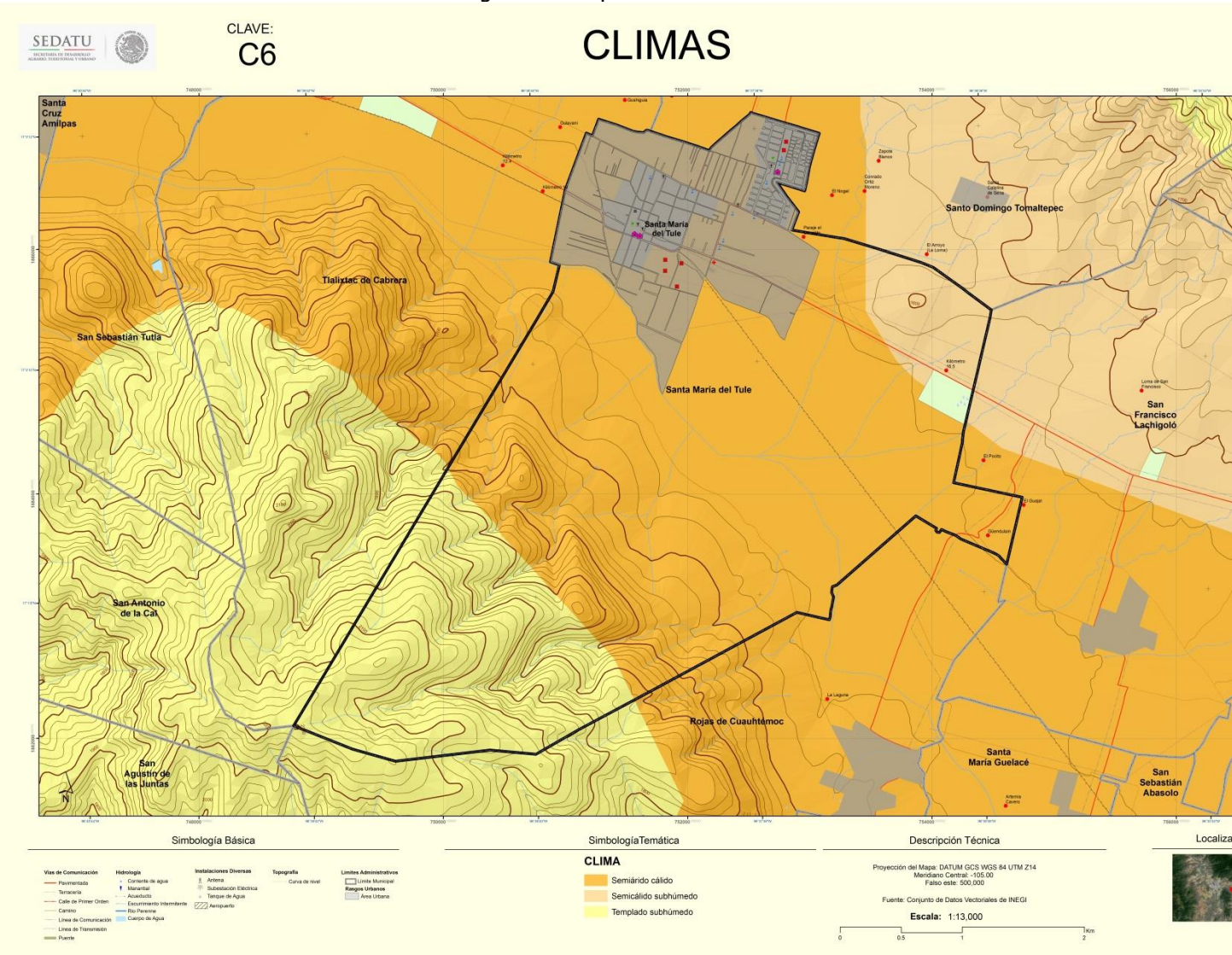
Semiárido cálido, temperatura media anual mayor de 22°C, temperatura del mes más frio mayor de 18°C. Lluvias de verano y porcentaje de lluvia invernal del 5% al 10.2% del total anual. Este clima abarca una superficie aproximada de 18.56 km2, lo que representa un 73.64% del territorio municipal, abarca la parte centro, este y norte del municipio.

C(wo)

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

Este clima abarca una superficie aproximada de 5.36 km2, lo que representa un 21.26% del territorio municipal. Se ubica en la parte sur y suroeste del municipio.

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 del Tule los usos de suelo y vegetación de distribuyen de la siguiente forma:

Cuadro 12. Tipo de Vegetación

ENTIDAD	TIPO	VEGETACIÓN SECUNDARIA	EROSIÓN	%	SUPERFICIE KM²
PASTIZAL-ÁREA AGRÍCOLA	PASTIZAL INDUCIDO, AGRICULTURA DE TEMPORAL	NO APLICABLE	CON EROSIÓN APRECIABLE	22.09	5.57
ÁREA AGRÍCOLA	AGRICULTURA DE RIEGO	NINGUNO	SIN EROSIÓN APRECIABLE	38.27	9.64
ÁREA AGRÍCOLA	AGRICULTURA DE TEMPORAL	NINGUNO	CON EROSIÓN APRECIABLE	29.78	7.50
BOSQUE	BOSQUE DE ENCINO	VEGETACIÓN SECUNDARIA APARENTE	SIN EROSIÓN APRECIABLE	9.86	2.49
TOTAL				100.00	25.20

Elaboración propia con base en INEGI

PASTIZAL INDUCIDO- AGRICULTURA DE TEMPORAL

En este tipo de uso de suelo se combinan porciones de pastizal inducido con agricultura de temporal siendo los principales cultivos: maíz en asociaciones de frijol-calabaza y alfalfa. Este tipo de uso de suelo cubre una superficie aproximada de 5.57 km2 lo que representa un 22.09% del territorio municipal y se localiza en la parte sur del municipio.

AGRICULTURA DE RIEGO

Este tipo de agricultura utiliza agua suplementaria para el desarrollo de los cultivos durante el ciclo agrícola, por lo que su definición se basa principalmente en la manera de cómo se realiza la aplicación del agua, por ejemplo la aspersión, goteo, o cualquier otra técnica, es el caso del agua rodada (distribución del agua a través de surcos o bien tubería a partir de un canal principal y que se distribuye directamente a la planta), por bombeo desde la fuente de suministro.

En el municipio, el agua utilizada proveniente de los pozos subterráneos, los principales cultivos son: Maíz y frijol. Este tipo de uso de suelo cubre una superficie aproximada de 9.64 km2 lo que representa un 38.27% del territorio municipal y abarca una franja que cubre la parte este, centro y noroeste del municipio.

AGRICULTURA DE TEMPORAL

Se clasifica como tal al tipo de agricultura de todos aquellos terrenos en donde el ciclo vegetativo de los cultivos que se siembran depende del agua de lluvia, por lo que su éxito depende de la precipitación y de la capacidad del suelo para retener el agua. Los principales cultivos en el municipio son: maíz en asociaciones de frijol-calabaza y alfalfa. Este tipo de uso de suelo cubre una superficie aproximada de 7.50 km2 lo que representa un 29.78% del territorio municipal y esta presenta en la parte noreste del municipio.

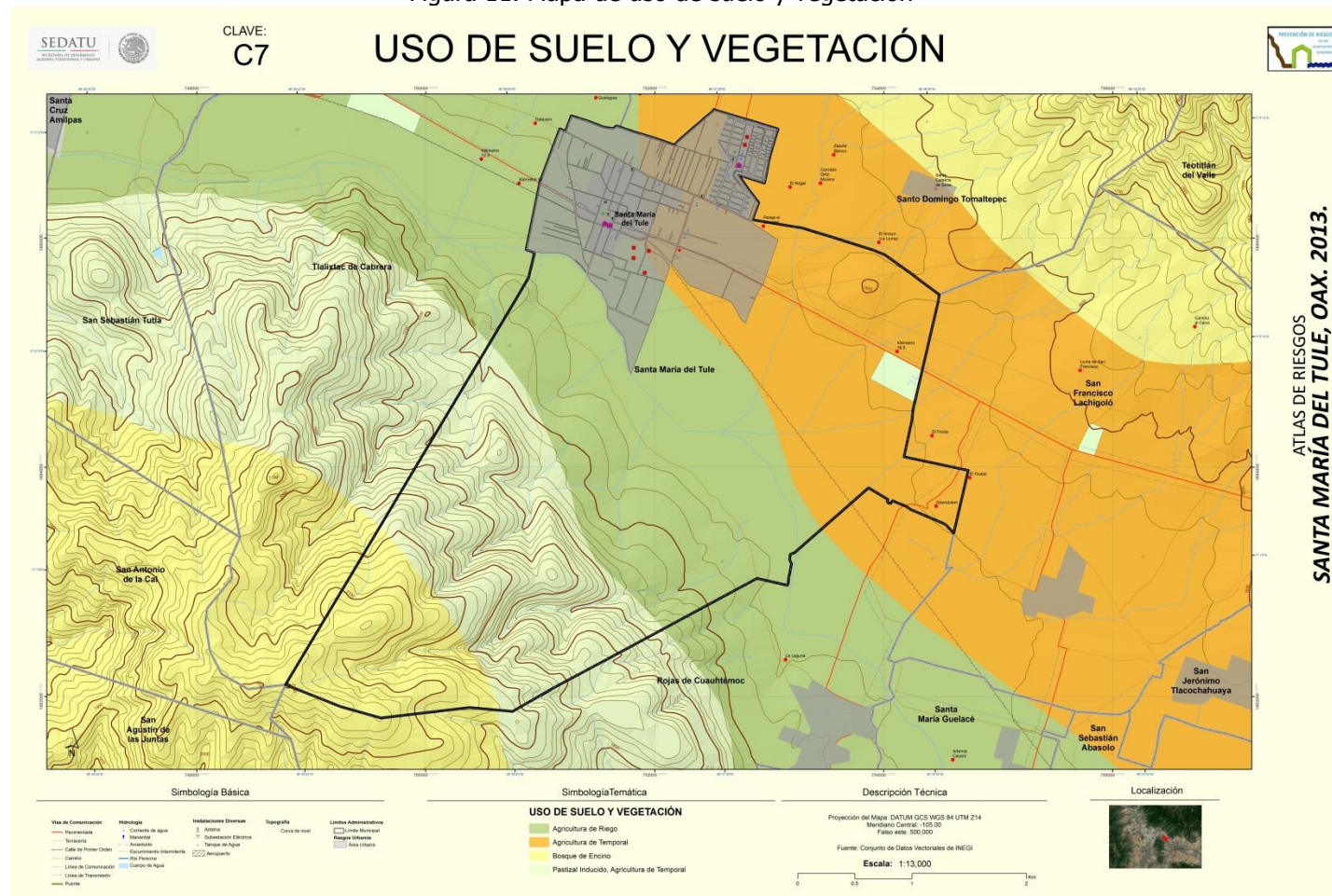
BOSQUE DE ENCINO

Junto con los bosques de pino, los bosques de encino representan el otro tipo importante de vegetación templada de México. Su distribución, de acuerdo con Rzedowski abarca prácticamente desde el nivel del mar, hasta los 3,100 m, sin embargo, la mayoría de estas zonas se ubican entre los 1,200 y 2,800 msnm. Las especies más comunes de estas comunidades son encino laurelillo (*Quercus laurina*), encino (*Q. magnoliifolia*), encino blanco (*Q. candicans*), roble (*Q. crassifolia*), etc.

Estos bosques han sido muy explotados con fines forestales para la extracción de madera para la elaboración de carbón y tablas para el uso doméstico, lo cual provoca que este tipo de vegetación tienda a fases secundarias las que a su vez sean incorporadas a la actividad agrícola y pecuaria.

Este tipo de uso de suelo cubre una superficie aproximada de 2.49 km2 lo que representa un 9.86% del territorio municipal y se localiza en una pequeña área al suroeste del municipio.

Figura 11. Mapa de uso de suelo y vegetación



3.8. Áreas naturales protegidas

No existe área natural protegida federal ni estatal.

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

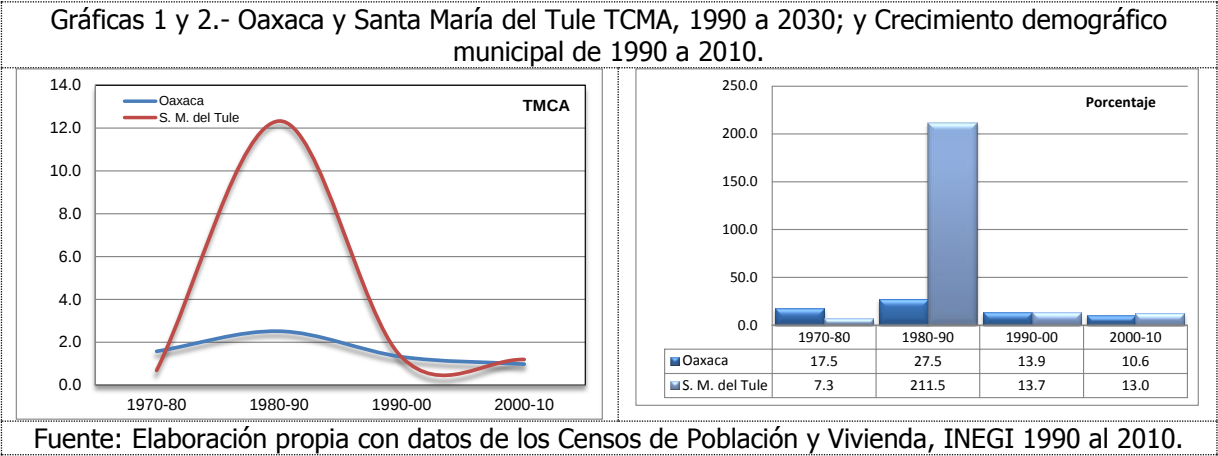
4.1. Elementos demográficos: dinámica demográfica, distribución de población, mortalidad, densidad de población.

El municipio de Santa María del Tule tuvo un crecimiento mayor al promedio del estado de Oaxaca, como se observa en el siguiente cuadro, donde en los años noventas la tasa media de crecimiento anual del municipio fue de 12.3, más que el promedio del estado. No obstante, en la siguiente década disminuyó a 1.3 por ciento, igual 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 2 mil habitantes en 1980 a 6.4 mil en 1990 y a 7.3 mil en 2000 y se estabilizó para alcanzar en 2010 un total de 8.2 mil personas.

Cuadro 13. Oaxaca y Santa María del Tule : Población y crecimiento promedio anual 1970-2010					
Año	Oaxaca		Santa María del Tule		Participación del municipio (%)
	Total	TCMA (%)	Total	TCMA (%)	
1970	2,015,424		1,915		0.1
1980	2,369,076	1.6	2,054	0.7	0.1
1990	3,019,560	2.5	6,398	12.3	0.2
2000	3,438,765	1.3	7,272	1.3	0.2
2010 ¹	3,801,962	1.0	8,220	1.2	0.2

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.



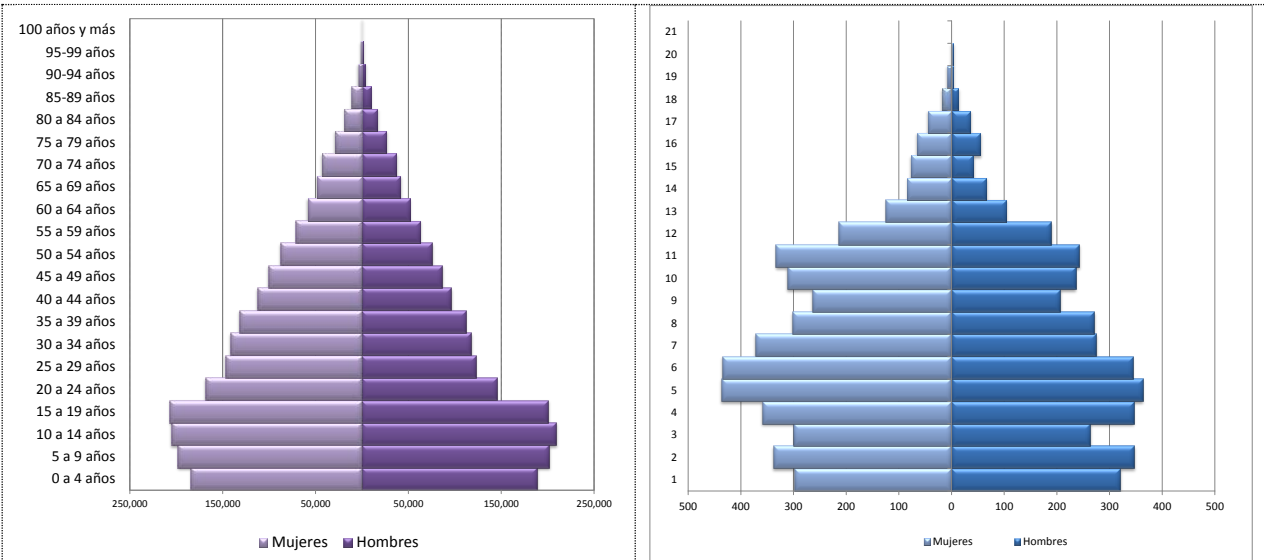
La grafica 2 indica que, en términos relativos, el municipio tiene un mayor incremento que la entidad en los años noventa. Esta tendencia se refleja también en las proyecciones de población, las cuales indican un sostenido aumento de los habitantes del municipio. Aunque es aún reducido el volumen de población de Santa María del Tule, 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 8.7 mil habitantes en el 2030 y representar el 0.21 por ciento del total de los habitantes de Oaxaca. Se estima que el crecimiento futuro del municipio se conserve en 0.1 por ciento con un crecimiento relativo de 1.3 por ciento.

La población de Santa María del Tule es, en su mayoría, de mujeres, las cuales representan 54 por ciento del total, y por ello, el municipio tiene un índice de masculinidad de 85.1 hombres por cada cien mujeres, inferior al promedio estatal (91.7). En términos de la edad promedio, en Santa María del Tule es mayor al promedio de la entidad, con 29 años la mediana, mientras que en los hombres es de 27 años y las mujeres de 30.

Cuadro 14. 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 del Tule	6,398	7,272	8,294	8,557	8,667
% Respecto al Estado	0.21%	0.21%	0.22%	0.21%	0.21%
Tasa de Crecimiento Media Anual		90 - 00	00 - 10	10-20	20 - 30
Oaxaca		1.3	1.0	0.7	0.1
Santa María del Tule		1.3	1.3	0.3	0.1
Crecimiento Relativo		90 - 00	00 - 10	10-20	20 - 30
Oaxaca		13.9	10.6	7.7	0.9
Santa María del Tule		13.7	14.1	3.2	1.3

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..



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

Por otra parte, mientras en Oaxaca el promedio es de 2.85 hijos vivos, en Santa María del Tule es de 1.77, dato que indica una mejor condición de salud de la población respecto al promedio del estado.

Cuadro 15. Oaxaca y Santa María del Tule : Características de la población, 2010

Estado Municipio	Población por sexo			Índice de masculinidad ¹	Edad mediana			Promedio de hijos nacidos vivos ²
	Total	% Hombres	% Mujeres		Total	Hombres	Mujeres	
Oaxaca	3,801,962	47.8	52.2	91.7	24	23	25	2.85
Santa María del Tule	8,165	46.0	54.0	85.1	29	27	30	1.77

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 del Tule en 2010. Resaltan tres aspectos principales: una alta proporción de población en edad juvenil, de 20 a 29 años; en segundo lugar una menor proporción de población en edades activas, y una creciente estructura de población de adultos de más de 45 años, principalmente mujeres.

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 por ejemplo a nivel estatal ha decrecido 8 puntos porcentuales en Oaxaca para el año 2010, en el municipio este factor implica una reducción de la base de la pirámide, un aumento de la estructura de 20 a 29 años, una nueva reducción de 30 a 44 años y un aumento de la población de los 40 años en adelante.

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 combinado con un mayor volumen de inmigración de población en edades adultas, conformando esta peculiar estructura poblacional.

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

Los índices de dependencia económica dan cuenta de este fenómeno, como se ilustra en el siguiente cuadro y gráfica. Destaca que comparando la proporción de niños menores de 15 años con respecto al promedio estatal, Santa María del Tule tiene casi 7 puntos porcentuales menos 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 menor en 1.7 puntos porcentuales que el promedio estatal.

Aunque en términos de la población total por estos grandes grupos de edad no representan un volumen importante, el total de menores de 15 años es de 1.8 mil niños y jóvenes, el de adultos mayores de 747 personas y los habitantes en edad activa son 5.5 mil, en función de la dependencia que tienen niños y adultos mayores respecto a las personas en edad activa el promedio es menor al que presenta la entidad.

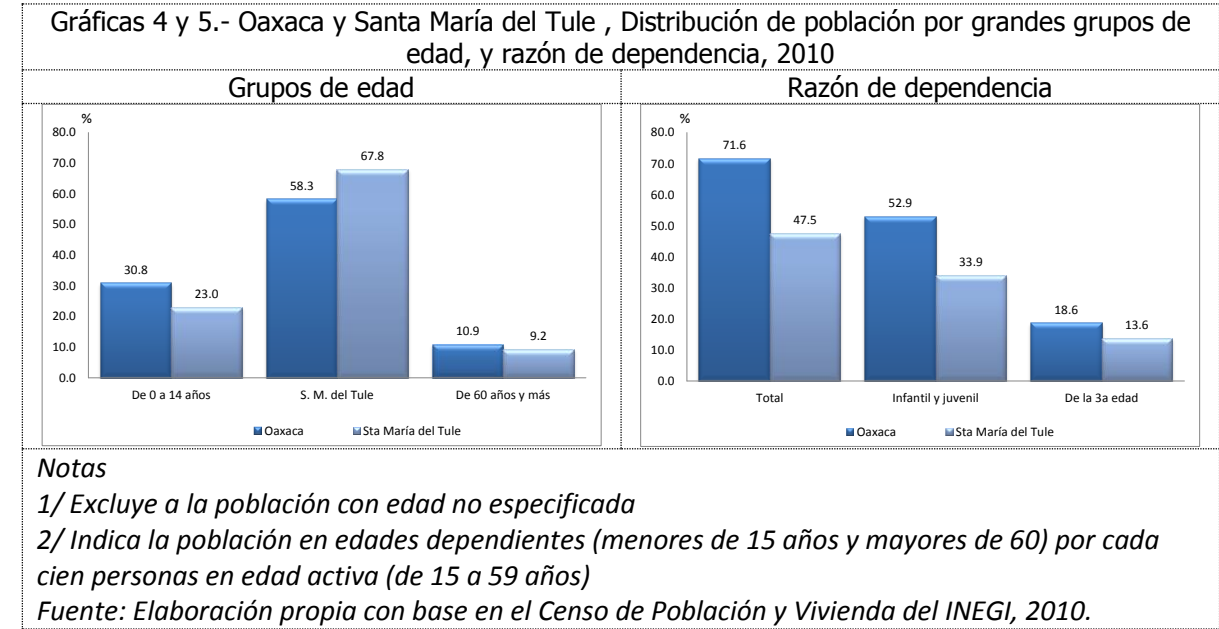
Gráficas 3. Oaxaca y Santa María del Tule Pirámides de población por grupos quinquenales de edad, 2010

Oaxaca	Santa María del Tule
--------	----------------------

Cuadro 16. Oaxaca y Santa María del Tule: Población por grandes grupos de edad y razón de dependencia, 2010							
Estado/ Municipio	Población total ¹	Grupos de edad			Razón de dependencia ²		
		De 0 a 14 años	De 15 a 59 años	De 60 años y más	Total	Infantil y juvenil	De la 3a edad
Oaxaca	5,728,654	30.8	58.3	10.9	71.6	52.9	18.6
Santa María del Tule	8,111	23.0	67.8	9.2	47.5	33.9	13.6

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 33.9 niños y jóvenes menores de 15 años; el promedio estatal es de 52.9 niños por cada cien adultos: de igual forma, por cada cien personas activas, en el municipio hay 13.6 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 alto en el municipio, En total, la dependencia de esos grupos de edad respecto a los adultos en edades activas es de 47.5 frente a 71.6 que se presentan en la entidad (graficas 4 y 5).



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. Se señala que en Santa María del Tule en el año 2010 existieron 2 defunciones de menores de un año, lo que representa el 0.21 por ciento de la población fallecida a nivel estatal. En el mismo año el Municipio de Santa María del Tule registró 37 defunciones es decir el 0.17 por ciento respecto al total de defunciones en el Estado de Oaxaca.

El número de nacimientos de Santa María del Tule representan el 0.123 por ciento del total de nacimientos a nivel estatal, cifra que repercute en lento incremento de población, ya que en el año 2010 nacen 135 niños pero mueren 2, lo que da una proporción de 0.01 defunciones por cada cien nacimientos. (Cuadro 17).

Cuadro 17. Oaxaca y Santa María del Tule : Nacimientos y Mortalidad, 2009			
Concepto	Estado de Oaxaca Total	Santa María del Tule Total	% del total estatal
Defunciones generales por residencia habitual, 2010	20,328	37	0.170
Defunciones de menores de un año de edad por municipio de residencia habitual del fallecido 2010	922	2	0.217
Nacimientos, 2010	108,978	135	0.123
Esperanza de vida al nacimiento, 2010	74.9		

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

El cuadro 18 señala que Santa María del Tule es un municipio de atracción migratoria, que en términos de su volumen representa 986 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 6.69 por ciento, superior al promedio estatal; los inmigrantes, tienen una tasa de 13.1 por ciento, que supera al promedio estatal en dos veces y media el promedio del estado; en consecuencia existe en el municipio un balance a favor de los inmigrantes, estimado en 6.45 por ciento, por lo que se puede considerar el municipio de atracción migratoria.

Cuadro 18. Oaxaca y Santa María del Tule : Migración interna 2005-2010		
Absolutos	Oaxaca	Santa María del Tule
Inmigrantes	158,882	986
Emigrantes	178,851	502
Saldo neto	-19,969	484
Tasas (por cada mil habs)		
Inmigrantes	4.36	13.13
Emigrantes	3.58	6.69
Saldo neto	0.78	6.45
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 del Tule son tres rurales y una mixta, es decir, 6.5 por ciento de sus pobladores habitan en una localidad rural y 93.6 por ciento en una localidad mixta, que es la cabecera municipal (Cuadro 19).

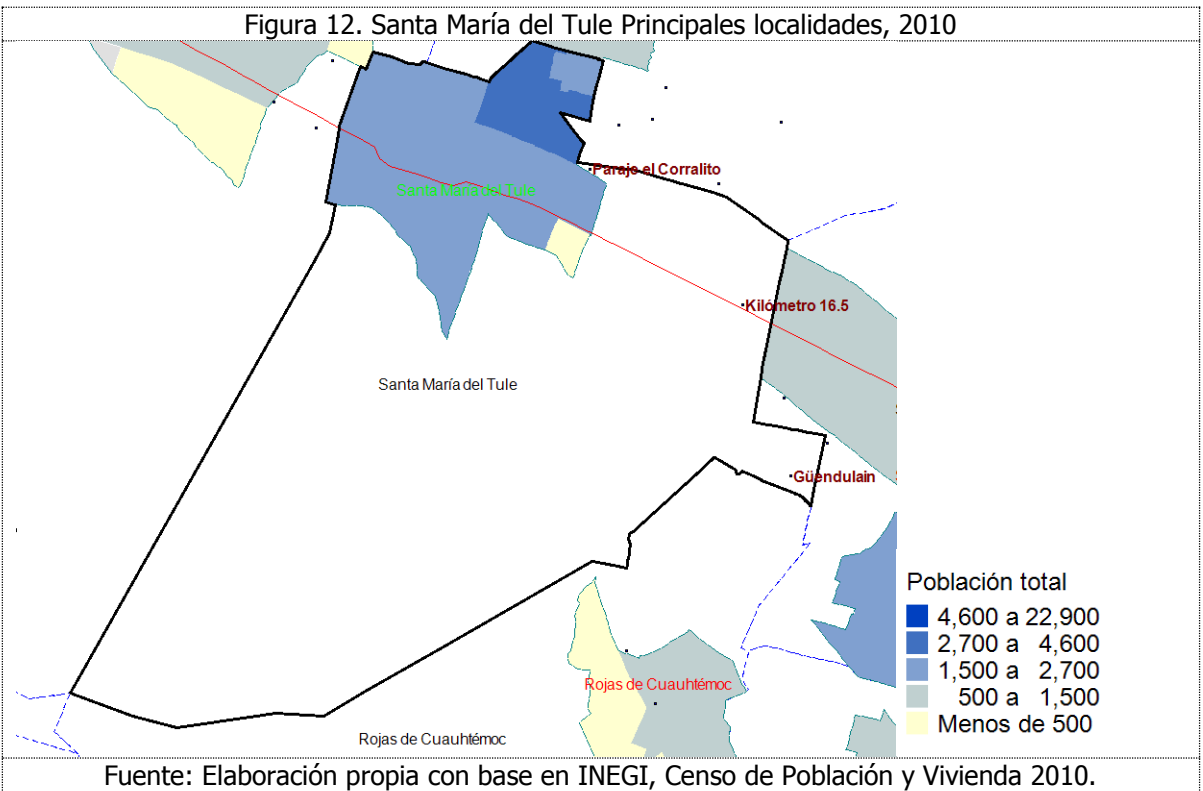
Cuadro 19. Oaxaca y Santa María del Tule : Distribución territorial de la población, 2010

Tamaño de localidad	Oaxaca			Santa María del Tule		
	Localidades	Población	% Pob.	Localidades	Población	% Pob.
Total	10,496	3,801,962	100.0	4	8,165	100.0
De 1 a 2,499 hab	10,321	2,002,757	52.7	3	529	6.5
De 2,500 a 14,999 hab.	156	839,780	22.1	1	7,636	93.5
De 15,000 y más hab.	19	959,425	25.2	0	0	0.0

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

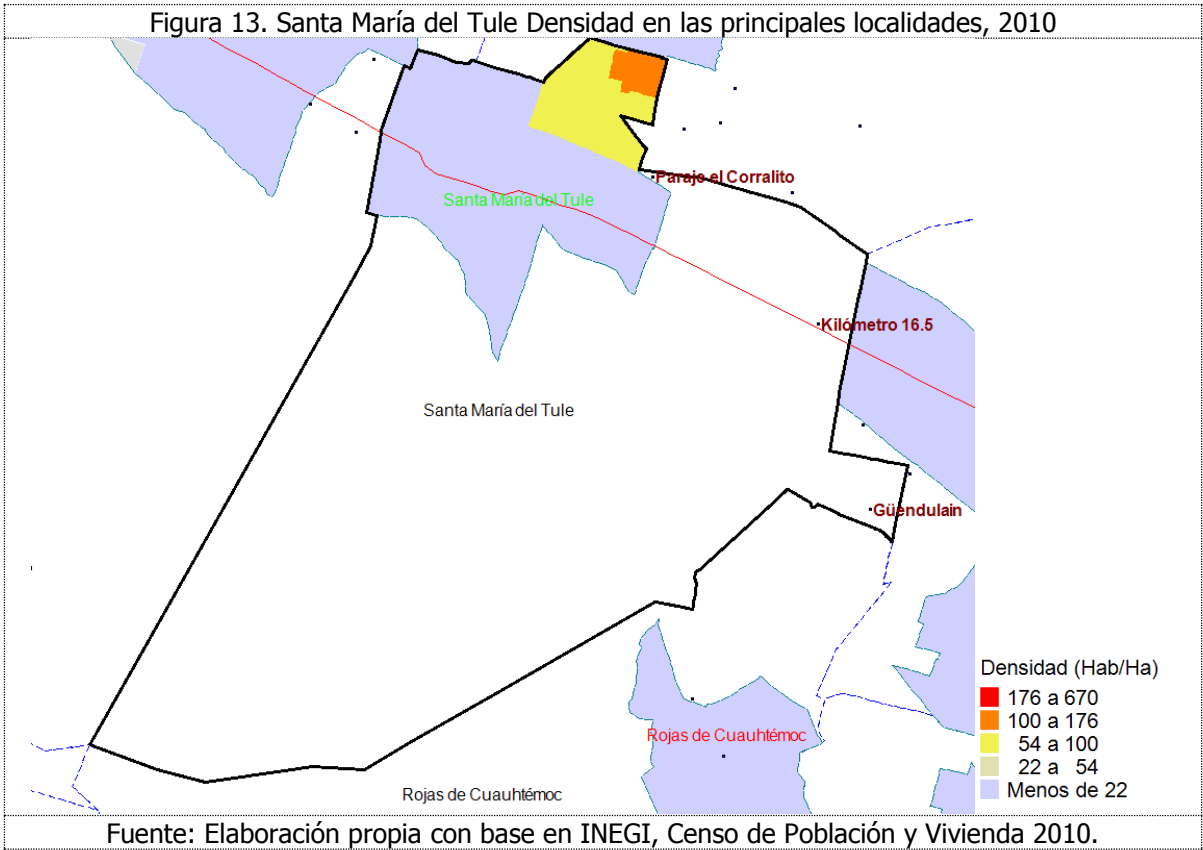
El municipio de Santa María del Tule forma parte de la zona metropolitana de Oaxaca y se ubica al oriente de la misma. La mayor parte de la población reside en la cabecera municipal y en las otras tres localidades es muy baja la proporción de habitantes.

Figura 12. Santa María del Tule Principales localidades, 2010



Santa María del Tule presenta bajas densidades de población, salvo en la parte nororiente de la localidad donde se ubican algunas zonas habitacionales que hacen que aumente la densidad promedio. En particular la cabecera municipal presenta una densidad media menor de 22 habitantes por hectárea.

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



4.2. Características sociales

4.2.1. Población de Habla Indígena

En Santa María del Tule, es reducido el número de personas que habla alguna lengua indígena, donde solo 474 personas de 3 años y más son de adscripción indígena. De esta población la mayor parte habla español y lengua indígena (98.5 por ciento), y el resto no habla español.

Cuadro 20.Oaxaca y Santa María del Tule. 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		
		Total	Hombres	Mujeres	Total	Hombres	Mujeres
			%	%		%	%
Oaxaca	1,184,312	977,035	49.5	50.5	207,277	38.2	61.8
Santa María del Tule	474	472	44.9	55.1	2	50.0	50.0

1/ Excluye a la población que no especificó su lengua indígena.
Elaboración propia con base en el Censos de Población y Vivienda del INEGI, 2010.

4.2.2. Analfabetismo y educación

En cuanto al nivel de analfabetismo en Santa María del Tule, 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 16.9 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.

Cuadro 21.Oaxaca y Santa María del Tule Población de 15 años y más por condición de alfabetismo, 2010							
Entidad municipio	Población de 15 años y más ¹	Alfabetos	%	Analfabetas			
				Total	%	Hombres	Mujeres
						%	%
Oaxaca	2,591,966	2,153,325	83.1	421,810	16.3	34.5	65.5
Santa María del Tule	6,229	6,048	97.1	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.

De la población de niños y jóvenes de 6 a 14 años que saben leer, en Santa María del Tule el 91.3 por ciento están en esa condición, menos que el promedio estatal. Del 8.7 por ciento de niños y jóvenes en el municipio que no saben leer y escribir, 55.8 por ciento son hombres y 44.2 por ciento son mujeres (cuadro 10). El medio urbano permite que la mayor parte de los niños y jóvenes puedan asistir a una escuela, pero

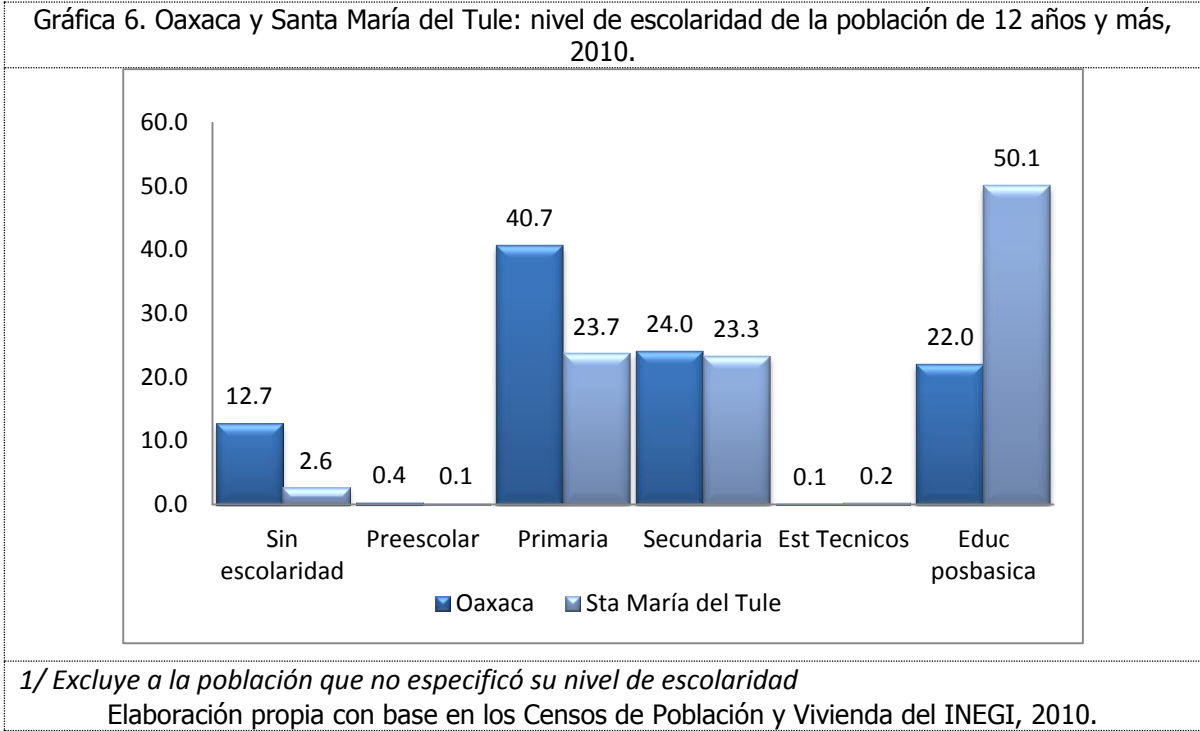
es notoria la mayoría de hombres, que generalmente a edades tempranas se les ocupa en actividades productivas.

Cuadro 22.Oaxaca y Santa María del Tule : Población de 6 a 14 años que sabe leer y escribir, 2010							
Entidad municipio	Población de 6 a 14 años ¹	Sabe leer y escribir	%	No sabe leer y escribir			
				Total	%	Hombres	Mujeres
						%	%
Oaxaca	735,285	608,249	82.7	118,827	16.2	52.9	47.1
Santa María del Tule	1,093	998	91.3	95	8.7	55.8	44.2

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 del Tule tiene un nivel de educación primaria (23.7%) y secundaria (23.3%), sin embargo tiene una alta proporción, de 50.1 por ciento con educación posbásica, principalmente bachillerato y solo 2.6 por ciento no tiene escolaridad. Estas proporciones, comparadas con el promedio estatal, indican un nivel educativo más elevado, resultado de una población que tiende a localizarse en la periferia de Oaxaca y que se ubica en este municipio.

En particular, la población sin escolaridad es muy baja, ya que es menor en 11.3 puntos porcentuales al promedio de Oaxaca, y en cuanto a educación primaria es menor en 17 puntos porcentuales a la media de la entidad. En cambio, en los niveles de mayor escolaridad, el municipio se encuentra por encima de la media estatal: en educación posbásica la brecha se abre más en 28.1 puntos porcentuales.



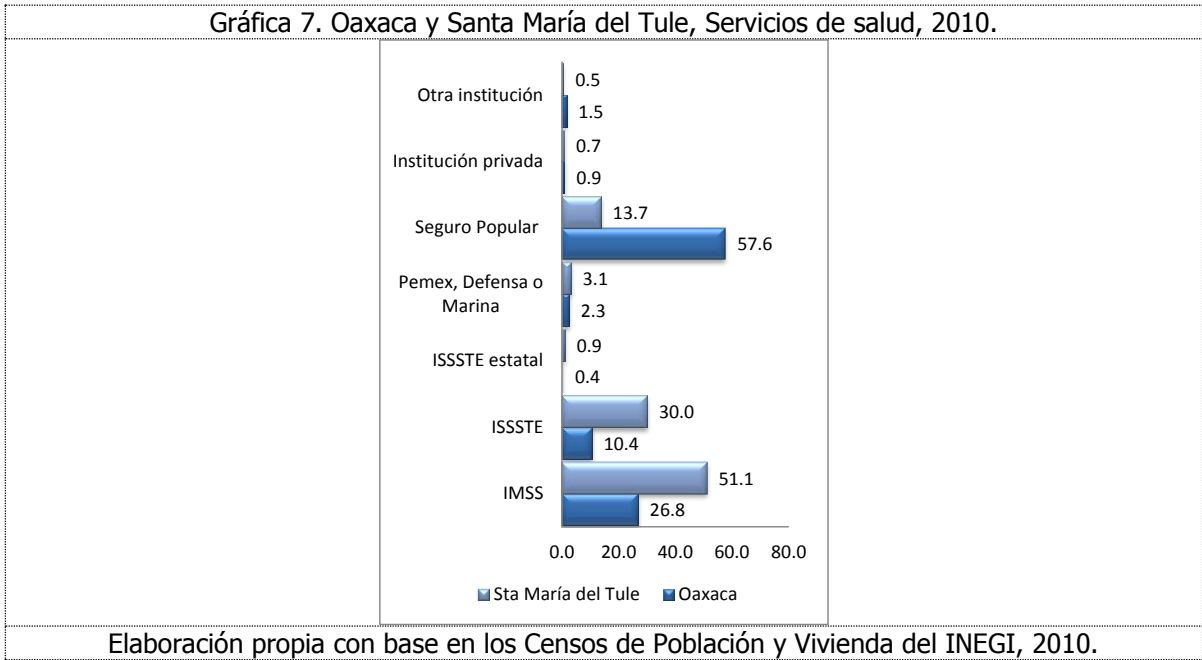
4.2.3. Servicios Médicos

Un factor importante de las condiciones generales de vida en el municipio de Santa María del Tule 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 59% con 4.7 mil derechohabientes, superando al promedio estatal de 56.5 por ciento.

El 57.6% de los derechohabientes están cubiertos por los servicios de salud que otorga el Seguro Popular, 41 puntos porcentuales más que la entidad; el Instituto Mexicano del Seguro Social cubre el 51.1 por ciento de los derechohabientes del municipio, que representan una proporción del doble que el promedio estatal, mientras que los afiliados al ISSSTE tienen casi 20 puntos porcentuales más que el promedio de Oaxaca. En cuanto al resto de derechohabientes de otras instituciones, su aportación es marginal respecto a los descritos.

Cuadro 23.Oaxaca y Santa María del Tule : Población según condición de derechohabiencia, 2010					
Entidad municipio	Población total ¹	Condición de derechohabiencia			
		Derechohabiente		No derechohabiente	
		Abs	%	Abs	%
Oaxaca	3,766,908	2,129,000	56.5	1,637,908	43.5
Santa María del Tule	8,092	4,775	59.0	3,317	41.0

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



4.2.4. Características de la Vivienda

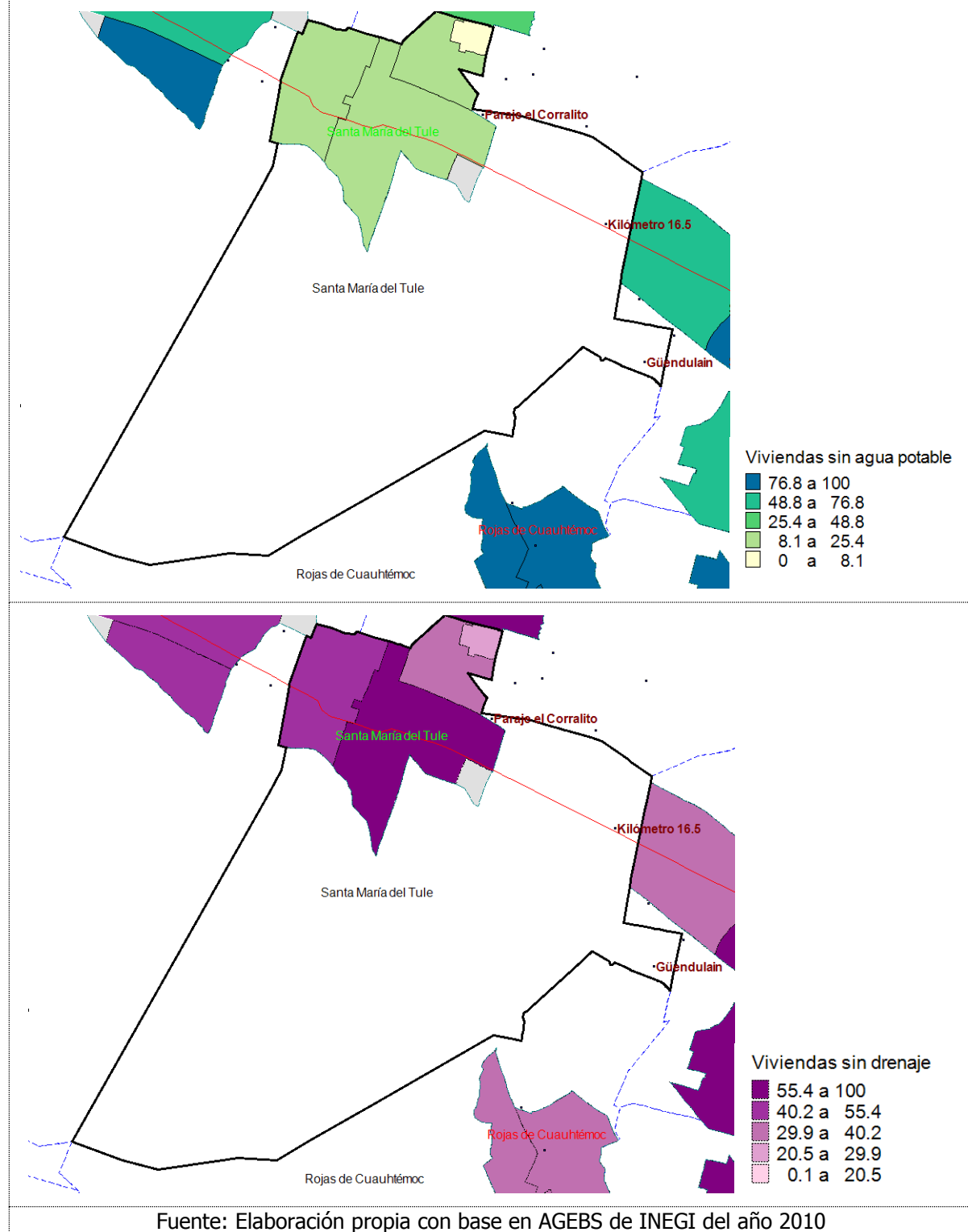
En Santa María del Tule para el año 2010 se registraron 2,226 viviendas particulares habitadas en el municipio con un promedio de 3.7 habitantes por vivienda, ligeramente por debajo del promedio del estado (4.1 ocupantes por vivienda). El servicio de agua entubada dentro de la vivienda tiene una cobertura del 93.4 por ciento en el municipio, que representa dos veces más que el promedio estatal. En cuanto al drenaje conectado a la red pública las viviendas cuentan con casi la cobertura total, Solo 4.4 por ciento de las viviendas tiene piso de tierra y 3.4 por ciento de las viviendas tienen 2.5 habitantes por cuarto, cuando la media estatal es de 13.6 por ciento (cuadro 24).

Cuadro 24. Santa María del Tule, Características de la vivienda, 2010			
	Viviendas	Oaxaca	Santa María del Tule
Total de viviendas particulares habitadas		934,055	2,226
Viviendas que disponen de agua entubada al interior de la vivienda (%)		32.0	93.4
Viviendas que disponen de drenaje a la red pública (%)		35.4	96.2
Viviendas con piso de tierra (%)		18.7	4.4
Vivienda con 2.5 habitantes por cuarto (%)		13.6	3.4

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

La cobertura de agua potable indica que este servicio se encuentran extendidos en la cabecera municipal; en cambio, en cuanto al drenaje se observa una menor cobertura siendo la zona oriente donde se presenta un mayor déficit. El área poniente y norte de la localidad tienen una mayor cobertura del servicio.

Figura 14 y 15 Santa María del Tule. Porcentaje de vivienda sin agua potable y sin drenaje ,2010



Para determinar aquellas viviendas que no son adecuados para resistir algún fenómeno natural y/o climático, se estandariza por el material de construcción de las viviendas, principalmente en techos, paredes y pisos. Para el caso del municipio Santa María del Tule, en el año 2010 el 79.9% del total de las viviendas tiene losa de concreto, y 1.1 por ciento de teja, por lo que las viviendas tienen techos de materiales no durables son el 18.8 por ciento.

Cuadro 25. Viviendas vulnerables ante fenómenos naturales en el Municipio Santa María del Tule 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 del Tule	79.9	1.1	18.8	83.2	12.0	3.4

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

En cuanto a paredes, 83.2 por ciento tiene paredes durables y 12 por ciento tiene paredes que pueden ser durables con mantenimiento adecuado, de madera o adobe. En cambio, sólo 3.4 por ciento de las viviendas tienen pisos de tierra. Se considera que en comparación con el uso de materiales durables en la entidad, Santa María del Tule tiene una alta proporción de viviendas que cuentan con materiales en techos, paredes y pisos durables. No obstante se requiere formular normas para que las viviendas nuevas incluyan materiales durables en su construcción y para dar mantenimiento preventivo al parque habitacional existente.

4.2.5. Marginación

Junto con la vulnerabilidad física de las viviendas, se presenta también la vulnerabilidad social de los habitantes. En el caso de Santa María del Tule, el nivel de marginación es muy bajo, de acuerdo con los datos del Índice de Marginación como muestra el cuadro 26.

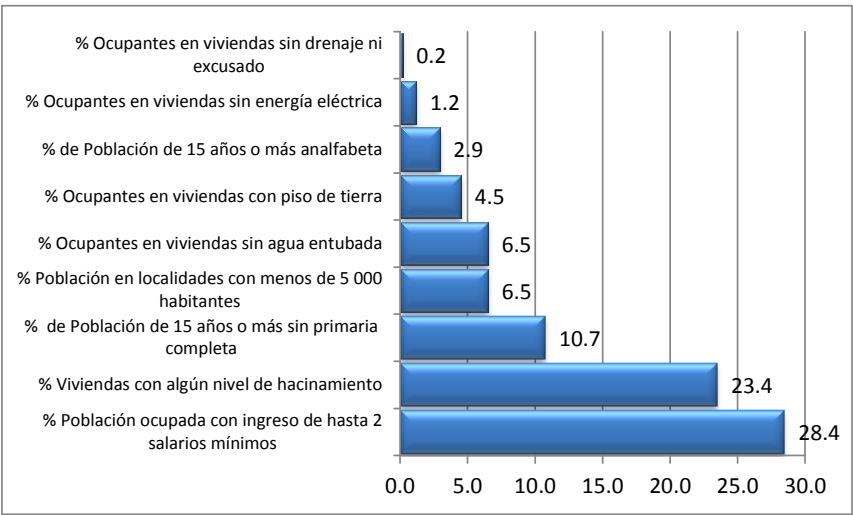
Cuadro 26. Santa María del Tule , índice y grado de marginación y lugar que ocupa en el contexto nacional por municipio, 2010.

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 del Tule	8,165	-1.72584208	Muy bajo	8.17111249	2398

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 28.4 por ciento de la PEA, así como su ubicación en localidades pequeñas (23.4%). Sin embargo al ser una localidad conurbada con Oaxaca presenta ventajas relativas que se muestran en la disponibilidad de servicios a la vivienda y en los niveles de educación de su población.

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



Fuente: CONAPO, Índice de Marginación, 2010.

La cabecera municipal de Santa María del Tule 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.

Cuadro 27. Santa María del Tule, 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 del Tule	7,636	-1.392970	Muy bajo	3.6	8,080
Güendulain	471	-1.112760	Bajo	5.8	7,965
Kilómetro 16.5	21	-0.923736	Medio	7.3	7,806
Paraje el Corralito	37	0.362042	Alto	17.5	3,494

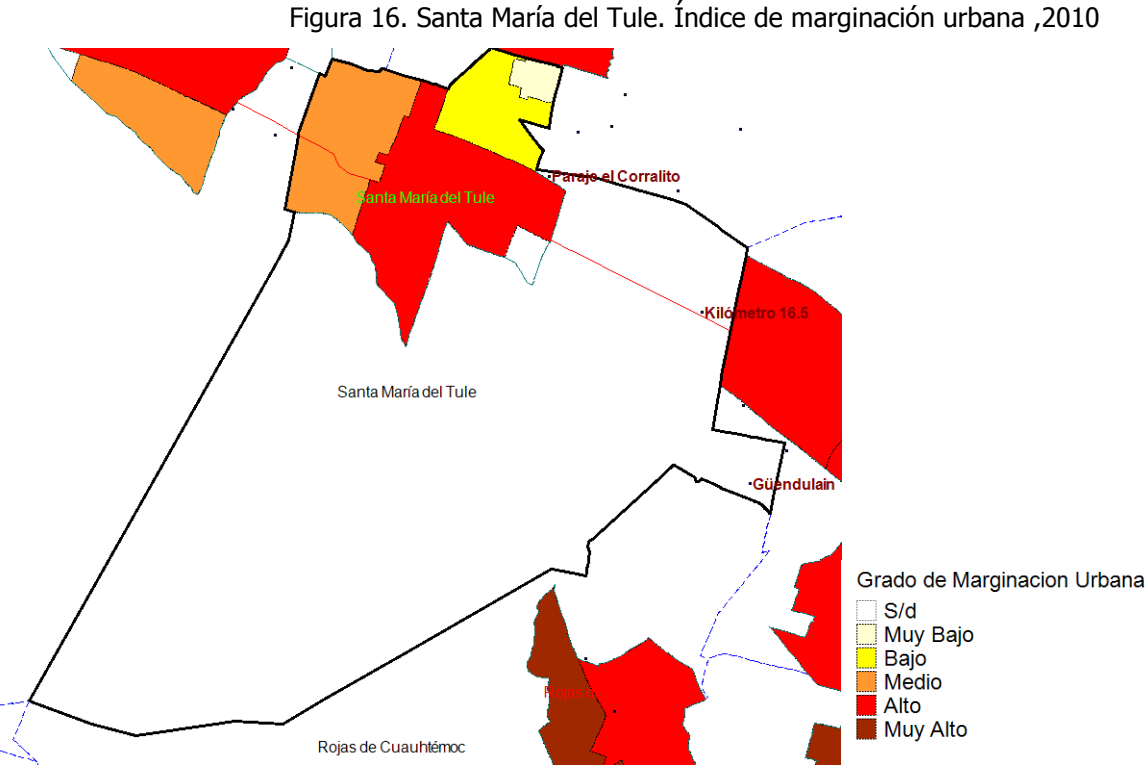
Fuente: CONAPO, Índice de Marginación por localidad, 2010.

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 28. Oaxaca y Santa María del Tule : AGEB urbanas según grado de marginación, 2010

Localidad	AGEB urbanas	Grado de marginación urbana				
		Muy alto	Alto	Medio	Bajo	Muy bajo
Sta María del Tule	4	---	1	1	1	1

Notas: Sólo se consideran las AGEB urbanas con al menos 20 viviendas particulares habitadas con información de ocupantes, y cuya población en dichas viviendas es mayor a la suma de la población que reside en viviendas colectivas, la población sin vivienda y la población estimada en viviendas particulares clasificadas como habitadas pero sin información, tanto de las características de la vivienda como de sus ocupantes Fuente: CONAPO, Índice de Marginación urbana, 2010.



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

4.2.6. Pobreza y rezago social

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

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

De acuerdo con esta información, se observa que Santa María del Tule en relación con Oaxaca presenta condiciones más favorables dado que Santa María del Tule reporta casi 44.1 puntos porcentuales menos pobres que a nivel estatal; su condición urbana disminuye la proporción de pobres extremos (2.4%) que a nivel estatal es de 29.8 por ciento. En cuanto a la proporción de personas que viven con ingresos inferiores a la línea de bienestar mínimo, el municipio de Santa María del Tule presenta una proporción de sólo 4.8 por ciento, situación más favorable que la entidad, cuya proporción es de 36.8 por ciento (cuadro 29).

Cuadro 29. Santa María del Tule, Nivel de pobreza por tipo, 2010.							
Estado / Municipio	Población total	Pobreza		Pobreza extrema		Ingreso inferior a la línea de bienestar mínimo	
		%	Personas	%	Personas	%	Personas
Oaxaca	3,801,962	67.4	2,566,157	29.8	1,135,230	36.8	1,402,923
Santa María del Tule	8,165	23.3	2,553	2.4	260	4.8	528

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

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

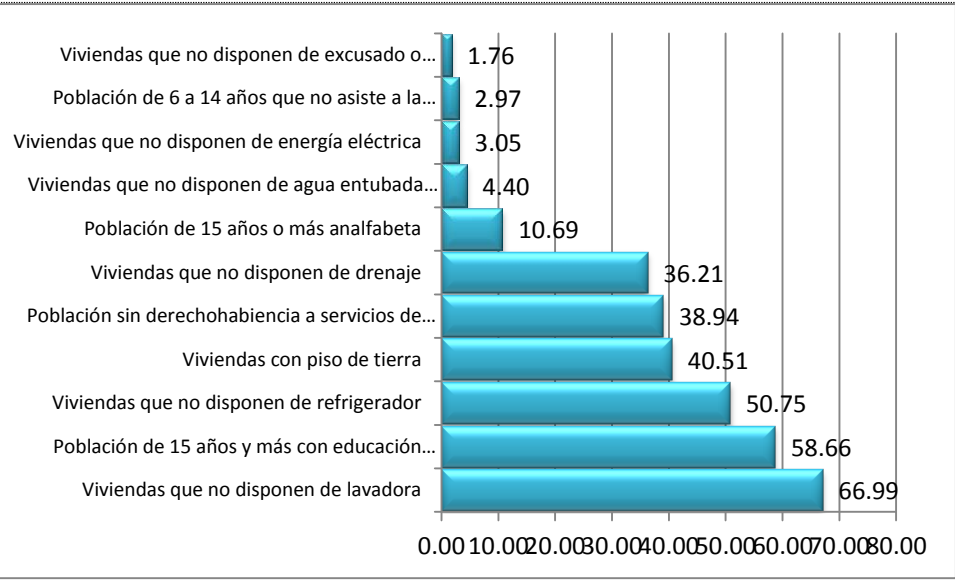
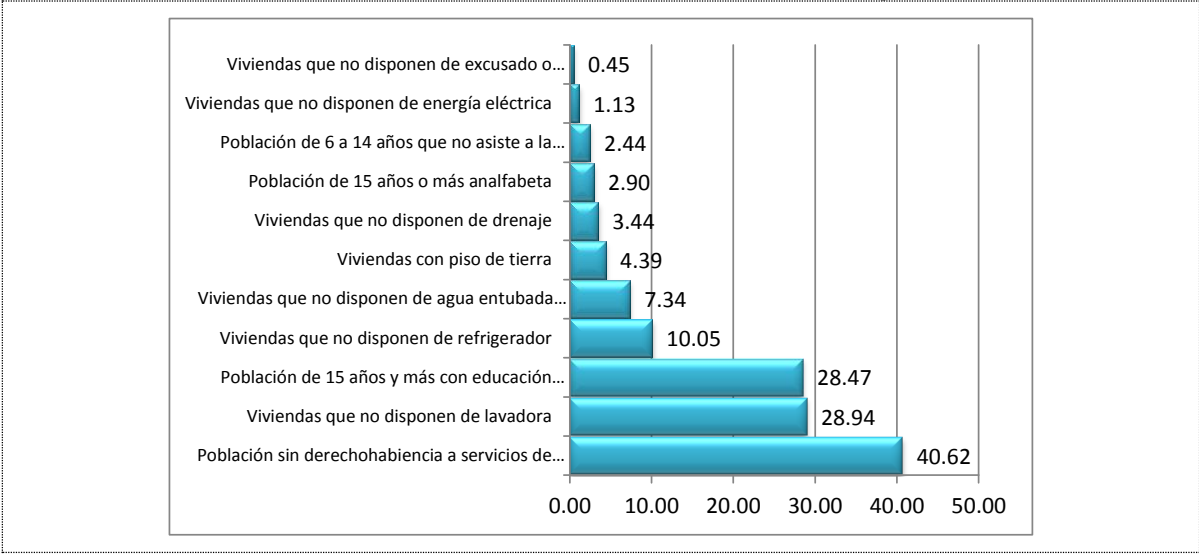
Cuadro 30. Santa María del Tule, índice y grado de marginación y lugar que ocupa en el contexto nacional por municipio, 2010.

Municipio	Población total	Índice de rezago social	Grado de rezago social	Lugar que ocupa en el contexto nacional
Oaxaca	3,801,962	2.41779	Muy alto	2
Santa María del Tule	8,165	-1.339637	Muy bajo	2,311

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

De acuerdo con las variables que constituyen el Índice de Rezago Social, se observa que en Santa María del Tule, las dos categorías de mayor rezago se ubican en la derechohabiencia de la población, con 40.6 por ciento que no son derechohabientes y viviendas sin lavadora y población de 15 años y más sin educación básica completa (28.9% y 28.4%, respectivamente).

Gráfica 9. Santa María del Tule, Indicadores del índice de Rezago social, 2010.



Fuente: CONEVAL, Índice de Rezago Social, 2010.

4.2.7. Población con capacidades diferentes

Respecto a la población con capacidades diferentes, el municipio de Santa María del Tule cuenta con 463 habitantes que presentan algún tipo de limitación para realización de actividades, es decir el 5.6% de la población municipal tiene algún tipo de limitación para caminar o moverse independientemente, debilidad visual o auditiva.

Cuadro 31. Santa María del Tule. Población según tipo de limitaciones, 2010		
Población limitada	Núm. de habitantes en el municipio	% con respecto a la población total de Mpio.
Población sin limitación en la actividad	7,714	94.3
Población con limitación para caminar o moverse, subir o bajar	210	2.6
Población con limitación para ver, aún usando lentes	123	1.5
Población con limitación para escuchar	41	0.5
Población con limitación para hablar, comunicarse o conversar	25	0.3
Población con limitación para vestirse, bañarse o comer	21	0.3
Población con limitación para poner atención o aprender cosas sencillas	19	0.2
Población con limitación mental	24	0.3

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

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

Cuadro 32. Santa María del Tule. 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 del Tule	314	188	97	19	29	15	14	24	7,245
Güendulain	44	21	20	6	11	6	5	0	426
Kilómetro 16.5	2	1	2	0	1	0	0	0	13
Paraje El Corralito	4	0	4	0	0	0	0	0	30

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

4.3. Principales actividades económicas

El Municipio de Santa María del Tule tiene una escasa participación económica en la entidad dado que concentra el 0.41 por ciento del personal ocupado de la entidad y 0.30 por ciento de las unidades económicas, pero su aportación económica es de 0.43 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 1,663 empleos locales, que no satisfacen las necesidades laborales de la población residente y se tiene que trasladar a la capital de la entidad (cuadro 33).

Cuadro 33. Indicadores de la participación del municipio Santa María del Tule 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 del Tule		437	1,663	153,839
%		0.30	0.41	0.43

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 del Tule, el sector comercio al por menor prevalece como la principal actividad económica, con 221 unidades económicas que representan la mitad del total municipal; éstas se refieren a comercio básico. Este rubro ocupa al mayor porcentaje de la población económicamente activa, representando el 23.5 por ciento del total de la PEA ocupada, sin embargo genera el 3.7 por ciento del VACB.

Dentro de la economía municipal, el segundo sector en importancia es el de alojamiento temporal y preparación de alimentos, el cual tiene 105 establecimientos y emplea a 274 personas, con una aportación al VACB de 5.26 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 11.4 por ciento de los establecimientos y emplea al 40 por ciento de la población ocupada (567 personas) y genera la mitad del valor agregado del municipio.

Cuadro 34. Principales sectores de actividad económica en el Municipio Santa María del Tule , 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	*	9	355
23	Construcción	*	39	5,994
31	Industrias manufactureras	50	567	75,002
43	Comercio al por mayor	*	18	53,602
46	Comercio al por menor	221	327	5,455
52	Servicios financieros y de seguros	*	16	-3,845
53	Servicios inmobiliarios y de alquiler de bienes muebles e intangibles	*	23	-213
54	Servicios profesionales, científicos y técnicos	*	2	0
56	Servicios de apoyo a los negocios y manejo de desechos y servicios de remediación	12	19	261
61	Servicios educativos	*	4	134
62	Servicios de salud y de asistencia social	*	16	136
71	Servicios de esparcimiento culturales y deportivos, y otros servicios recreativos	8	12	422
72	Servicios de alojamiento temporal y de preparación de alimentos y bebidas	105	274	7,681
81	Otros servicios excepto actividades gubernamentales	41	63	1,174
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.				

Cuadro 35. Oaxaca y Santa María del Tule : Condición de actividad económica, 2010

Entidad /municipio			Población de 12 años y más	Condición de actividad económica					
				Población económicamente activa				Población no económicamente activa	%
				Total	%	Ocupada	Desocupada		
Oaxaca			2,825,071	1,343,189	47.5	96.7	3.3	1,481,882	52.5
Santa Tule	María del		6,588	3,843	58.3	97.0	3.0	2,745	41.7

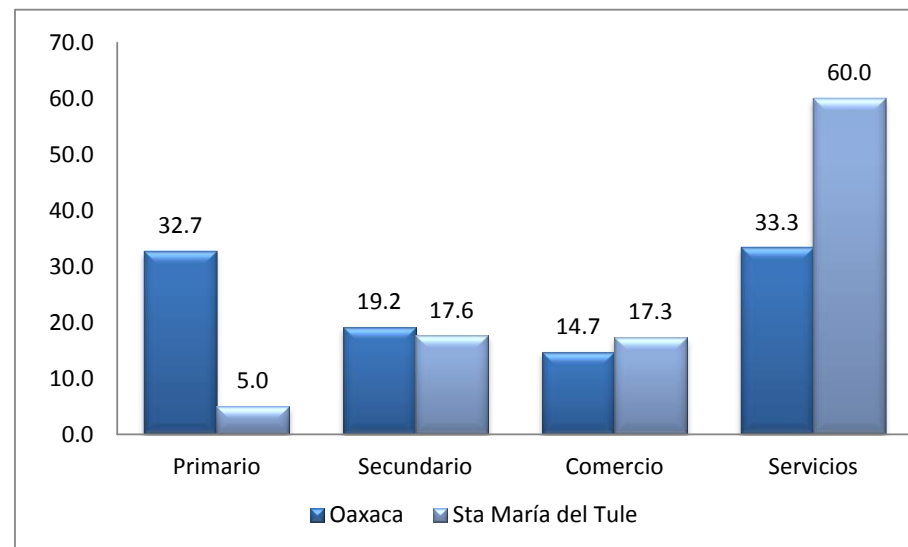
Fuente: Elaboración propia con base en INEGI. Censo de Población y Vivienda 2010.

Por sectores, la población económicamente activa de Santa María del Tule se emplea principalmente en el sector servicios, donde dos de cada tres empleados se ubican (gráfica 10). Esta proporción supera por mucho el promedio estatal que es de 33.3 por ciento. De igual forma supera en el sector de comercio con 17.3 por ciento. En cambio, en actividades agropecuarias e industriales el resto de los sectores, el municipio se encuentra por debajo del estado, dado que 5 por ciento de su PEA se ocupa en actividades primarias y 17.6 por ciento en manufacturas.

4.4. Características de la Población Económicamente Activa

En Santa María del Tule, del total de la población de 12 años y más, 58.3 por ciento tiene alguna actividad y poco mas del 40 por ciento no es activa. De los casi 4 mil personas de la PEA el 97.0 por ciento se encuentra ocupada y solo un 3.0 por ciento no esta ocupada. En comparación con el promedio de Oaxaca este municipio se encuentra en condiciones favorables en el empleo generado.

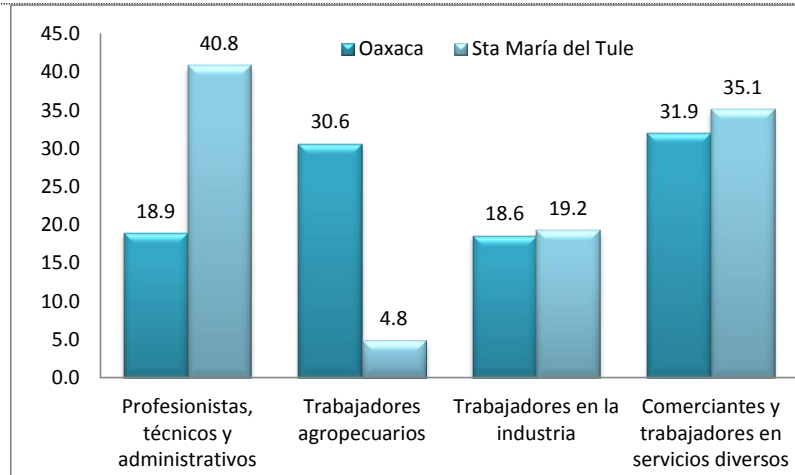
Gráfica 10. Oaxaca y Santa María del Tule , Distribución por sectores económicos de la PEA Ocupada, 2010



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

Por tipo de ocupaciones, se observa que una proporción importante de la PEA son profesionistas y técnicos (40.8%), y comerciantes y trabajadores en servicios (35.1%), proporción mayor al promedio de la entidad. 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 de la industria, lo que denota el perfil urbano del municipio (gráfica 11).

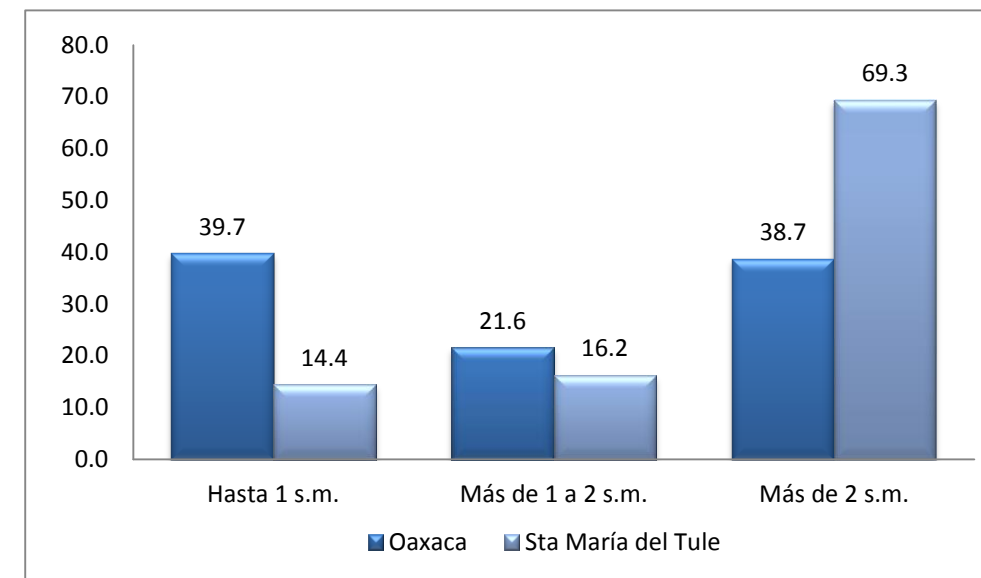
Gráfica 11. Oaxaca y Santa María del Tule , Distribución por división ocupacional de la PEA Ocupada, 2010



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

Finalmente, el nivel de ingresos indica que 69.3 por ciento de la PEA recibe más de 2 vsm, proporción mayor al promedio estatal y cerca del 16.2 por ciento recibe de 1 a 2 vsm. En cambio, la PEA de menos de una vsm representa 14 por ciento del total en el municipio (Gráfica 12). Esto denota una situación más favorable del municipio que la entidad, donde hay una proporción de población que tiene mayores recursos.

Gráfica 12. Oaxaca y Santa María del Tule, 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 del Tule presenta mejores condiciones materiales y socioeconómicas. Esto no implica que se analice con más detalle zonas con posibles afectaciones a nivel micro que puedan afectar al conjunto de los habitantes.

4.5. Estructura urbana

El municipio de Santa María del Tule 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.

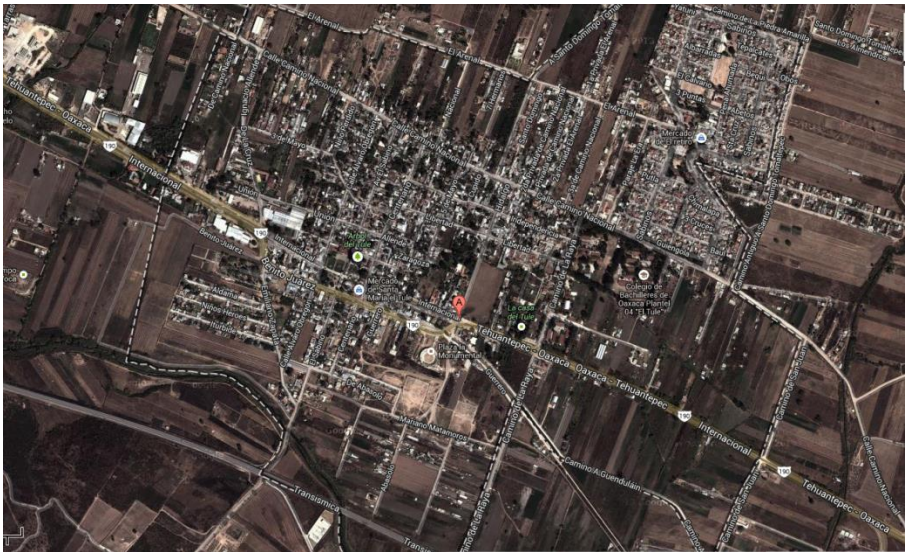
El municipio se comunica con la capital del estado a través de la carretera Internacional Cristóbal Colon, con un de recorrido de 11 kilómetros, efectuándose en un promedio de 30 minutos.

Un camino de terracería que comunica a Tlaxolula 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 el Tule”, “Transportes del Sureste”, taxis, que circulan todo el día con la ruta Santa María del Tule-Oaxaca

Figura 17. Estructura urbana de Santa María del Tule



Santa María del Tule

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 terrestre de manera cotidiana, repetidamente a lo largo del tiempo. Los factores de magnitud e intensidad varían de indistintamente, en cada territorio. Un fenómeno natural se convierte en peligro cuando altera parcial o totalmente algún aspecto físico de un territorio, en donde se encuentra asentada la población. De esta manera cualquier fenómeno natural que ocurra en la superficie terrestre y represente una forma 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 se ha expuesta a diferentes fenómenos naturales, algunos de éstos han causado algún tipo de daño o afectación a la infraestructura, actividades o en las vidas mismas de la población (Campos-Vargas et al., 2010).

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

Así la capacidad de solventar un peligro por parte de la sociedad, determina su grado de vulnerabilidad. En este sentido 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.

De acuerdo con lo anterior, el municipio de Santa María Tule, se ve expuesto a múltiples fenómenos geológicos-geomorfológicos e hidrometeorológicos que pueden afectar o detener las actividades socio-económicas de los habitantes del municipio. Los fenómenos naturales, que intermitentemente afectan a la población son la actividad sísmica registrada en el estado de Oaxaca y que se percibe en el municipio, la sequía y algunas crecidas del río El Salado y La Venta, así como los fenómenos de subsidencia en la zona urbana. A continuación se presentan los mapas que delimitan áreas vulnerables a presentar diferentes peligros geológicos.

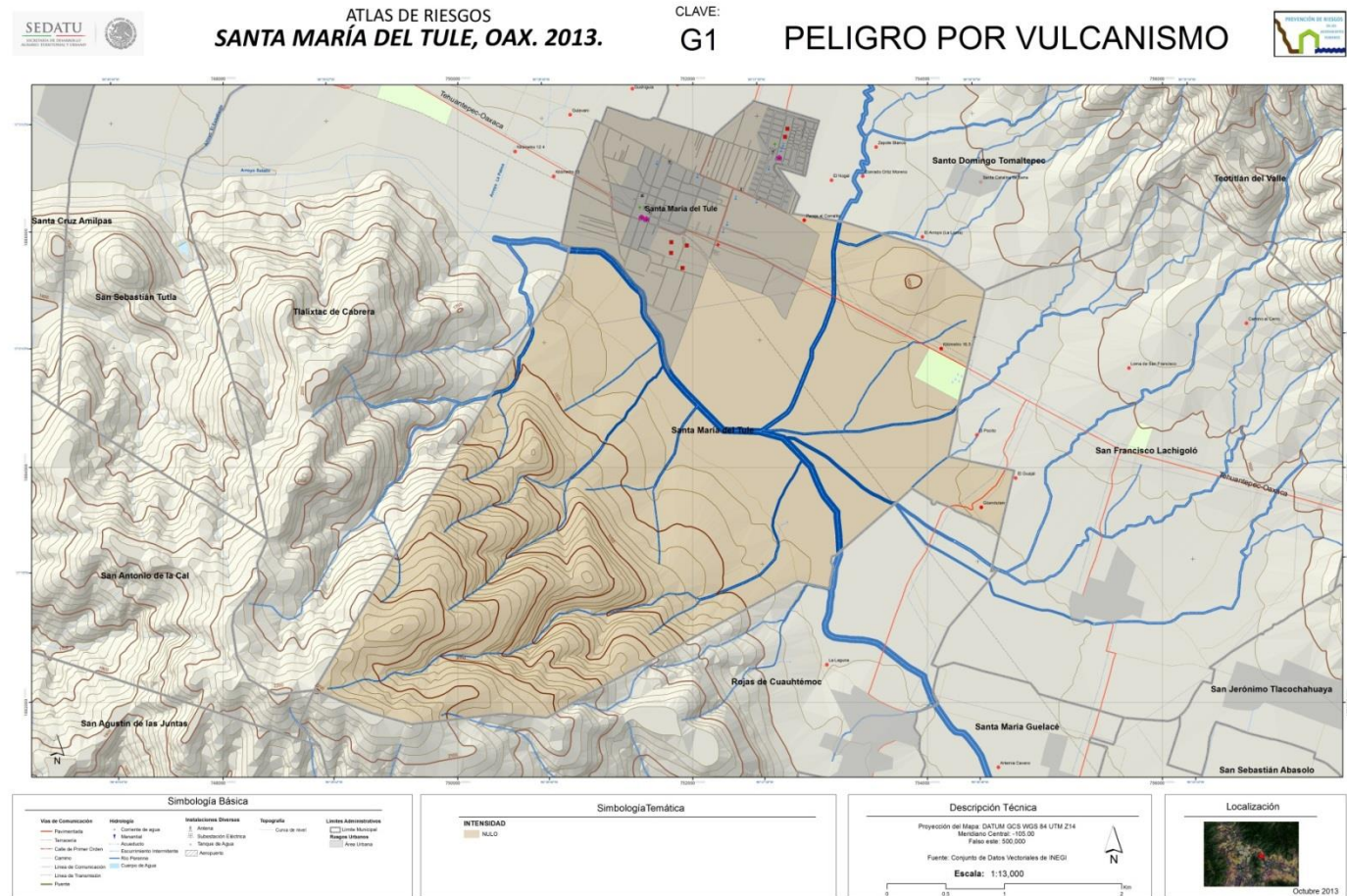
5.1.1 Erupciones volcánicas

El municipio de Santa María Tule, Oaxaca, se localiza al interior del estado de Oaxaca, muy cerca de la capital del estado, a sólo 9 km al Oeste. Se encuentra a aproximadamente 215 km del Golfo de México y a 137 km del océano Pacífico. El estado de Oaxaca contiene en su interior una gran variedad de rocas ígneas tanto intrusivas como extrusivas, éstas últimas generadas por antiguas erupciones volcánicas, ocurridas en el pasado geológico. México es un país que contiene una gran cantidad de volcanes, muchos de ellos considerados activos. La franja que presenta a los volcánes más estudiados y monitoreados se conoce como el Cinturón Volcánico Mexicano (CVM). El origen de esta franja volcánica se debe a que la placa de Norteamérica (que ocupa a casi todo el territorio mexicano) se ve subducida por las placas de Cocos y Rivera al Sur en el Pacífico. Este fenómeno tectónico produce líquidos magmáticos que atraviesan la corteza y son emanados en la parte central del territorio, desde Nayarit al Oeste, hasta Veracruz al Este. Pero no en el estado de Oaxaca, por lo menos no en la actualidad.

Para que se produzca el nacimiento de un volcán es necesario que la placa que se introduce por debajo de la placa de Norteamérica llegue a una profundidad aproximada de 100 km, es aquí donde las condiciones petrográficas de la corteza inferior y el manto superior cambian y se produce la fusión. En México este fenómeno supone, de acuerdo con varios estudios sismológicos y petrográficos, que ocurre a cerca de 350 km al interior del continente, justo en el centro del país. Por esta razón la probabilidad de que se emplace un volcán al interior del municipio de Santa María del Tule es prácticamente nula.

Por otro lado, es importante considerar que los productos volcánicos tienen la capacidad de afectar un radio importante a su alrededor. Dependiendo de los productos expulsados y la energía de emisión del volcán, será el alcance de los mismos. Los volcanes de mayor actividad en México, más cercanos al municipio, son los Tuxtles, en Veracruz, el Pico de Orizaba, entre Puebla y Veracruz, y el Chichón en Chiapas. La distancia a la cual se encuentran estas estructuras es de 225 km para los Tuxtles, 230 km para el Pico de Orizaba y mayor a los 300 km para el Chichón. Es muy difícil que sus productos, en caso de tener una erupción de gran magnitud, afecten de forma considerable la infraestructura del municipio. Por tal motivo el peligro volcánico es nulo o despreciable (Fig. 12).

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



5.1.2 Sismos

La sismicidad es el movimiento de la corteza terrestre producto de los esfuerzos ocurridos por el acomodo de las placas tectónicas que conforman a la corteza terrestre. La superficie terrestre se encuentra dividida en placas tectónicas, definidas por la presencia de uno o tres límites que son de divergencia, convergencia y transurrencia. En los últimos dos límites se presentan comúnmente sismicidad. El país se encuentra dividido en varias placas tectónicas las cuales se pueden dividir en continentales: Norteamérica (que ocupa 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 límites tectónicos. 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 transurrencia. En el océano Pacífico las placas de Cocos y Rivera en su origen, propician los fenómenos de extensión, en donde, se forma nueva corteza

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

De acuerdo con la zona de subducción, el país ha sido dividido en 4 grandes zonas sísmicas. Para su división se utilizó la información sísmica del país desde el inicio del siglo pasado, a partir de registros históricos (SSN, 2011). Estas zonas son un reflejo de la ocurrencia de sismos en las diversas regiones. En la zona más alejada de la Fosa Mesoamericana o Trinchera del Pacífico no se tienen registros históricos de sismos, no se han reportado sismos en los últimos 80 años. Las zonas intermedias contienen registros de sismos pero que no ocurren de manera frecuente. La zona más cercana a la Fosa Mesoamericana, es una zona en 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. 2).

El municipio de Santa María del Tule, se encuentra en una de las zonas intermedias, aproximadamente a 190 km del borde que introduce la placa de Cocos, por debajo de la Norteamérica, es decir de la zona sismogeneradora. La actividad sísmica en el borde costero del Pacífico es muy elevada, solo en el estado de Oaxaca tenemos más de 3800 sismos de magnitudes que van desde 2 hasta cerca de 7 en los últimos 6 años (de enero del 2006 a octubre del 2012) (Fig. 3). Los sismos de mayor magnitud (+6) registrados por el SSN ocurridos dentro del estado, tienen una recurrencia ca. 2 años (2008, 2010, 2012) (Tabla 1).

De acuerdo con el SSN, no han ocurrido sismos con un epicentro al interior del municipio. Los sismos ocurridos en los alrededores son escasos y la magnitud no rebasa los 5 (Tabla 2). La sismicidad de mayor magnitud ocurrida en el municipio se registró aprox. a 2 km al norte en el municipio de Santo Domingo Tomaltepec, con una magnitud de 4.1, ocurrido el 2 de marzo del 2001. De acuerdo con la ocurrencia de los sismos presentados en la los alrededores, se observa una recurrencia recurrencia sísmica muy baja.

Cuadro 36. Sismos mayores ocurridos dentro del estado de Oaxaca (Fuente SSN, 2012).

Fecha	Hora	Lat.	Long.	Prof.(km)	Mag.	Zona
12/02/2008	6:50:18	16.19	-94.54	90	6.6	44 km al SURESTE de UNION HIDALGO, OAX
30/06/2010	2:22:27	16.22	-98.03	8	6.0	13 km al SUR de PINOTEPA NACIONAL, OAX
02/04/2012	12:36:42	16.27	-98.47	10	6.0	45 km al OESTE de PINOTEPA NACIONAL, OAX
08/02/2010	18:47:40	15.9	-96.86	37	5.8	23 km al ESTE de PUERTO ESCONDIDO, OAX
13/08/2011	2:33:09	14.58	-94.88	16	5.7	181 km al SUR de SALINA CRUZ, OAX
19/08/2006	0:41:30	15.91	-97.3	52	5.5	19 km al SURESTE de RIO GRANDE, OAX
27/06/2006	8:03:10	14.79	-94.57	16	5.3	168 km al SURESTE de SALINA CRUZ, OAX

09/07/2011	7:42:29	15.87	-96.42	22	5.3	15 km al NORESTE de S PEDRO POCHUTLA, OAX
17/02/2012	19:34:19	15.26	-95.67	16	5.3	76 km al SURESTE de CRUCECITA, OAX
10/12/2011	8:29:16	15.33	-94.79	16	5.2	104 km al SURESTE de SALINA CRUZ, OAX
17/02/2012	19:37:58	15.25	-95.64	14	5.2	78 km al SURESTE de CRUCECITA, OAX
20/03/2012	13:02:39	15.85	-98.72	15	5.2	90 km al SUROESTE de PINOTEPA NACIONAL, OAX
20/03/2012	14:14:41	16.34	-98.28	15	5.2	24 km al OESTE de PINOTEPA NACIONAL, OAX
13/04/2012	5:10:03	16.11	-98.34	14	5.2	40 km al SUROESTE de PINOTEPA NACIONAL, OAX

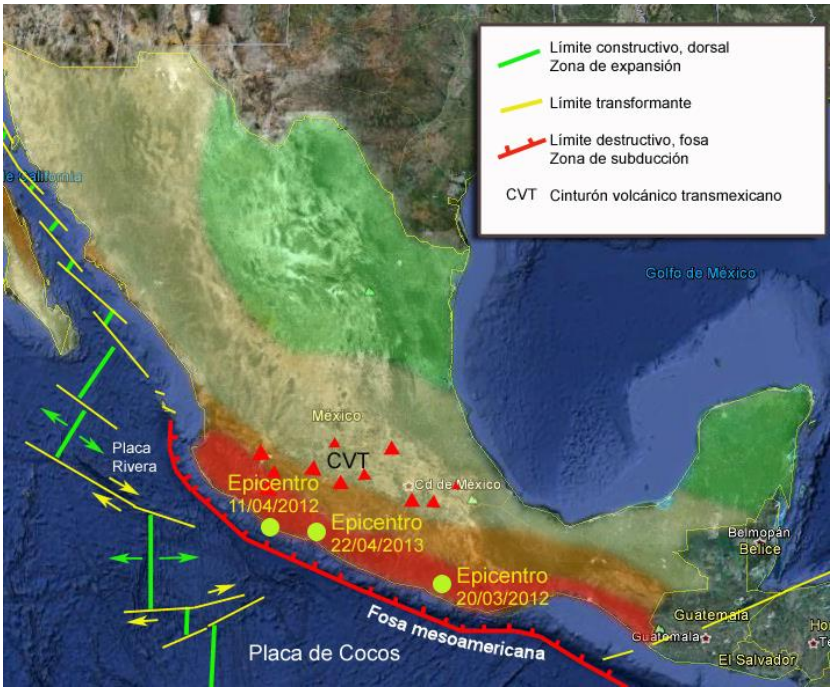


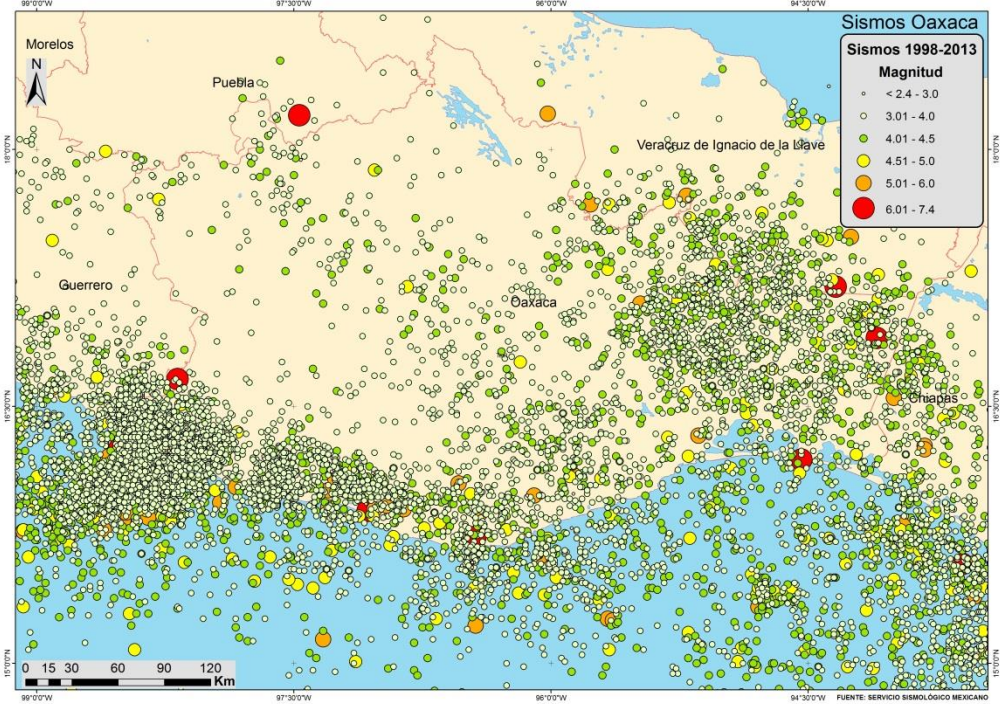
Figura 19. Mapa de zonas sísmicas de acuerdo con la zona sismogeneradora en el país. Nótese que el estado de Oaxaca se encuentra en la zona de mayor peligrosidad sísmica (Fuente SSN). También se indican los epicentros de los sismos ocurridos en Guerrero y Michoacán. Así como la localización de algunos volcanes al interior del país.

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.

Cuadro 37. Sismos ocurridos en los alrededores del municipio de Santa María del Tule.

Fecha	Latitud	Longitud	Profundidad en km	Magnitud
02/04/2001	17.07	96.62	73	4.1
01/10/2000	16.98	96.7	65	4
11/12/1999	17.01	96.72	64	3.8
17/10/2007	16.98	96.63	66	3.7

Figura 20. Mapa del estado de Oaxaca en donde se muestra la distribución y magnitud de los sismos ocurridos durante el periodo de enero de 1998 y octubre de 2013.



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, resultado de la la selección de los materiales más finos por parte de los ríos en las planices fluviales y el alto nivel freático, se crea un escenario en donde fenómenos como la licuefacción, puede presentarse. La licuefacción es un efecto por el cual el material más fino viaja a niveles más profundos producto del movimiento armónico de las arcillas ya sea por hechos antrópicos (explosivos o vibración artificial del suelo) como naturales (sismos). Esto afecta el terreno y por ende las construcciones más endebles.

De acuerdo con lo anterior, el municipio fue dividido en 3 zonas sísmicas (Fig. 19). La de alta peligrosidad sísmica es aquella constituida por materiales poco competentes, es decir, sedimentos de la llanura fluvial, en donde predominan los materiales friables. Aquí la velocidad promedio de cizalla es baja, inferior a los 350 m/s. La peligrosidad media, se localiza en la zona de lomeríos o premontaña en el municipio, constituida por material consolidado. Por último la zona de baja peligrosidad, en donde la litología es de

alta competencia por lo que la aceleración de las construcciones tendera a ser baja. En Santa María del Tule, el peligro sísmico depende de los ríos Salado y La Venta. Al encontrarse, el núcleo poblacional en la llanura de inundación, prácticamente toda la zona urbana se encuentra en la zona de peligro alto, esto se ve reflejado en la topografía del municipio (Fig. 20 y 21).

Figura 21. Mapa de peligrosidad sísmica del municipio de Santa María del Tule, Oaxaca.

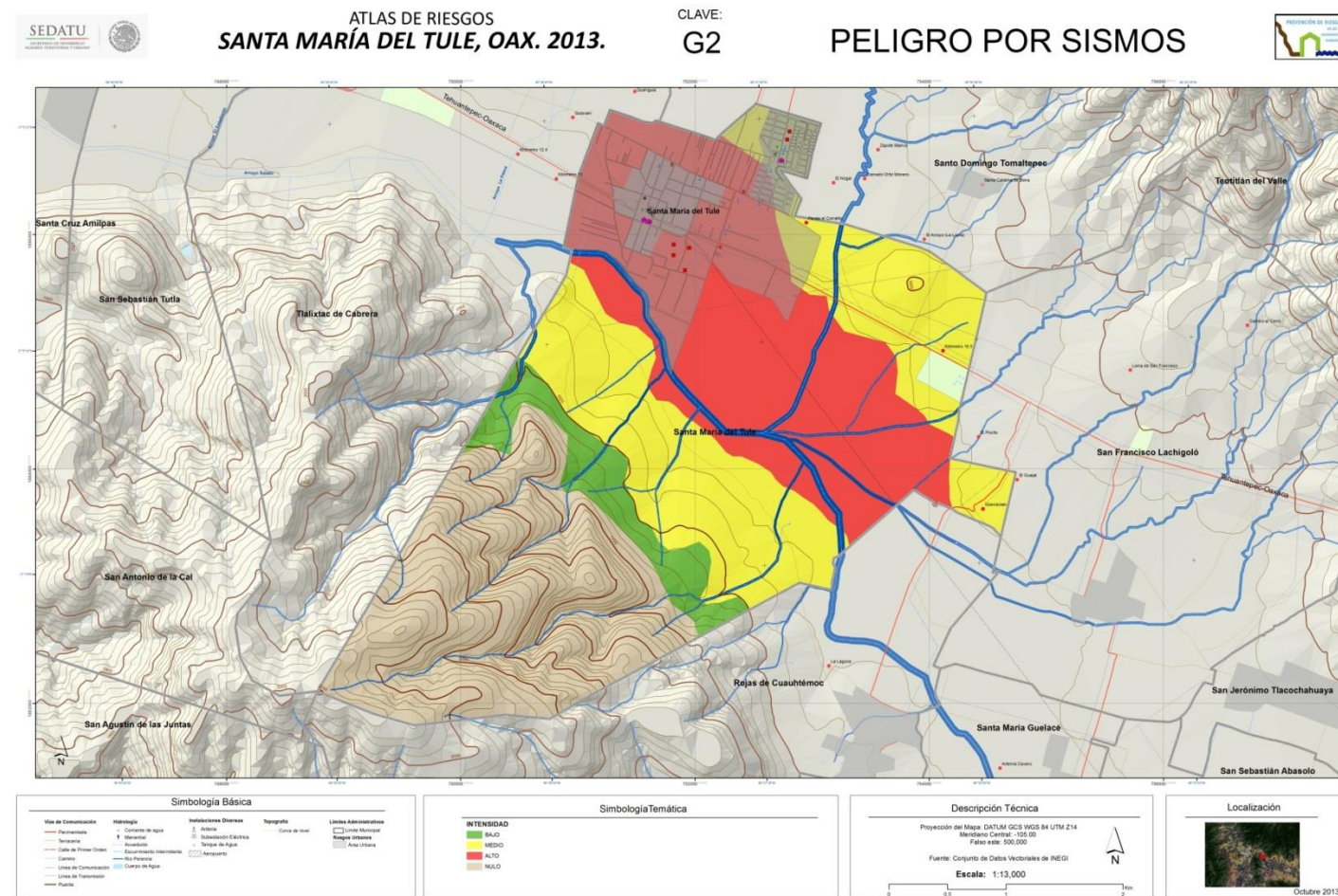


Figura 22Límite de la zona urbana de Santa María del Tule. Se observa que las construcciones tienen pilares y no rebasan el segundo piso. Es importante que se cumplan con las normas de construcción vigentes, ya que el poblado se encuentra en una zona de amplificación de ondas sísmicas.

El área urbana emplazada al norte y noreste del municipio se encuentra en peligro sísmico medio, por lo que las localidades encontradas en este sector también deben tener vigilancia por parte de protección civil, en cuanto al reconocimiento de agrietamiento en casas y extracción de agua en pozos cercanos. Se refiere a las localidades encontradas desde el Corralito hasta Güendolin. Conforme nos acercamos al extremo sur del municipio, antes de llegar al promontorio montañoso, se encuentran dos franjas de peligros medio y bajo. Ya en las laderas del cerro al sur, no se presenta peligro sísmico debido a que los materiales que lo componen son de alta competencia.



Figura 23. Fotografía de la llanura de inundación del río La Venta. La topografía en donde se encuentra emplazado el poblado de Santa María del Tule, es subhorizontal, producto del acarreo de aluvión.

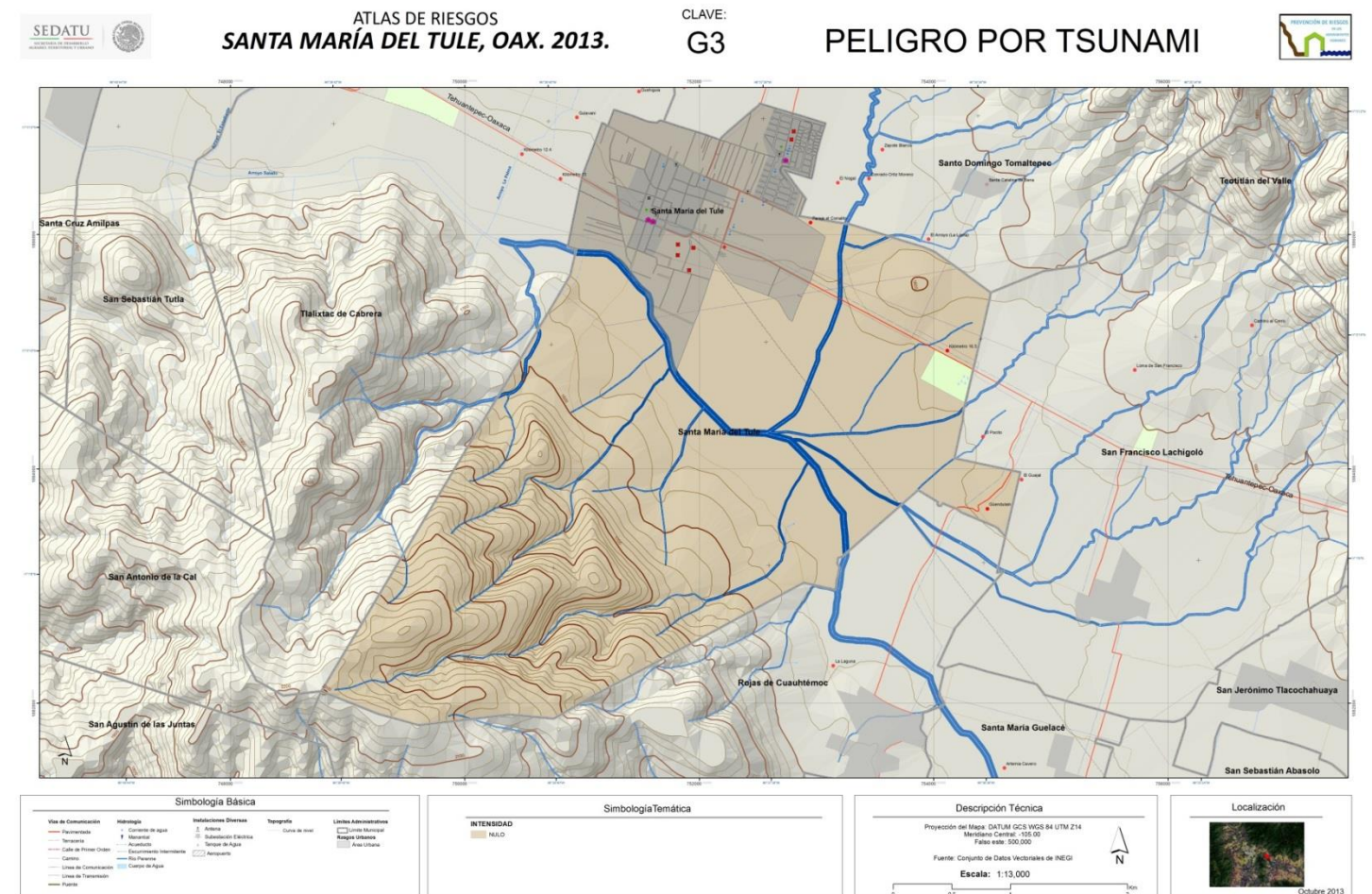
5.2.1 Tsunamis

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

De acuerdo con la distancia o el tiempo de desplazamiento desde el origen los tsunamis pueden ser locales o lejanos. Los tsunamis locales se generan cuando el tiempo de arribo es menor a una hora debido a que el origen está cercano a 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.

De acuerdo con lo anterior el municipio de Santa María del Tule, Oaxaca se encuentran a aproximadamente 215 km del Golfo de México y a 137 km del océano Pacífico y a una altura mínima de 1540 metros sobre el nivel del mar, por lo que este tipo de peligro se considera nulo, en cuanto a la probabilidad de afectación al municipio (Fig. 23).

Figura 24. Mapa de peligro por tsunamis del municipio Santa María del Tule, Oaxaca.



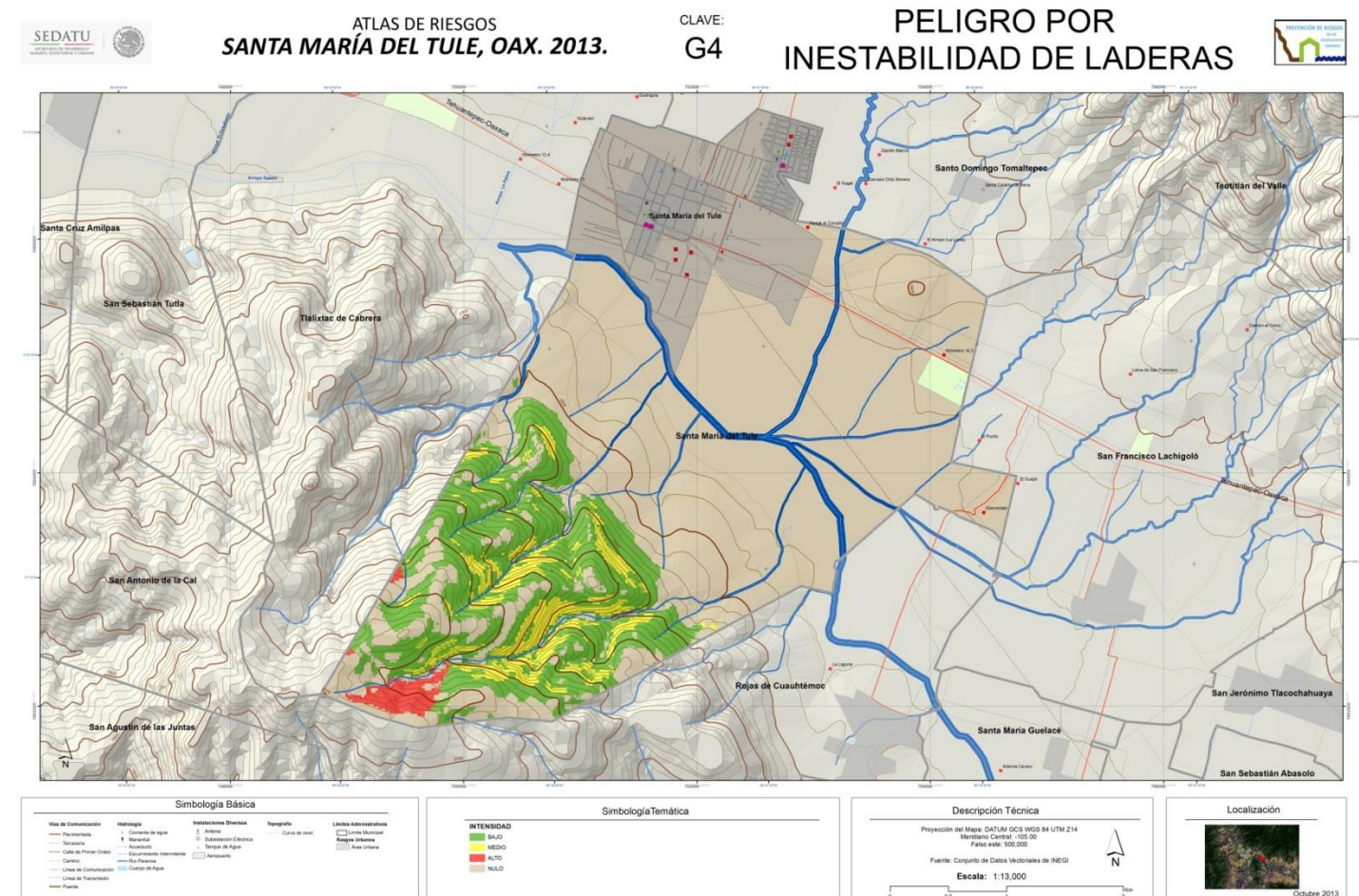
5.2.2. Inestabilidad de laderas

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

Al tomar en cuenta los aspectos anteriores, se realizó el mapa de susceptibilidad de laderas, es decir, se cartografiaron las laderas que presentan una inestabilidad o son candidatas a presentar procesos de remoción en masa, para el municipio de Santa María del Tule, Oaxaca (Fig. 7). 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.

Figura 25. Mapa de áreas susceptibles a presentar deslizamientos de tierra, en el municipio de Santa María del Tule, Oaxaca.



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

El material sedimentario que compone a la elevación montañosa al sur y suroeste del municipio define las zonas de con inestabilidad alta y media en el municipio (Fig. 8). Aun así gran parte del territorio del municipio se encuentra en zonas con pendientes bajas (llanura aluvial), por lo que el área susceptible a presentar deslizamientos es baja, así como el predominio de zonas con peligrosidad baja (Fig. 25). El

peligro alto, se encuentra cerca de la superficie cumbral en alturas mayores a los 2000 msnm, además de que se presenta pendientes mayores a 30°, el sustrato es sedimentario clástico (areniscas carbonatadas, Fig. 26).



Figura 26. Banco de material en las laderas del cerro al sur del municipio. La roca sedimentaria clástica se muestra competente (sólida), pero con un gran desarrollo de grietas en su interior, lo que debilita sustancialmente la ladera.

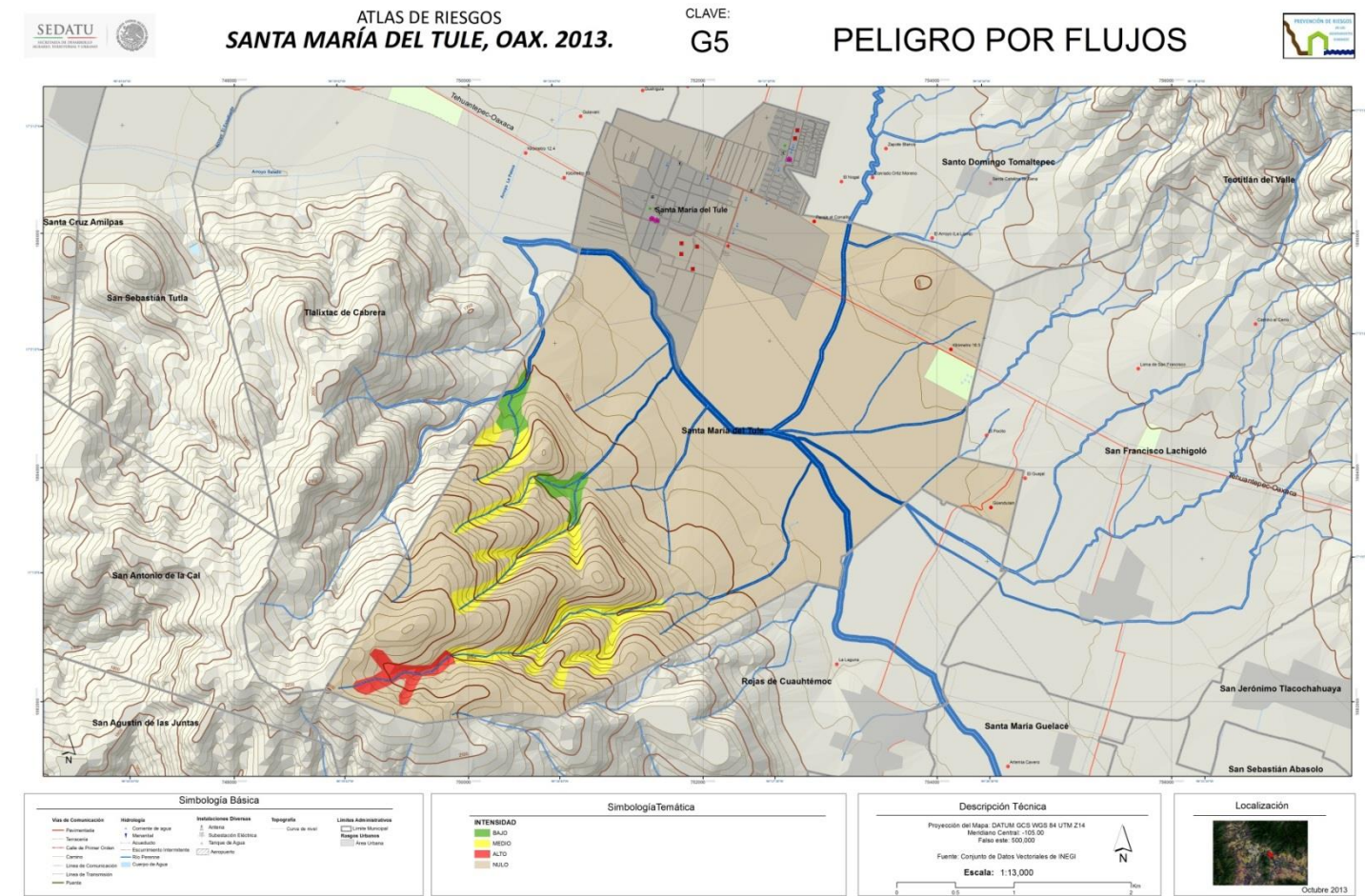
5.2.3. Flujos

Dentro de la clasificación de procesos de remoción en masa 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.

En el territorio del municipio se definieron zonas susceptibles de generar flujos en donde la pendiente predominante es mayor de los 15 y 30°de inclinación, el tipo de roca es casi exclusivamente caliza y areniscas y la vegetación escasa o arbustiva. En las pendientes altas se concentran las corrientes de primer orden o erosivas que incorporan material sólido para formar flujos ladera abajo, por lo que estas zonas flujo-generadoras se consideran de peligro alto (Fig. 9). Las partes bajas son consideradas zonas de depósito y dependiendo del volumen de los flujos pueden alcanzar zonas bajas y planas por lo tanto se considera peligro bajo. Cuando la diferencia altitudinal entre en nivel del cauce y la zona sismogeneradora rebasa los 100 m se considera de peligrosidad media, ya que la caída incrementa su velocidad por lo que la movilidad aumenta considerablemente.

Figura 27. Mapa de áreas susceptibles a presentar flujos, en el municipio de Santa María del Tule, Oaxaca.



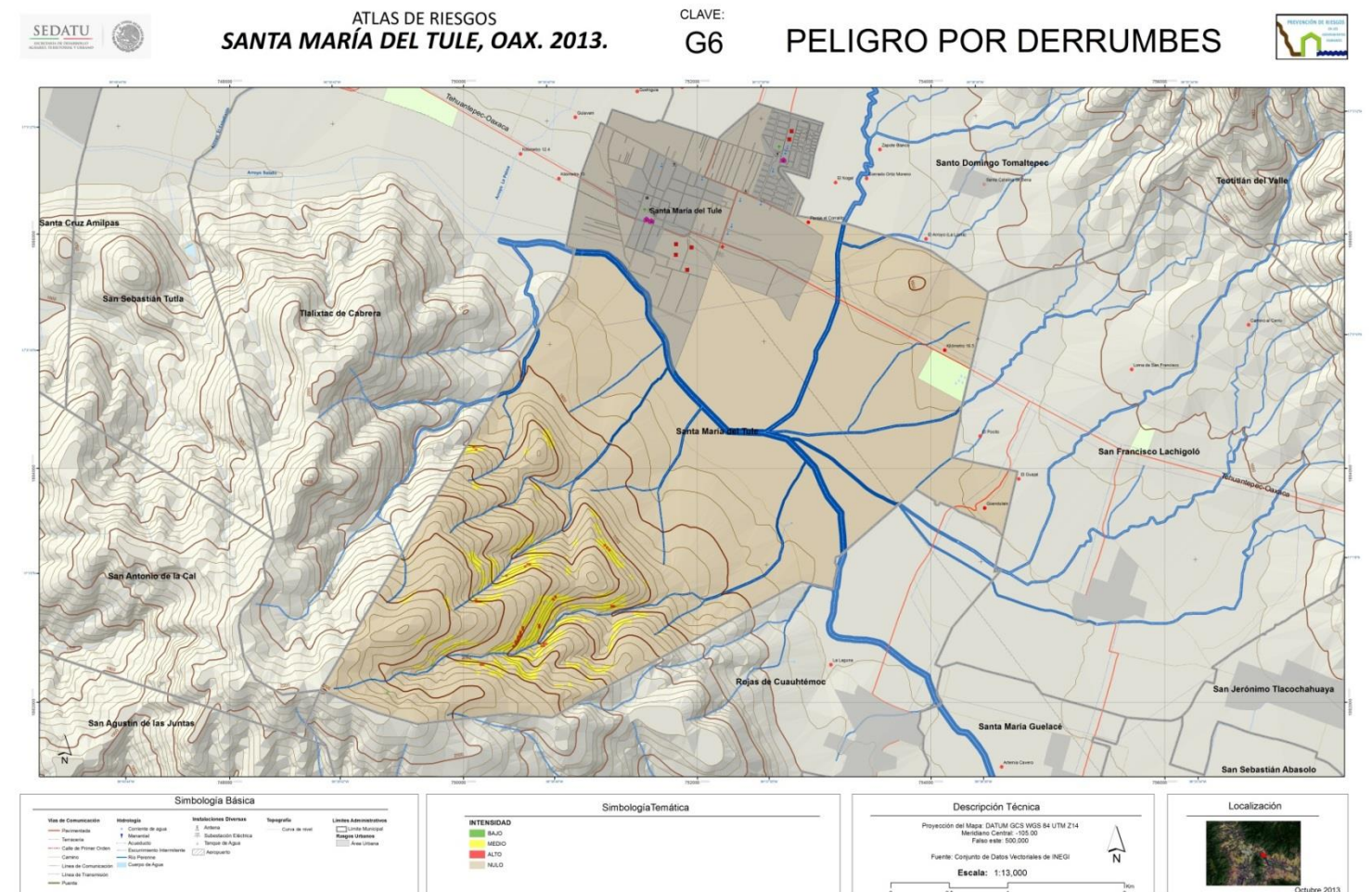
5.2.4. Derrumbes

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

Dentro de esta sección se toman en cuenta los vuelcos, este fenómeno consiste en la rotación hacia la parte exterior de la ladera de una masa de roca o suelo, en torno a un eje determinado por su gravedad; el movimiento es perpendicular a las grietas o discontinuidades que generan su separación del bloque principal. Este proceso se presenta en rocas o materiales con ruptura por la presencia de diaclasas, grietas y superficies columnares. Estos procesos se pueden presentar en los cortes verticales que han generado las barrancas, las cuales en el municipio son áreas muy pequeñas distribuidas en la zona montañosa, pero los estudios a mayor detalle darán como resultado otras áreas en las que se presenta este tipo de proceso como ocurre en la cabecera municipal.

El resultado, al igual que con el mapa de inestabilidad de ladera, delimito tres niveles de peligrosidad: alta, media y baja (Fig. 27). El territorio de Santa María del Tule tiene son escasas zonas de mayor peligrosidad y se concentra en las vertientes de los ríos que disecan a las elevaciones montañosas al sur y suroeste. En cambio existe una gran distribución de zonas con peligrosidad media, al grado que predomina en el mapa, pero no afecta el núcleo poblacional o localidades importantes. La geometría de las laderas favorece el desprendimiento del material. El menor rubro en esta escala define zonas en las laderas con una pendiente que favorece el proceso pero la geometría no es la idónea. Cabe señalar que la competencia del material calcáreo que constituye al municipio facilita el desarrollo de los procesos de caídas y vuelcos y sólo en los lugares con pendientes mayores a 33° se ve favorecida su ocurrencia.

Figura 28. Mapa de áreas susceptibles a presentar caída de escombros y rocas, en el municipio de Santa María del Tule, Oaxaca.



5.2.5. 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.

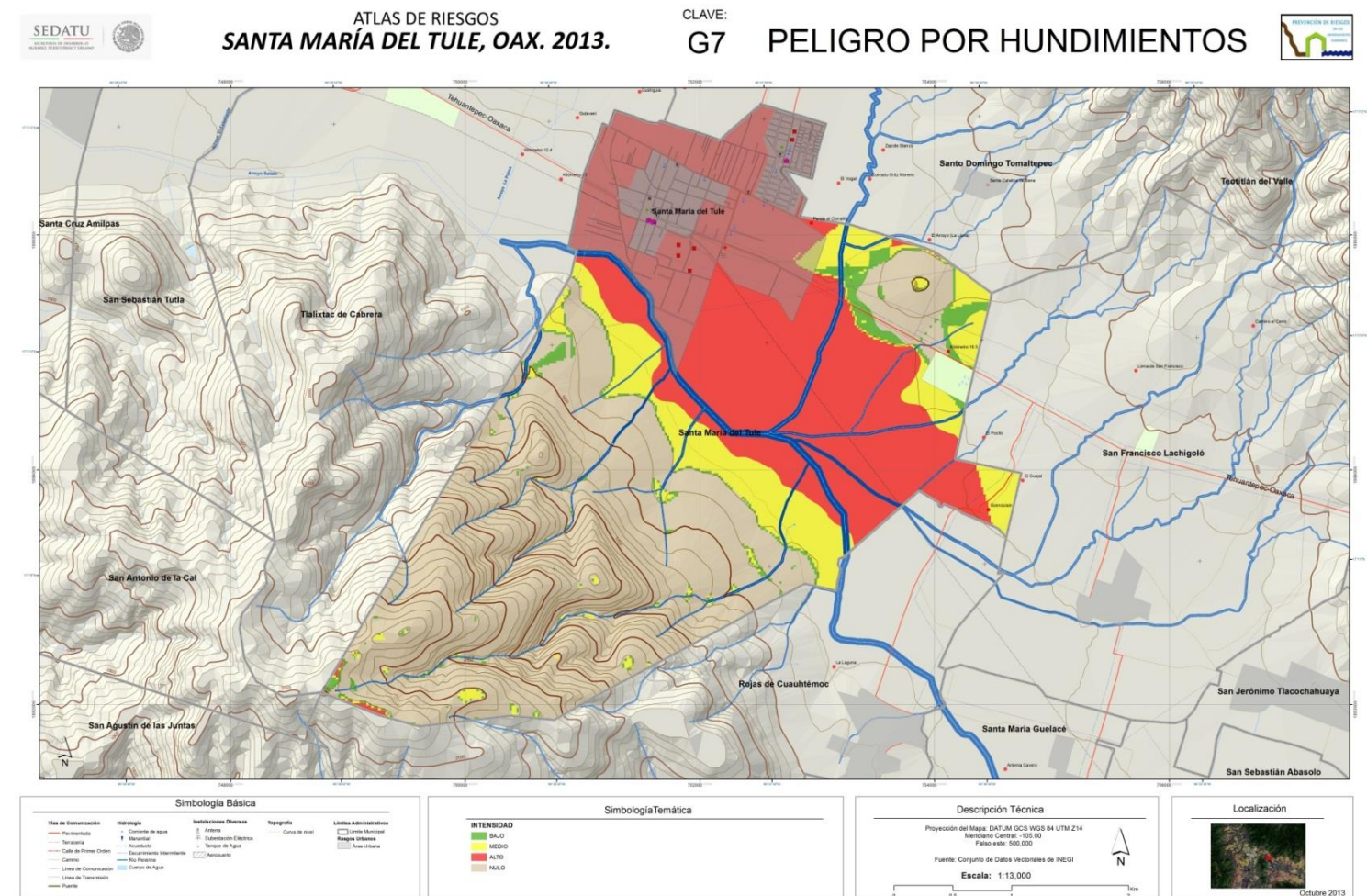
Los hundimientos pueden tener un origen natural o ser inducidos por la actividad humana. En este sentido pueden ser clasificados de acuerdo a su velocidad de ocurrencia en: hundimientos lentos y progresivos denominados como subsidencia; o hundimientos rápidos y repentinos denominados colapsos. La subsidencia 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 (Fig. 29), es posible generar un mapa de zonas potenciales de hundimiento para el Santa María del Tule (Fig. 30).



Figura 29. Pozo de extracción de agua potable y de riego “La Asunción” en el Potrero, Santa María del Tule, Oaxaca.

Figura 30. Mapa de áreas susceptibles a presentar colapsos en el municipio de Santa María del Tule, Oaxaca.



La litología característica en donde puede ocurrir este tipo de procesos es en el fondo de los valles, que forman una planicie lacustre amplia. Por esta razón los poblados emplazados en la llanura del inundación del río La Venta, pueden experimentar el hundimiento gradual y diferenciado del sustrato. Además de que se puede ver maximizado si la extracción del agua excede su recuperación. De Santa María del Tule hasta Güendolin presentar una alta probabilidad de sufrir hundimientos.

Las rocas sedimentarias y de relleno aluvial son ideales para su movimiento diferencial aunado con la sismicidad lo que hace que se incremente el peligro, debido a la presencia de fenómenos como la licuefacción, esto puede verse por el agrietamiento de construcciones a lo largo y ancho de la llanura de inundación (Fig. 31). De esta manera se observa en el municipio que un cordón de alto peligro cerca de los

cuerpos de agua y el margen del río La Venta. Al interior de la llanura de inundación los materiales presentan movimientos diferenciales, lo que les da una mayor inestabilidad. Además si el nivel freático disminuye de manera local, el peligro de subsidencia permanecerá latente, por esta razón el peligro se define como alto. Por último las zonas más elevadas en los bordes de la llanura aluvial presenta una mayor estabilidad, por lo que su peligrosidad disminuye (medio). La zona de montaña y premontaña contienen algunas zonas con posibilidad de presentar hundimiento, esto debido a su naturaleza calcárea, por lo que los colapsos pueden ocurrir si fenómenos de disolución ocurren al interior de las laderas.



Figura 31. Perspectiva desde el bando de material, hacia Santa María del Tule, el poblado se encuentra emplazado en la llanura de inundación.

5.2.6. 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 del Tule, Oaxaca, está constituido principalmente por una extensa capa de aluvión, en donde sí se presentan las condiciones de secado, se pueden producir agrietamiento que se verán reflejados en el terreno o construcciones. Por esta razón la principal razón por la cual se produzcan agrietamiento en el terreno es la sobreexplotación del manto acuífero combinado con sequía, por esta razón es importante monitorear los niveles del cauce, agua subterránea y manantiales (Fig. 32). El mapa de peligros por agrietamiento muestra unas franjas paralelas al río La Venta (Fig. 15). Estas zonas de peligro por agrietamiento del terreno, disminuyen su susceptibilidad de acuerdo al distanciamiento de los cauces (Fig. 33) y la naturaleza geológica de las elevaciones circundantes.



Figura 32. Manantial que brota dentro de la planicie aluvial en la zona de cultivo.

Figura 33. Mapa de peligro por agrietamientos

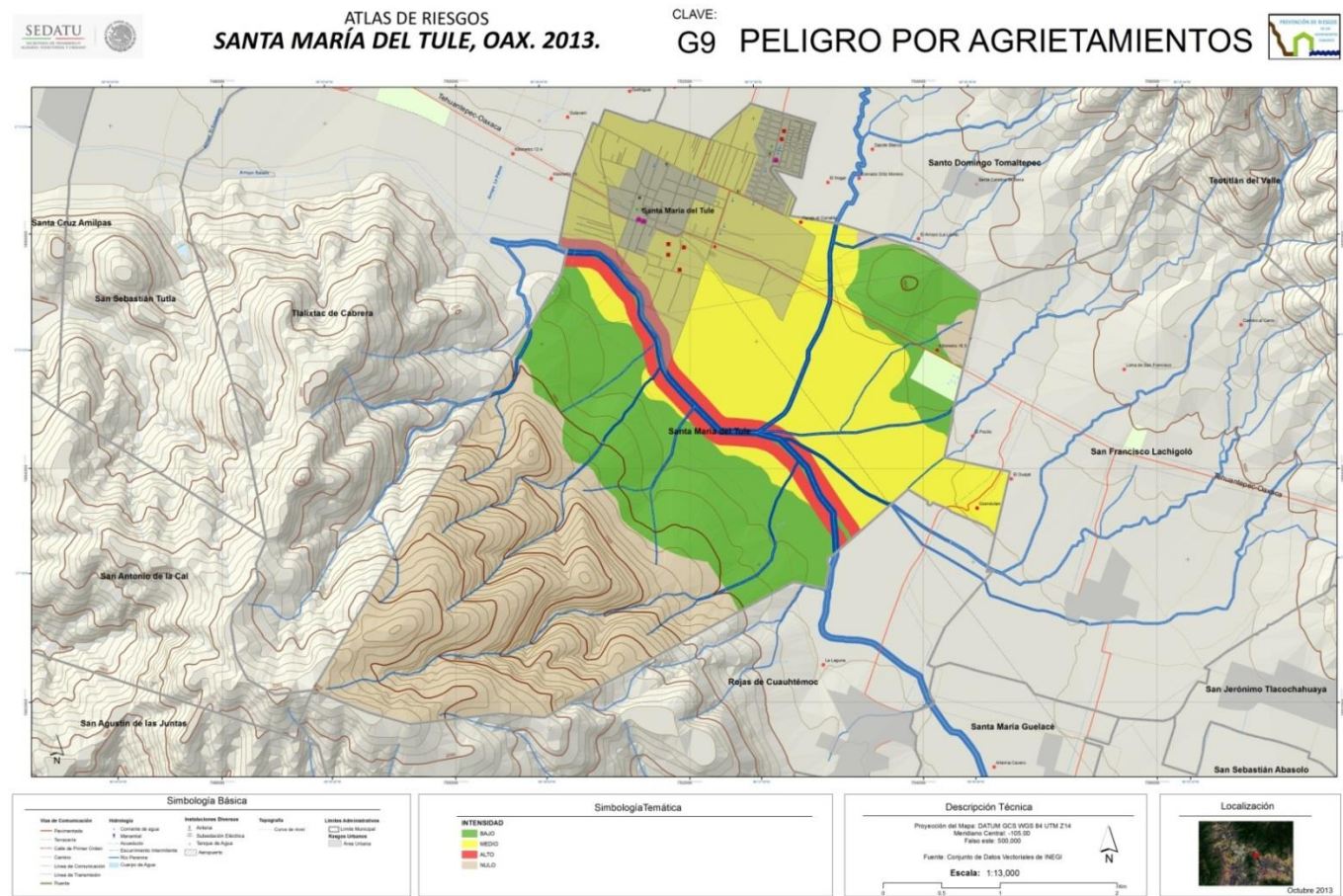


Figura 34. Nivel del río El Salado, Santa María del Tule, Oaxaca.

5.2.7. Erosión

De acuerdo con Wischmeier y Smith (1978), la erosión es aquel proceso de desprendimiento y arrastre de partículas del suelo provocado por la acción del agua, viento, o su remoción. Para la elaboración del mapa de erosión de suelos se utiliza la Ecuación Universal de la Pérdida de Suelos (EUPS), (Parveen y Kumar, 2012).

$$A = R \times K \times LS \times C \times P$$

En dónde: A es la pérdida estimada promedio de suelo en Ton/ha/año; R el factor de erosividad de la lluvia; K es el factor de erodabilidad del suelo; L la longitud de la pendiente; S la inclinación de la pendiente; C cobertura del suelo y P las prácticas de manejo

Para el desarrollo de las ecuaciones se utilizó el Sistema de Información Geográfica (SIG). En donde, R es producto principalmente por efecto de la lluvia. El impacto de las gotas de agua en el suelo, ocasiona el desprendimiento de sus partículas y su remoción por agua de escorrentía (Boul et al., 1990). Los factores que intervienen en este proceso son la intensidad y frecuencia de las lluvias. Este valor se determinó con el Índice de agresividad climática de Fournier (Adame, 1987). Para el desarrollo del factor R se utilizó información vectorial de INEGI (estaciones climáticas) cercanas al municipio y para la ecuación de agresividad climática de Fournier, los datos de precipitación fueron tomados de las climatológicas normales de CONAGUA.

El factor K representa tanto la susceptibilidad del suelo a la erosión como la tasa de escorrentía, medida bajo las condiciones de una parcela estándar unitaria (22.13m). Los suelos con alto contenido de arcilla tienen bajos valores de K, de cerca de 0.05 a 0.15, por su resistencia al desprendimiento de las partículas de suelo. Suelos con texturas gruesas, como los suelos arenosos, tienen bajos valores de cerca de 0.05 a 0.2, ya que la es baja la escorrentía, aunque estos suelos son fácilmente erodables. Suelos con texturas medias como los francos, tienen un valor moderado de K, de cerca de 0.25 a 0.4 ya que son moderadamente susceptibles al desprendimiento y producen una escorrentía moderada. Suelos que contienen un alto contenido de limo son los más erosionables. Son fácilmente desprendibles, tienden a formar una costra y producir altas tasas de escorrentía. Los valores de K de estos suelos tienden a ser mayores que 0.4 (Adame, 1987). La información necesaria para obtener el factor K, fueron los datos vectoriales de edafología de INEGI escala 1:250 000 los cuales poseen los datos necesarios, por último se reclasificaron de acuerdo a las tablas de FAO/UNESCO (Adame, 1987).

El factor L representa el efecto de la longitud de la pendiente en la erosión (adimensional). Es la razón entre la pérdida de suelo en la longitud de pendiente en campo con respecto a la longitud de una parcela estándar unitaria de 22.13 m, en el mismo tipo de suelo y gradiente. La longitud de la pendiente es la distancia desde el origen de la escorrentía superficial a lo largo de su vía de flujo a la zona donde se concentra o donde se deposita el suelo desprendido. Para la elaboración del factor L, fue necesario crear un mapa de pendientes clasificado en porcentaje que de obtuvo de curvas de nivel con 20 m de equidistancia.

El factor S es el grado de inclinación de la pendiente. Representa los efectos de la inclinación en la erosión. La pérdida de suelo se incrementa más rápidamente con pendientes muy escarpadas en comparación con el incremento en longitud de la pendiente. La relación entre la pérdida del suelo y la gradiente se ve influenciada por la densidad de la cobertura vegetal y el tamaño de las partículas del suelo. Para concluir con el factor L y S se multiplican entre sí, para obtener el factor LS, que en la EUPS representa la proporción de pérdida de suelo de una longitud e inclinación dada. Los valores de L y S son relativos y representan el potencial erodable de una ladera en particular, en relación a los 22.13 m de largo y 9% de inclinación de la parcela unitaria.

Los efectos de la vegetación, la cobertura del suelo, la biomasa del suelo y las actividades perturbadoras del suelo son procesos que intervienen en la erosión. La cobertura de la superficie es el material que está en contacto con el suelo y que intercepta las gotas de lluvia y detiene o hace más lenta la escorrentía. (Wischmeier y Smith, 1978).

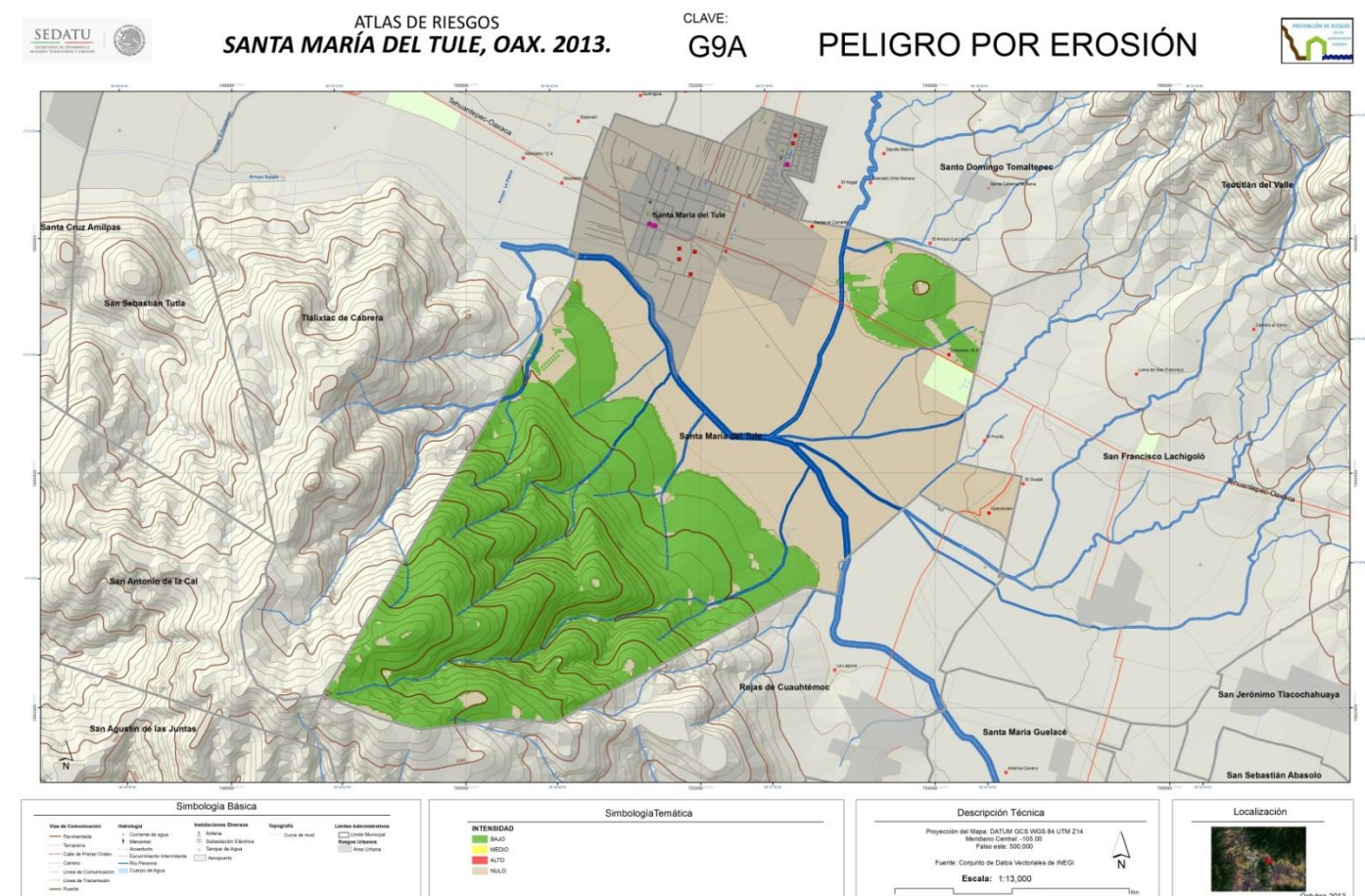
La información necesaria para la elaboración del factor C, se extrajo de los datos vectoriales de INEGI de uso del suelo y vegetación escala 1:250 000. Posteriormente se asignó el valor correspondiente para cada tipo de vegetación y uso de suelo.

El factor P mide el efecto de las prácticas de conservación, define la influencia de las prácticas y cultivos para conservar. En caso de no existir prácticas de conservación o no se cuenta con la información

necesaria, su valor es 1. Tal es el caso de este municipio. Estas prácticas de control (soporte) combate la erosión, puesto que modifica los patrones de flujo y el grado o dirección de superficie de escurrimiento. Para las prácticas de soporte de tierras cultivadas, generalmente incluye contorno, cultivos en faja, terraceo y drenaje subsuperficial. El desarrollo final de la EUPS es la multiplicación por pixel de todos los factores mediante el SIG.

Los resultados obtenidos de la aplicación de la Ecuación Universal de la Pérdida de Suelos (EUPS), para el municipio de Santa María del Tule, Oaxaca, muestran que los niveles de pérdida de suelo, casi en la totalidad de su extensión territorial, más del 95%, se hallan en rangos de erosión desde despreciable, hasta un nivel bajo, esto originado porque gran parte del municipio se encuentra emplazado en una planicie de origen sedimentario (Fig. 35). Otro elemento significativo es que el municipio se localiza en una región con rangos de precipitación bajos (según datos del servicio Meteorológico Mexicano), lo que ocasiona que el grado de erodabilidad del suelo no sea elevado, debido a que la lluvia es el principal agente de erosión edáfica.

Figura 35. Mapa de peligro por erosión



Los suelos que se encuentran presentes dentro de Santa María del Tule se caracterizan por tener una textura media. Según la clasificación de suelos FAO/UNESCO, el grado de erodabilidad de estos es moderado por contener un porcentaje medio de arcillas, lo que conlleva a que las partículas que lo forman no sean fácilmente desprendidas por la acción del agua y el viento.

La vegetación es un factor trascendental para la conservación de suelos. Según datos de INEGI la vegetación presente en la zona corresponde a bosque de encino, pastizal inducido, que se hallan en la zona de lomeríos en la parte centro-sureste del municipio. Este tipo de vegetación ayuda a la protección de los suelos, debido a que detiene o modifica la escorrentía y el paso del viento (Fig. 18).

La relación entre la vegetación, pendiente baja del terreno, suelo con presencia de arcillas y bajas precipitaciones, favorecen ampliamente la preservación de los suelos. Las localidades que están asentadas dentro del área de erosión despreciable y baja son, Santa María del Tule, Paraje El Corralito, Kilometro 16.5 y Guendulain (Fig. 17).

El resto de la superficie municipal menos del 5%, presenta niveles medios y altos de erosión, estos se presentan en las superficies agrícolas de temporal y de riego, pastizales inducidos o pequeñas áreas con relieves medianamente pronunciados. Estas pequeñas áreas se localizan al centro-norte del municipio donde la vegetación original fue remplazada por agricultura de temporal debido al cambio de uso de suelo. Según lo observado en imágenes de satélite estas superficies presentan 2 puntos de actividad antrópica, constituida por la extracción de material para construcción, asociada a la litología de la zona, rocas calizas.



Figura 36. Vista de las laderas de lomeríos localizadas al sur y suroeste del municipio, cercana del relleno sanitario. Se muestra la zona desprovista de vegetación como un indicativo de erosión moderada.

Actualmente las condiciones ambientales de pérdida de suelo son aceptables, esto a causa que el municipio presenta casi en su totalidad un relieve con pendientes menores, formado por planicies y lomeríos de origen sedimentario, que favorecen la conservación de los suelos. Por otro lado, a pesar de que los niveles de erosión son relativamente bajos, han sido incrementados en cierta medida, por el cambio en el uso del suelo a tierras de uso agrícola, cambiando parcial o completamente la cubierta vegetal original y modificando así, la capacidad de retención y formación del suelo orgánico.

Tabla con los sitios observados en los recorridos de campo.

CLAVE	LATITUD	LONGITUD	ALTITUD (msnm)	DETALLE
SMT-13115	17°01'01"	96°37'19"	1555	RIO SALADO
SMT-13216	17°01'39"	96°37'42"	1561	POZO LA ASUNCION
SMT-13317	17°01'43"	96°38'39"	1678	BANCO DE MATERIAL
SMT-13418	17°01'34"	96°38'36"	1669	ARROYO DEBRIS 1990
SMT-13519	17°02'01"	96°38'05"	1567	RIO EL SALADO
SMT-13620	17°02'03"	96°37'57"	1568	MANANTIAL EL TORRO MOTO
SMT-13721	17°01'32"	96°37'22"	1570	POZO LA CANDELARIA
SMT-13822	17°01'24"	96°37'01"	1564	CANAL EL SALADO
SMT-13923	17°02'35"	96°37'17"	1576	LIMITE DE INUNDACION TULE
SMT-131024	17°02'45"	96°37'28"	1576	COBAO

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.

Cuadro 38. Clasificación de frentes fríos

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.

Temperaturas mínimas

Para identificar el grado de peligro de este fenómeno en el municipio de Santa María del Tule, fueron considerados los datos de temperaturas mínimas diarias de 9 estaciones que rodean al municipio.

Cuadro 39. Estaciones meteorológicas; temperatura mínima diaria

No. ESTACIÓN	ESTACION	EN E	FE B	MA R	AB R	M AY	JU N	JU L	AG O	SE P	O CT	NO V	DI C	LATIT UD	LONGI TUD	ALTITUD MSNM
20022	COYOTEPEC	-2	-3	0	3	5	5	4	4	5	3	1	-5	16°57' 24"	96°42'0 2"	1,533
20023	CUAJIMOLOYAS	-3	-4	-2	-1	0.4	1	1	0	1	-1	-2	-4	17°07' 30"	96°25'0 0"	2,853
20040	IXTEPEJI	-3	-5	-1	2	5	6	1	5	5	2	-3	-6	17°16' 00"	96°32'5 9"	1,926
20079	OAXACA	0.5	1	3	4	9	9	9	9	9	4.5	2.5	0. 5	17°04' 59"	96°42'3 5"	1,594
20165	TLACOLULA DE MATAMOROS	- 8.5	-7	-4	-4	1.5	4	1	4	4	-3	-5	- 6. 5	16°57' 00"	96°28'5 9"	1,618
20211	SAN MARTIN MEXICAPAN	-1	-2	4	0.9	9	4	9	8	8	5	2	0	17°03' 24"	96°42'1 7"	1,540
20329	FORTIN	0	3	3	9	9	9	7	10	10	7	5	2	17°04' 00"	96°43'0 0"	2,301
20367	PRESA EL ESTUDIANTE	0	2	4	7	6	4	7	8	7	2	2	0	17°08' 11"	96°37'4 1"	3,034
20507	DIAZ ORDAZ	-3	-2	1	3	5	6	6	6	5	3	1	1	16°59' 50"	96°25'5 7"	1,713

Fuente. ERIC 3

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 40. Peligro Por Temperaturas Mínimas Municipio De Santa María Del Tule

PELIGRO	ÁREAS DE AFECTACIÓN
BAJO DE 11°C A 12°C	ESTE RANGO DE TEMPERATURAS MINIMAS CUBRE LA PARTE NORESTE DEL TERRITORIO MUNICIPAL, SIENDO LOS MESES DE DICIEMBRE, ENERO Y FEBRERO LOS MÁS FRÍOS
MUY BAJO MAYOR DE 12°C	ESTE RANGO DE TEMPERATURAS MINIMAS ESTA PRESENTE EN LA MAYOR PARTE DEL TERRITORIO MUNICIPAL CUBRIENDO LA PARTE DEL SUR, CENTRO, ESTE Y OESTE DEL MUNICIPIO , SIENDO LOS MESES DE DICIEMBRE, ENERO Y FEBRERO LOS MÁS FRÍOS

Recomendaciones emitidas por CENAPRED

Antes de la temporada del frente frío

- a. Estar atento a la información meteorológica y de las autoridades (Protección Civil, Secretaría de Salud, Secretaría de Gobernación, etc.,) que se transmita por los medios de comunicación.
- b. 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).
- c. Procurar y fomentar, entre la familia y comunidad, las medidas de autoprotección como:
- d. Vestir con ropa gruesa y calzado cerrado, cubriendo todo el cuerpo (chamarra, abrigo, bufanda, guantes, etc.)
- e. Comer frutas y verduras amarillas ricas en vitaminas A y C. Las frutas de temporada son las indicadas.
- f. Solicitar información a la Unidad de Protección Civil de su localidad, sobre la ubicación de los refugios temporales.
- g. Contar con combustible suficiente para la calefacción.

Durante la presencia del frente frío sobre una comunidad

- a. Permanecer resguardado en el interior de su casa y procurar salir solamente en caso necesario.
- b. Abrigarse con ropa gruesa.
- c. Protegerse el rostro y la cabeza. Evitar la entrada de aire frío en los pulmones.
- d. Usar suficientes cobijas durante la noche, que es cuando más baja la temperatura.
- e. 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.
- f. Incluir en las comidas: grasas, dulces y todo lo que proporcione energía, a fin de incrementar la capacidad de resistencia al frío.
- g. Procurar que las estufas de carbón, eléctricas y de gas estén alejadas de las cortinas.
- h. Mantener a los niños alejados de estufas y braseros.
- 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 aún 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 del Tule, fueron considerados los datos de temperaturas máximas de 9 estaciones que rodean al municipio.

Cuadro 41. Relación de estaciones meteorológicas con datos promedio anuales de temperaturas máximas).

No. ESTACIÓN	NOMBRE DE LA ESTACIÓN	ESTADO	TEMPERATURAS MÁXIMAS	LATITUD	LONGITUD	ALTITUD MSNM
20022	COYOTEPEC	OAXACA	33.3	16°57'24"	96°42'02"	1,533
20023	CUAJIMOLOYAS	OAXACA	17.5	17°07'30"	96°25'00"	2,853
20040	IXTEPEJI	OAXACA	32.0	17°16'00"	96°32'59"	1,926
20079	OAXACA	OAXACA	33.9	17°04'59"	96°42'35"	1,594
20165	TLACOLULA DE MATAMOROS	OAXACA	30.2	16°57'00"	96°28'59"	1,618
20211	SAN MARTIN MEXICAPAN	OAXACA	30.4	17°03'24"	96°42'17"	1,540
20329	FORTIN	OAXACA	32.7	17°04'00"	96°43'00"	2,301
20367	PRESA EL ESTUDIANTE	OAXACA	31.1	17°08'11"	96°37'41"	3,034
20507	DIAZ ORDAZ	OAXACA	29.9	16°59'50"	96°25'57"	1,713

Fuente. ERIC

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 42. Peligro Por Temperaturas Extremas Municipio De Santa María Del Tule

PELIGRO	ÁREAS DE AFECTACIÓN
MUY BAJO DE 26°C A 38°C	Este rango de temperaturas máximas cubre una pequeña área ubicada en el extremo este del territorio municipal, siendo los meses de abril, mayo y junio los más calurosos
MUY BAJO DE 28°C A 30°C	Este rango de temperaturas máximas abarca la mayor parte del territorio municipal, cubriendo la zona sur, centro, oeste y norte del municipio, siendo los meses de abril, mayo y junio los más calurosos

Fuente. ERIC

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.

Cuadro 43. 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.
- 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.

Figura 37. Peligro por Ondas Cálidas

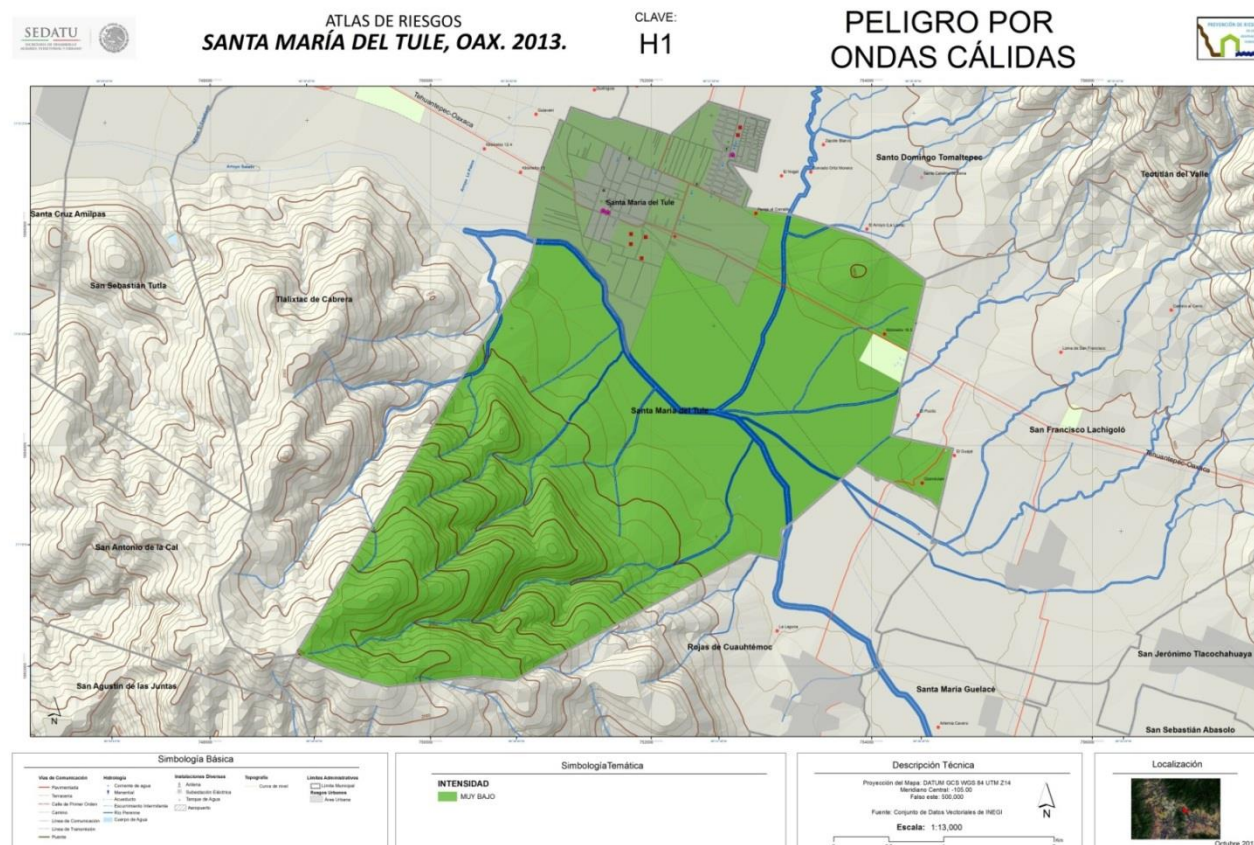
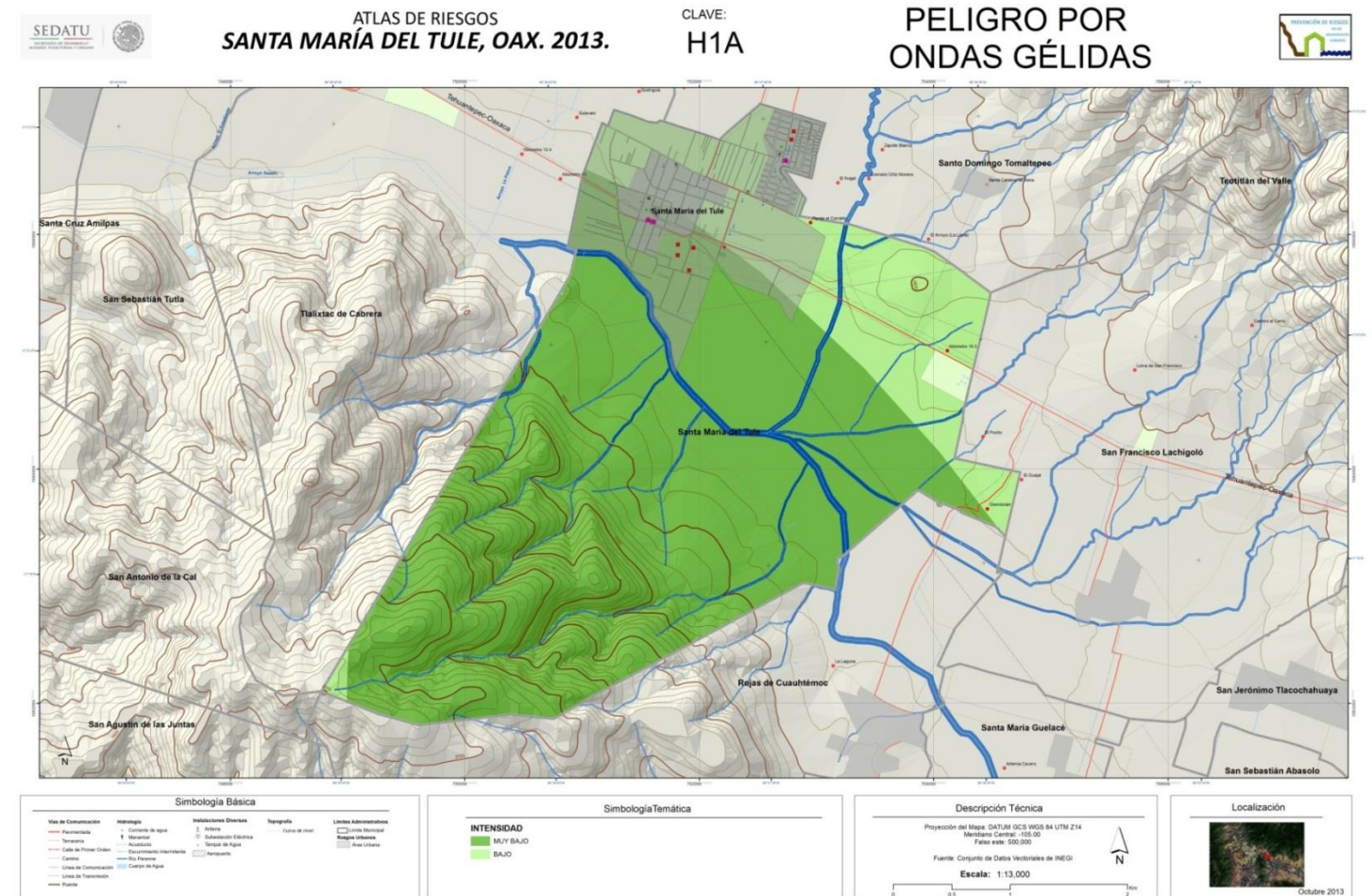


Figura 38. Peligro por Ondas Gélidas



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 enfocado a monitorear la sequía en América del Norte desde el 2003 a la fecha. En él, se han generado mapas a escala continental donde se señalan las zonas que han sufrido algún grado de sequía según la siguiente clasificación de la misma:

a) Anormalmente seco

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

b) Sequía moderada

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

c) Sequía severa

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

d) Sequía extrema

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

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

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

Cuadro 44. Registro De Periodos, Categorías Máximas De Sequía Para El Municipio De Santa María Del Tule, Con Base En El Monitor De Sequía De América Del Norte

GRADO DE SEQUIA	AÑO	MES
ANORMALMENTE SECO	2011	JUNIO

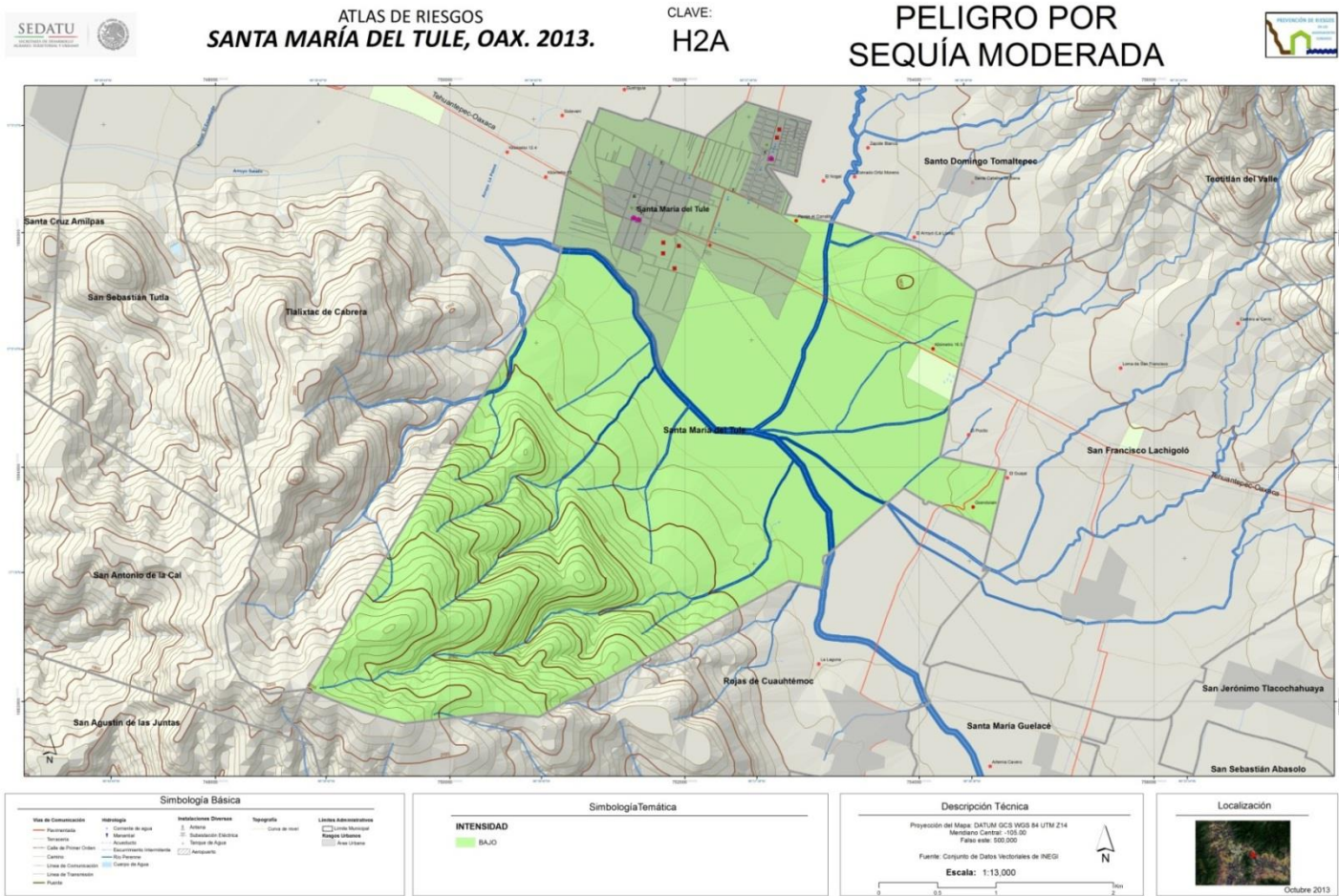
ANORMALMENTE SECO	2011	MAYO
ANORMALMENTE SECO	2011	ABRIL
SEQUIA MODERADA	2011	MARZO
ANORMALMENTE SECO	2009	AGOSTO

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 del Tule, es afectado por los siguientes tipos de sequias: Anormalmente seco y sequia moderada, siendo la primera la más representativa en el municipio, por lo que el peligro por éste tipo de fenómeno se considera bajo.

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.

Figura 39. Peligro por Sequía Moderada



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 cristalitas 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 del Tule, fueron considerados los datos de temperatura mínima diaria de 9 estaciones que rodean al municipio.

Con base en los registro de las estaciones meteorológicas que rodean al municipio, el peligro de heladas para el mismo, es medio, siendo los meses de diciembre a febrero los que presentan las temperaturas más bajas en un rango que va de los 0°C a -2°C.

Cuadro 45. Estaciones meteorológicas; temperaturas mínimas diarias

No. ESTACIÓN	ESTACION	EN E	FE B	MA R	AB R	M AY	JU N	JU L	AG O	SE P	O CT	NO V	DI C	LATIT UD	LONGI TUD	ALTITUD MSNM
20022	COYOTEPEC	-2	-3	0	3	5	5	4	4	5	3	1	-5	16°57' 24"	96°42'0 2"	1,533
20023	CUAJIMOLOYAS	-3	-4	-2	-1	0.4	1	1	0	1	-1	-2	-4	17°07' 30"	96°25'0 0"	2,853
20040	IXTEPEJI	-3	-5	-1	2	5	6	1	5	5	2	-3	-6	17°16' 00"	96°32'5 9"	1,926
20079	OAXACA	0.5	1	3	4	9	9	9	9	9	4.5	2.5	0. 5	17°04' 59"	96°42'3 5"	1,594
20165	TLACOLULA DE MATAMOROS	- 8.5	-7	-4	-4	1.5	4	1	4	4	-3	-5	- 6. 5	16°57' 00"	96°28'5 9"	1,618
20211	SAN MARTIN MEXICAPAN	-1	-2	4	0.9	9	4	9	8	8	5	2	0	17°03' 24"	96°42'1 7"	1,540
20329	FORTIN	0	3	3	9	9	9	7	10	10	7	5	2	17°04' 00"	96°43'0 0"	2,301
20367	PRESA EL ESTUDIANTE	0	2	4	7	6	4	7	8	7	2	2	0	17°08' 11"	96°37'4 1"	3,034
20507	DÍAZ ORDAZ	-3	-2	1	3	5	6	6	6	5	3	1	1	16°59' 50"	96°25'5 7"	1,713

Fuente. ERIC

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).

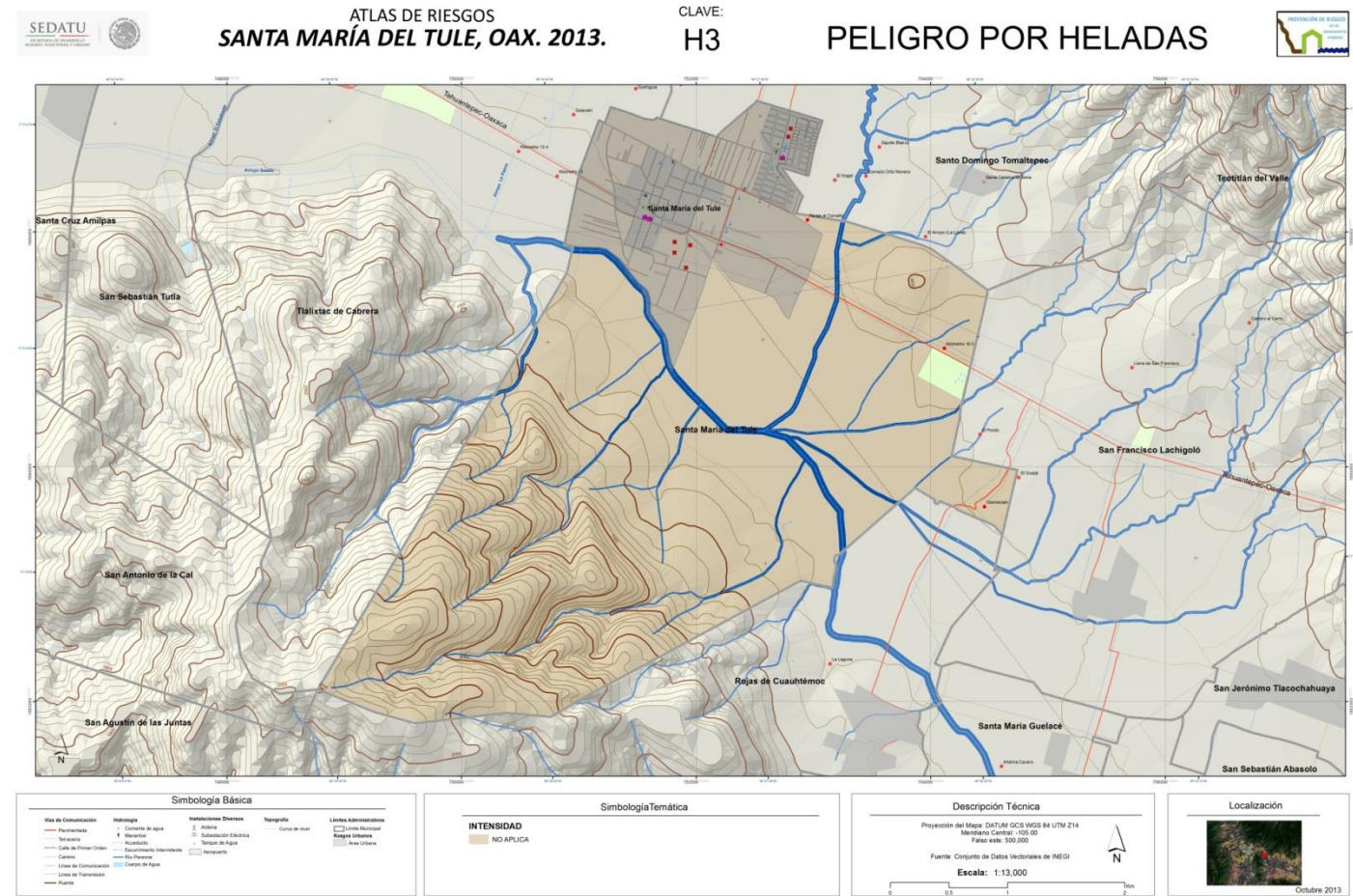
Externos

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.

Figura 40. Peligro por Heladas



5.2.4 Tormentas de Granizo

El granizo es un tipo de precipitación en forma de piedras de hielo y se forma en las tormentas severas cuando las gotas de agua o los copos de nieve formados en las nubes de tipo cumulonimbus son arrastrados por corrientes ascendentes de aire. El Granizo es una de las formas de precipitación y se llega a originar cuando corrientes de aire ascienden al cielo de forma muy violenta. Las gotas de agua se convierten en hielo al ascender a las zonas más elevadas de la nube, o al menos a una zona de la nube cuya temperatura sea como mínimo de 0º 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 del Tule, fueron considerados los datos de granizo de 9 estaciones que rodean al municipio.

Cuadro 46. Relación de estaciones meteorológica con datos promedio anuales de granizo

No. ESTACIÓN	NOMBRE DE LA ESTACIÓN	ESTADO	DÍAS CON GRANIZO	LATITUD	LONGITUD	ALTITUD MSNM
20022	COYOTEPEC	Oaxaca	0.2	16°57'24"	96°42'02"	1,533
20023	CUAJIMOLOYAS	Oaxaca	0.4	17°07'30"	96°25'00"	2,853
20040	IXTEPEJI	Oaxaca	0.7	17°16'00"	96°32'59"	1,926
20079	OAXACA	Oaxaca	1.3	17°04'59"	96°42'35"	1,594
20165	TLACOLULA DE MATAMOROS	Oaxaca	0.0	16°57'00"	96°28'59"	1,618
20211	SAN MARTIN MEXICAPAN	Oaxaca	1.8	17°03'24"	96°42'17"	1,540
20329	FORTIN	Oaxaca	0.2	17°04'00"	96°43'00"	2,301
20367	PRESA EL ESTUDIANTE	Oaxaca	0.2	17°08'11"	96°37'41"	3,034
20507	DÍAZ ORDAZ	Oaxaca	0.2	16°59'50"	96°25'57"	1,713

Fuente. ERIC 3

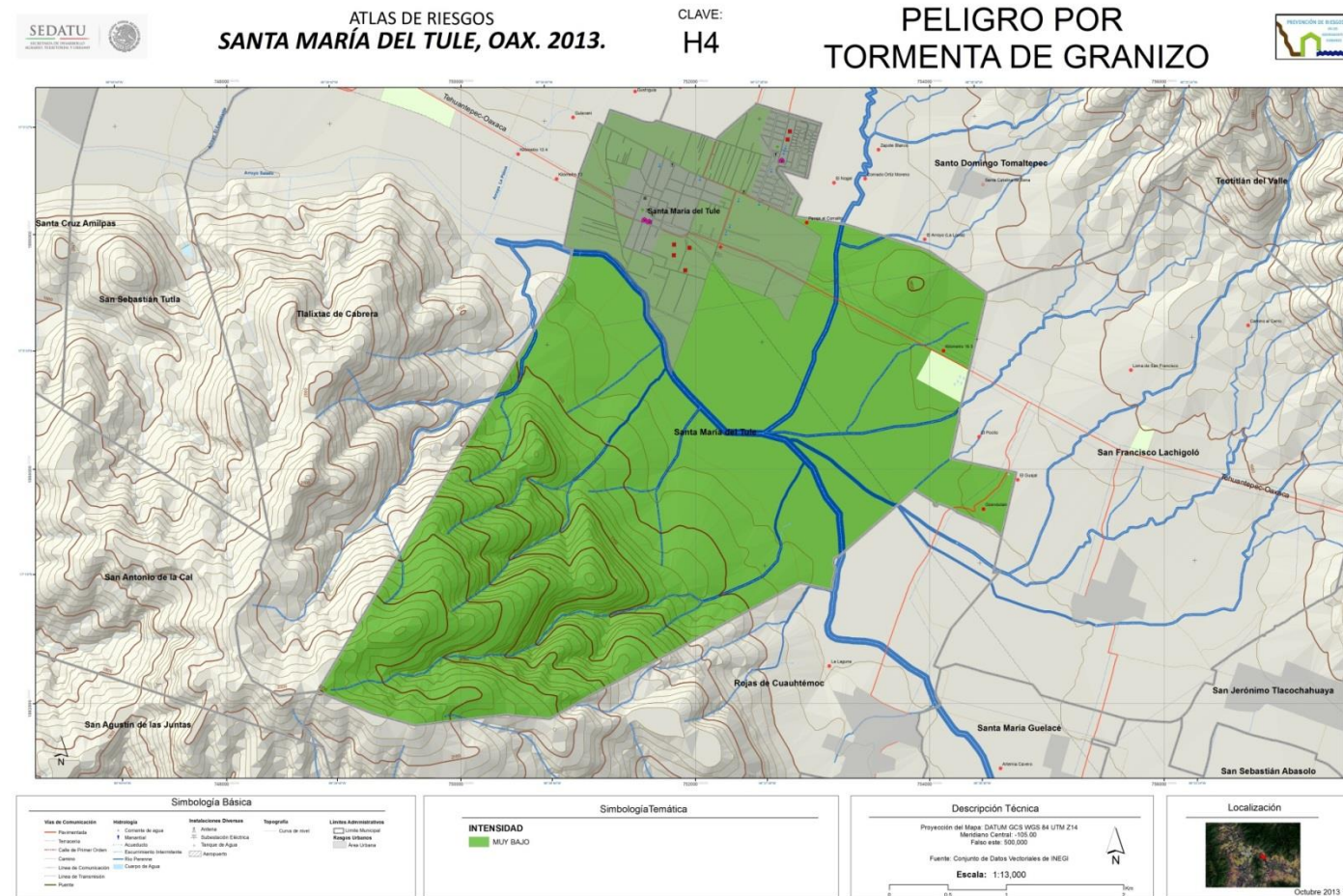
A partir de la información de los puntos de las estaciones meteorológicas y los datos de granizo, se realizó una interpolación (modelo algorítmico-matemático) para definir las zonas de probabilidad de ocurrencia de este fenómeno dentro del municipio obteniéndose la siguiente información:

Cuadro 47. Peligro Por Tormentas De Granizo Del Municipio De Santa María Del Tule

PELIGRO	ÁREAS DE AFECTACIÓN
MUY BAJO DE 2 A 3 DÍAS CON GRANIZO	ESTE RANGO DE DÍAS CON GRANIZO ABARCA LA PARTE NORESTE DEL TERRITORIO MUNICIPAL Y LOS MESES EN LOS CUALES TIENE MAYOR PROBABILIDAD DE PRESENTARSE DICHO FENÓMENO SON ABRIL Y MAYO PRINCIPALMENTE
MUY BAJO DE 3 A 4 DÍAS CON GRANIZO	ESTE RANGO DE DÍAS CON GRANIZO ABARCA LA MAYOR PARTE DEL TERRITORIO MUNICIPAL A EXCEPCIÓN DE UNA ÁREA UBICADA AL NORESTE DEL MISMO, LOS MESES EN LOS CUALES TIENE MAYOR PROBABILIDAD DE PRESENTARSE DICHO FENÓMENO SON ABRIL Y MAYO PRINCIPALMENTE

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.

Figura 41. Peligro por Granizo



5.2.5 Tormentas de nieve

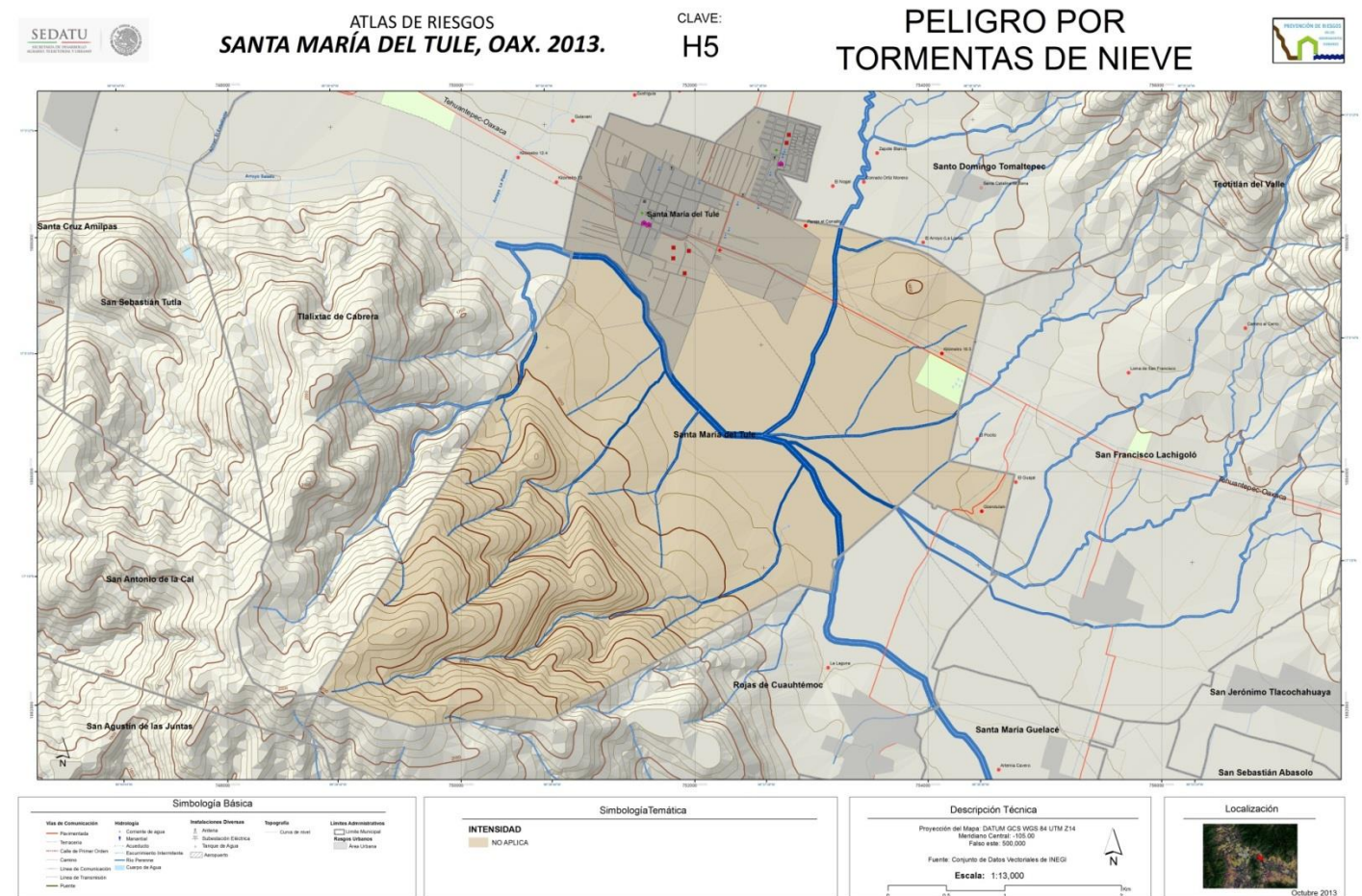
Las nevadas, también conocidas como tormentas de nieve, son una forma de precipitación sólida en forma de copos. Un copo de nieve es la aglomeración de cristales transparentes de hielo que se forman cuando el vapor de agua se condensa a temperaturas inferiores a la de solidificación del agua. La condensación de la nieve tiene la forma de ramificaciones intrincadas de cristales hexagonales planos en una variedad infinita de patrones. Estas se presentan cuando la temperatura de la atmósfera, a nivel superficial, es igual o 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.

Para el municipio de Santa María del Tule, 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 grado de riesgo por nevadas elaborado por el CENAPRED, dicho municipio es considerado con riesgo bajo por nevada.

Con base en la información del mapa de grado de riesgo por nevadas elaborado por el CENAPRED y los registro de temperaturas mínimas de las estaciones meteorológicas que rodean la zona de estudio se observa que los meses que presentan las temperaturas más bajas son: diciembre, enero y febrero en un rango que va de los 0°C a -2°C, por lo anterior, el grado de peligro de nevadas para el municipio es bajo.

Figura 42. Peligro por Tormentas de Nieve



5.2.6 Ciclonés 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 árboles 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 amarres 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 48. 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., 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 49. 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 del Tule, 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 tomo como base la información del programa **"BUSCA CICLONES TROPICALES DEL CENAPRED"**, para verificar si alguno de estos fenómenos ha afectado de manera directa o indirecta la zona de estudio, encontrándose un par de ellos que datan de 1958 Tormenta Tropical y de 1961 "Simone" Depresión Tropical respectivamente.

Tormenta Tropical 1958

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

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

Esta depresión se origina en el Pacífico a unos 40 km frente a las costas de Guatemala, a las 6:00 am del 1 de noviembre de 1961, con velocidades de 25 km/h, avanzando con dirección oeste. Para el día 2 de noviembre "Simone" intensifico 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

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

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

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

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

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

rachas de 75 km/h. Finalmente, en la madrugada del día 5, después de haber avanzado sobre la región montañosa del estado de Oaxaca, la depresión tropical “Stan” entró en proceso de disipación, a una distancia de 60 km al oeste-suroeste de la ciudad de Oaxaca, Oax.

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

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

Depresión tropical “Fifi” [14 Septiembre – 22 Septiembre de 1974]

Comenzó como una onda tropical el 14 de septiembre de 1974, en la zona nor-oriental del Mar Caribe. El 16 de septiembre de ese año, la depresión se intensificó a Tormenta Tropical con nombre de seguimiento “Fifi” cerca de las costas de la Isla de Jamaica continuando ganando fuerza y extendiéndose en los días posteriores y alcanzando las costas de Honduras y Guatemala, ya con una magnitud de huracán categoría 2.

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

Figura 43. Peligro por Ciclonés Tropicales



5.2.7 Tornados

Cuadro 50. Clasificación de Tornados

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

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 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).

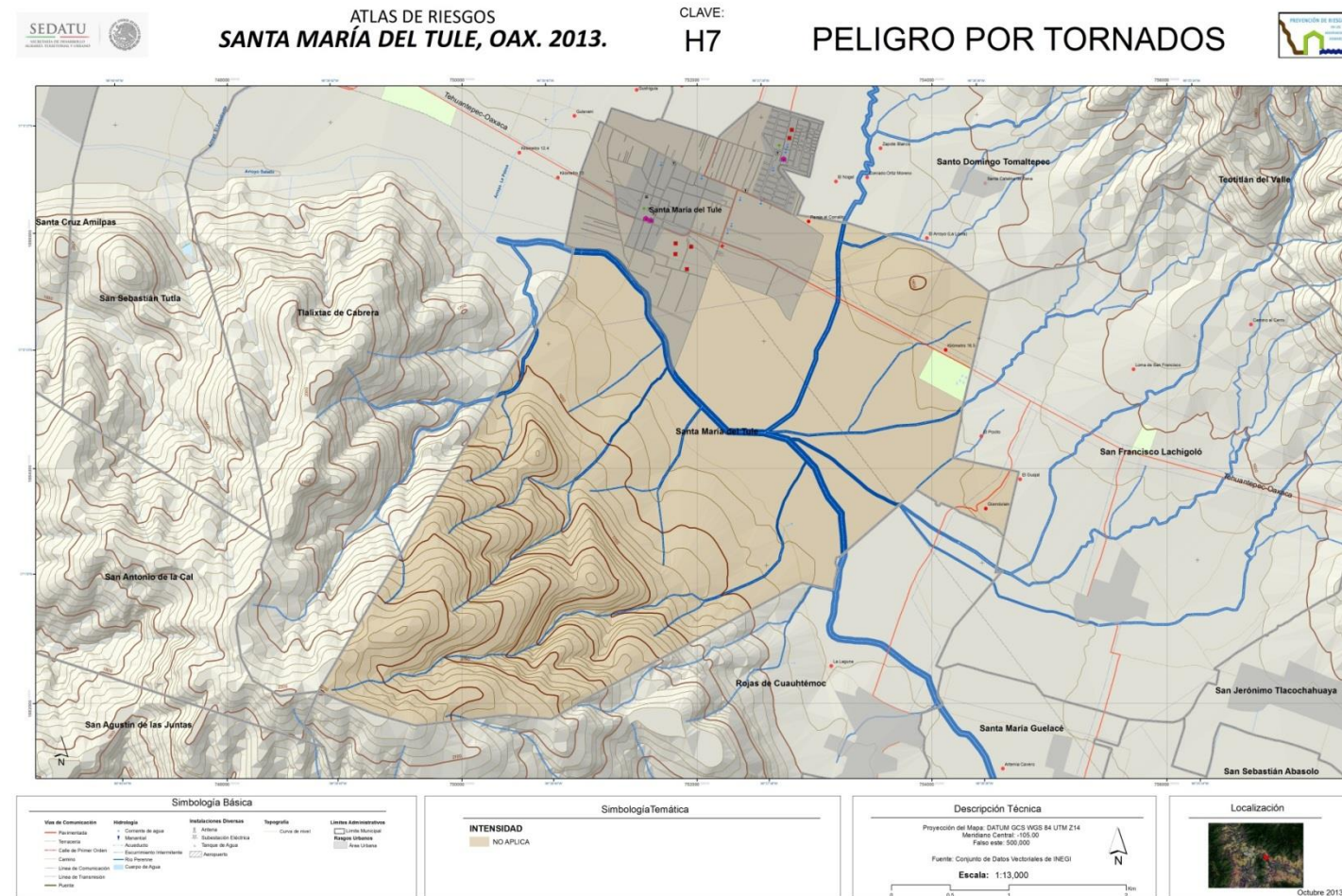
Escala de Fujita para tornados, basada en los daños causados (1971):

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 del Tule, 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.

Figura 44. Peligro por Tornados



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.

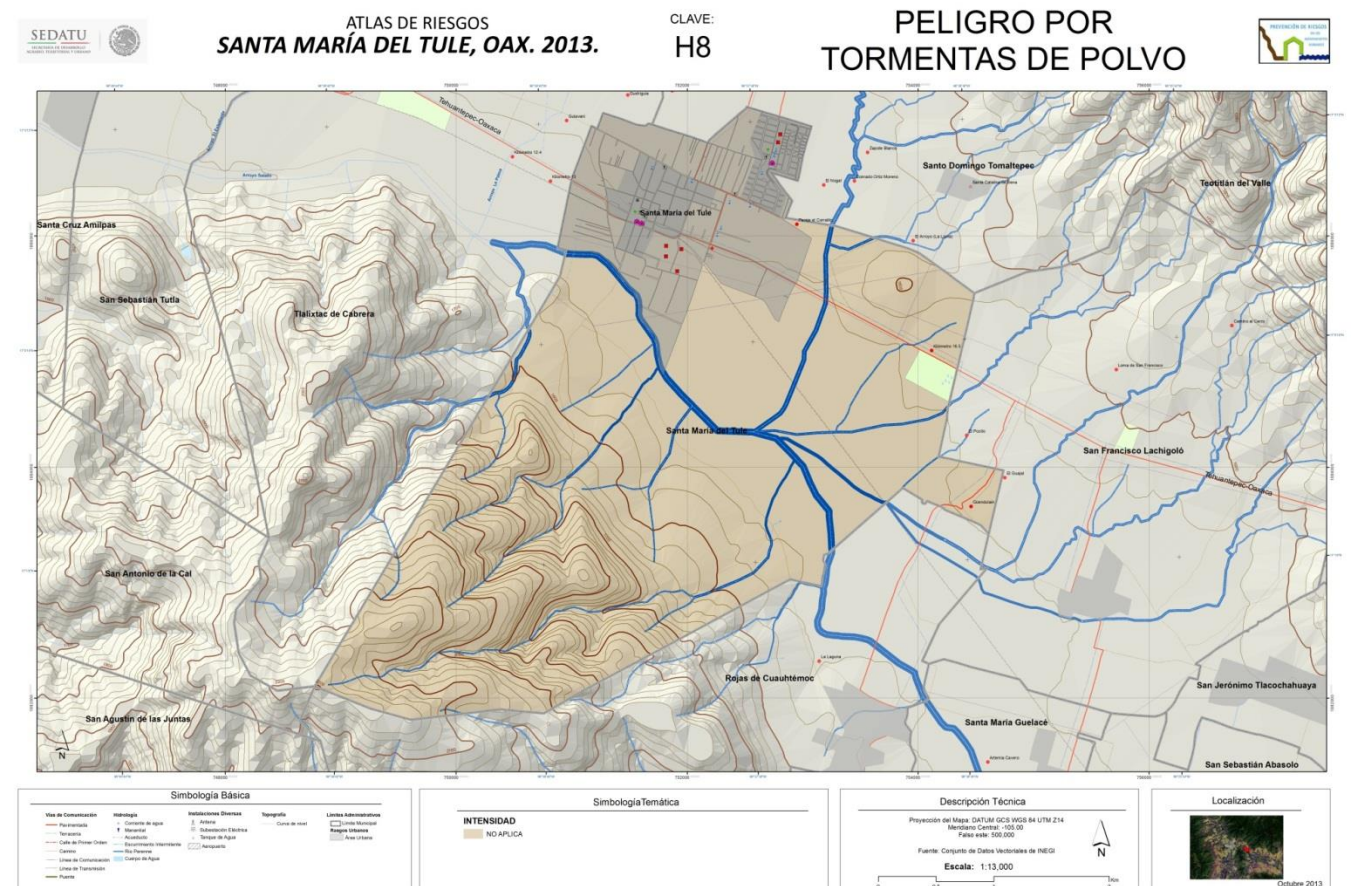
Los daños que ha sufrido el planeta como es la deforestación, el efecto invernadero, la contaminación, etc, han contribuido a que las tormentas sean más constantes.

Grupos vulnerables

- Bebes, niños, y adolescentes

- Personas ancianos
 - Personas con asma, bronquitis, enfisema, u otros problemas respiratorios
 - Personas con problemas cardíacos
 - Mujeres embarazadas
 - Adultos sanos que trabajan o ejercitan vigorosamente afuera (por ejemplo, trabajadores de agricultura y construcción, o corredores)
- El grado de peligro por presencia de tormentas de polvo para el municipio de Santa María del Tule, es bajo.

Figura 45. Peligro por Tormentas de Polvo



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 del Tule, se utilizó como base la información de tormentas eléctricas de 9 estaciones del Servicio Meteorológico Nacional, que rodean el municipio.

Cuadro 51. Relación de estaciones meteorológicas para establecer las zonas de mayor peligrosidad por la presencia de tormentas eléctricas

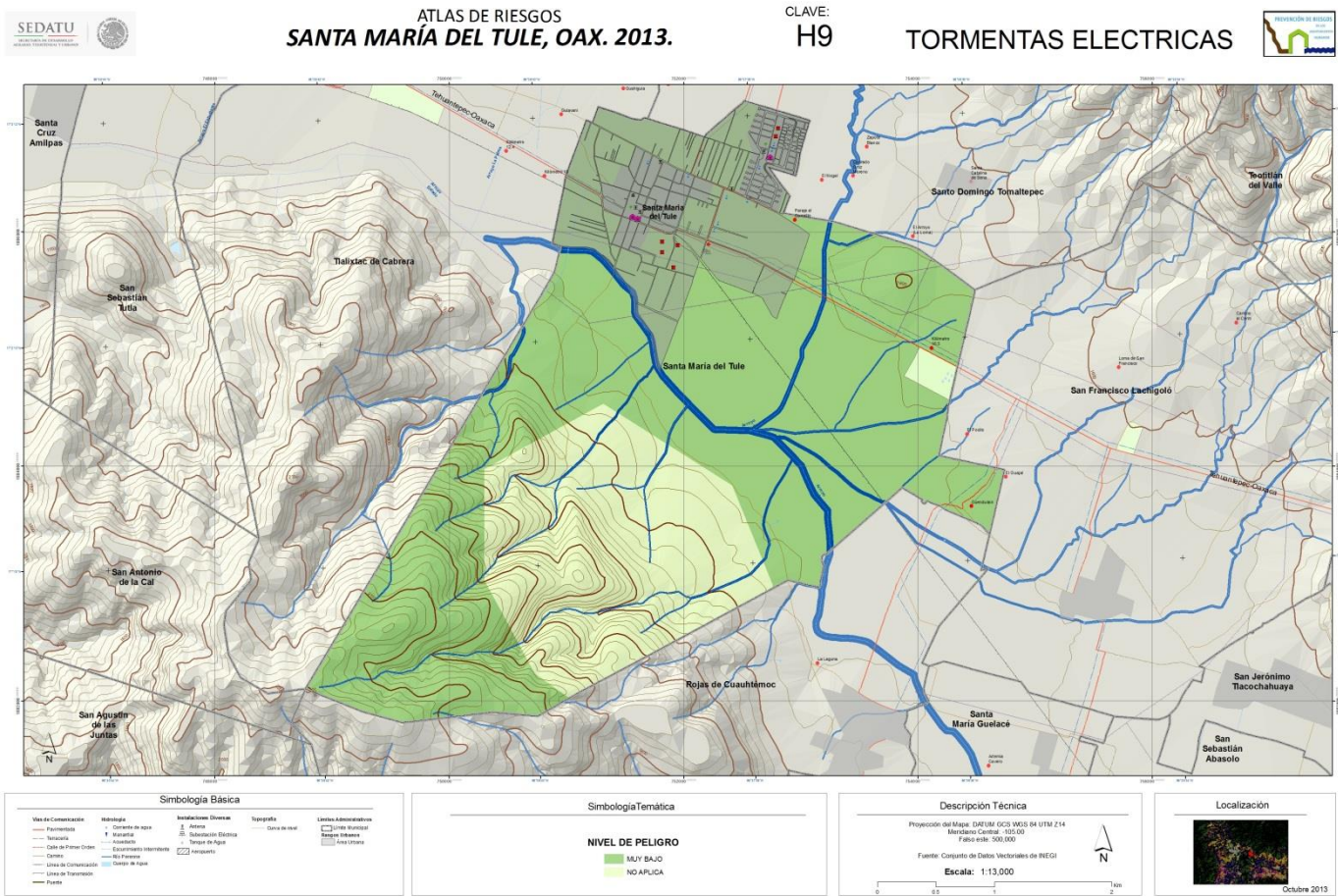
No. ESTACIÓN	NOMBRE DE LA ESTACIÓN	ESTADO	DÍAS CON TORMENTAS ELÉCTRICAS	LATITUD	LONGITUD	ALTITUD MSNM
20022	COYOTEPEC	OAXACA	0.6	16°57'24"	96°42'02"	1,533
20023	CUAJIMOLOYAS	OAXACA	14.1	17°07'30"	96°25'00"	2,853
20040	IXTEPEJI	OAXACA	11.7	17°16'00"	96°32'59"	1,926
20079	OAXACA	OAXACA	12.6	17°04'59"	96°42'35"	1,594
20165	TLACOLULA DE MATAMOROS	OAXACA	0.2	16°57'00"	96°28'59"	1,618
20211	SAN MARTIN MEXICAPAN	OAXACA	45.1	17°03'24"	96°42'17"	1,540
20329	FORTIN	OAXACA	1.6	17°04'00"	96°43'00"	2,301
20367	PRESA EL ESTUDIANTE	OAXACA	4.1	17°08'11"	96°37'41"	3,034
20507	DÍAZ ORDAZ	OAXACA	0.6	16°59'50"	96°25'57"	1,713

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:

PELIGRO	ÁREAS DE AFECTACIÓN
SIN PRESENCIA DE TORMENTAS ELECTRICAS	La parte centro y una paqueña zona del sur del territorio municipal
MUY BAJO DE 0 A 2 DIAS CON T.E.	Este rango de tormentas cubre la mayor parte del territorio municipal desde la parte suroeste, oeste, este, y norte del muncipio respectivamente y los meses en los cuales tiene mayor probabilidad de presentarse dicho fenómeno son mayo, junio y julio principalmente

Figura 46. Peligro por Tormentas Eléctricas



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 del Tule, fueron considerados los datos promedio de precipitación mensual máxima de 9 estaciones que rodean al municipio.

Cuadro 53. Relación de estaciones meteorológicas para establecer las zonas de mayor peligrosidad por la presencia de lluvias extremas.

No. ESTACIÓN	NOMBRE DE LA ESTACIÓN	ESTADO	PRECIPITACIÓN mm	LATITUD	LONGITUD	ALTITUD MSNM
20022	COYOTEPEC	OAXACA	193.0	16°57'24"	96°42'02"	1,533
20023	CUAJIMOLOYAS	OAXACA	245.4	17°07'30"	96°25'00"	2,853
20040	IXTEPEJI	OAXACA	177.6	17°16'00"	96°32'59"	1,926
20079	OAXACA	OAXACA	185.8	17°04'59"	96°42'35"	1,594
20165	TLACOLULA DE MATAMOROS	OAXACA	137.0	16°57'00"	96°28'59"	1,618
20211	SAN MARTIN MEXICAPAN	OAXACA	163.6	17°03'24"	96°42'17"	1,540
20329	FORTIN	OAXACA	164.4	17°04'00"	96°43'00"	2,301
20367	PRESA EL ESTUDIANTE	OAXACA	147.9	17°08'11"	96°37'41"	3,034
20507	DÍAZ ORDAZ	OAXACA	163.1	16°59'50"	96°25'57"	1,713

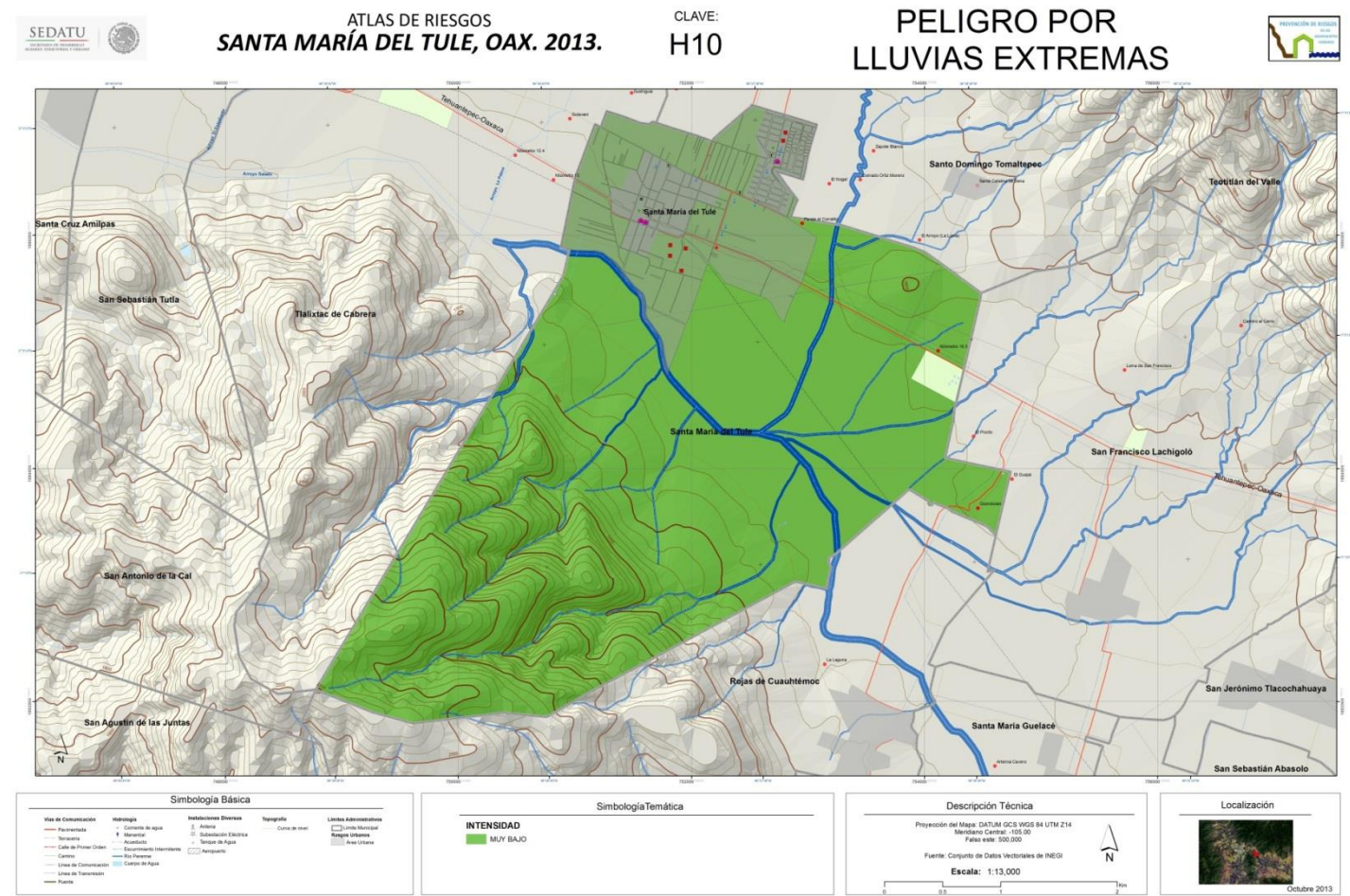
Fuente. ERIC 3

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 54. Peligro Por Lluvias Extremas Municipio De Santa María Del Tule

PELIGRO	ÁREAS DE AFECTACIÓN
MUY BAJO DE 150 A 200 MM.	Este rango de precipitación cubre el total del territorio municipal, y los meses en los cuales tiene mayor probabilidad de presentarse dicho fenómeno junio, julio, agosto y septiembre principalmente

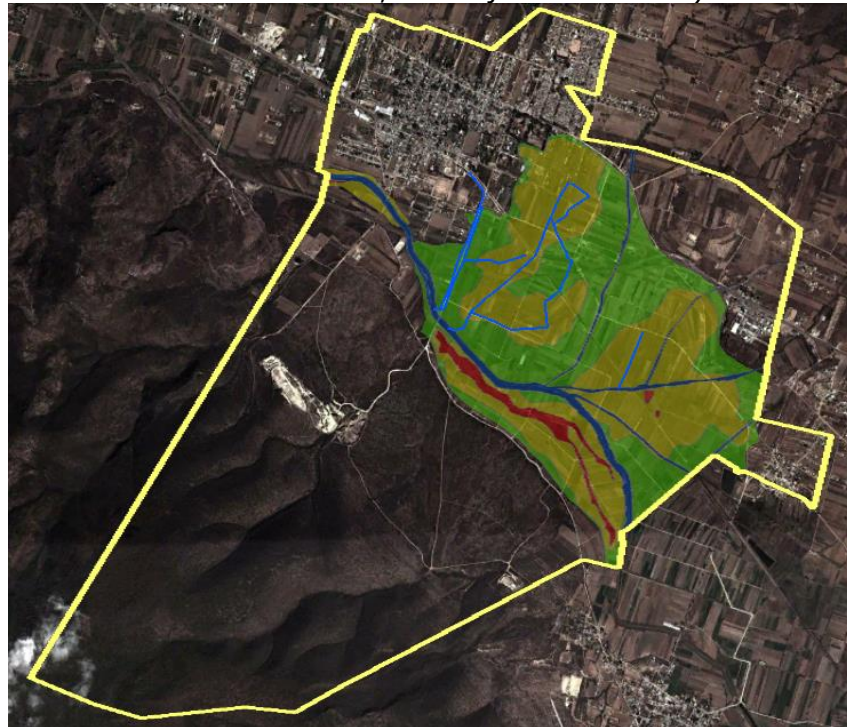
Figura 47. Peligro por Lluvias Extremas



5.2.11 Inundaciones pluviales, fluviales, costeras y lacustres

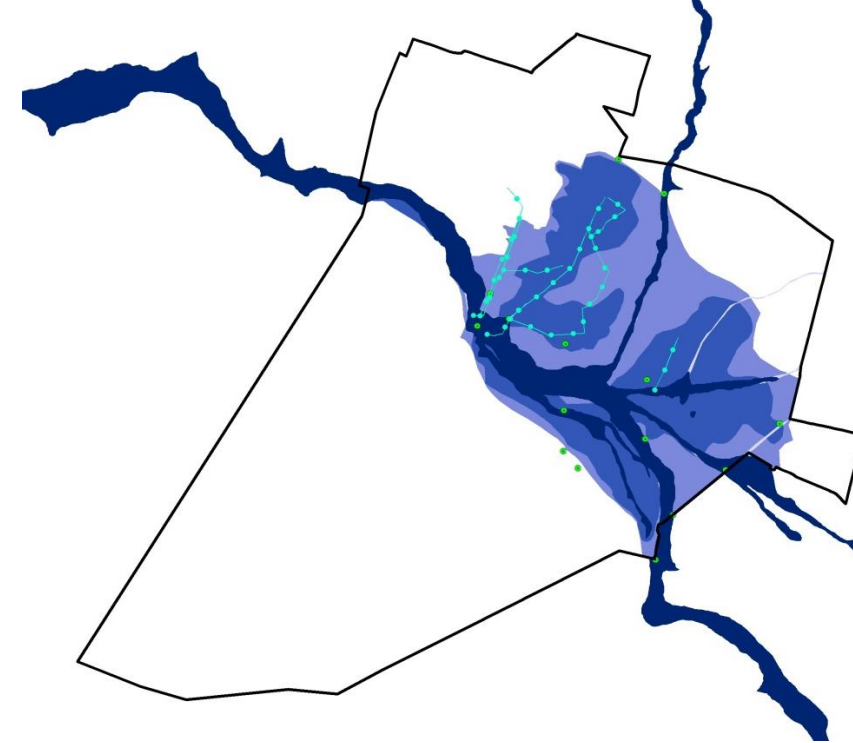
En el municipio de Santa María del Tule existen extensas áreas con peligro a inundación, de forma general las inundaciones se deben a tres aspectos que provocan tales inundaciones. El primero es el desbordamiento del río el Salado, el cual durante las lluvias se satura por la gran cantidad de afluentes que tiene a lo largo de su recorrido.

Figura 48. Peligro por inundación en el municipio de Santa María del Tule (En rojo se áreas de mayor peligro; amarillo con un nivel medio; nivel bajo a inundaciones)



El segundo es la gran cantidad de canales que atraviesan la planicie, los cuales se saturan y desbordan rápidamente por la gran cantidad de vegetación y sedimentos que existen en sus cauces. El tercer aspecto es el agua que baja de los escurrimientos que existen en las laderas de las elevaciones que existen al suroeste del municipio.

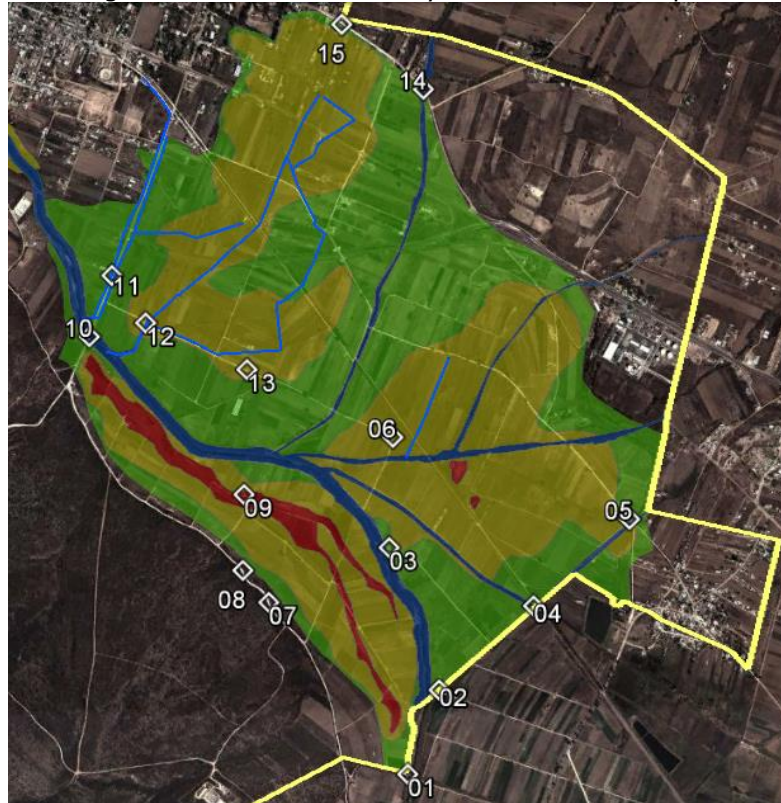
Figura 49. Peligro por inundaciones en el municipio (en cian los canales).



Las áreas inundables en el municipio de Santa María del Tule se presentan principalmente en lo que hoy son áreas de cultivos. En la figura anterior se puede observar toda el área inundable. En color rojo se observan las áreas de mayor peligro a inundarse; en color amarillo aquellas áreas con un nivel medio; y en verde las áreas con un nivel bajo a inundaciones.

Las áreas de peligro a inundación se obtuvieron a partir de las referencias obtenidas por los pobladores, 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 trabajaron. En la siguiente figura se observa la distribución de todos los puntos que se realizaron durante el trabajo de campo.

Figura 50. Puntos de control y verificación en campo.



Desde el punto 01 se pudo observar el río el Salado y de forma general todas las áreas propensas a inundaciones. Todas las localidades quedan incomunicadas por las inundaciones que se han presentado en años anteriores.

Figura 51. Punto de control en campo 02



En el punto 02 se observaron que los caminos están al nivel de las áreas propensas a inundación, por lo cual quedan incomunicadas durante las inundaciones. Nótese las depresiones en la parte baja del valle.

Figura 52. Punto de control en campo 03



En el punto 03 se observó que existen diversos pozos y canalizaciones para el riego automático de las áreas de cultivo. Dichos canales, en temporada de lluvias y saturación del suelo, propician que las aguas de río Salado discurren con mayor facilidad hacia el norte del municipio.

Figura 53. Canal azolvado en parte media del Sta María Tule.



Los arroyos y los diversos canales que se encuentran en el municipio de Santa María del Tule presentan un problema general, el cual es que no están desazolvados y cuentan con una gran cantidad de vegetación en sus cauces, lo cual impide el libre paso del agua, provocando que se saturen rápidamente y se desborden.

Figura 54. Punto de control en campo 05



En el punto 05 se observaron las áreas bajas que se inundaron periódicamente debido a que representan el área de bajada de corrientes de los canales que provienen del norte del municipio. La última inundación se presentó en el 2011. En la siguiente figura se puede observar los diversos niveles que existen en la planicie de inundación.

Figura 55. Punto de control en campo 06



En el punto 06 se visitó una de las áreas inundadas en los años 2010 y 2011.

Figura 56. Punto de control en campo 07



En el punto 07 se visitó el límite entre la planicie fluvial y los lomeríos desde este punto se observaron algunos de los afluentes que escurren desde las partes altas.

Figura 57. Zona de convergencia de escurrimientos (punto 08)



En la zona correspondiente al punto 08 se identificó la orilla de la ladera desde donde bajan los afluentes que se unen al río el Salado. Desde esta zona también se observó de forma general el área propensa a inundaciones. En el 2010 y 2011 hubo fuertes inundaciones que afectaron severamente las zonas de cultivo e incluso mantuvieron incomunicados a los habitantes del municipio. La zona de cultivo es una pequeña cuenca por donde fluye el río el Salado, con precipitaciones abundantes la zona se convierte en una laguna.

Figura 58. Zona inundable



Las inundaciones que se presentan en la llanura fluvial, no sólo afectan los caminos y los terrenos de cultivos, sino también afectan toda la infraestructura de los pozos como es el caso del pozo de agua la Asunción, el cual fue instalado en el 2004 – 2005, su tubería va por debajo, son 80 aspersores que riegan 45-50 hectáreas. En la siguiente foto se puede observar el pozo de agua la Asunción.

Figura 59. Pozo de agua.



A pesar de que en el mes de mayo los arroyos y canales se limpian por parte de los ejidatarios del municipio, no es suficiente, ya que se necesita que se mejoren todos los canales que están en el municipio. Asimismo, se necesita un programa que integre la limpieza de todos los canales de toda la planicie fluvial y que todos los municipios que forman de esta planicie integren este programa, ya que si los canales sólo son limpiados en un municipio como ocurre actualmente, todos los escombros, sedimentos y vegetación tarde o temprano afectarán los canales donde sí se limpian.

En el punto 10 se visitó uno de tantos canales que recorren la planicie fluvial, el cual se observa en la siguiente imagen.

Figura 60. Canal desde puente. (punto 10)



A uno 200 metros al norte del río Salado se registran inundaciones de hasta 150cm. Se visitó el área afectada por inundaciones en los años 2010 y 2011. El punto se registró con el número 11 y se empleó para modelar la inundación.

Figura 61. Zona de inundación (punto 11)



El punto 12 corresponde a uno de los escurrimientos que fluyen en la planicie del municipio de Santa María del Tule, este en particular cuenta con agua todo el año. En la siguiente imagen se puede observar este escurrimiento, el cual necesita de mantenimiento para retirar toda la vegetación que se encuentra en sus orillas.

Figura 62. Punto 12.



Figura 63. Viviendas afectadas en las inundaciones con más de 1.70 metros. (punto 13)



En lo que respecta al río Yogove, este fue recorrido en casi toda su longitud y a la altura del camino Nacional (punto 14), se ubicó una zona donde desbordó (la más reciente en 2011. Actualmente se necesita que se desazolve y se retire toda la vegetación en sus orillas con el fin de evitar inundaciones en un futuro.

Figura 64. Punto 14

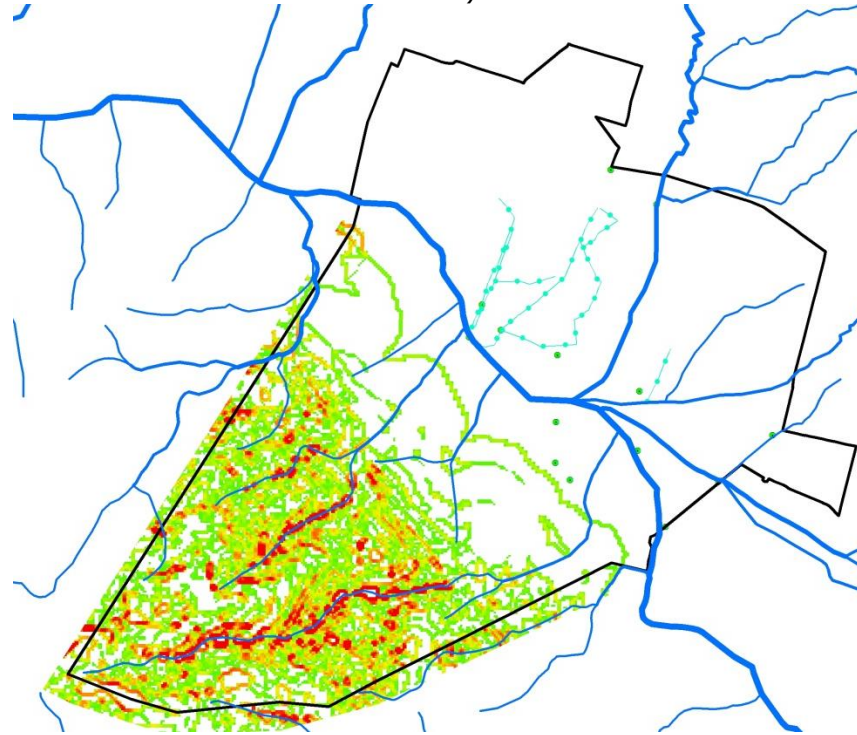


Figura 65. Punto 15. Zona de asentamientos irregulares.



Al noreste de Santa María Tule se recorrieron zonas de asentamientos irregulares propensos a inundaciones. Esta zona se considera de alto riesgo pos sus condiciones socioeconómicas y debido a que en inundaciones pasadas, el nivel agua ha alcanzado entre 50 y 70 cm de altura aproximadamente (ver foto de punto 15).

Figura 66. Peligro por inundaciones súbitas al sur del municipio (en rojo las zonas de mayor peligro y en verde las de menor).



Las avenidas súbitas en el municipio se pueden prestar al sur del río El Salado, ya que las elevaciones que flanquean esta parte del municipio tienen pendientes hasta de 80° y hay por lo menos 3 escurrimientos que discurren por barrancas de pronta respuesta.

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
Educación	3	Porcentaje de Población de 6 a	51.6 a 100.0	Muy Alta	1.00
			0.0 a 0.15	Muy baja	0.00

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.

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

b) Capacidad municipal de prevención y respuesta.

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

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

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

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

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
Mecanismos de prevención local	3	¿En su comunidad se han construido obras para disminuir efectos de fenómenos naturales?	Si	0.0
			No	1.0
			No sabe	0.5
	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.

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 del Tule.

Para el caso de la localidad de Santa María del Tule, 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 derechohabencia a algún servicio de salud		PROMEDIO
		Ind	Valor	Ind	Valor	
2040900010039	1,548	2.4	0.50	26.9	0.50	0.50
2040900010043	2,730	3.7	0.75	31.1	0.50	0.63
2040900010058	1,563	1.1	0.25	52.3	1.00	0.63
2040900010062	1,783	1.6	0.25	55.5	1.00	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	
2040900010039	1,548	1.6	0.25	15.4	0.25	0.25
2040900010043	2,730	1.2	0.25	14.5	0.25	0.25
2040900010058	1,563	4.5	0.75	42.0	0.75	0.75
2040900010062	1,783	3.5	0.75	46.3	0.75	0.75

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	
2040900010039	2.3	0.00	0.0	0.00	3.9	0.00	0.2	0.00	12.3	0.00	0.00
2040900010043	9.2	0.25	0.5	0.00	7.2	0.00	1.3	0.00	15.9	0.00	0.05
2040900010058	14.3	0.25	1.7	0.00	19.6	0.25	8.3	0.50	30.2	0.50	0.30
2040900010062	25.3	0.25	3.7	0.25	29.7	0.50	9.2	0.50	36.7	0.50	0.40

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

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	
2040900010039	1,548	34.1	0.0	149.42	0.50	3.6	0.00	0.17
2040900010043	2,730	32.5	0.0	56.56	0.25	3.2	0.00	0.08
2040900010058	1,563	51.3	0.25	18.62	0.0	16.5	0.50	0.25



2013

2040900010062	1,783	53.1	0.25	12.62	0.0	16.7	0.50	0.25
---------------	-------	------	------	-------	-----	------	------	------

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

Resumen indicadores socioeconómicos

AGEB	PROMEDIO
2040900010039	0.23
2040900010043	0.25
2040900010058	0.48
2040900010062	0.51

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

b) 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	Si 0.0	0.75

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	No 1.0	Si 0.0	1.0

Fuente: Elaboración propia con base en trabajo en campo.

Resumen indicadores capacidad de prevención y respuesta

Municipio	PROMEDIO
31058	0.85

Fuente: Elaboración propia con base en trabajo en campo.

c) 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	
2040900010039	0	- - -	- - -	0.00
2040900010043	0	- - -	- - -	0.00
2040900010058	0	0 - -	1 - -	0.33
2040900010062	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	
2040900010039	0					0.00
2040900010043	0					0.40
2040900010058	0	1	1	1	1	1.00
2040900010062	0	1	1	1	1	0.00

Fuente: Elaboración propia con base en trabajo en campo.

Resumen indicadores de percepción local

AGEB	Promedio
2040900010039	0.00
2040900010043	0.00
2040900010058	0.37
2040900010062	0.50

Fuente: Elaboración propia con base en trabajo en campo.

Índice de vulnerabilidad social por AGEB

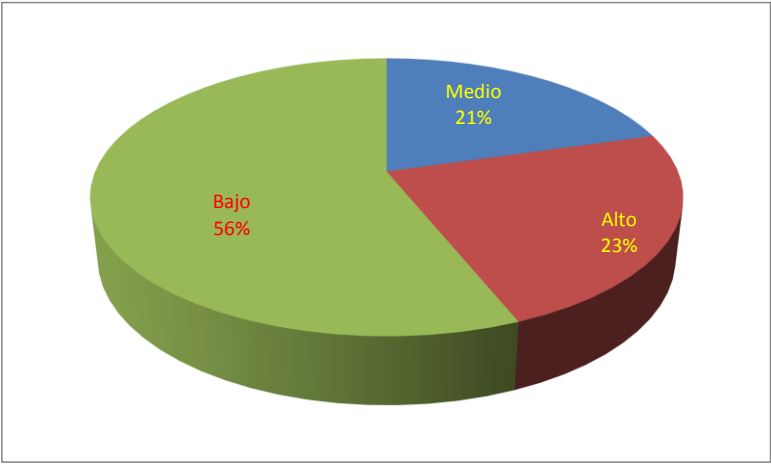
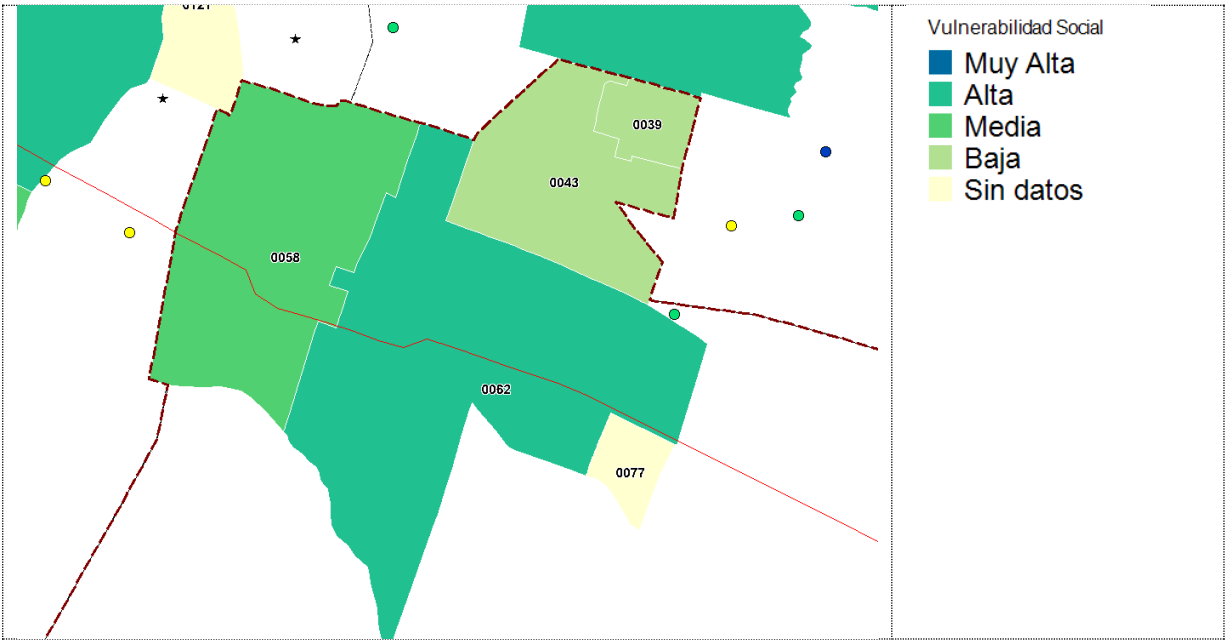
De acuerdo con los resultados obtenidos, se observa que de las 4 Áreas Geoestadísticas Básicas en la cabecera de Santa María del Tule, una tiene un grado de vulnerabilidad alto, otra tiene un grado de vulnerabilidad medio y dos tienen un bajo grado de vulnerabilidad. En términos de su población implica que de los 7,624 habitantes de la cabecera municipal, 56.1 por ciento residen en las 2 AGEB con vulnerabilidad

baja, mientras que el 20.5 por ciento residen en una AGEB con grado medio, y 23.4 por ciento en AGEB con vulnerabilidad alta.

AGEB	Socioeconómicos	Capacidad prevención y respuesta	Percepción local	Índice de vulnerabilidad social	Grado de vulnerabilidad social
2040900010039	0.229	0.850	0.000	0.360	Bajo
2040900010043	0.252	0.850	0.000	0.367	Bajo
2040900010058	0.481	0.850	0.367	0.566	Medio
2040900010062	0.506	0.850	0.500	0.619	Alto

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

Santa María del Tule: Distribución de las AGEB por el Índice de Vulnerabilidad Social, 2010



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

Índice de vulnerabilidad social de las localidades rurales

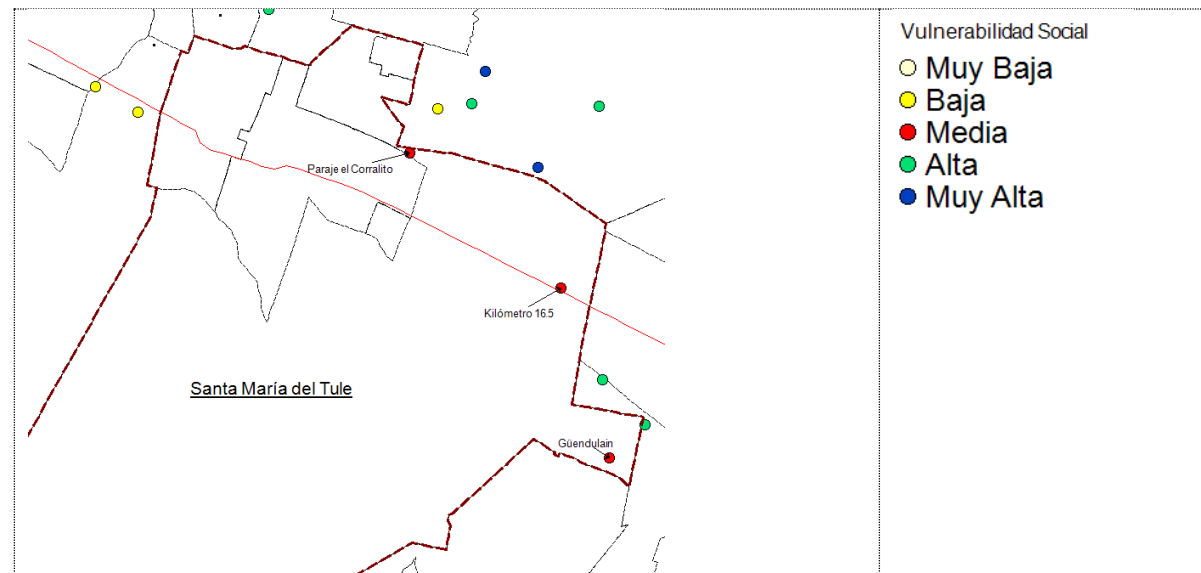
Aplicando el mismo método de análisis de las características socioeconómicas y de la protección civil a nivel de las localidades rurales en el municipio se obtiene los siguientes resultados. De las 529 personas que residen en localidades rurales del municipio, todas residen en localidades con grado de vulnerabilidad medio, ubicadas en la proximidad de la cabecera municipal y de la carretera federal. Solo la localidad Guendulan se ubica más lejana en el municipio.

Índice de vulnerabilidad social de las localidades rurales

Cve	Localidad	Socioeconómicos	Capacidad prevención y respuesta	Percepción local	Índice de vulnerabilidad social	Grado de vulnerabilidad social
29409002	Güendulain	0.113	0.85	0.467	0.48	Medio
29409004	Kilómetro 16.5	0.237	0.85	0.683	0.59	Medio
29409006	Paraje el Corralito	0.362	0.85	0.57	0.59	Medio

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

Santa María del Tule: Distribución de las localidades rurales por el Índice de Vulnerabilidad Social, 2010



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

5.4. Riesgo

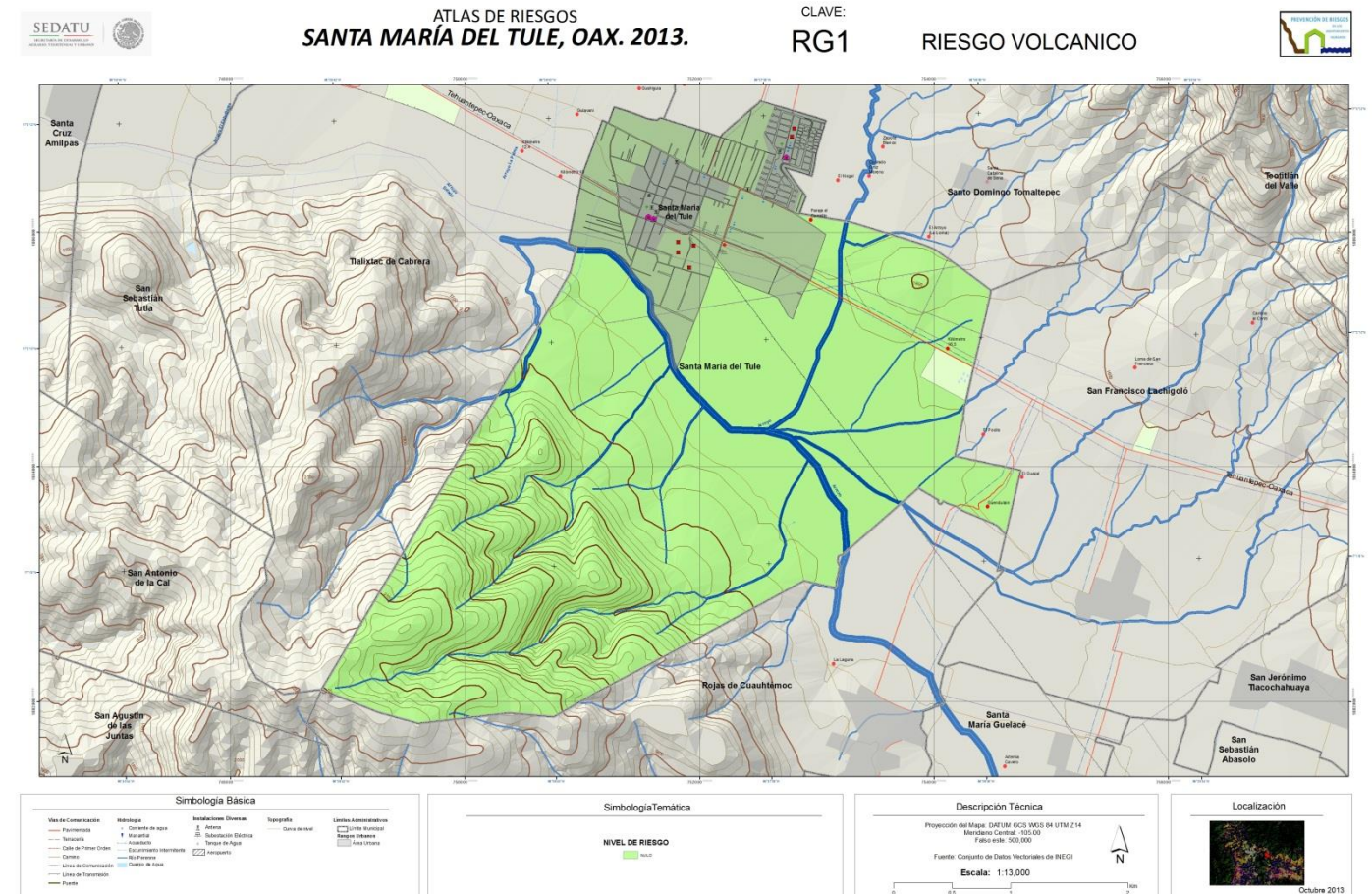
Los peligros naturales pueden llegar a afectar las actividades humanas, lo que ocasiona perturbación en las condiciones socio-económico y políticas de una población, como a su vez en casos particulares también las culturales. Para mitigar los efectos producidos por un fenómeno natural o reducir la exposición de una comunidad a un desastre natural, deben conocerse los conceptos de Amenaza o Peligro, como la probabilidad de que ocurra un fenómeno natural que afecte a la población e infraestructura en un sitio particular; Vulnerabilidad, al grado de pérdida de un elemento o grupo de los mismo resultado de un evento peligroso; y Riesgo, al grado de perdidas esperadas en caso de presentarse un peligro en una comunidad vulnerable. Es decir la evaluación del riesgo depende de la exposición de una comunidad vulnerable a un peligro específico. En este sentido para poder caracterizar el riesgo es necesario reconocer los diferentes escenarios de fenómenos potencialmente peligros en un territorio y el nivel de vulnerabilidad de una comunidad. Si uno de estos dos elementos falta el riesgo no puede ser determinado. Por este motivo el riesgo solo puede referirse a un espacio en donde se lleven a cabo las actividades cotidianas de una población o persona. Esto quiere decir en si no hay uso del territorio, o no existe probabilidad de ocurrencia de un peligro natural en el mismo, el riesgo tiende a cero. En cambio, si la población presenta una alta vulnerabilidad (ya sea política, económica o social) y existe en el territorio la más mínima probabilidad de presencia de un fenómeno peligroso, el riesgo aumenta. De acuerdo a este contexto el riesgo solo puede ser considerado si se conoce la vulnerabilidad (física global) de una población o sociedad y el territorio en donde se asienta presenta alguna probabilidad de ocurrencia de un fenómeno natural peligroso.

Se realizó el estudio de vulnerabilidad de las principales localidades inmersas en el municipio de Santa María del Tule, Oaxaca. Una vez obtenidos los resultados fueron cruzados con los mapas de peligros geológicos del territorio y se obtuvo una matriz de datos que fue modificada de acuerdo al cruce de la información. El resultado se reclasifico, teniendo como resultado una matriz de datos en donde se clasifico el tipo de riesgo de acuerdo con los parámetros de alto, medio y bajo.

Vulcanismo

El riesgo producto de este fenómeno geológico no está presente.

Figura 67. Mapa de riesgo por Vulcanismo



Sísmico

El riesgo sísmico se observa en toda la llanura de inundación del río Tule, en donde se encuentra asentada en su totalidad la mancha urbana de la cabecera municipal. Las zonas de mayor concentración poblacional son aquellas con un riesgo alto, esto debido a los valores de vulnerabilidad, y el efecto de sitio que producen los materiales fragmentados o de aluvión. Esto se ve reflejado en la cabecera municipal definido por la influencia fluvial, es decir de las construcciones sobre terrenos de relleno fluvial.

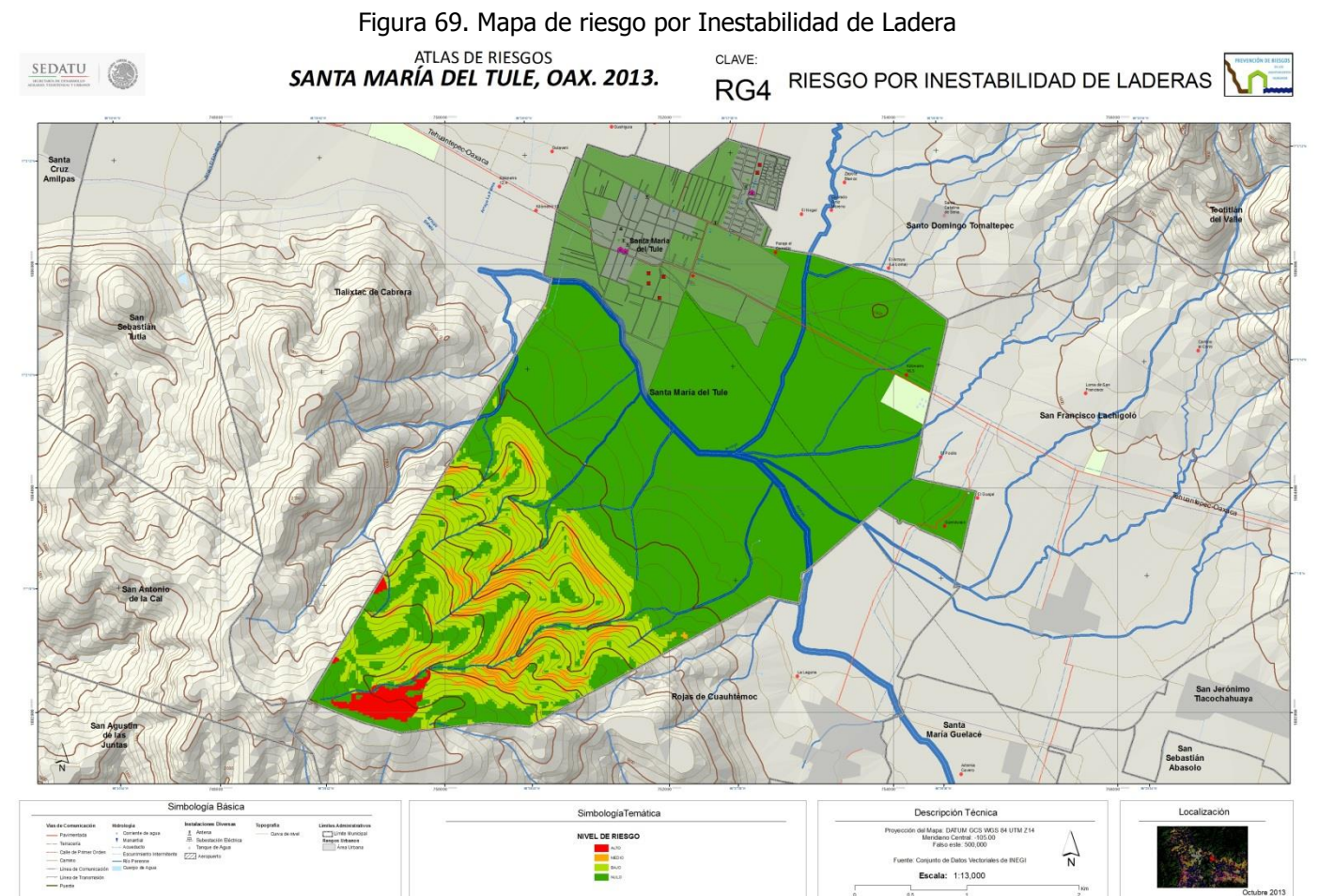
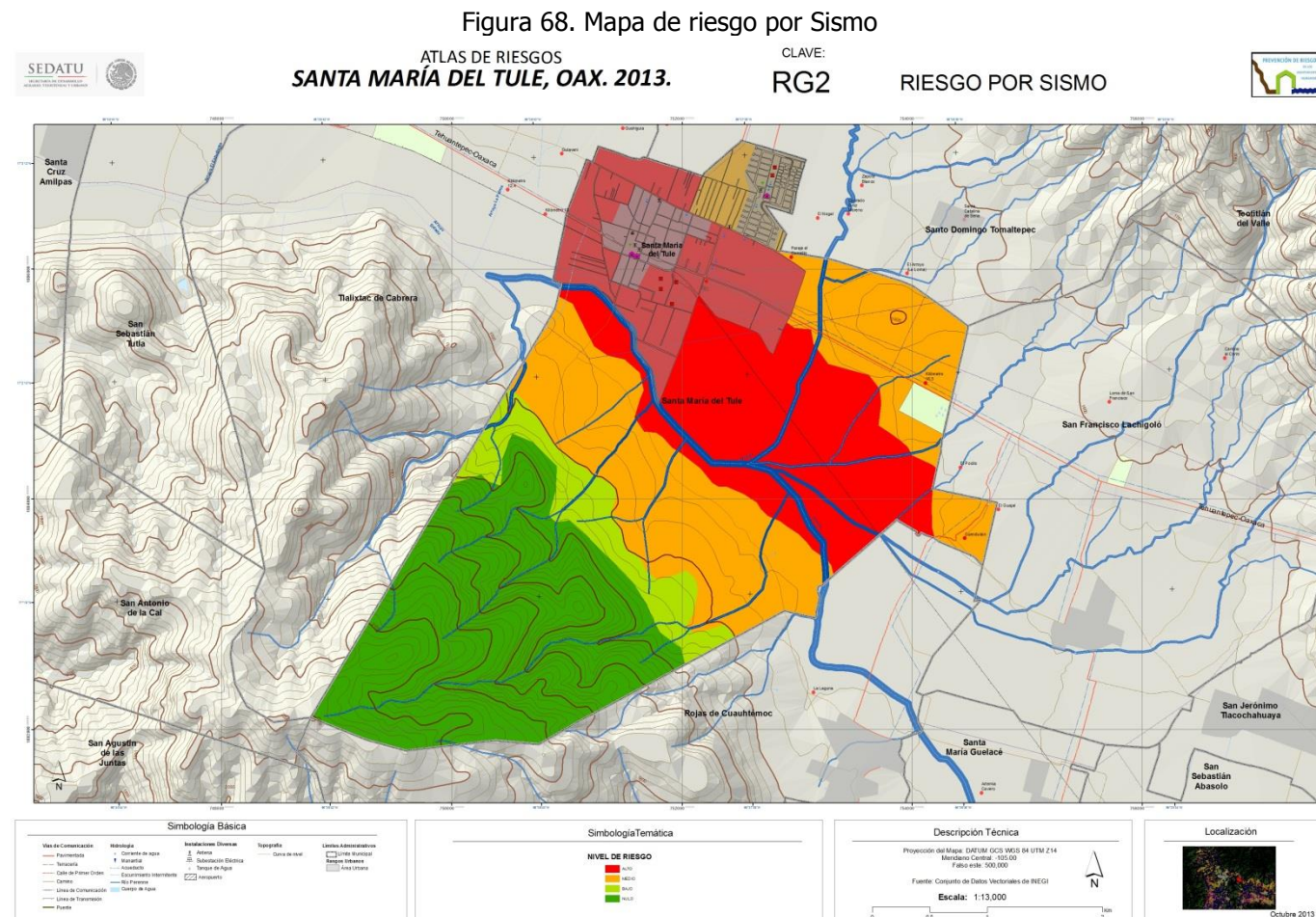
El sector norte de la mancha urbana está ocupado por un riesgo medio. Esto debido a la lejanía con el río principal. Este rubro no implica un potencial alto índice de decesos en el caso de que se presente un sismo de gran magnitud con epicentro cercano. Lo que indica es que la afectación de la cabecera, en un escenario sísmico de altos valores llegara a tener afectación muy importante en todas las zonas marginales o vulnerables.

Tsunamis

El riesgo producto de este fenómeno geológico no está presente.

Inestabilidad de laderas

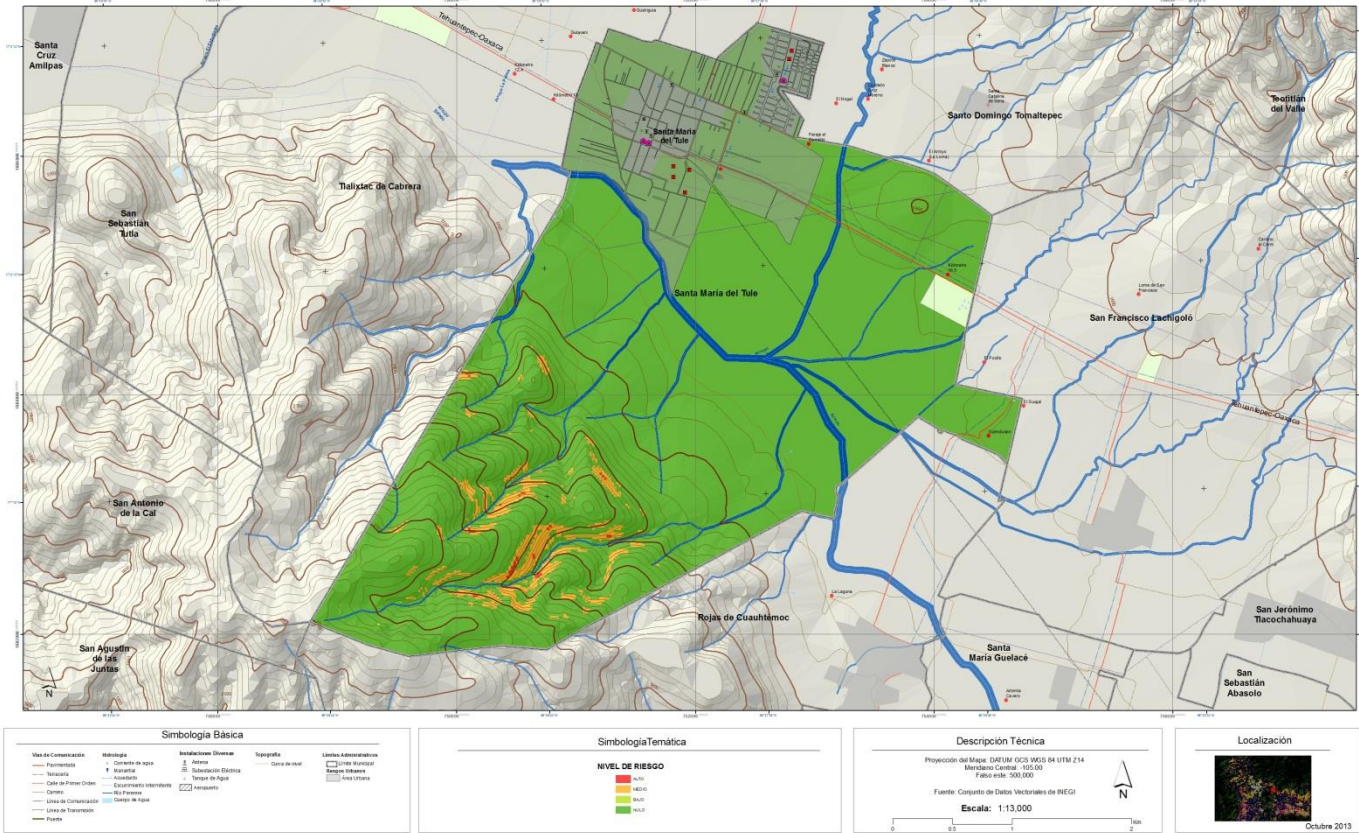
Los mapas de riesgos no tuvieron modificaciones, con respecto a los mapas de peligros para este rubro. Esto debido a que la zona urbana no se encuentra asentada en ninguna zona con la categorización de peligro por inestabilidad. La mancha urbana de Santa María del Tule, se encuentran hasta 1 km cerca de las zonas de peligro por inestabilidad de laderas.



Caídas

Los mapas de riesgos no tuvieron modificaciones, con respecto a los mapas de peligros para este rubro. Esto debido a que la zona urbana no se encuentra asentada en ninguna zona con la categorización de peligro por caídas. Existe el riesgo a ser afectado u obstruido por efecto de este fenómeno en los caminos que surcan la zona de montaña al sur del municipio.

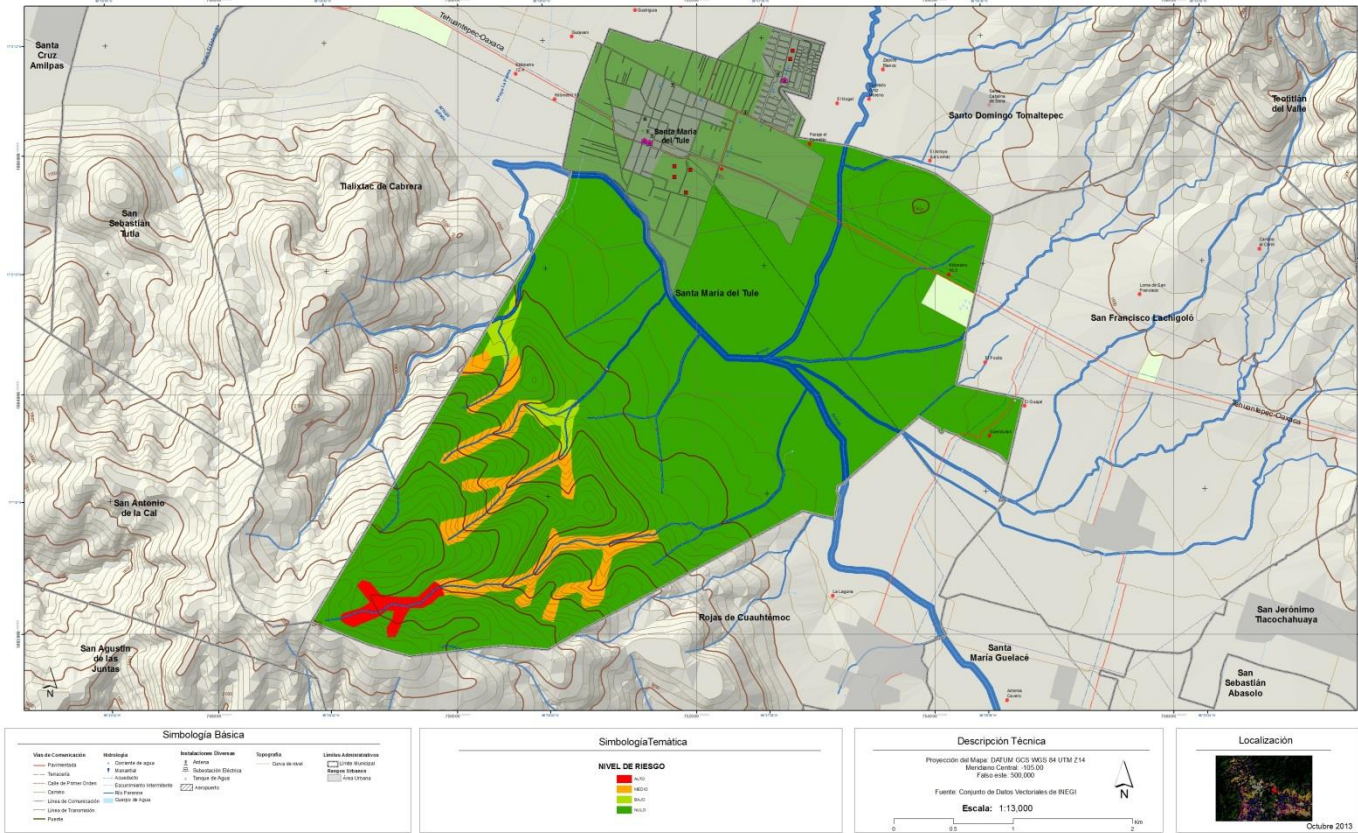
Figura 70. Mapa de riesgo por Caída de Rocas
ATLAS DE RIESGOS
SANTA MARÍA DEL TULE, OAX. 2013.
CLAVE: **RG5** RIESGO POR CAIDA DE ROCAS



Flujos

Los mapas de riesgos no tuvieron modificaciones, con respecto a los mapas de peligros para este rubro. Esto debido a que la zona urbana no se encuentra asentada en ninguna zona con la categorización de peligro por flujos. Existe el riesgo a ser afectado u obstruido por efecto de este fenómeno en los caminos que cruzan la zona de montaña al sur del municipio.

Figura 71. Mapa de riesgo por Flujos
ATLAS DE RIESGOS
SANTA MARÍA DEL TULE, OAX. 2013.
CLAVE: **RG6** RIESGO POR FLUJOS



Hundimientos

En el caso del riesgo por hundimientos se observa, al igual que en el de riesgo sísmico, que la zona urbana de Santa María del Tule se encuentran en alto riesgo a experimentar afectación. Esto debido a la friabilidad de los materiales (aluvión) las cuales en caso de presentarse sismicidad puede verse afectadas por el fenómeno de licuefacción lo que provocaría la subsidencia del sustrato. También es clara la afectación de la cabecera municipal con valores altos en las construcciones cercanas al río. La zona de riesgo alto por hundimientos genera una franja en relación con el río principal, conforme nos alejamos del río se encuentra dos franjas de riesgo medio por hundimientos. El riesgo disminuye sustancialmente conforme llegan a la zona de lomeríos y de laderas al sur y norte del municipio.

Agrietamiento

El mapa de riesgo por agrietamientos y fracturas muestra valores altos en los morfolineamientos y el río principal que surca el municipio. En este sentido las construcciones localizadas en un radio de hasta 100 m del río, se encuentran en un riesgo alto a presentar agrietamiento. Esta zona puede afectar a las construcciones cercanas de manera importante. Toda la zona de influencia fluvial y cercana a los 1 km de distancia del río principal se encuentra en un riesgo medio. Es importante señalar que debido a la alta vulnerabilidad en la zona urbana de Santa María del Tule, se encuentran expuestos a un riesgo alto, las construcciones que se encuentran asentados al este y norte de la zona urbana. Es importante señalar que el riesgo también incluye los fenómenos de desecación del sustrato por sobre-explotación del manto acuífero.

Figura 72. Mapa de riesgo por Hundimiento

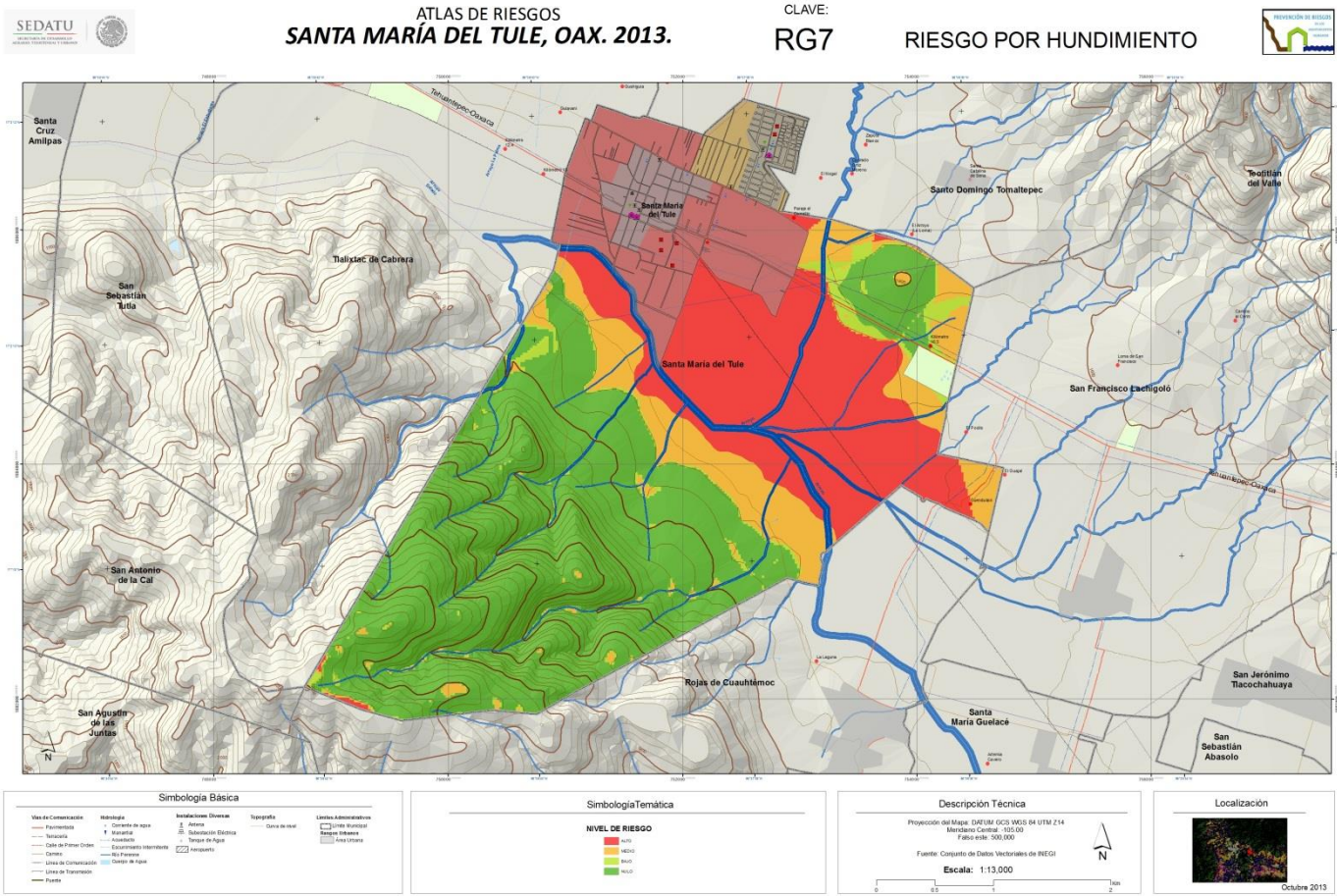
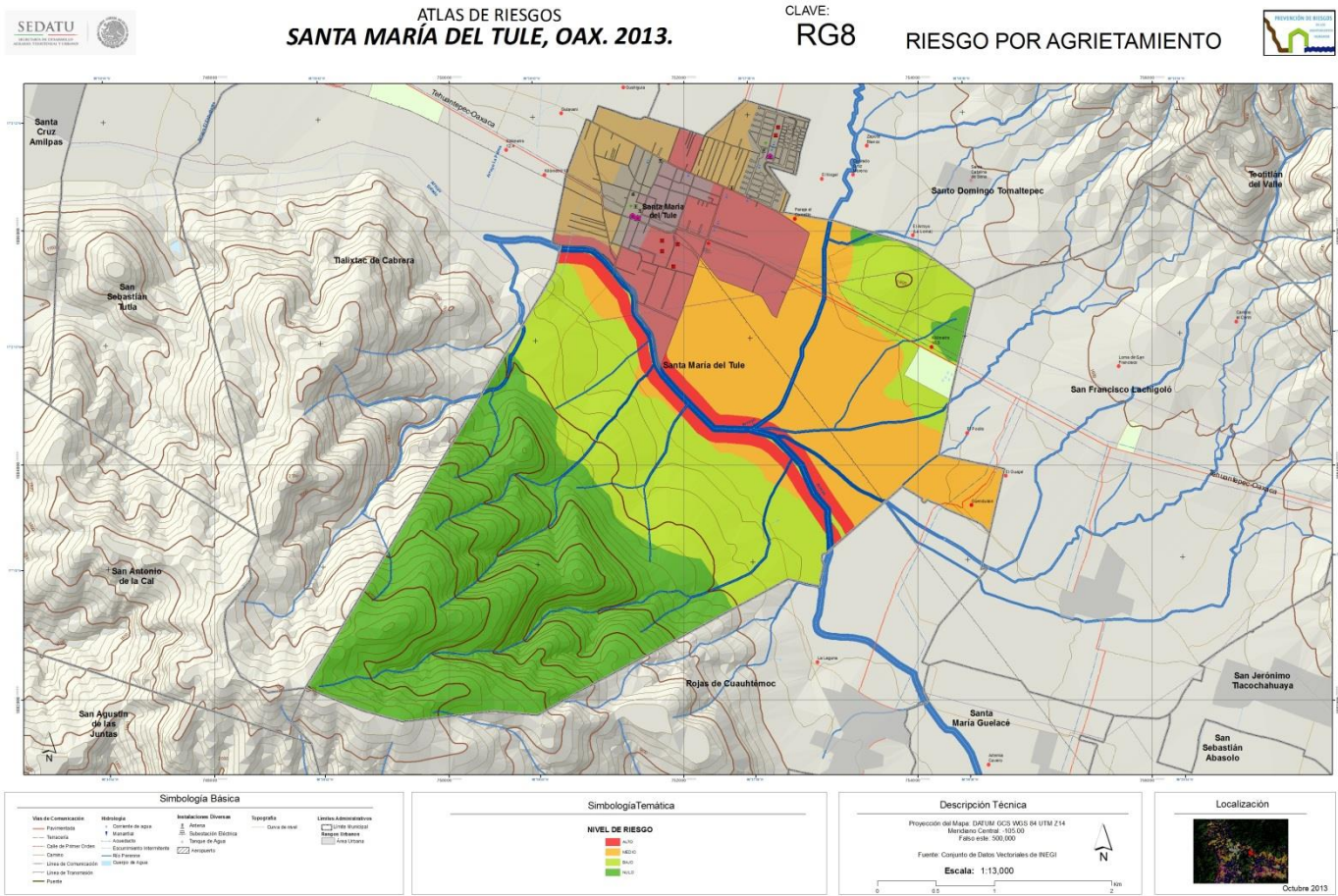


Figura 73. Mapa de riesgo por Agrietamiento





Riegos hidrometeorológicos

A partir de la identificación y caracterización de los fenómenos hidrometeorológicos que se presentan en la región, se definió el nivel de riesgo de las localidades del municipio, tomando como base la información de peligro y vulnerabilidad de las mismas, ante la presencia de dichos fenómenos. Obteniéndose los siguientes resultados:

INDICADORES DE RIESGO		
PELIGRO	VULNERABILIDAD	RIESGO
ALTO	MUY BAJO	BAJO
ALTO	BAJO	MEDIO
ALTO	MEDIO	ALTO
ALTO	ALTO	MUY ALTO
ALTO	MUY ALTO	MUY ALTO

INDICADORES DE RIESGO		
PELIGRO	VULNERABILIDAD	RIESGO
MUY ALTO	MUY BAJO	MEDIO
MUY ALTO	BAJO	MEDIO
MUY ALTO	MEDIO	ALTO
MUY ALTO	ALTO	ALTO
MUY ALTO	MUY ALTO	MUY ALTO

MUNICIPIO DE SANTA MARÍA DEL TULE				
CUADRO SINTÉTICO DE EVALUACIÓN DEL RIESGO POR HELADAS				
LOCALIDAD URBANA	AGEB	PELIGRO	VULNERABILIDAD	RIESGO
SANTA MARÍA DEL TULE	2040900010062	MUY ALTO	ALTO	ALTO
SANTA MARÍA DEL TULE	2040900010043	MUY ALTO	BAJO	MEDIO
SANTA MARÍA DEL TULE	2040900010039	MUY ALTO	BAJO	MEDIO
SANTA MARÍA DEL TULE	2040900010077	MUY ALTO	ALTO	ALTO
SANTA MARÍA DEL TULE	2040900010058	MUY ALTO	MEDIO	ALTO

MUNICIPIO DE SANTA MARÍA DEL TULE				
CUADRO SINTÉTICO DE EVALUACIÓN DEL RIESGO POR HELADAS				
LOCALIDAD RURAL	CLAVE	PELIGRO	VULNERABILIDAD	RIESGO
GÜENDULAIN	204090002	MUY ALTO	MEDIO	ALTO
KILÓMETRO 16.5	204090004	MUY ALTO	MEDIO	ALTO
PARAJE EL CORRALITO	204090006	MUY ALTO	MEDIO	ALTO

Inundación

El mapa de riesgo a inundación es el resultado del cruce entre el mapa de peligro y el análisis de la infraestructura que sólo existe en el área propensa a inundación. Las áreas en azul presentan un riesgo nulo debido a que es el área natural de crecimiento de las diversas corrientes; las áreas en verde oscuro presentan un riesgo muy bajo, entre las que se encuentran las áreas de cultivo con peligro bajo; el color verde claro tienen un riesgo bajo ya que son las áreas de cultivo con peligro medio y las vialidades principales; las áreas en naranja tienen un riesgo medio entre las que se incluyen las vialidades secundarias y las áreas con peligro alto; las áreas en rojo tienen un riesgo alto, y son representadas por las diversas construcciones de viviendas o comercios sin importar el nivel de peligro en el que se encuentren, excepto el peligro alto; el área en café presenta un nivel de riesgo muy alto y es representada por las construcciones en áreas de peligro alto.

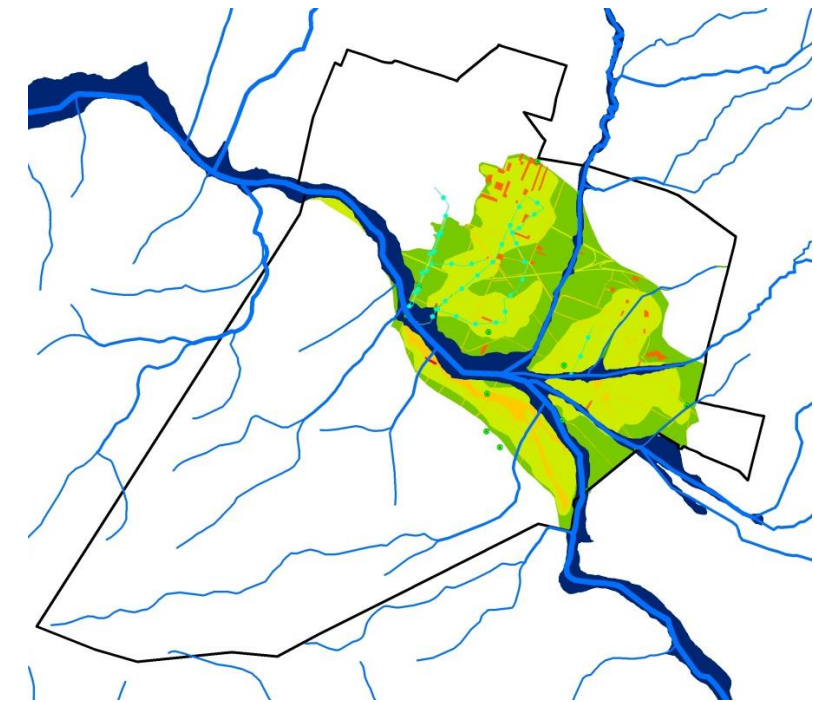


Figura 74. Zonas de riesgo en Santa María Tule a causa de inundaciones (en rojo las zonas de mayor riesgo).



Figura 75. Mapa de riesgo.

5.5. Medidas de Mitigación

Geológicas

Debido a la naturaleza geológica del municipio en las partes bajas, gran parte de la zona en donde se concentra la población presenta un riesgo sísmico alto. Por tal motivo se deben realizar al menos dos proyectos que ayuden a reducir la vulnerabilidad de ésta zona:

I.- Mapa de peligro sísmico a detalle, con estudios de mecánica de suelos, comportamiento sísmico del substrato, aceleración del suelo y efecto de sitio sísmico.

II.- Adoptar las normas de construcción vigentes en el Distrito Federal, México.

III. Actualizar las normas de construcción y reducir el crecimiento vertical de la zona urbana.

IV. Inventario de viviendas y construcciones asentadas en zonas de riesgo sísmico y de hundimiento, alto y medio. Con el fin de identificar las zonas de mayor potencial de colapso.

El terreno que ocupa el municipio, es mayormente accidentado. Por esta razón se deben implementar medidas que disminuyan la posible afectación a la infraestructura social y vial.

III.- Programa de control de taludes: Desarrollar un programa en donde se identifique y monitoreen las calles, carreteras y autopistas susceptibles a procesos de remoción en masa. Una vez definidos de acuerdo con el material que constituye cada escarpe se procede en dos maneras:

1.- Material friable o no consolidado – reducción de la pendiente

2.- Material consolidado – gaviones en la base del escarpe

Es importante señalar que la prioridad para la implementación de cada acción de acuerdo con la naturaleza geológica del material, lo define la potencial población afectada.

Con respecto a peligros por hundimientos o subsidencia, solo puede reducirse su peligrosidad, cuando se reconocen evidencias antes de que suceda el movimiento del terreno. Por esta razón se debe tomar exclusiva atención a quejas ciudadanas relacionadas con agrietamiento y fugas de agua en el subsuelo.

IV.- Proyecto de prevención de hundimientos. Recopilación de información de agrietamientos y fugas de agua en el subsuelo. Aquí las fugas de agua son el factor desencadenante para el hundimiento por efecto antrópico. El agrietamiento de casas y suelo nos indican el inicio de un hundimiento. Cabe señalar que no todas las grietas deben su origen a este fenómeno.

Existen algunas comunidades que en caso de la ocurrencia de deslizamientos se ven incomunicadas por vía terrestre. Desafortunadamente es necesario el saneamiento de los caminos de acceso y la creación de albergues temporales en las comunidades más retiradas. Además algunas comunidades no tienen

comunicación por radio con protección civil, por lo que las necesidades básicas tienden a desconocerse. Por esta razón se proponen las siguientes medidas:

- Saneamiento de los caminos de terracería que permiten el acceso y evacuación de las comunidades más alejadas al oeste y este de la cabecera municipal.
- Implantación de una red de telecomunicaciones entre las comunidades y la cabecera municipal.

Por último, 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.

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 impedir 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 impedir que estas sean afectadas por las heladas, granizadas y nevadas.
- Divulgar con anticipación acerca de los fenómenos meteorológicos
- 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.

OBRAS DE MITIGACIÓN

Se identificó de acuerdo con los resultados del Atlas la necesidad de realizar las siguientes obras de mitigación.

- Pavimentación de la Ruta de Evacuación 1 Calle Emiliano Zapata
- Pavimentación de la Ruta de Evacuación 2 Calle Tierra y Libertad
- Reforestación de la zona Comunal