
Atlas de Riesgos del Municipio de Santa María Xadani



SEDATU
SECRETARÍA DE
DESARROLLO AGRARIO,
TERRITORIAL Y URBANO

2014



"WISH SUMINISTROS ESPECIALIZADOS S.A. DE C.V."

OF. DE AUTORIZACIÓN:

SOT/DGOTAZR/PRAH/AE/420441PP003210/AR/49/14

ENTREGA FINAL

Contenido

CAPITULO I. Introducción, antecedentes y objetivo.....	2	5.1.2. Sismos.....	40
1.1 Introducción.....	3	5.1.3. Tsunamis o maremotos.....	45
1.2 Antecedentes.....	3	5.1.4. Inestabilidad de Laderas.....	47
1.3 Objetivos.....	3	5.1.5. Flujos.....	48
1.4 Alcances.....	3	5.1.6. Caídas o derrumbes.....	49
1.5 Metodología General.....	3	5.1.7. Hundimientos.....	51
1.6 Contenido del Atlas de Riesgo.....	5	5.1.8. Agrietamiento.....	52
CAPÍTULO II. Determinación de niveles de análisis y escalas de representación cartográfica.....	6	5.1.9. Erosión.....	52
2.1 Determinación de la Zona de Estudio.....	6	5.2 Riesgos, peligros y/o vulnerabilidad ante fenómenos de origen Hidrometeorológico.....	53
CAPITULO III. Caracterización de los elementos del medio natural.....	8	5.2.1 Ondas Cálidas y Gélidas.....	53
3.1 Fisiografía.....	8	5.2.2 Sequías.....	62
3.2 Geología.....	10	5.2.3 Heladas.....	65
3.3 Geomorfología.....	11	5.2.4 Tormentas de granizo.....	68
3.4 Edafología.....	12	5.2.5 Tormentas de nieve.....	70
3.5 Hidrología.....	13	5.2.6 Ciclones Tropicales.....	72
3.6 Climatología.....	13	5.2.7 Tornados.....	79
3.7 Uso de Suelo y Vegetación.....	17	5.2.8 Tormentas de polvo.....	82
3.8 Aéreas Naturales Protegidas.....	18	5.2.9 Tormentas Eléctricas.....	84
CAPÍTULO IV. Caracterización de los elementos sociales, económicos y demográficos.....	20	5.2.10 Lluvias Extremas.....	86
4.1 Elementos demográficos: dinámica demográfica, distribución de población, mortalidad, densidad de población.....	20	5.2.11 Inundaciones pluviales, fluviales, costeras y lacustres.....	91
4.2 Características sociales.....	24	CAPÍTULO VI. Obras de Mitigación.....	109
4.3 Principales actividades económicas.....	32		
4.4 Características de la Población Económicamente Activa.....	33		
4.5 Estructura urbana.....	35		
CAPITULO V. Identificación de amenazas, peligros, vulnerabilidad y riesgos ante fenómenos perturbadores de origen natural.....	39		
5.1 Riesgos, peligros y/o vulnerabilidad ante fenómenos de origen Geológico.....	39		
5.1.1. Vulcanismo.....	39		

CAPITULO I. Introducción, antecedentes y objetivo

1.1 Introducción

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Cabe señalar, que la elaboración de este documento se apega por completo a los términos de referencia establecidos por la 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 Xadani 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

La superficie total del municipio de Santa María Xadani es de 89.31 km² y se encuentra situado en la costa este del estado de Oaxaca, municipio perteneciente al istmo. Su relieve es predominantemente plano, con la presencia de los cerros de Santa Cruz, la Cantera, Hxuba Ziiña, la Estacada y el LidxiBiigu, barrera natural que concentra las lluvias en el municipio. El clima del lugar es Tropical cálido con vientos de norte a sur en las estaciones de otoño invierno, con lluvias en verano en promedio de 950 mms.

En el mes de octubre del 2005 el municipio de Santa María de Xadani fue declarado zona de desastre natural, tras el paso del huracán Stan que ocasiono la inundación del municipio, Así como zona de de desastre por la presencia de fuertes lluvias en junio del 2014.

El río de Los Perros riega los terrenos que están en su rivera, este rio también ha sufrido proceso de desbordamiento por las intensas lluvias, ocasionadas por depresiones tropicales. Así como pérdidas económicas por destrucción de cultivos y viviendas en la zona. Durante el 2014 el municipio de Santa María Xadani ha sufrido 6 inundaciones, por lo que se ha declarado zona de desastre natural.

Estas características geográficas del municipio convierten a la comunidad en una zona de alta vulnerabilidad de riesgos, por lo que es indispensable realizar un estudio sobre el impacto que estos tiene sobre la población.

1.3 Objetivos

Realizar el inventario de los peligros en el municipio de Santa María Xadani, 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

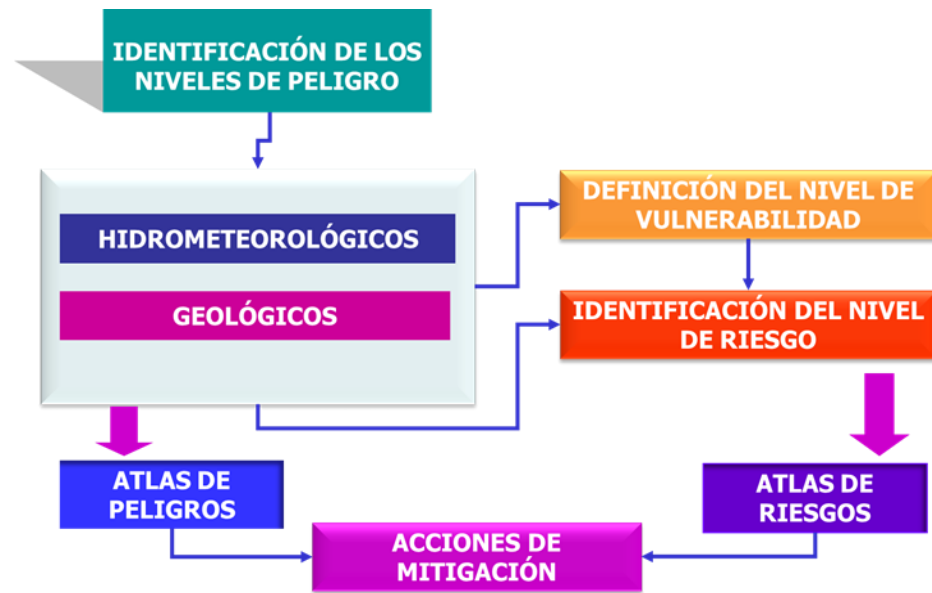
Los alcances del Atlas de Riesgos, serán acotados por completo por las Bases para la Estandarización de Atlas de Riesgos establecidas por SEDATU. El Atlas de Riesgos contará con cartografía de alta precisión, integrada en una solución geomática, alimentada por información geo-referenciada de tipo raster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

Cuadro 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 Santa María Xadani, puede resumirse en los siguientes pasos:

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

- Entrevistas con autoridades locales para identificar procesos puntuales
 - Recorridos en campo con autoridades de protección civil.
3. Estimación de los niveles de peligro
 - Con base en la información obtenida en campo se determinan las zonas de peligro.
 - Estimación de niveles de peligro, con base en periodos de retorno.
 4. Determinación de la vulnerabilidad
 - Análisis en campo de aspectos sociales
 - Realización de encuestas de las zonas identificadas con riesgo para conocer el nivel de percepción social del riesgo
 - Determinación de niveles de vulnerabilidad considerando como elemento base de análisis los aspectos socioeconómicos de las familias y la calidad de los materiales de la vivienda.
 5. Determinación de los niveles de riesgo y obras de mitigación
 - Con la información obtenida se realiza a través de modelos la determinación del nivel de riesgo para aquellas amenazas que evidencien un alto y muy alto nivel de peligro en la zona.

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

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 2. Contenido general del Atlas de Riesgo DEL ATLAS DE RIESGOS, Santa María Petapa, OAXACA

<p>CAPÍTULO I. Antecedentes e Introducción</p> <p>Introducción Antecedentes Objetivo Alcances Metodología General</p>	<p>CAPÍTULO V. Identificación de riesgos, peligros y vulnerabilidad ante fenómenos perturbadores de origen natural</p> <p><i>Riesgos, peligros y/o vulnerabilidad ante fenómenos de origen Geológico</i></p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Vulcanismo 2. Sismos 3. Tsunamis 4. Inestabilidad de laderas 5. Flujos 6. Caídos o derrumbes 7. Hundimientos 8. Subsistencia 9. Agrietamientos
<p>CAPÍTULO II. Determinación de la zona de estudio</p> <p>Determinación de la Zona de Estudio</p>	<p><i>Riesgos, peligros y/o vulnerabilidad ante fenómenos de origen Hidrometeorológico</i></p>
<p>CAPÍTULO III. Caracterización de los elementos del medio natural</p> <p>Fisiografía Geología Geomorfología Edafología Hidrología Climatología Uso de suelo y vegetación Áreas naturales protegidas</p>	<p>Hidrometeorológico</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Ondas cálidas y gélidas 2. Sequías 3. Heladas 4. Tormentas de granizo 5. Tormentas de nieve 6. Ciclones tropicales 7. Tornados 8. Tormentas polvo 9. Tormentas eléctricas 10. Lluvias extremas 11. Inundaciones pluviales, fluviales, costeras y lacustres
<p>CAPÍTULO IV. Caracterización de los elementos sociales, económicos y demográficos</p> <p>Elementos demográficos: dinámica demográfica, distribución de población, mortalidad, densidad de población. Características sociales Principales actividades económicas en la zona Características de la población económicamente activa Estructura urbana</p>	<p>CAPÍTULO VI. Medidas De Mitigación</p>
	<p>CAPÍTULO VII. Anexo *</p> <p>Glosario de Términos Bibliografía Cartografía empleada Metadatos Fichas de campo Memoria fotográfica</p>

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 niveles de análisis y escala de representación gráfica

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

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

2.1 Determinación de la Zona de Estudio

El Municipio de Santa María Xadani se localiza a 16°22' latitud norte, con una longitud oeste de 95°01' con una altura de 20 metros sobre el nivel del mar. Se encuentra a una distancia de 3 kilómetros de la Laguna Superior. Al norte colinda con Juchitán de Zaragoza, al sur con la Laguna Superior y el mar Santa Teresa, al oeste con Juchitán de Zaragoza, al este con Juchitán de Zaragoza.

.El Municipio de Santa María Xadani por sus características geográficas, forma y extensión territorial, puede ser analizado integralmente en escalas no mayores a 1:51,000 para representaciones cartográficas impresas en 90cm por 60cm. Por ello, la primera aproximación al análisis de los peligros del municipio, se representará en escalas que van de 1:13,000, como se muestra en la siguiente figura.

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

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

Nivel de análisis por tipo de fenómeno.

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

Para el caso de inundación el nivel de análisis al que se pretende llegar será nivel tres, mientras que para los fenómenos de huracanes, ondas tropicales, tormentas eléctricas, sequías,

temperaturas máximas extremas, vientos fuertes, heladas, granizadas y nevadas, sólo se llegará a un nivel uno de análisis.

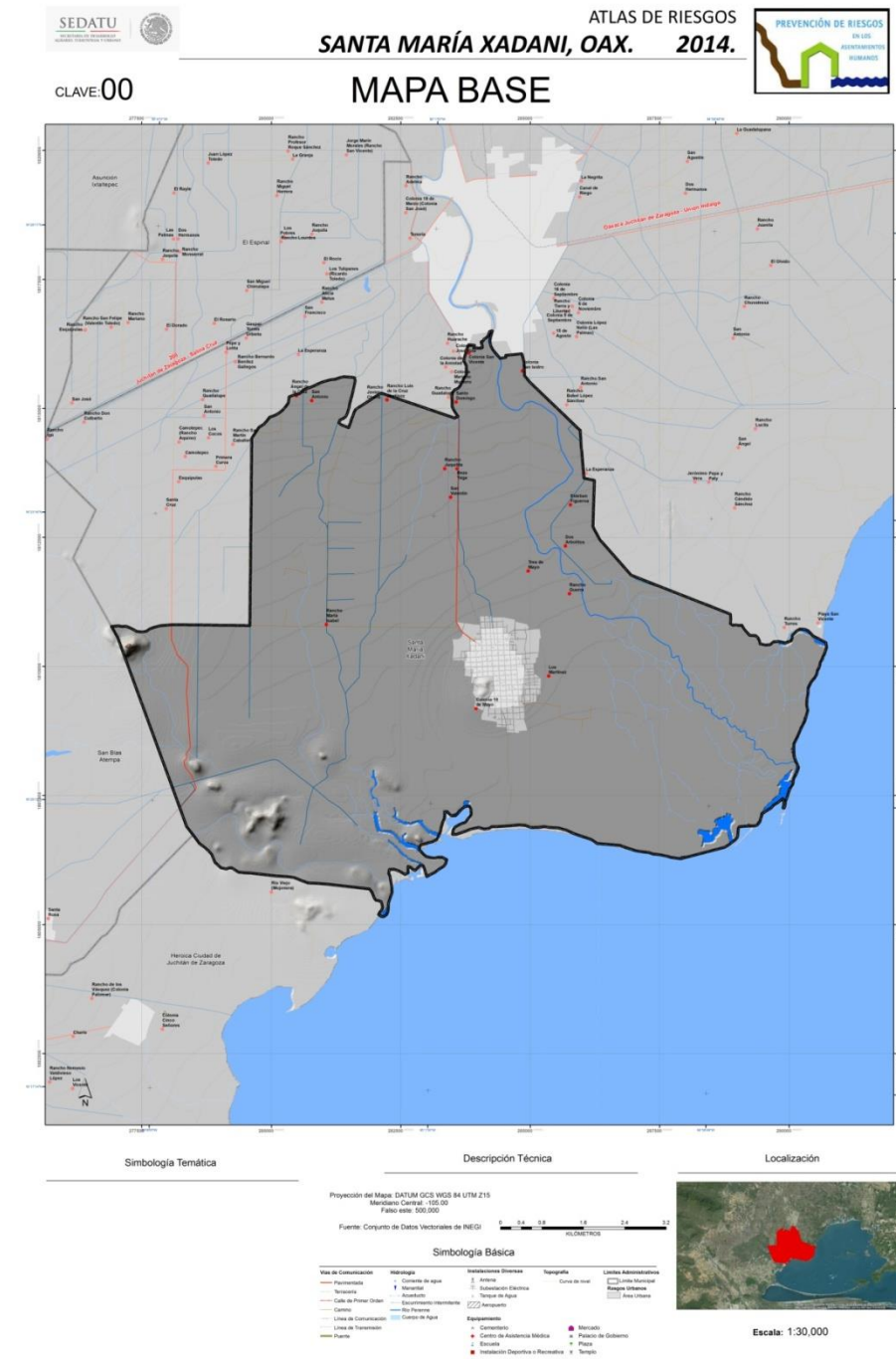


Figura 1. Mapa Base Santa María Xadani

Cuadro 3. Niveles y escalas de análisis en Xadani.

AGENTE PERTURBADOR	Nivel BEEARCDR	Escala cartográfica
Hundimientos, subsidencia y agrietamientos (fallas)	2	1:30,000 a 1:20,000
Sismos	1	1:30,000
Tsunamis o maremotos	1	1:250,000
Vulcanismo	1	1:30,000 a 1:10,000
Procesos de remoción en masa (Inestabilidad de laderas, flujos, caídos o derrumbes)	2	1:30,000 a 1:10,000
Hundimientos	2	1:30,000
Lluvias extremas	1	1:35,000
Ciclones (Huracanes y ondas tropicales) y tornados	1	1:250,000
Tormentas eléctricas	1	1:100,000
Sequías	1	1:100,000
Ondas cálidas y gélidas	1	1:100,000
Tormentas polvo	1	1:30,000
Inundaciones pluviales, fluviales, costeras y lacustres	2	1:10,000 a 1:1,000
Tormentas de granizo y nevadas	1	1:100,000

CAPITULO III. Caracterización de los elementos del medio natural

3.1 Fisiografía

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

Fisiográficamente el Municipio de Santa María Xadani cae al 100% en la Provincia Fisiográfica Cordillera Centroamericana, ocupa parte de Chiapas y Oaxaca. Aunque abarca principalmente los países septentrionales de la América Central, esta provincia tiene una importante extensión en México: es una cadena montañosa formada por un antiguo batolito cuya edad varía del Paleozoico inferior al medio; con elevaciones de 900 a 2,900 msnm, altura que se alcanza en las inmediaciones del volcán de Tacaná (4,117 m), está formada primordialmente por rocas intrusivas en territorio mexicano y por rocas volcánicas en los países centroamericanos.

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

Cuadro 4. Provincias Fisiográficas

ENTIDAD	NOMBRE	%	SUPERFICIE Km ²
PROVINCIA	CORDILLERA CENTROAMERICANA	100	89.31

Elaboración propia con base en INEGI

Subprovincias Fisiográficas

El municipio de Santa María Xadani se encuentra totalmente inmerso en la subprovincia fisiográfica conocida como Discontinuidad Llanura del Istmo. El relieve está formado principalmente de llanuras y sierras; se ubican en la planicie costera de Chiapas y zona litoral del Pacífico, en donde la pendiente de los suelos puede variar desde zonas sujetas a inundaciones marinas hasta elevaciones que van más allá de los 1,000 m.s.n.m.

Los principales suelos de esta llanura están constituidos por aluvión (hidromórficos y halomórficos) con vegetación de selva baja caducifolia, mientras que en las partes montañosas hay bosques de pino y encino (García y Falcón, 1977).

Cuadro 5. Subprovincias Fisiográficas

ENTIDAD	NOMBRE	%	SUPERFICIE Km ²
DISCONTINUIDAD	LLANURA DEL ISTMO	100	89.31

Elaboración propia con base en INEGI

Atlas de Riesgos del municipio de Santa María Xadani, Oaxaca, 2014

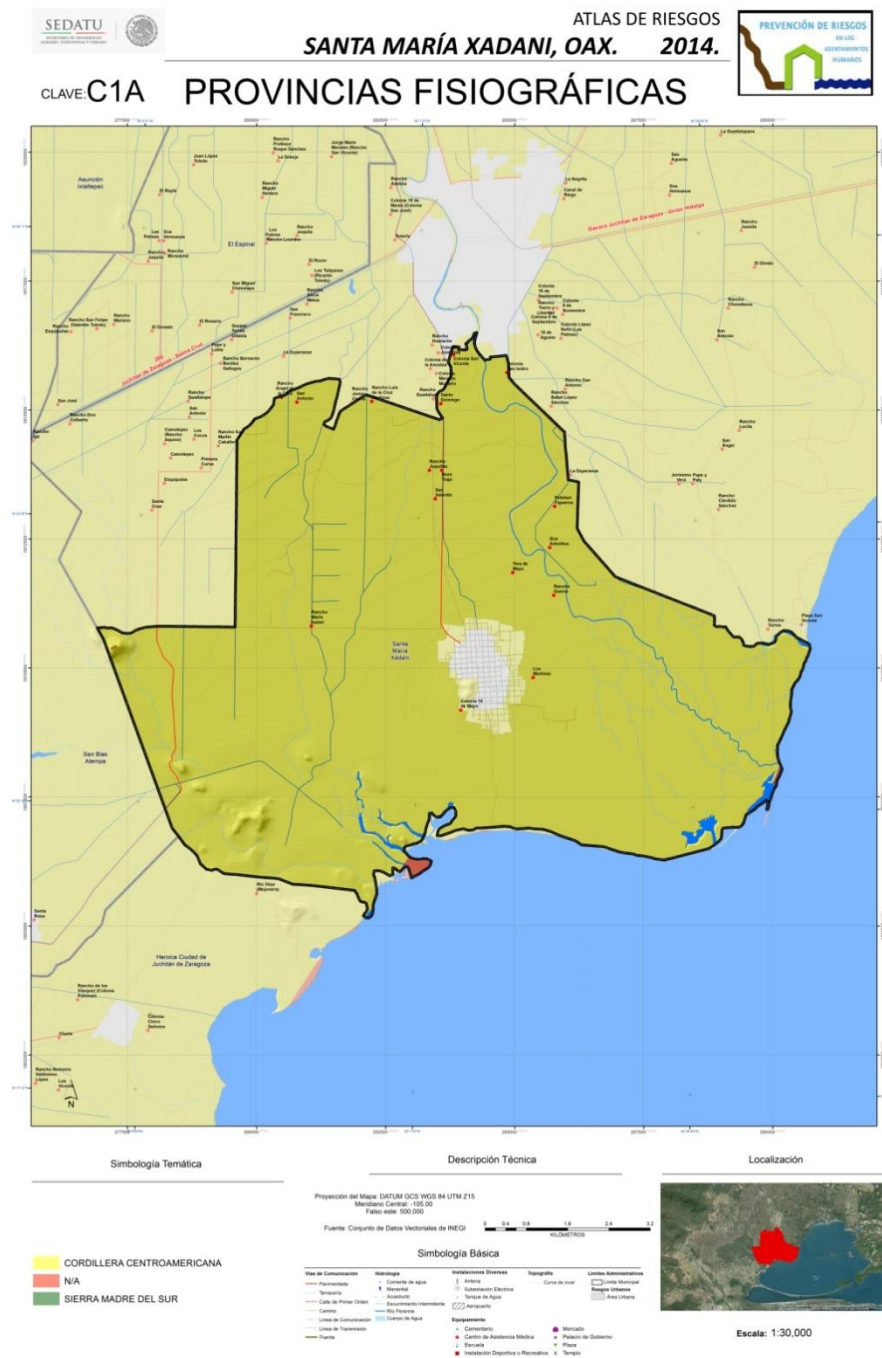


Figura 2. Mapa Provincias Fisiográficas Santa María Xadani.

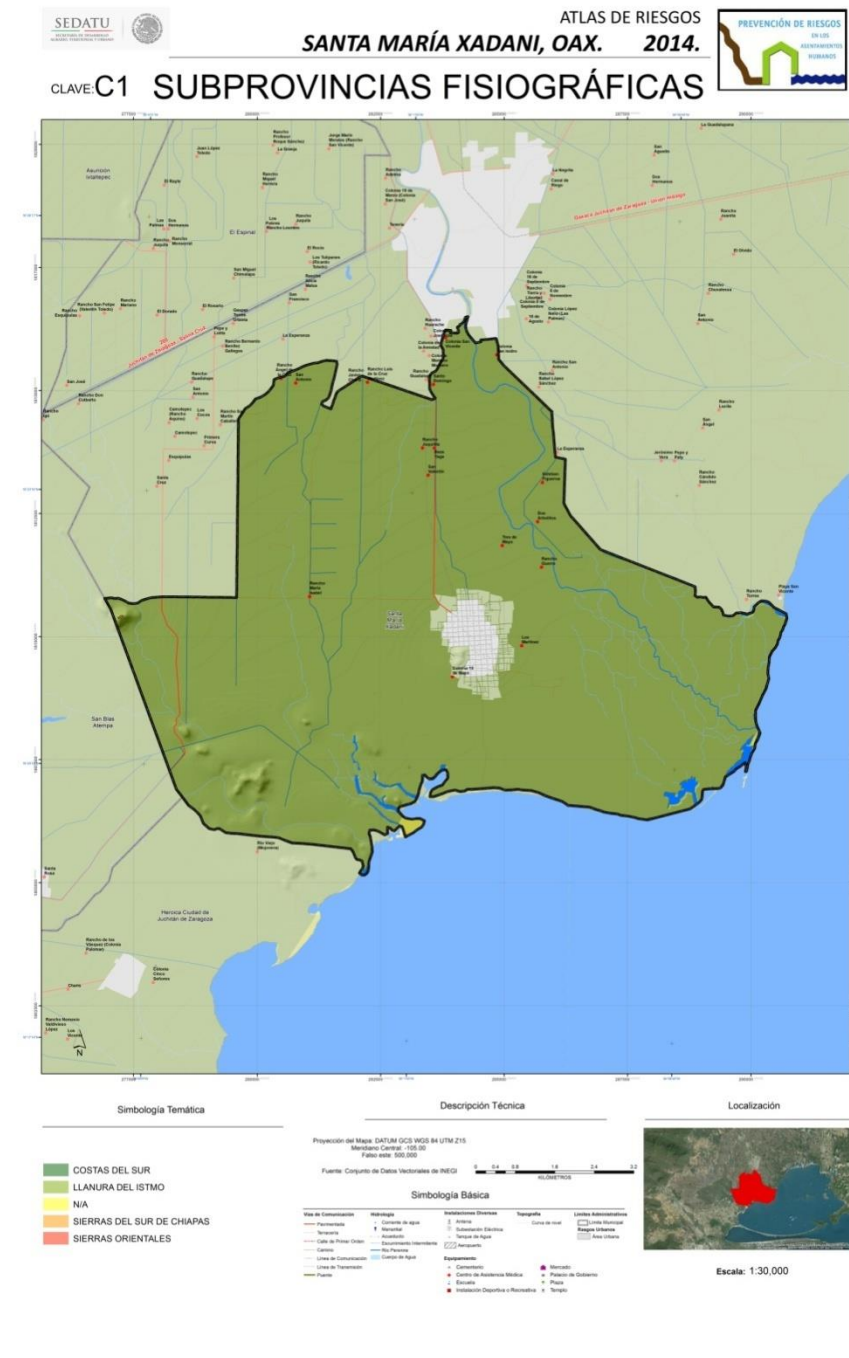


Figura 3. Mapa Subprovincias Fisiográficas Santa María Xadani.

3.2. Geomorfología

Es una zona prácticamente llana, salvo por la presencia de las lomas y cerros como son: Santa Cruz, la Cantera, Hxuba Ziiña, la Estacada y el Lidxi Biigu. El sistema de topofomas más representativo dentro del territorio municipal es el de la llanura costera

Cuadro 6. Sistemas de Topofomas

NOMBRE	DESCRIPCIÓN	%	SUPERFICIE KM ²
LLANURA	LLANURA COSTERA	65.91	58.86
LLANURA	LLANURA COSTERA SALINA	33.87	30.24
CUERPO DE AGUA	N/A	0.23	0.20

Elaboración propia con base en INEGI

Llanura costera

Este sistema de topofomas se caracteriza por ser un relieve casi plano formado por grandes llanuras de inundación, lagos y pantanos alineados paralelamente a la costa. Cubre una superficie aproximada de 58.86 km² lo que representa un 65.91% del territorio municipal, se localiza en la parte norte, centro oeste y suroeste del municipio.

Llanura costera salina

Este sistema de topofomas se caracterize un relieve casi plano formado por grandes llanuras de inundación, lagos y pantanos alineados paralelamente a la costa, con un alto contenido en sales. Cubre una superficie aproximada de 30.24 km² lo que representa un 33.87 % del territorio municipal. Abarca parte del centro y la zona sureste del municipio.

Cuerpo de Agua

Cubre una superficie aproximada de 0.20 km² lo que representa un 0.23 % del territorio municipal, cubre una pequeña zona ubicada al sur del municipio.

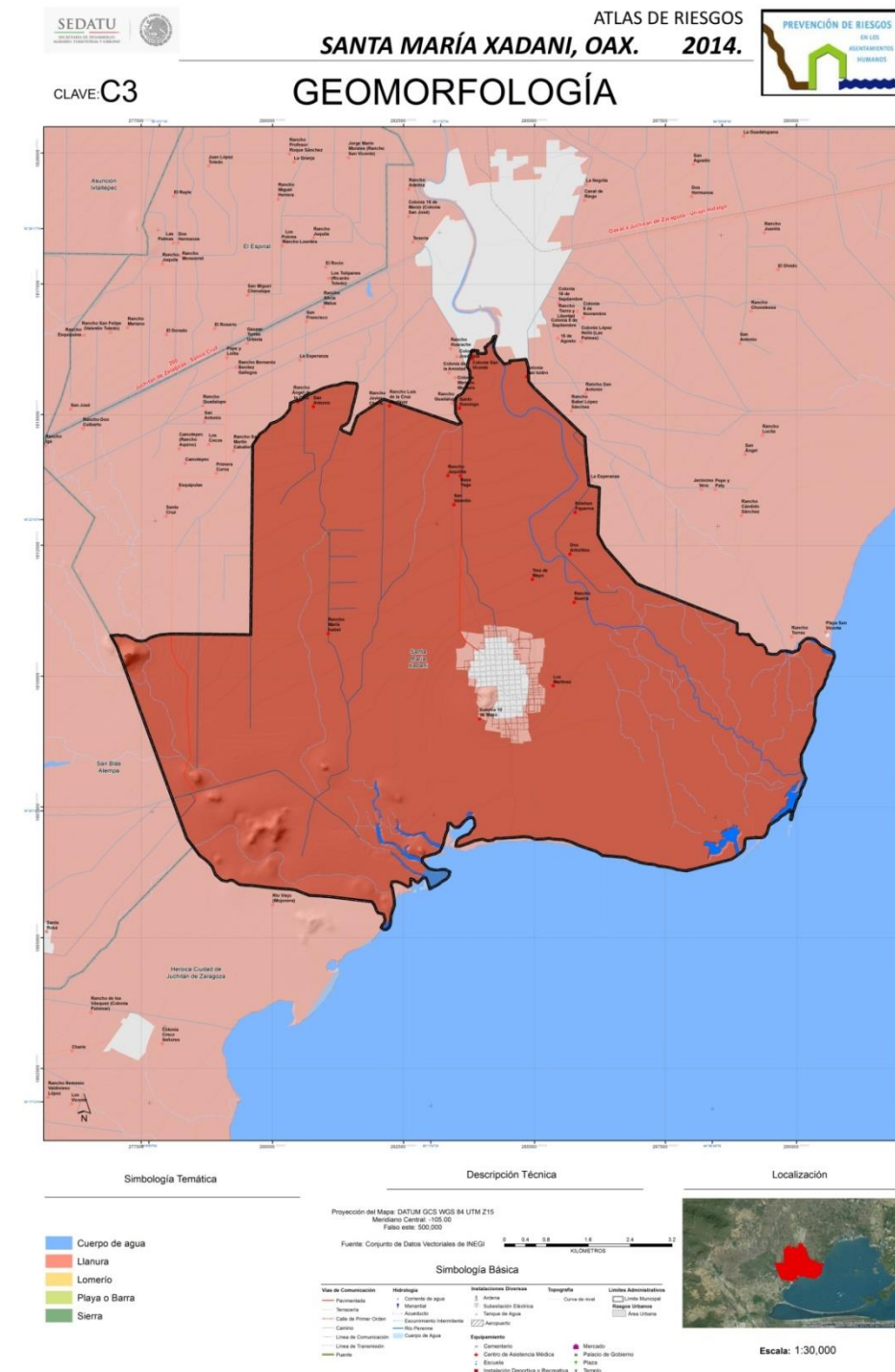


Figura 4. Mapa Geomorfológico Santa María Xadani

3.3. Geología

En general, la superficie del istmo de Tehuantepec es bastante joven en términos de tiempo geológico, son terrenos que emergieron durante el período cuaternario. Una parte importante de los terrenos de este tiempo geológico en el istmo corresponden a la unidad de topofomas llamadas "suelo".

:

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	100	89.31

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 maillaje geológico de la zona, pero en general son ricos en nutrientes.

Este tipo de unidad geológica cubre todo el territorio municipal.

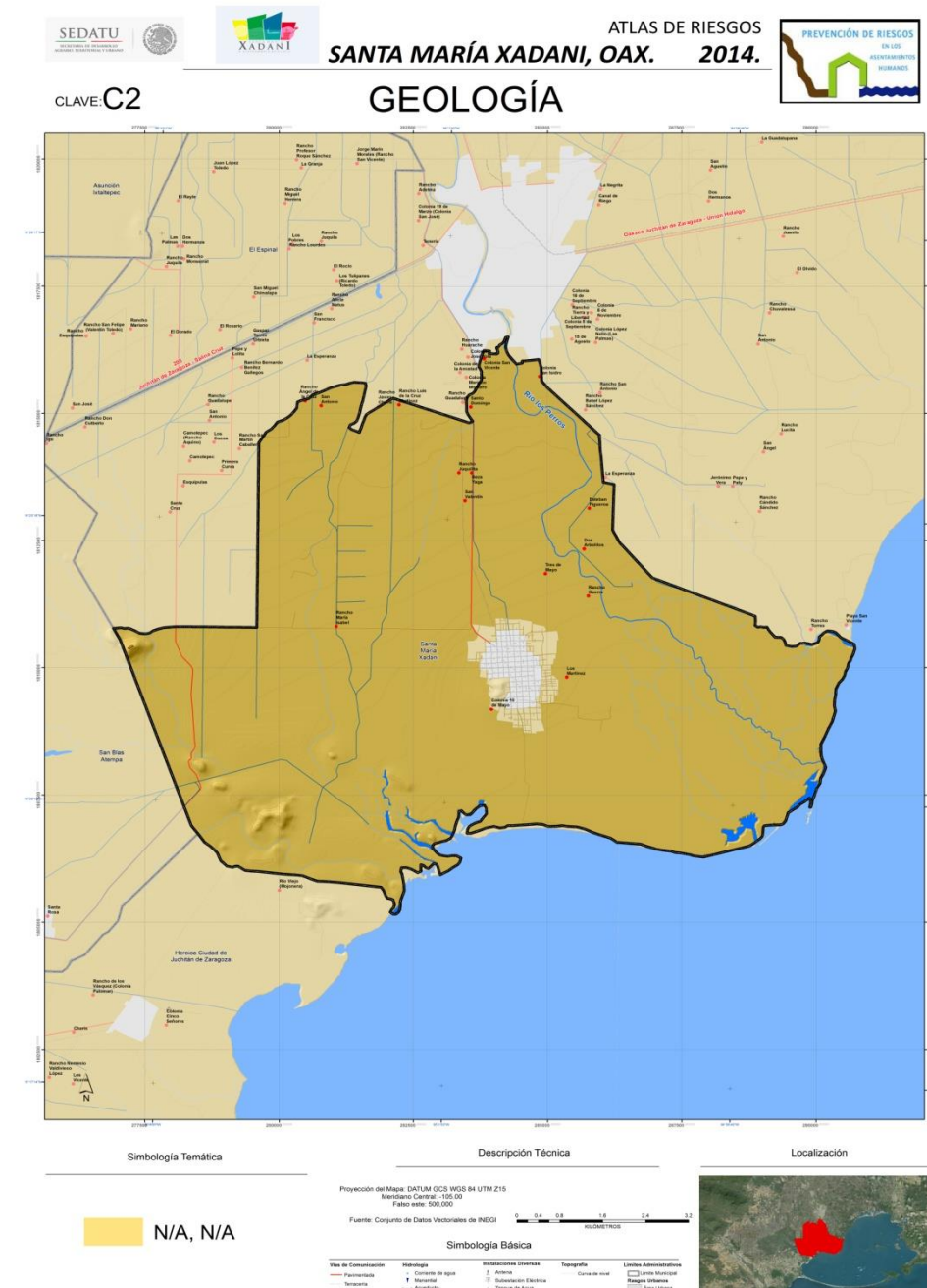


Figura 5. Mapa Geológico Santa María Xadani

3.4 Edafología

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

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

La zona de estudio presenta varios tipos de suelos dentro de los que destacan los Vertisol y Solonchak mismos que se describen a continuación:

Cuadro 7. Unidades Edafológicas

CLAVE	NOMBRE DEL SUELO 1	NOMBRE DEL SUBSUELO O 1	NOMBRE DEL SUELO 2	NOMBRE DEL SUBSUELO 2	TEXTUR A	FASE FISCA	%	SUPERFICIE KM 2
Zg+Re/3/n	SOLONCHAK	GLÉYICO	REGOSOL	EÚTRICO	FINA	-	35.45	31.65
Vc/3	VERTISOL	CRÓMICO			FINA	-	32.41	28.94
Vp/3	VERTISOL	PÉLICO			FINA	-	32.15	28.70

Elaboración propia con base en INEGI

Solonchak

El término solonchak deriva de los vocablos rusos "sol" que significa sal y "chak" que significa área salina, haciendo alusión a su carácter salino. Se presentan en zonas donde se acumula el salitre tales como lagunas costeras y lechos de lagos o en las partes más bajas de los valles y llanos de las regiones secas del país. La vegetación típica de este suelo es el pastizal u otras plantas que toleran el exceso de sal

Cubre una superficie aproximada de 31.65 km² lo que representa un 35.45% del territorio municipal, se presenta en la zona centro y este del municipio.

Vertisol

El término vertisol deriva del vocablo latino vertere que significa "verter" o "revolver", haciendo alusión al efecto de batido y mezcla provocado por la presencia de arcillas hinchables. El material original lo constituyen sedimentos con una elevada proporción de arcillas esmectíticas, o productos de alteración de rocas que las generen. Se encuentran en depresiones de áreas llanas o suavemente onduladas. El clima suele ser tropical, semiárido a subhúmedo o mediterráneo con estaciones contrastadas en cuanto a humedad. La vegetación climática suele ser de sabana, o de praderas naturales o con vegetación leñosa. El perfil es de tipo ABC. La alternancia entre el hinchamiento y la contracción de las arcillas, genera profundas grietas en la estación seca y la formación de superficies de presión y agregados estructurales en forma de cuña en los horizontes subsuperficiales. Los Vertisoles se vuelven muy duros en la estación seca y muy plásticos en la húmeda. El labrado es muy difícil excepto en los cortos periodos de transición entre ambas estaciones. Con un buen manejo, son suelos muy productivos

Este tipo de suelo es el más representativo dentro del territorio municipal, abarca un par de zonas: la primera cubre la parte norte y la segunda cubre la parte sur y suroeste del municipio respectivamente.

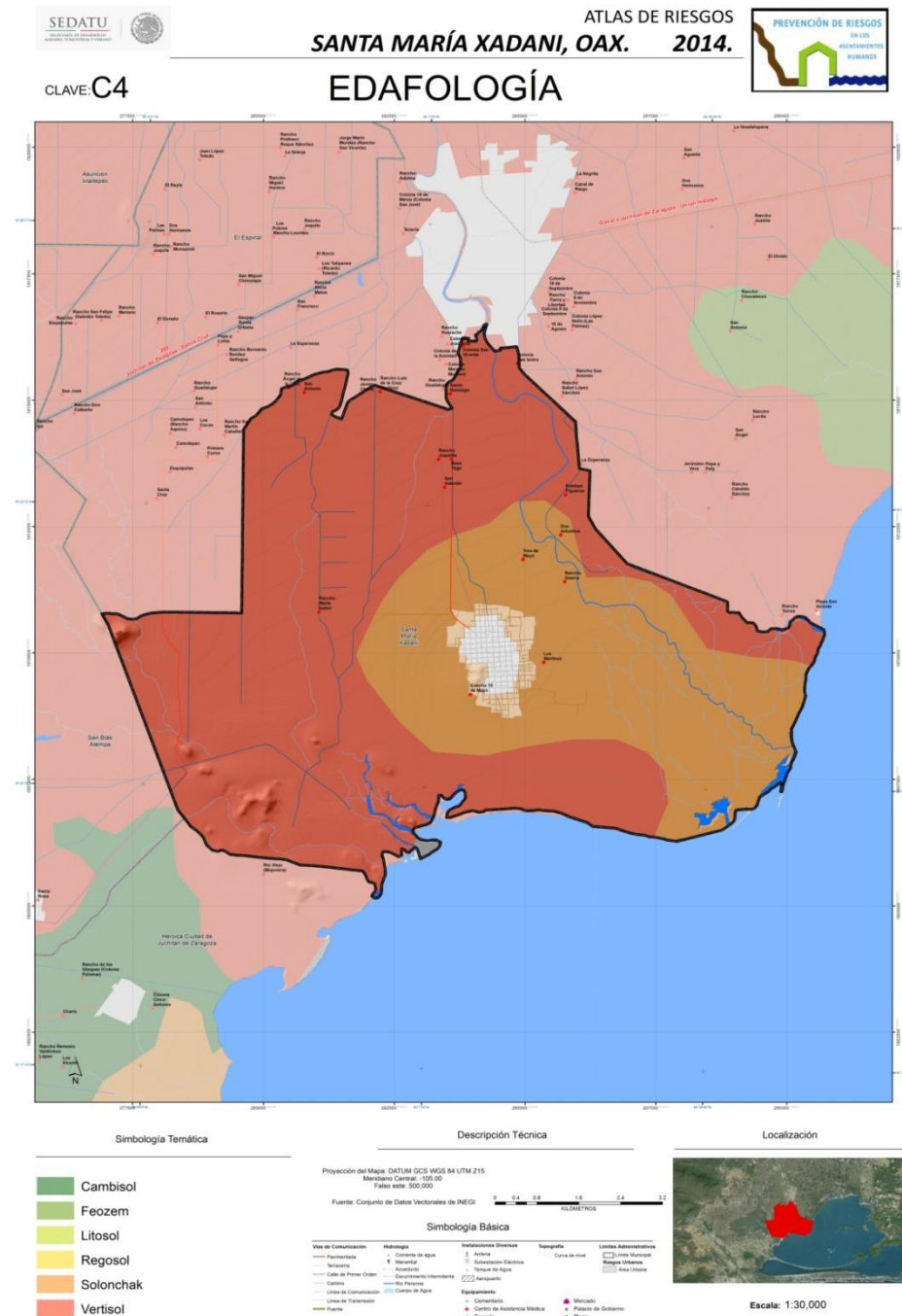


Figura 6. Mapa Edafológico Santa María Xadaani.

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 municipio de Santa María Xadani se halla inmerso en la región Hidrológica 22 Tehuantepec, en las cuenca; L. Superior e Inferior (100%) y en las subcuencas L. Superior e Inferior (79.65%) y R. Perros(20.35%) respectivamente.

3.6. Cuencas y Subcuencas

El municipio es afectado por la cuenca; L. Superior e Inferior (100%) y en las subcuencas L. Superior e Inferior (79.65%) y R. Perros (20.35%) respectivamente.

Cuadro 8. Región Hidrológica Tehuantepec

PROPIEDAD	VALOR
IDENTIFICADOR	22
CLAVE REGIÓN HIDROLÓGICA	RH22
NOMBRE DE LA REGIÓN HIDROLÓGICA	TEHUANTEPEC
ÁREA (KM2)	16,719.17
PERIMETRO (KM)	860.04

Fuente: Elaboración propia con base en el SIATL

Cuadro 9. Cuenca L. Superior e Inferior

PROPIEDAD	VALOR
IDENTIFICADOR	85
CLAVE REGIÓN HIDROLÓGICA	RH22
NOMBRE DE LA REGIÓN HIDROLÓGICA	TEHUANTEPEC
CLAVE CUENCA	A
NOMBRE CUENCA	L. SUPERIOR E INFERIOR
ÁREA (KM2)	6,505.83
PERIMETRO (KM)	464.2

Fuente: Elaboración propia con base en el SIATL

Cuadro 10. Subcuenca L. Superior e Inferior

PROPIEDAD	VALOR
IDENTIFICADOR EN BASE DE DATOS	76
CLAVE DE SUBCUENCA COMPUESTA	RH22Aa
CLAVE DE REGIÓN HIDROGRÁFICA	RH22
NOMBRE DE REGIÓN HIDROGRÁFICA	TEHUANTEPEC
CLAVE DE CUENCA	A
CLAVE DE CUENCA COMPUESTA	A
NOMBRE DE CUENCA	L. SUPERIOR E INFERIOR
CLAVE DE SUBCUENCA	a
NOMBRE DE SUBCUENCA	L. Superior e Inferior
TIPO DE SUBCUENCA	EXORREICA
LUGAR A DONDE DRENA (PRINCIPAL)	MAR
TOTAL DE DESCARGAS (DRENAJE PRINCIPAL)	6
LUGAR A DONDE DRENA 2	RH22Af R. Perros
TOTAL DE DESCARGAS 2	1
LUGAR A DONDE DRENA 3	-
TOTAL DE DESCARGAS 3	0
LUGAR A DONDE DRENA 4	-
TOTAL DE DESCARGAS 4	0
TOTAL DE DESCARGAS	7
PERIMETRO (KM)	409.95
ÁREA (KM2)	2,645.27
DENSIDAD DE DRENAJE	0.8218
COEFICIENTE DE COMPACIDAD	2.2477
LONGITUD PROMEDIO DE FLUJO SUPERFICIAL DE LA SUBCUENCA (KM)	0.30421027
ELEVACIÓN MÁXIMA EN LA SUBCUENCA (M)	1,220
ELEVACIÓN MÍNIMA EN LA SUBCUENCA (M)	0
PENDIENTE MEDIA DE LA SUBCUENCA (%)	6.02
ELEVACIÓN MÁXIMA EN CORRIENTE PRINCIPAL (M)	719
ELEVACIÓN MÍNIMA EN CORRIENTE PRINCIPAL (M)	20
LONGITUD DE CORRIENTE PRINCIPAL (M)	92,107
PENDIENTE DE CORRIENTE PRINCIPAL (%)	0.781
SINUOSIDAD DE CORRIENTE PRINCIPAL	1.296806739

Fuente: Elaboración propia con base en el SIATL

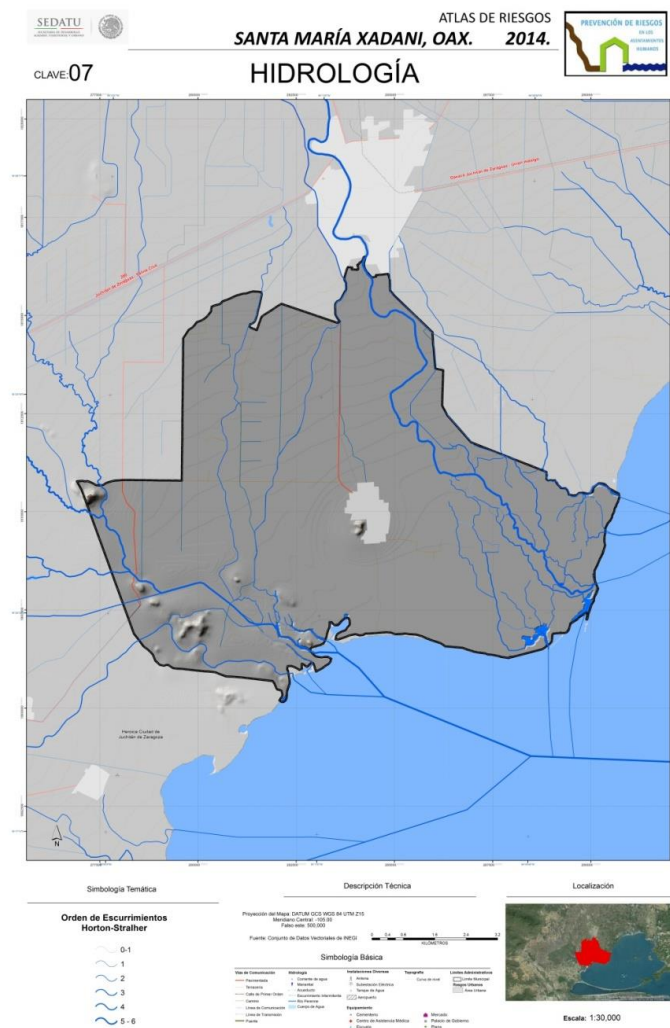


Figura 7. Mapa Hidrológico Santa María Xadani

Cuadro 11. Subcuenca R. Perros

PROPIEDAD	VALOR
IDENTIFICADOR EN BASE DE DATOS	87
CLAVE DE SUBCUENCA COMPUESTA	RH22Af
CLAVE DE REGIÓN HIDROGRÁFICA	RH22
NOMBRE DE REGIÓN HIDROGRÁFICA	TEHUANTEPEC
CLAVE DE CUENCA	A
CLAVE DE CUENCA COMPUESTA	A
NOMBRE DE CUENCA	L. SUPERIOR E INFERIOR
CLAVE DE SUBCUENCA	F
NOMBRE DE SUBCUENCA	R. Perros
TIPO DE SUBCUENCA	EXORREICA
LUGAR A DONDE DRENA (PRINCIPAL)	RH22Aa L. Superior e Inferior
TOTAL DE DESCARGAS (DRENAJE PRINCIPAL)	11
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	11
PERIMETRO (KM)	220.16
ÁREA (KM2)	1,216.01
DENSIDAD DE DRENAJE	1.5694
COEFICIENTE DE COMPACIDAD	1.7804
LONGITUD PROMEDIO DE FLUJO SUPERFICIAL DE LA SUBCUENCA (KM)	0.159296546
ELEVACIÓN MÁXIMA EN LA SUBCUENCA (M)	2,160
ELEVACIÓN MÍNIMA EN LA SUBCUENCA (M)	20
PENDIENTE MEDIA DE LA SUBCUENCA (%)	26.89
ELEVACIÓN MÁXIMA EN CORRIENTE PRINCIPAL (M)	1264
ELEVACIÓN MÍNIMA EN CORRIENTE PRINCIPAL (M)	2
LONGITUD DE CORRIENTE PRINCIPAL (M)	11,4586
PENDIENTE DE CORRIENTE PRINCIPAL (%)	1.101
SINUOSIDAD DE CORRIENTE PRINCIPAL	1.608327794

Fuente: Elaboración propia con base en el SIATL

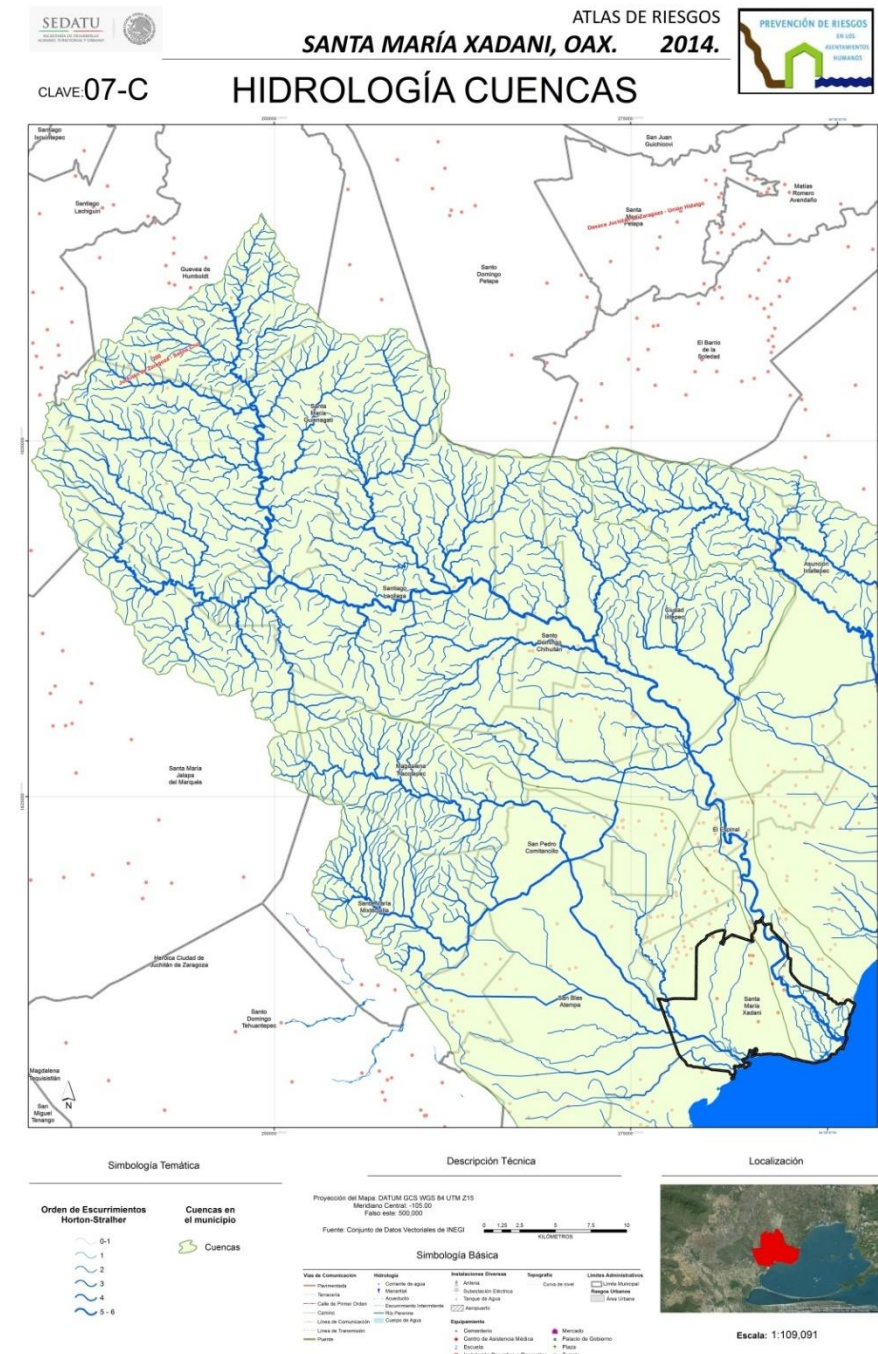


Figura 8. Mapa Hidrología de Cuencas Santa María Xadani.

3.7. Clima

De acuerdo al sistema de clasificación de Köopen modificado por E. García (1987), en el municipio se presenta un clima Awo cálido, subhúmedo. En la República Mexicana los lugares con clima Aw se extienden a lo largo de la vertiente del Pacífico desde el paralelo 24°N hacia el sur y abarcan desde el nivel del mar hasta una altitud de unos 800 o 1000 m; por el lado del Golfo de México, se les encuentra al sur del paralelo 23°N en algunas de las partes más bajas de la llanura costera y también en la mayor parte de la península de Yucatan, así como en algunas zonas interiores, tales como la Cuenca del Balsas y la Depresión Central de Chiapas. Estos climas se caracterizan porque su temperatura media anual es mayor a 18°C y llueve de 800 a 4,000 mm al año.

Cuadro 11. Características Climáticas

TIPO DE CLIMA	DESCRIPCIÓN TEMPERATURA	%	SUPERFICIE KM ²
Awo	CÁLIDO SUBHÚMEDO, TEMPERATURA MEDIA ANUAL MAYOR DE 22°C.	100	89.31

Elaboración propia con base en INEGI

Awo

Cálido subhúmedo, temperatura media anual mayor de 22°C y temperatura del mes más frío mayor de 18°C. Precipitación del mes más seco entre 0 y 60 mm; lluvias de verano con índice P/T menor de 43.2 y porcentaje de lluvia invernal del 5% al 10.2% del total anual.

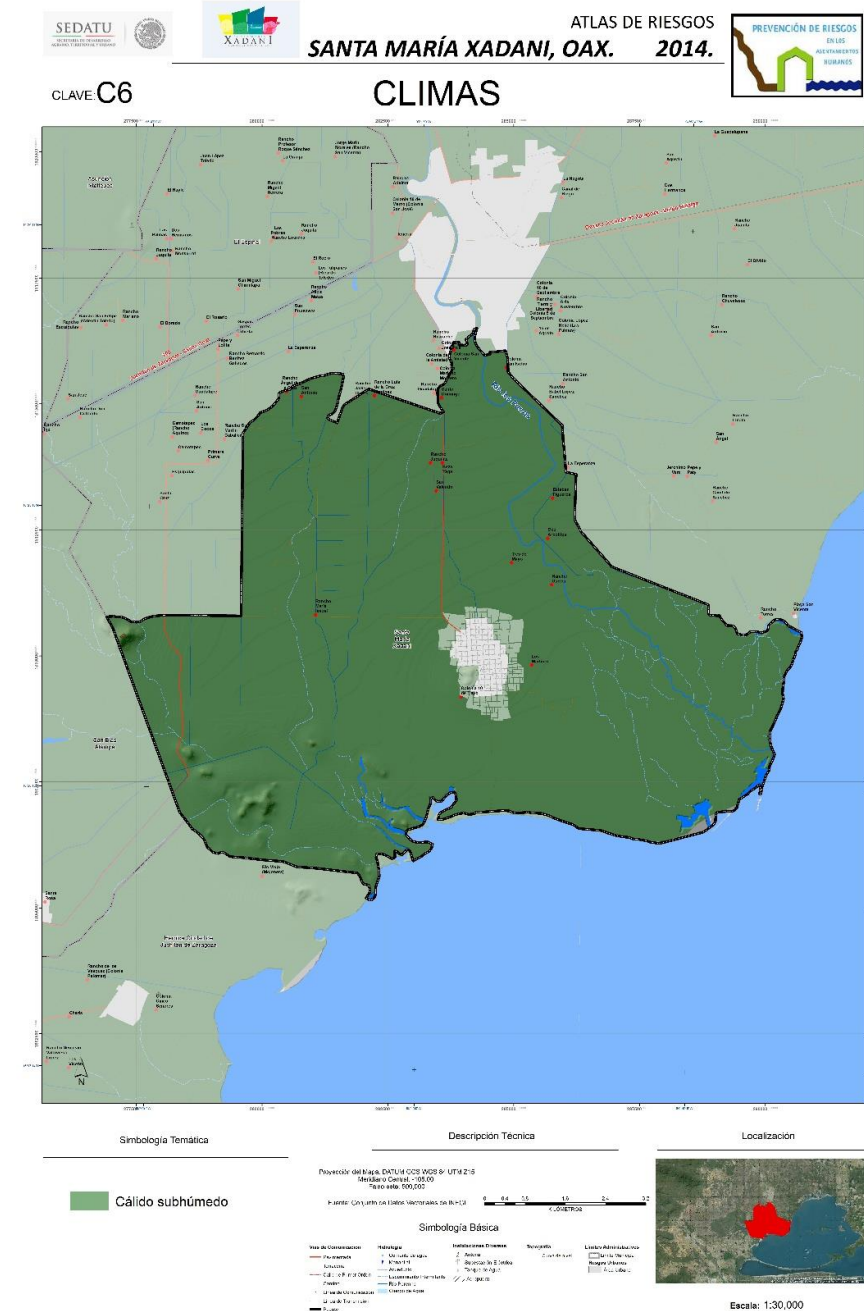


Figura 9. Mapa Climatológico Santa María Xadani

En el municipio el rango de temperatura es de los 26°C a los 28°C y la precipitación va de los 800 a 1,200 mm.

3.8. 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 Xadani los usos de suelo y vegetación se distribuyen de la siguiente forma:

Cuadro 12. Tipo de Vegetación

ENTIDAD	TIPO	VEGETACIÓN SECUNDARIA	EROSIÓN	%	SUPERFICIE KM ²
AREA AGRICOLA	AGRICULTURA DE TEMPORAL	NINGUNO	SIN EROSIÓN APRECIABLE	37.65	33.62
AREA AGRICOLA	AGRICULTURA DE RIEGO	NINGUNO	SIN EROSIÓN APRECIABLE	32.27	28.81
SELVA	SELVA BAJA CADUCIFOLIA	VEGETACIÓN SECUNDARIA APARENTE	SIN EROSIÓN APRECIABLE	20.85	18.62
SELVA	SELVA BAJA ESPINOSA	VEGETACIÓN SECUNDARIA APARENTE	SIN EROSIÓN APRECIABLE	8.35	7.45
ÁREA URBANA	ÁREA URBANA	NO APLICABLE	NO APLICABLE	0.78	0.69
CUERPO DE AGUA	CUERPO DE AGUA PERENNE MARÍTIMO	NO APLICABLE	NO APLICABLE	0.11	0.09

Elaboración propia con base en INEGI

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 blanco, maíz amarillo y maíz azul. Este tipo de uso de suelo

cubre una superficie aproximada de 33.62km² lo que representa un 37.65% del territorio municipal, abarca parte de la zona centro y sureste del municipio.

Agricultura de Riego

Este tipo de agricultura utiliza agua suplementaria para el desarrollo de los cultivos durante el ciclo agrícola, por lo que su definición se basa principalmente en la manera de cómo se realiza la aplicación del agua, por ejemplo la aspersión, goteo, o cualquier otra técnica, es el caso del agua rodada (distribución del agua a través de surcos o bien tubería a partir de un canal principal y que se distribuye directamente a la planta), por bombeo desde la fuente de suministro. En el municipio los principales cultivos son: maíz blanco, maíz amarillo y maíz azul. Cubre una superficie aproximada de 28.81 km² lo que representa un 32.27% del territorio municipal, abarca parte norte del municipio.

Selva Baja Caducifolia

Se desarrolla en condiciones climáticas en donde predominan los tipos cálidos subhúmedos, semisecos o subsecos. El más común es Aw, aunque también se presenta Bs y Cw. El promedio de temperaturas anuales es superior a 20° C. Las precipitaciones anuales son de 1,200 mm como máximo, teniendo como mínimo a los 600 mm con una temporada seca bien marcada, que puede durar hasta 7 u 8 meses y que es muy severa.

Este tipo de uso de suelo cubre una superficie aproximada de 18.62 km² lo que representa un 20.85 % del territorio municipal, se localiza en la parte oeste del municipio.

Selva Baja Espinosa

Se desarrolla en climas similares a los de la Selva Baja Caducifolia o ligeramente más secos, pero en climas más húmedos que los matorrales xerófilos, en climas con marcas características de aridez, con precipitaciones comunes del orden de 900 mm o ligeramente menores, aunque el rango va de 350 a 120 y temperaturas medias anuales entre 20 y 27° C. Los climas en los que se presenta son Aw muy secos, Awg, B (Bsh, Bw) (García, 1973) y también Cw. Su distribución va desde 0 a 2,200 msnm.

Este tipo de uso de suelo cubre una superficie aproximada de 7.45 km² lo que representa un 8.35 % del territorio municipal y esta presenta en la parte sureste del municipio.

Área urbana

Atlas de Riesgos del municipio de Santa María Xadani, Oaxaca, 2014



Este tipo de uso de suelo cubre una superficie aproximada de 0.69 km² lo que representa un 0.78 % del territorio municipal, La zona urbana está asentada sobre suelo del Cuaternario, en llanura costera salina; y está creciendo sobre terreno previamente ocupado por agricultura.

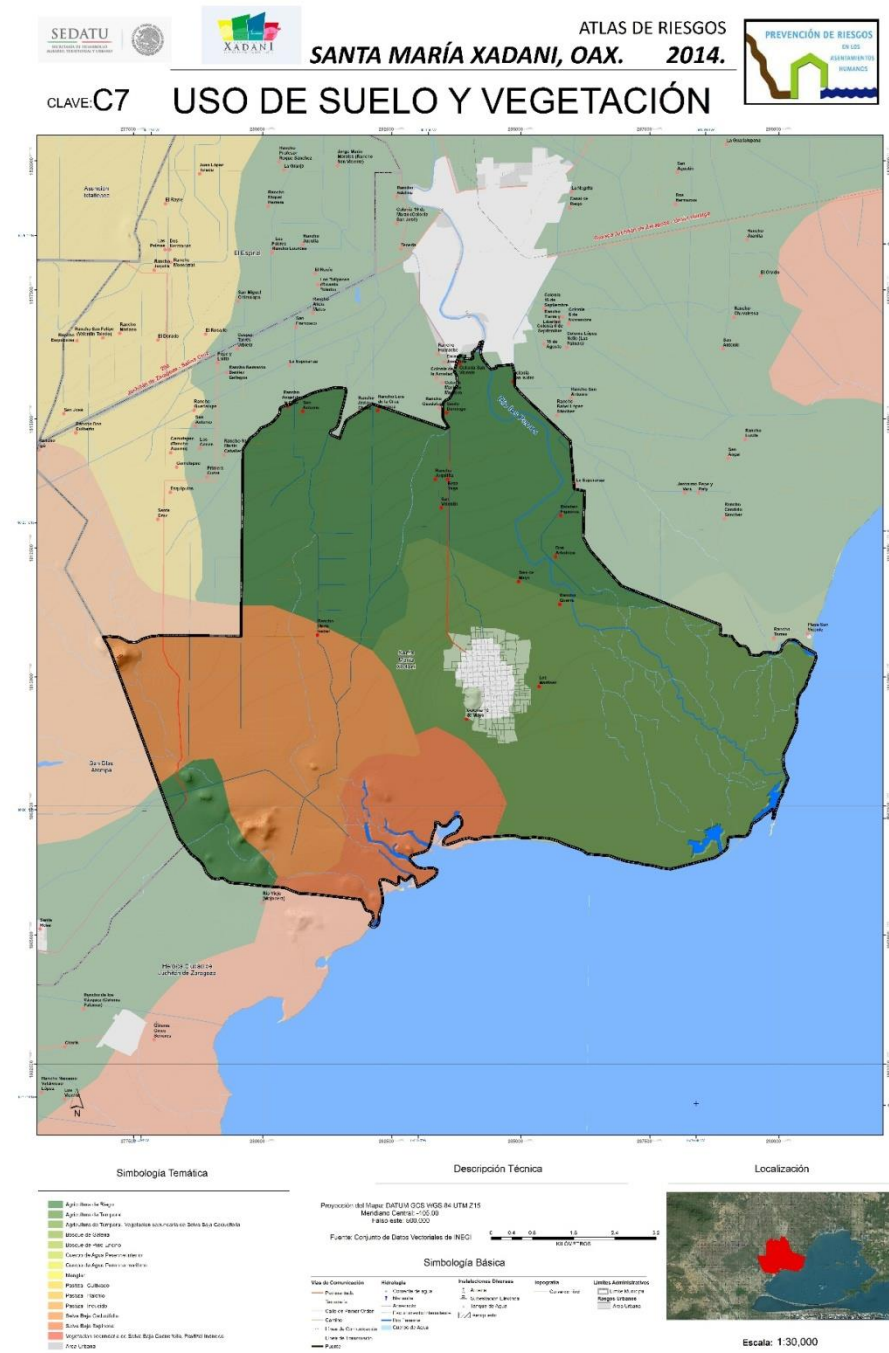


Figura 10. Mapa Uso de Suelo y Vegetación Santa María Xaadani

3.9. Áreas Naturales Protegidas

Las Áreas Naturales Protegidas son las zonas del territorio nacional, en las que legalmente se ha establecido algún régimen de protección para salvaguardar sus valores, principalmente naturales, aunque algunas veces también conjuntamente culturales o históricos, estas zonas son administradas por la Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (CONANP).

Las áreas naturales protegidas ayudan a mitigar el cambio climático por medio de la captura y el almacenamiento del carbono en los ecosistemas naturales, asimismo proporcionan una serie de bienes y servicios ecológicos, al mismo tiempo que preservan el patrimonio natural y cultural. De la misma forma, pueden proporcionar oportunidades para el desarrollo rural, generar ingresos, crear empleos para investigación, monitoreo, conservación, educación, recreación y turismo.

En México existen diversos tipos de áreas protegidas: federales, estatales, municipales, comunitarias, ejidales y privadas.

Para el caso del municipio de Santa María Xadani, se consultaron las bases de información de la Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (CONANP) y no se encontró registro de alguna área natural protegida para dicho municipio.

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

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

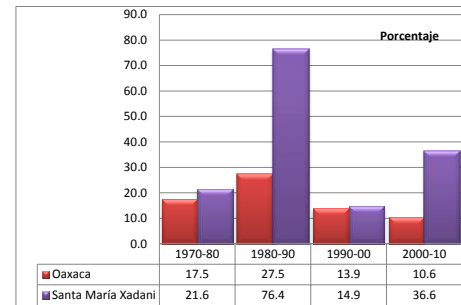
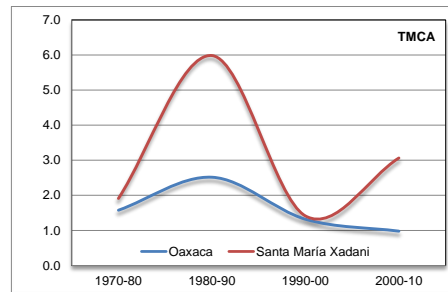
La población del municipio de Santa María Xadani ha tenido un ritmo de crecimiento mayor al del estado de Oaxaca, al cual ha superado en distintos periodos (cuadro 13 y gráfica 1). En términos de su volumen de población, el municipio tuvo un incremento que le llevo de 2.3 mil habitantes en 1970 a 5 mil en 1990 y a 5.7mil en 2000 y alcanzó en 2010 un total de 7.8 mil personas.

Cuadro 13. Oaxaca y Santa María Xadani : Población y crecimiento promedio anual 1970-2010

Año	Oaxaca		Santa María Xadani		Participación del municipio (%)
	Total	TCMA (%)	Total	TCMA (%)	
1970	2,015,424		2,310		0.1
1980	2,369,076	1.6	2,810	1.9	0.1
1990	3,019,560	2.5	4,957	6.0	0.2
2000	3,438,765	1.3	5,698	1.4	0.2
2010 ¹	3,801,962	1.0	7,781	3.1	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.

Gráficas 1 y 2.- Oaxaca e Santa María Xadani TCMA, 1990 a 2030; y Crecimiento demográfico municipal de 1990 a 2010.



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

Aunque es aún reducido el volumen de población de Santa María Xadani, 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 8.6 mil habitantes en el 2030 y representar el 0.21 por ciento del total de los habitantes de Oaxaca. De acuerdo con las proyecciones, se estima que su tasa de crecimiento se reduzca de 3.4 a 0.5 por ciento, que seguirá siendo mayor al promedio estatal.

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 Xadani	4,957	5,698	7,935	8,195	8,633
% Respecto al Estado	0.16%	0.17%	0.21%	0.20%	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 Xadani		1.4	3.4	0.3	0.5
Crecimiento Relativo		90 - 00	00 - 10	10-20	20 - 30
Oaxaca		13.9	10.6	7.7	0.9
Santa María Xadani		14.9	39.3	3.3	5.3

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.

La población de Santa María Xadani es, en su mayoría, de hombres, los cuales representan 50.5 por ciento del total, y por ello, el municipio tiene un índice de masculinidad de 102 hombres por cada cien mujeres, mayor al promedio estatal (91.7). En términos de la edad promedio, en Santa María Xadani la población es joven, con un promedio de 20 años, casi iguales por sexo.

Por otra parte, mientras en Oaxaca el promedio es de 2.85 hijos vivos, en Santa María Xadani es de 2.89, dato que indica un mayor nivel de natalidad en el municipio

Cuadro 15. Oaxaca e Santa María Xadani : Características de la población, 2010

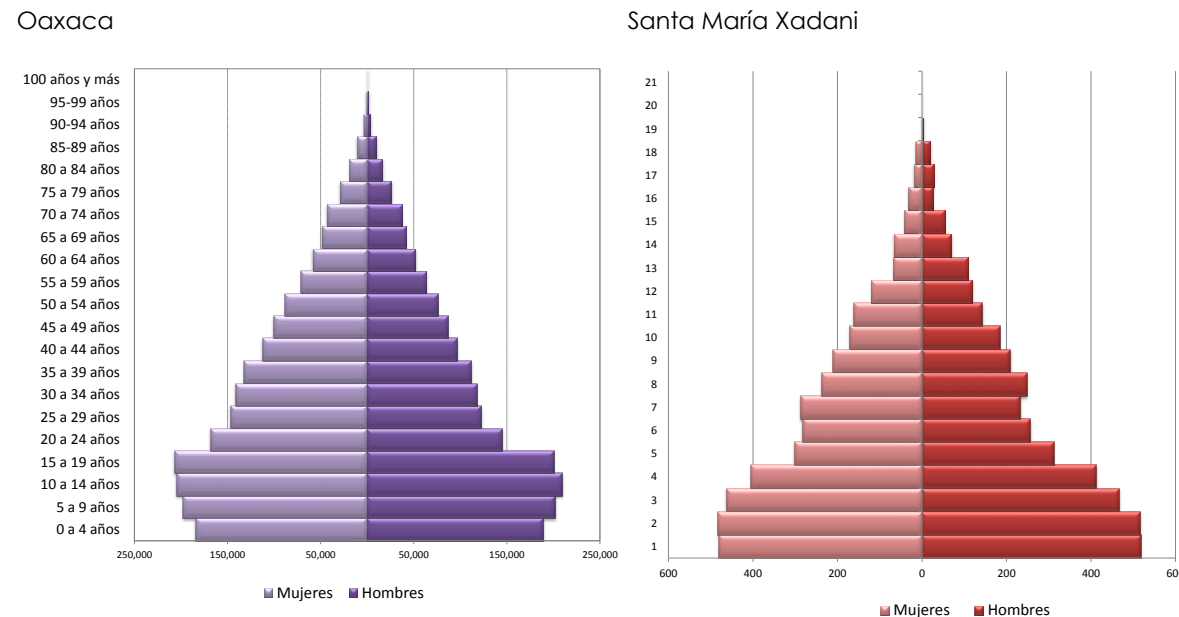
Estado / Municipio	Población por sexo			Índice de masculinidad ¹	Edad mediana			Promedio de hijos nacidos vivos ²
	Total	% Hombres	% Mujeres		Total	Hombres	Mujeres	
Oaxaca	3,801,962	47.8	52.2	91.7	24	23	25	2.85
Santa María Xadani	7,781	50.5	49.5	102.00	20	20	21	2.89

1/ Proporción de población masculina por cada 100 mujeres.
 2/ Se refiere al porcentaje de hijos nacidos vivos de las mujeres de 12 años y más por cada cien; de éstas, excluye a las que no especificaron si han tenido hijos y a las que sí han tenido pero no especificaron el total de ellos.

Fuente: INEGI, Censo de Población y Vivienda, 2010

La gráfica 3 representa la distribución de la población por edades y sexo, la pirámide de edades, para Oaxaca e Santa María Xadani en 2010. Destaca una mayor base de niños y jóvenes y un estrechamiento de la pirámide a partir de los grupos de 20 años y más, y una reducción de la población adulta mayor.

Gráficas 3. Oaxaca e Santa María Xadani Pirámides de población por grupos quinquenales de edad, 2010



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

La base de la forma piramidal demuestra una amplia base de niños y jóvenes. (Ver grafica 3). Esto resulta de la disminución de la tasa de mortalidad infantil, pero también de una natalidad mayor al promedio del estado.

Hacia el grupo de 20 años se reduce la pirámide. Esta se explica por la emigración de jóvenes en edades activas tanto de hombres como mujeres.

Los adultos mayores presentan una menor proporción, lo que indica que un menor nivel de envejecimiento.

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 Xadani tiene casi 7 puntos porcentuales más que Oaxaca; en cambio, de la población en edad activa, es menor al promedio de la entidad. Y la proporción de adultos mayores en el municipio es seis puntos porcentuales menos 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 2.9 mil niños y jóvenes, el de adultos

mayores de 380 personas y los habitantes en edad activa son 4.4 mil, en función de la dependencia que tienen niños y adultos mayores respecto a las personas en edad activa el promedio es menor al que presenta la entidad.

Cuadro 16. Oaxaca e Santa María Xadani: 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 Xadani	7,773	37.6	57.5	4.9	74.0	65.5	8.5

Notas

1/ Excluye a la población con edad no especificada

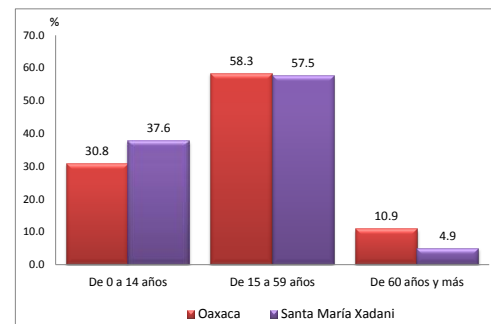
2/ Indica la población en edades dependientes (menores de 15 años y mayores de 60) por cada cien personas en edad activa (de 15 a 59 años)

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

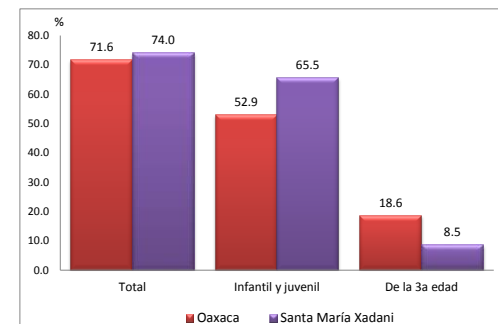
Destaca, particularmente que por cada cien adultos en edades activas hay 65.5 niños y jóvenes menores de 15 años; el promedio estatal es de 52.9 niños por cada cien adultos: de igual forma, por cada cien personas activas, en el municipio hay 8.5 adultos mayores, mientras que el promedio en la entidad es de 18.6. Esto indica una dependencia de niños y jóvenes respecto a las personas en edades activas, lo que es indicativo de niveles de bajo desarrollo en el municipio, En total, la dependencia de esos grupos de edad respecto a los adultos en edades activas es de 74 frente a 71.6 que se presentan en la entidad (graficas 4 y 5).

Gráficas 4 y 5.- Oaxaca e Santa María Xadani , Distribución de población por grandes grupos de edad, y razón de dependencia, 2010

Grupos de edad



Razón de dependencia



Notas

1/ Excluye a la población con edad no especificada

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

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

La mortalidad en el municipio ha tendido a reducirse, siendo la causa fundamental de esta tendencia un menor promedio de hijos en las parejas y el incremento de la esperanza de vida. En Santa María Xadani en el año 2010 no se reportaron defunciones de menores de un año. En el mismo año el municipio de Santa María Xadani registró 48 defunciones es decir el 0.22 por ciento respecto al total de defunciones en el Estado de Oaxaca.

El número de nacimientos de Santa María Xadani representan el 0.263 por ciento del total de nacimientos a nivel estatal, cifra que repercute en un rápido incremento de población, ya que en el año 2010 nacieron 288 niños. (Cuadro 17)

Cuadro 17. Oaxaca e Santa María Xadani : Nacimientos y Mortalidad, 2009

Concepto	Estado de Oaxaca de Santa María Xadani		
	Total	Total	% del total estatal
Defunciones generales por residencia habitual, 2010	21,721	48	0.22
Defunciones de menores de un año de edad por municipio de residencia habitual del fallecido 2010	922	0	0.000
Nacimientos, 2010	109,624	288	0.263
Esperanza de vida al nacimiento, 2010	75.5		

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

El cuadro 18 señala que Santa María Xadani es un municipio de expulsión migratoria, dado que solo llegan a residir 198 habitantes pero salen 466, por esta razón el balance es de -268 personas al año. Este se observa como una tasa de -4.18 por cada mil habitantes, lo que puede considerarse como una tasa de expulsión.

Cuadro 18. Oaxaca e Santa María Xadani : Migración interna 2005-2010

Absolutos	Oaxaca	Santa María Xadani
Inmigrantes	158,882	198
Emigrantes	178,851	466
Saldo neto	-19,969	-268
Tasas (por cada mil hab)		
Inmigrantes	4.36	3.08
Emigrantes	3.58	7.26

Saldo neto	0.78	-4.18
Condición migratoria	Equilibrio	Expulsión

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 Xadani son 14 rurales y una mixta, es decir, 2.2 por ciento de sus pobladores habitan en localidades rurales y 97.8 por ciento en una localidad mixta, que es la cabecera municipal (Cuadro 19).

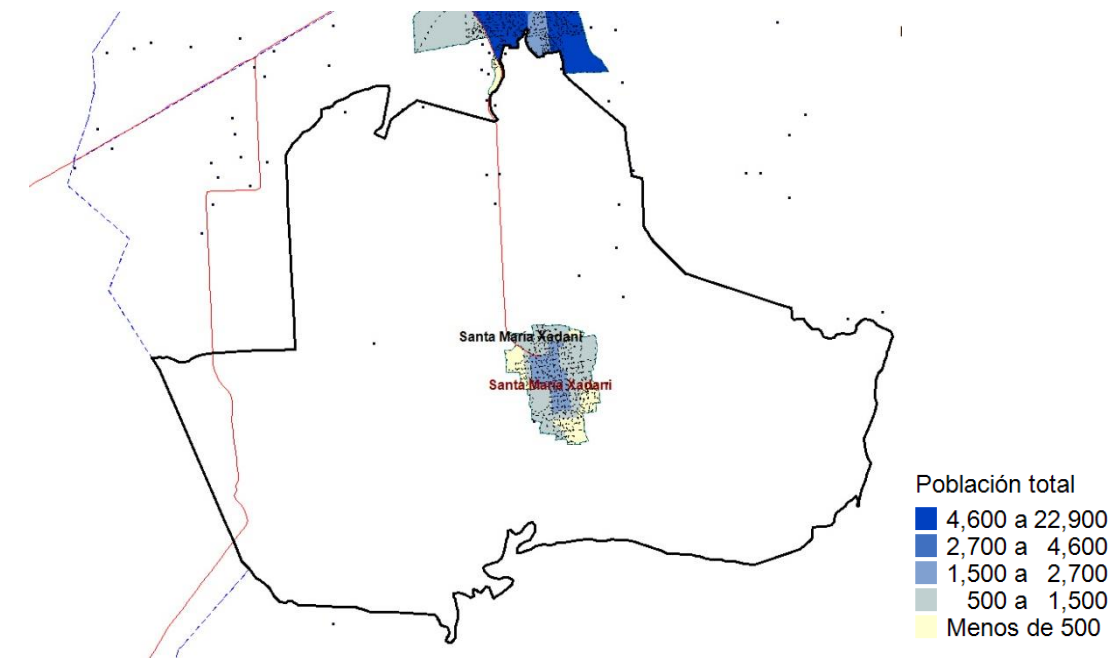
Cuadro 19. Oaxaca e Santa María Xadani : Distribución territorial de la población, 2010

Tamaño de localidad	Oaxaca			Santa María Xadani		
	Localidades	Población	% Pob.	Localidades	Población	% Pob.
Total	10,496	3,801,962	100.0	15	7,781	100.0
De 1 a 2,499 hab	10,321	2,002,757	52.7	14	168	2.2
De 2,500 a 14,999 hab.	156	839,780	22.1	1	7,613	97.8
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 Xadani se ubica en la zona sur de Oaxaca, en el Istmo de Tehuantepec cercano a Juchitán y representa una zona de importancia regional, por su acceso a la Laguna Superior.

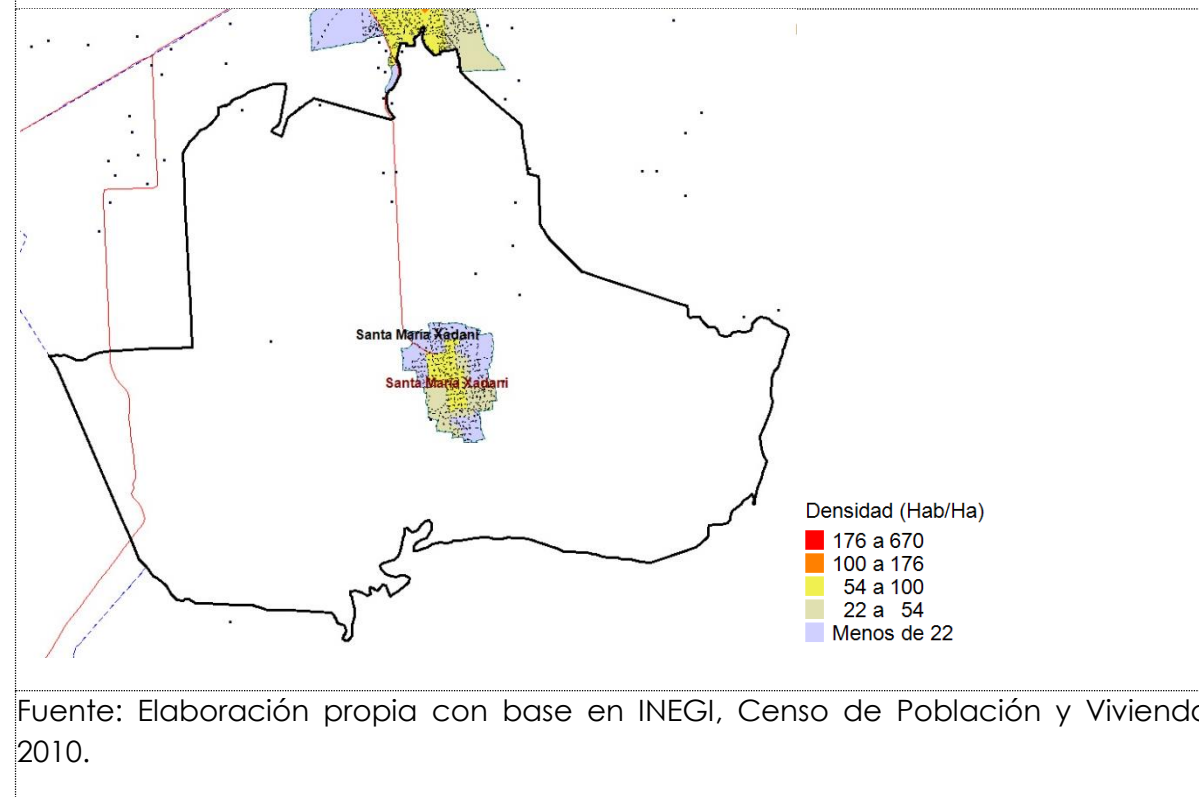
Figura 11. Santa María Xadani Principales localidades, 2010



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

Santa María Xadani presenta bajas densidades de población, salvo en la parte centro de la localidad donde se ubican algunas zonas de más de 54 habitantes por hectárea. Hacia la periferia se encuentra una densidad media menor de 22 habitantes por hectárea.

Figura 12. Santa María Xadani Densidad en las principales localidades, 2010



4.2 Características sociales

4.2.1 Población de Habla Indígena

En Santa María Xadani, el número de personas que habla alguna lengua indígena representa una importante proporción, dado que 4.9 mil de sus habitantes mayores de 3 años son de adscripción indígena. De esta población la mayor parte habla español y lengua indígena (71.0 por ciento), y el resto no habla español.

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

Cuadro 20. Oaxaca e Santa María Xadani. Población mayor de 3 años que hablan lengua indígena, 2010

Entidad municipio	Población de 3 años y más que habla lengua indígena ¹	Que habla español			No habla español		
		Total	Hombres	Mujeres	Total	Hombres	Mujeres
		%	%	%	%	%	%
Oaxaca	1,184,312	977,035	49.5	50.5	207,277	38.2	61.8
Santa María Xadani	6,887	4,919	53.1	46.9	1,968	43.4	56.6

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 Xadani, una tercera parte de su población de 15 años y más es analfabeta (30.8%), porcentaje que doble del promedio del estado, el cual presenta un nivel de analfabetismo de 16.3 por ciento. De esta población analfabeta, la mayor incidencia se concentra en las mujeres, donde dos de cada tres analfabetas son mujeres y el resto son hombres. En particular, las mujeres analfabetas se concentran en los grupos de mayor edad.

Cuadro 21. Oaxaca e Santa María Xadani 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 Xadani	4,789	3,316	69.2	1,473	30.8	37.7	62.3

De la población de niños y jóvenes de 6 a 14 años que saben leer, en Santa María Xadani el 75.8 por ciento están en esa condición, menos que el promedio estatal. Del 24.2 por ciento de niños y jóvenes en el municipio que no saben leer y escribir, 57.9 por ciento son hombres y 42.1 por ciento son mujeres (cuadro 10). Estos niños que no saben leer y escribir generalmente se encuentran en actividades productivas, por lo que su educación se reduce o trunca a temprana edad.

Cuadro 22. Oaxaca e Santa María Xadani : Población de 6 a 14 años que sabe leer y escribir, 2010

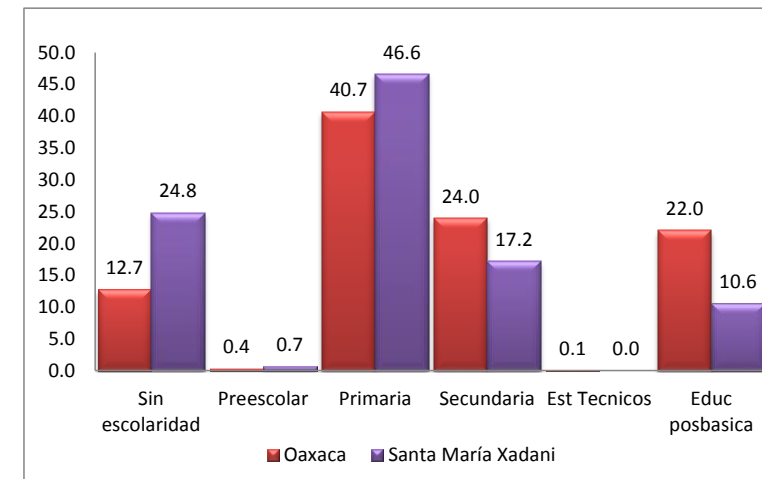
Entidad municipio	Población de 6 a 14 años ¹	Sabe leer y escribir	%	No sabe leer y escribir			
				Total	%	Hombres	Mujeres
						%	%
Oaxaca	735,285	608,249	82.7	118,827	16.2	52.9	47.1
Santa María Xadani	1,697	1,286	75.8	411	24.2	57.9	42.1

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 Xadani tiene un nivel de educación primaria (46.6%). En particular, la población sin escolaridad es muy alta, ya que es una cuarta parte de la población del municipio, el doble del promedio de Oaxaca, y en cuanto a educación primaria es mayor en 7 puntos porcentuales a la media de la entidad. En cambio, en los niveles de mayor escolaridad, el municipio se encuentra en valores menores a la media estatal: en educación posbásica la brecha es de doce puntos porcentuales menores al promedio de Oaxaca.

Gráfica 6. Oaxaca e Santa María Xadani: nivel de escolaridad de la población de 12 años y más, 2010.



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

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

4.2.3 Servicios Médicos

Un factor importante de las condiciones generales de vida en el municipio de Santa María Xadani 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, la mitad de la población está cubierta o cuenta con algún tipo de seguridad social resultado una cobertura del 49.5% con 3.8 mil derechohabientes, menor al promedio estatal de 56.5 por ciento.

El 69.6% de los derechohabientes están cubiertos por los servicios de salud que otorga el Seguro Popular, doce puntos porcentuales más que la entidad; el Instituto Mexicano del Seguro Social cubre el 12.2 por ciento de los derechohabientes del municipio, que representan una proporción similar al promedio estatal, mientras que los afiliados al ISSSTE tienen una proporción menor que el promedio de Oaxaca. Las instituciones privadas atienden al 11.5 por ciento de los habitantes. En cuanto al resto de derechohabientes de otras instituciones, su aportación es marginal respecto a los descritos.

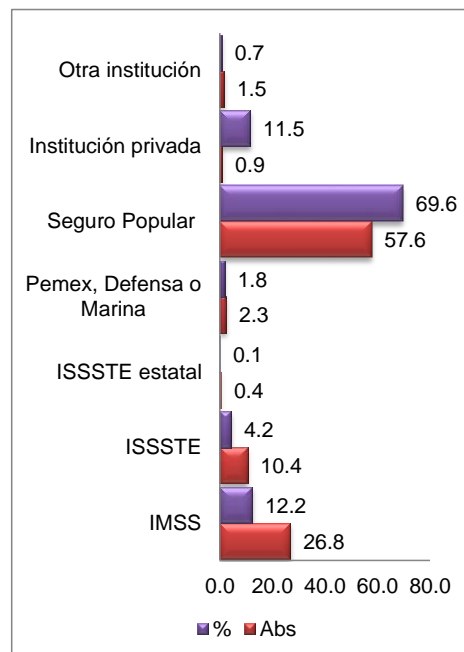
Cuadro 23. Oaxaca e Santa María Xadani : Población según condición de derechohabiencia, 2010

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 Xadani	7,761	3,843	49.5	3,918	50.5

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

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

Gráfica 7. Oaxaca e Santa María Xadani, Servicios de salud, 2010.



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

4.2.4 Características de la Vivienda

En Santa María Xadani para el año 2010 se registraron 1,750 viviendas particulares habitadas en el municipio con un promedio de 4.4 habitantes por vivienda, mayor al promedio del estado (4.0 ocupantes por vivienda). El servicio de agua entubada dentro de la vivienda tiene una cobertura del 82.5 por ciento en el municipio, que representa una cobertura mayor que el promedio estatal. En cuanto al drenaje conectado a la red pública las viviendas cuentan con la cobertura de 86.1 por ciento, El 2.6 por ciento de las viviendas tiene piso de tierra y 19.8 por ciento de las viviendas tienen 2.5 habitantes por cuarto, cuando la media estatal es de 13.6 por ciento (cuadro 24).

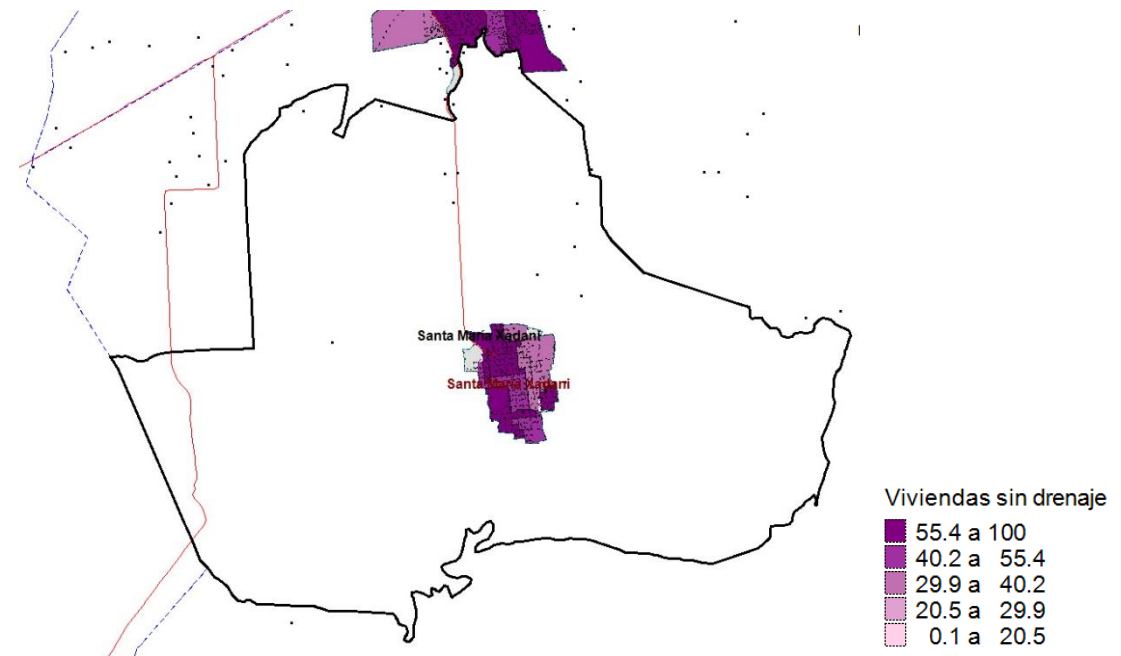
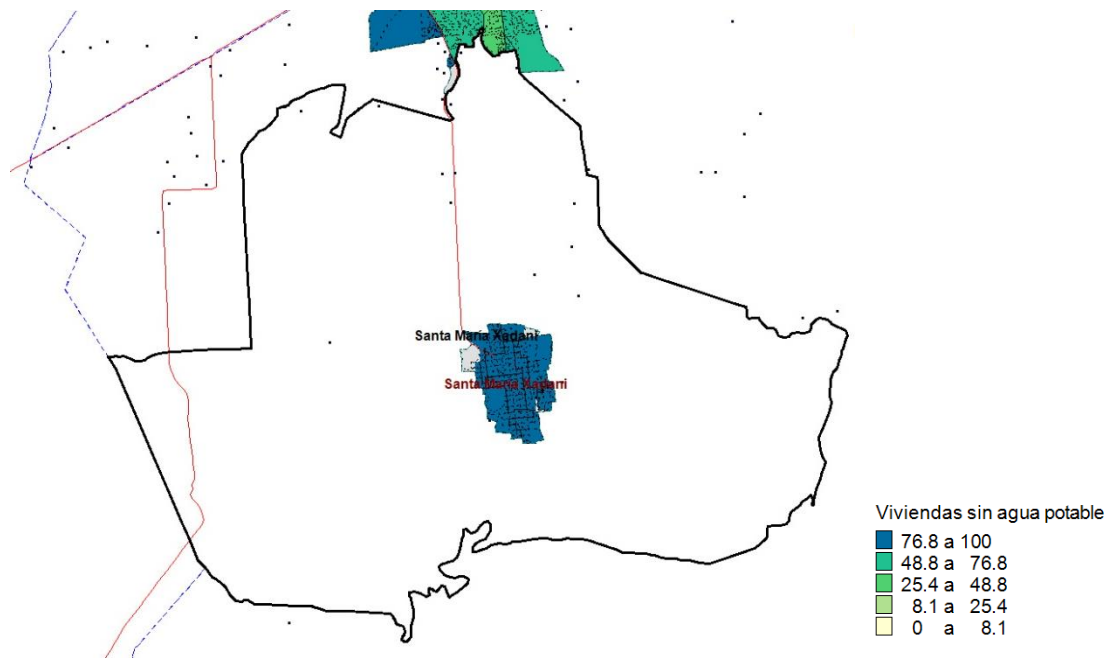
Cuadro 24. Santa María Xadani, Características de la vivienda, 2010

Viviendas	Oaxaca	Santa María Xadani
Total de viviendas particulares habitadas	934,055	1,750
Promedio de ocupantes por vivienda	4.0	4.4
Viviendas que disponen de agua entubada al interior de la vivienda (%)	32.0	82.5
Viviendas que disponen de drenaje a la red pública (%)	35.4	86.1
Viviendas con piso de tierra (%)	18.7	2.6
Vivienda con 2.5 habitantes por cuarto (%)	13.6	19.8

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

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

Figura 13. Santa María Xadani. Porcentaje de vivienda sin agua potable y sin drenaje, 2010



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

Para determinar aquellas viviendas que no son adecuadas para resistir algún fenómeno natural y/o climático, se analiza el material de construcción de las viviendas, principalmente en techos, paredes y pisos. Para el caso del municipio Santa María Xadani, en el año 2010 el 76.4% del total de las viviendas tiene losa de concreto, y 17.2 por ciento de teja, por lo que las viviendas tienen techos de materiales no durables son el 6.4 por ciento.

Cuadro 25. Viviendas vulnerables ante fenómenos naturales en el Municipio Santa María Xadani 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 Xadani	76.4	17.2	6.3	97.8	1.2	40.5

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

En cuanto a paredes, 97.8 por ciento tiene paredes durables y 1.2 por ciento tiene paredes de madera o adobe que pueden ser durables con mantenimiento adecuado. En cambio, 40.5 por ciento de las viviendas tienen pisos de tierra. En Santa María Xadani el uso de materiales durables en la vivienda en techos, paredes y pisos durables se encuentra extendido, pero se requiere formular normas para que las viviendas nuevas incluyan materiales durables en su construcción y para dar mantenimiento preventivo al parque habitacional existente y en todo caso hacerlas más resistentes a la presencia de fenómenos naturales.

4.2.5 Marginación

En el caso de Santa María Xadani, se presenta también la vulnerabilidad social de los habitantes medido por el nivel de marginación es medio, de acuerdo con los datos del Índice de Marginación como muestra el cuadro 26.

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

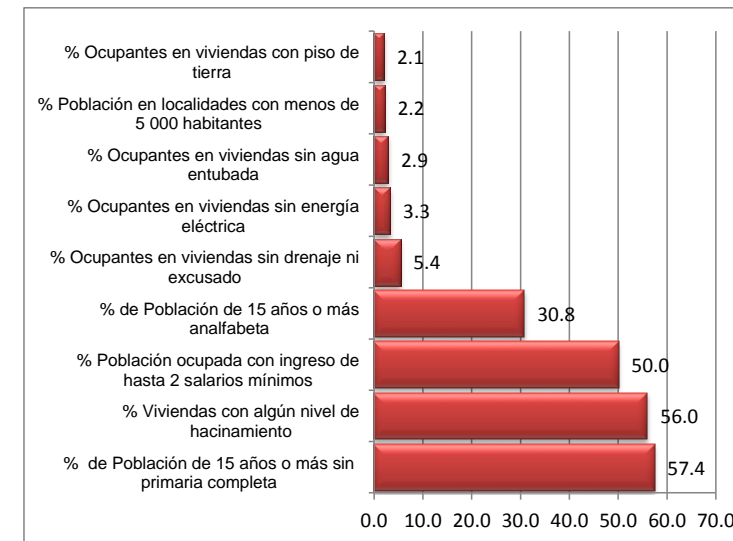
Municipio	Población total	Índice de marginación	Grado de marginación	Índice de marginación de escala 0 a 100	Lugar que ocupa en el contexto nacional
Oaxaca	3,801,962	2.14623	Muy alto	80.48110959	3
Santa María Xadani	7,781	0.1765	Medio	29.6670	1 036

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 la escolaridad de la población (57.4%), con el hacinamiento en viviendas (56%) y el nivel de ingresos (50%).

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

2010.



Fuente: CONAPO, Índice de Marginación, 2010.

A nivel localidad, indica que las localidades que comprende el municipio son de alta marginación.

Cuadro 27. Santa María Xadani, 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 de escala 0 a 100	Lugar que ocupa en el contexto estatal
Santa María Xadani	7 613	-0.038813	Alto	14.3	5,122
Los Martínez	73	1.093447	Muy alto	23.3	1,448
Colonia 10 de Mayo	68	0.142227	Alto	15.8	4,347

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

Figura 14. Santa María Xadani. Índice de marginación urbana, 2010

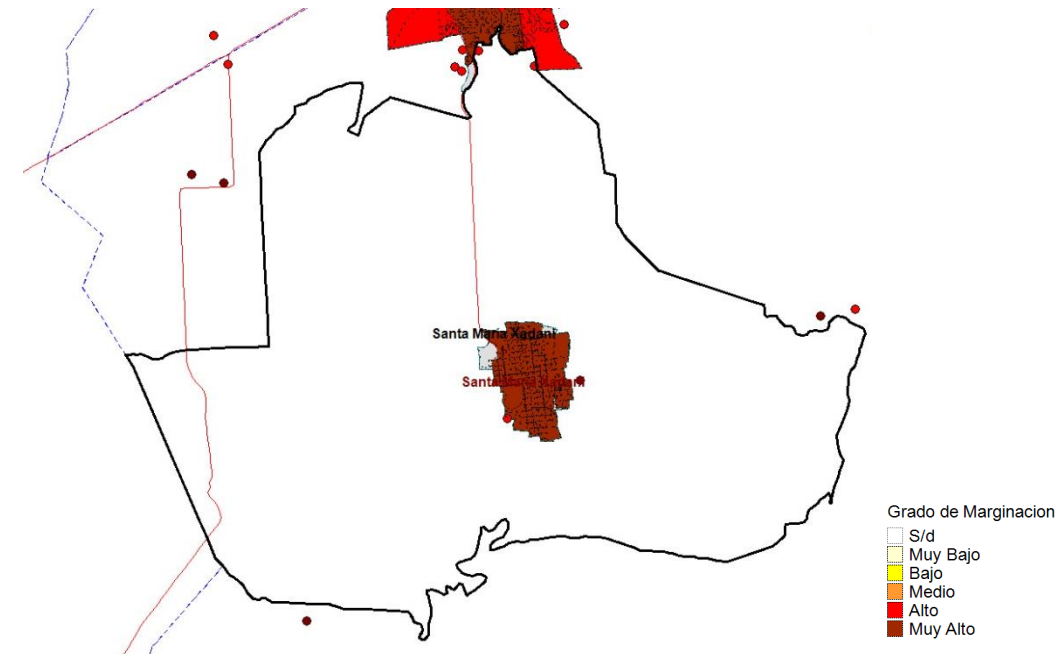
La cabecera municipal de Santa María Xadani tiene 10 AGEB cuyo grado de marginación es alto en todos.

Cuadro 28. Oaxaca e Santa María Xadani : AGEB urbanas según grado de marginación, 2010

Localidad	AGEB urbanas	Grado de marginación urbana				
		Muy alto	Alto	Medio	Bajo	Muy bajo
Santa María Xadani	10	10	0	0	0	0

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 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 Xadani en relación con Oaxaca presenta condiciones más desfavorables dado que Santa María Xadani reporta casi 17.9 puntos porcentuales más de pobres que a nivel estatal; su condición rural aumenta la proporción de pobres extremos (33.1%) 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 Xadani presenta una proporción de 47.5 por ciento, situación menos favorable que la entidad, cuya proporción es de 36.8 por ciento (cuadro 29).

Cuadro 29. Santa María Xadani, Nivel de pobreza por tipo, 2010.

	Población total	Pobreza extrema		Ingreso inferior a la línea de bienestar mínimo	
		%	Personas	%	Personas
Oaxaca	3,801,962	67.4	2,566,157	29.8	1,135,230
Santa María Xadani	6,942	85.3	5,924	33.1	2,301

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.

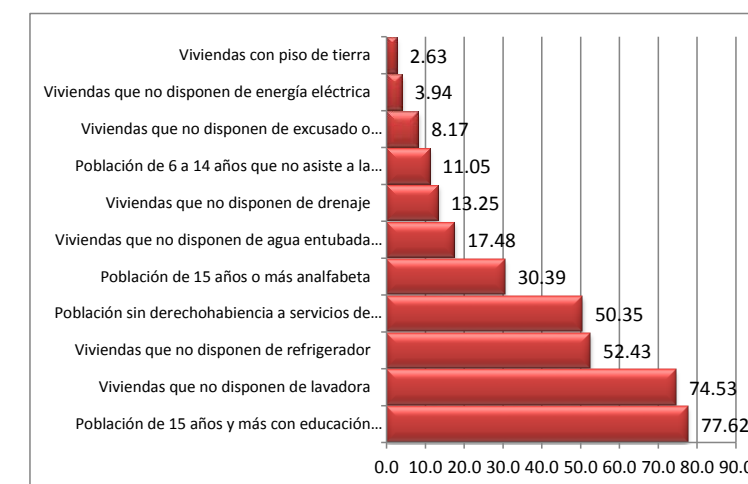
Cuadro 30. Santa María Xadani, índice y grado de marginación y lugar que ocupa en el contexto nacional por municipio, 2010.

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 Xadani	7,781	0.6942949	Alto	570

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 Xadani, las dos categorías de mayor rezago se ubican en la población de más de 15 años con educación básica incompleta (77.6%) en la disponibilidad de bienes en la vivienda, de lavadora (74.5%) y sin refrigerador (52.4%), y de derechohabencia a servicios de salud (50.35%).

Gráfica 9. Santa María Xadani, 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 Xadani cuenta con 260 habitantes que presentan algún tipo de limitación para realización de actividades, es decir el 3.4% de la población municipal tiene algún tipo de limitación para caminar o moverse independientemente, debilidad visual o auditiva.

Cuadro 31. Santa María Xadani. Población según tipo de limitaciones, 2010

Población limitada	Núm. de habitantes en el municipio	% con respecto a la población total de Mpio.
Población total	7,726	100.00
Población sin limitación en la actividad	7,466	96.63
Población con alguna limitación	260	3.37
Población con limitación para caminar o moverse, subir o bajar	127	1.64
Población con limitación para ver, aun usando lentes	80	1.04
Población con limitación para escuchar	35	0.45
Población con limitación para hablar, comunicarse o conversar	41	0.53
Población con limitación para vestirse, bañarse o comer	6	0.08
Población con limitación para poner atención o aprender cosas sencillas	3	0.04
Población con limitación mental	27	0.35

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 Xadani. 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, aun 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 Xadani	250	119	79	41	34	6	3	27	7,310
Los Martínez	4	2	1	0	1	0	0	0	67
Rancho Juquilita	*	*	*	*	*	*	*	*	*
San Valentín	*	*	*	*	*	*	*	*	*
Dos Arbolitos	*	*	*	*	*	*	*	*	*
Esteban Figueroa	*	*	*	*	*	*	*	*	*
Santo Domingo	*	*	*	*	*	*	*	*	*
Colonia 10 De Mayo	1	1	0	0	0	0	0	0	67
Rancho Guerra	*	*	*	*	*	*	*	*	*
Rancho Luis De La Cruz Martínez	*	*	*	*	*	*	*	*	*
San Antonio	*	*	*	*	*	*	*	*	*
Tres De Mayo	*	*	*	*	*	*	*	*	*
Rancho María Isabel	*	*	*	*	*	*	*	*	*
Rancho Ángel De La Cruz	*	*	*	*	*	*	*	*	*
Beza Yaga	*	*	*	*	*	*	*	*	*

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

4.3 Principales actividades económicas

El Municipio de Santa María Xadani tiene una escasa participación económica en la entidad dado que ocupa el 0.27 por ciento del personal ocupado de la entidad y 0.55 por ciento de las unidades económicas, pero su aportación económica es de 0.09 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 1,112 empleos locales, que no satisfacen las necesidades laborales de la población residente y se tiene que trasladar a otras ciudades próximas (cuadro 33).

Cuadro 33. Indicadores de la participación del municipio Santa María Xadani 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 Xadani	795	1,112	32,706
%	0.55	0.27	0.09

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 Xadani, el sector manufacturas tiene mayor importancia dado que absorbe 597 establecimientos y emplea a 690 personas y genera 54.8 por ciento del valor agregado del municipio. Le sigue el comercio al por menor el cual tiene 136 establecimientos con 266 personas ocupadas y genera el 19.8 por ciento del valor agregado en el municipio.

Cuadro 34. Principales sectores de actividad económica en el Municipio Santa María Xadani, su aportación al VACB, personal ocupado y unidades económica (%) en 2008.

		Abs	%	Abs	%	Abs	%
11	AGRICULTURA, CRÍA Y EXPLOTACIÓN DE ANIMALES, APROVECHAMIENTO FORESTAL, PESCA Y CAZA (SÓL)	10	1.26	23	2.07	864	2.64
22	GENERACIÓN, TRANSMISIÓN Y DISTRIBUCIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA, SUMINISTRO DE AGUA Y DE GAS	*	-	5	0.45	1,137	3.48
31	INDUSTRIAS MANUFACTURERAS	597	75.09	690	62.05	17,945	54.87
43	COMERCIO AL POR MAYOR	*	-	5	0.45	0	0.00
46	COMERCIO AL POR MENOR	136	17.11	266	23.92	6,226	19.04
53	SERVICIOS INMOBILIARIOS Y DE ALQUILER DE BIENES MUEBLES E INTANGIBLES	*	-	3	0.27	112	0.34
54	SERVICIOS PROFESIONALES, CIENTÍFICOS Y TÉCNICOS	*	-	2	0.18	104	0.32
56	SERVICIOS DE APOYO A LOS NEGOCIOS Y MANEJO DE DESECHOS Y SERVICIOS DE REMEDIACIÓN	*	-	2	0.18	5	0.02
62	SERVICIOS DE SALUD Y DE ASISTENCIA SOCIAL	*	-	2	0.18	0	0.00
71	SERVICIOS DE ESPARCIMIENTO CULTURALES Y DEPORTIVOS, Y OTROS SERVICIOS RECREATIVOS	*	-	9	0.81	46	0.14
72	SERVICIOS DE ALOJAMIENTO TEMPORAL Y DE PREPARACIÓN DE ALIMENTOS Y BEBIDAS	43	5.41	94	8.45	6,046	18.49
81	OTROS SERVICIOS EXCEPTO ACTIVIDADES GUBERNAMENTALES	9	1.13	11	0.99	221	0.68
	Total	795	100.0	1,112	100.0	32,706	100.0

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

4.4 Características de la Población Económicamente Activa

En Santa María Xadani, del total de la población de 12 años y más, 59.5 por ciento tiene alguna actividad y 40.5 por ciento no es activa. De los casi 3.2 mil personas de la PEA el 96.9 por ciento se encuentra ocupada y solo un 3.1 por ciento no está ocupada. En comparación con el promedio de Oaxaca este municipio se encuentra en condiciones favorables en el empleo generado.

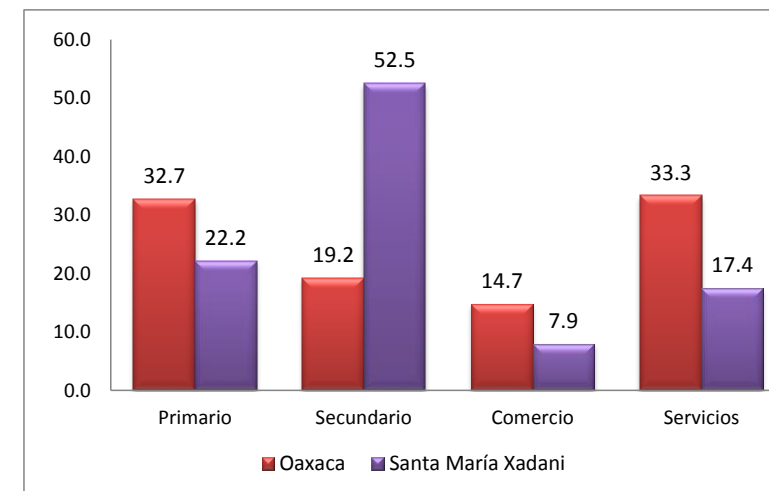
Cuadro 35. Oaxaca e Santa María Xadani : Condición de actividad económica, 2010

Entidad /municipio	Población de 12 años y más	Condición de actividad económica					Población no económicamente activa	%
		Población económicamente activa						
Oaxaca	2,825,071	1,343,189	47.5	96.7	3.3	1,481,882	52.5	
Santa María Xadani	5,400	3,214	59.5	96.9	3.1	2,186	40.5	

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

Por sectores, la población económicamente activa de Santa María Xadani se emplea principalmente en el sector secundario, donde se ubican 52.5 por ciento (gráfica 10). Esta proporción supera por mucho el promedio estatal que es de 19.2 por ciento. En cambio, en actividades primarias, comercio y servicios el municipio se encuentra por debajo del estado.

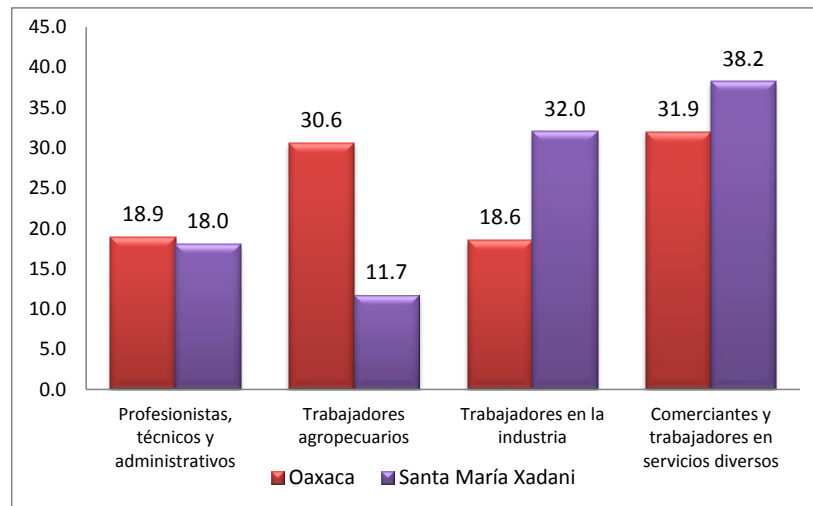
Gráfica 10. Oaxaca e Santa María Xadani , Distribución por sectores económicos de la PEA Ocupada, 2010



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 trabajadores en servicios (38.2%) y manufacturas (32%). 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 (gráfica 11).

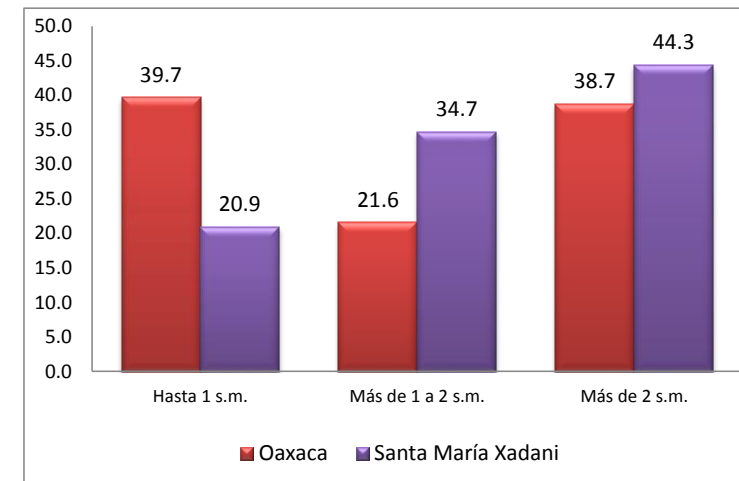
Gráfica 11. Oaxaca e Santa María Xadani , Distribución por división ocupacional de la PEA Ocupada, 2010



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

Finalmente, el nivel de ingresos indica que la PEA que recibe de 1 a 2 vsm(34.7%) y más de 2 vsm (44.3%) (Gráfica 12). Esto denota una situación relativamente favorable del municipio que la entidad, donde hay una proporción de población tiene más recursos económicos.

Gráfica 12. Oaxaca e Santa María Xadani, Distribución por nivel de ingreso de la PEA Ocupada, 2010

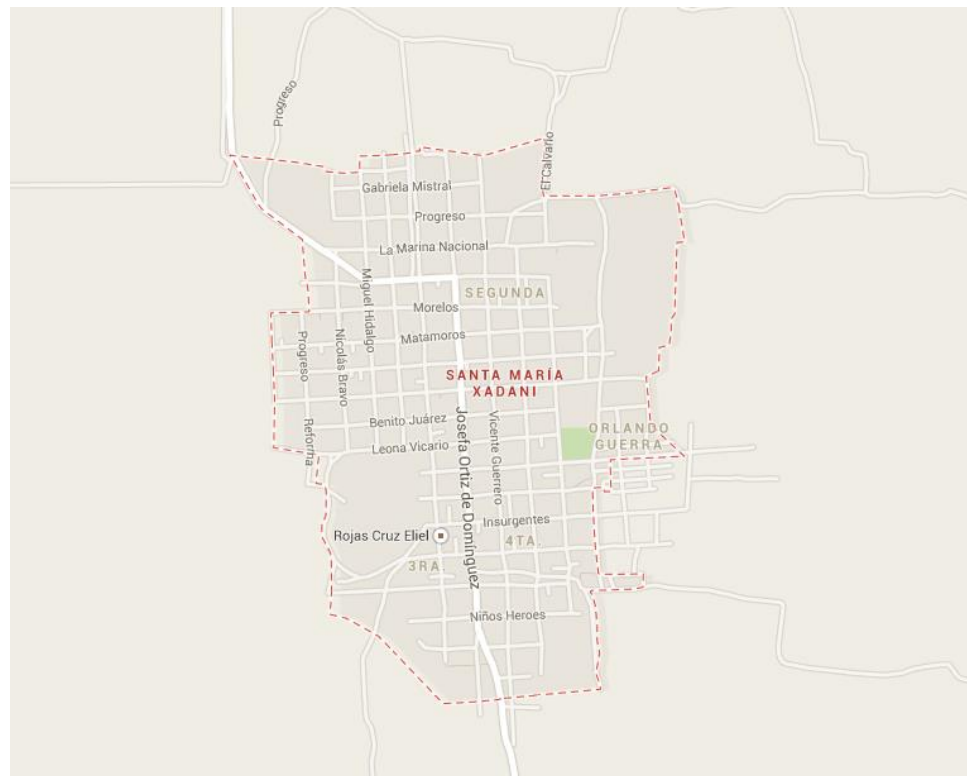


Fuente: Elaboración propia con base en INEGI. Censo de Población y Vivienda 2010.

4.5 Estructura urbana

El Municipio de Santa María Xadani se localiza en la región sur del Estado de Oaxaca, en las proximidades de la ciudad de Juchitán. La cabecera se localiza al sur de esa ciudad y su acceso parte de Juchitán por terracería hasta la calle principal, Josefa Ortiz de Domínguez. La localidad tiene un trazado reticular que facilita que diversas calles se comuniquen directamente con la calle principal. Las principales avenidas paralelas a esta son Vicente Guerrero y calle de Los Deportes.

Al poniente se ubica una pequeña elevación que rodea las calles de Francisco I Madero y Reforma. Al noroeste, noreste y sureste las calles al límite se convierten en brechas que unen algunas otras pequeñas localidades con la cabecera municipal. Hacia el sur la calle principal desemboca en la Laguna Superior.



Santa María Xadani

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

4.6 Reservas Territoriales

El municipio de Santa María Xadani no cuenta con delimitaciones de reservas territoriales delimitadas.

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

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

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

Los fenómenos naturales que se producen por la dinámica de la superficie de la corteza terrestre, tanto la que le da origen como la que la modifica, 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.

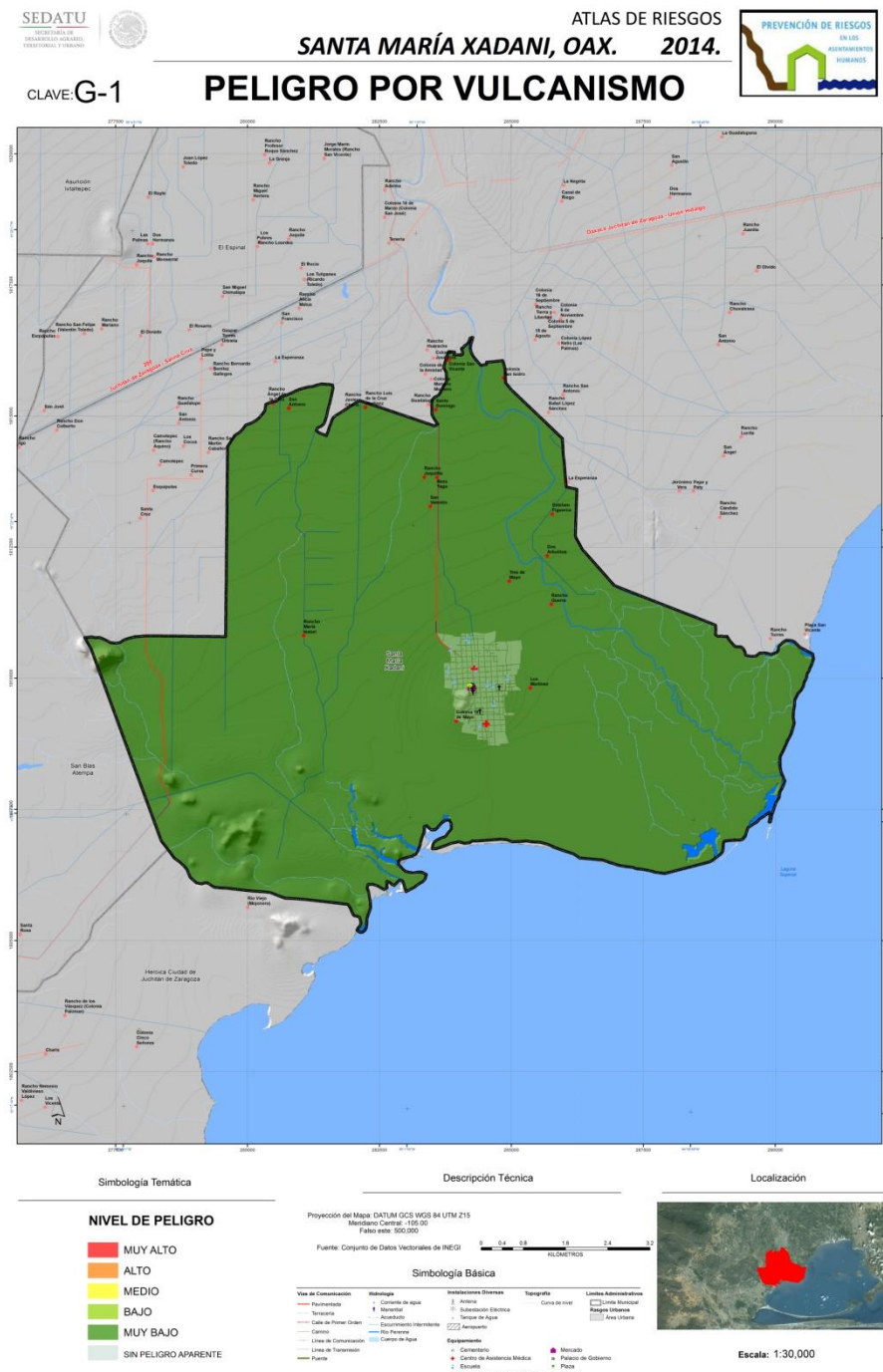
5.1.1 Vulcanismo

El municipio de Santa María Xadani, Oaxaca, se localiza en la costa del Pacífico del estado de Oaxaca. En la zona sismogeneradora y de generación de magmas por excelencia para México, es aquí en donde inicia la maquinaria que genera el magmatismo que se ve expuesto en el centro del país. Pero para que esto ocurra es necesario que la placa que se introduce por debajo de la placa de Norteamérica llegue a una profundidad aproximada de 100 km, cuando las condiciones petrográficas cambian y se produce la fusión. En México este fenómeno supone que ocurre a cada 350 km al interior del continente, justo en el centro del país. Por esta razón la probabilidad de que se emplace un volcán al interior del municipio es prácticamente nula. Por otro lado también es importante considerar que los volcanes tienen la capacidad de afectar un radio a su alrededor. Dependiendo de los productos expulsados por el volcán será el alcance de los mismos. Los volcanes de mayor actividad en México, más cercanos al municipio, son los Tuxtlas, en Veracruz, y el Chichonal en Chiapas (Fig.). La distancia a la cual se encuentran estas estructuras es mayor a los 200 km. Por lo que es muy difícil que sus productos, en caso de tener una erupción de gran magnitud, alcancen el territorio ocupado por el municipio. Pero en caso de que estos volcanes presenten actividad de tipo explosiva, la ceniza podría alcanzar el territorio de Xadani, por este motivo el peligro volcánico es muy bajo (Fig. 6).



Figura 19 Distancia de los principales volcanes cercanos a Santa María Xadani, Oaxaca (Fuente: Google Earth 2014).

Figura 20. Mapa de peligro volcánico para el municipio de Santa María Xadani, Oaxaca.



En el caso del riesgo volcánico, debido a la distancia del municipio con respecto a los volcanes activos o potencialmente activos, conocidos en México el riesgo obtenido fue muy bajo. Es importante señalar que la posibilidad de que el municipio se vea afectado por un fenómeno volcánico es poco factible.

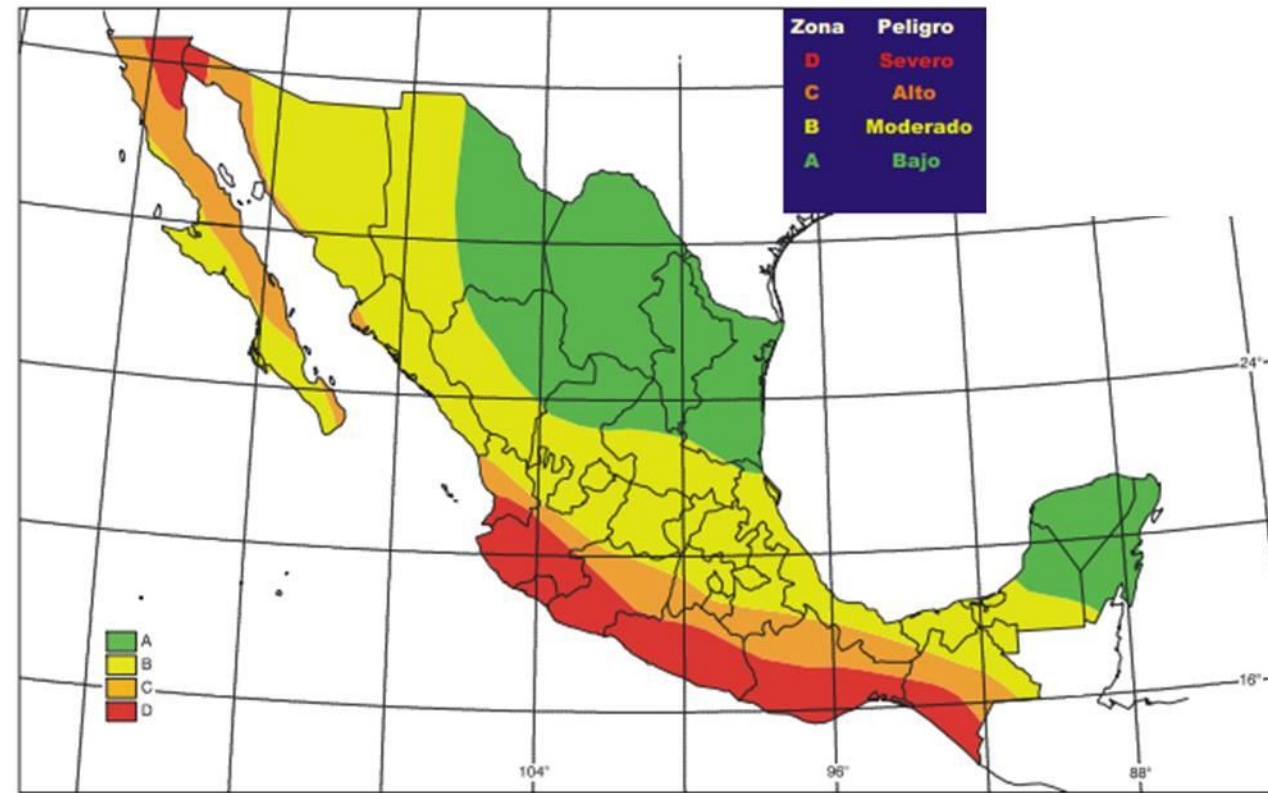
5.1.2 Sismos

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

En el país se presentan los tres tipos de fenómenos. El límite de las placas de Norteamérica y Pacífica, en el Mar de Cortés, se presenta el proceso de extensión y en continente en dos lugares ocurre (cerca de Mexicali y en el estado de Chiapas) el proceso de transcurencia. 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 A no se tienen registros históricos de sismos, no se han reportado sismos en los últimos 80 años. Las zonas B y C son zonas intermedias, aquí los registros de sismos no son tan frecuente. La zona D es una zona donde se han reportado grandes sismos históricos, y su ocurrencia es muy frecuente. Cabe resaltar que esta división toma como fuente principal de sismicidad la zona de subducción y desprecia la sismicidad ocurrida intraplaca (Fig. 2).

Figura 21. Mapa de zonas sísmicas de acuerdo con la zona sismogeneradora en el país. Nótese que el borde costero de Oaxaca se encuentra en la zona de mayor peligrosidad sísmica



Servicio Sismológico Nacional

El municipio de Santa María Xadani, se encuentra en la zona D, aproximadamente a 40 km del borde en donde se introduce la placa de Cocos por debajo de la Norteamericana, es decir de la zona sismogeneradora. La actividad sísmica en el borde costero del Pacífico es muy elevada, solo en el estado de Oaxaca tenemos más de 200 sismos de magnitudes que mayores a 3 y hasta cerca de 6 en los últimos 6 años (de enero del 2006 a diciembre del 2012) (Fig.). Los sismos de mayor magnitud (+5) registrados por el Servicio Sismológico Nacional (SSN) ocurridos dentro del estado, tienen una recurrencia cada 3 años aproximadamente (2006, 2009, 2011).

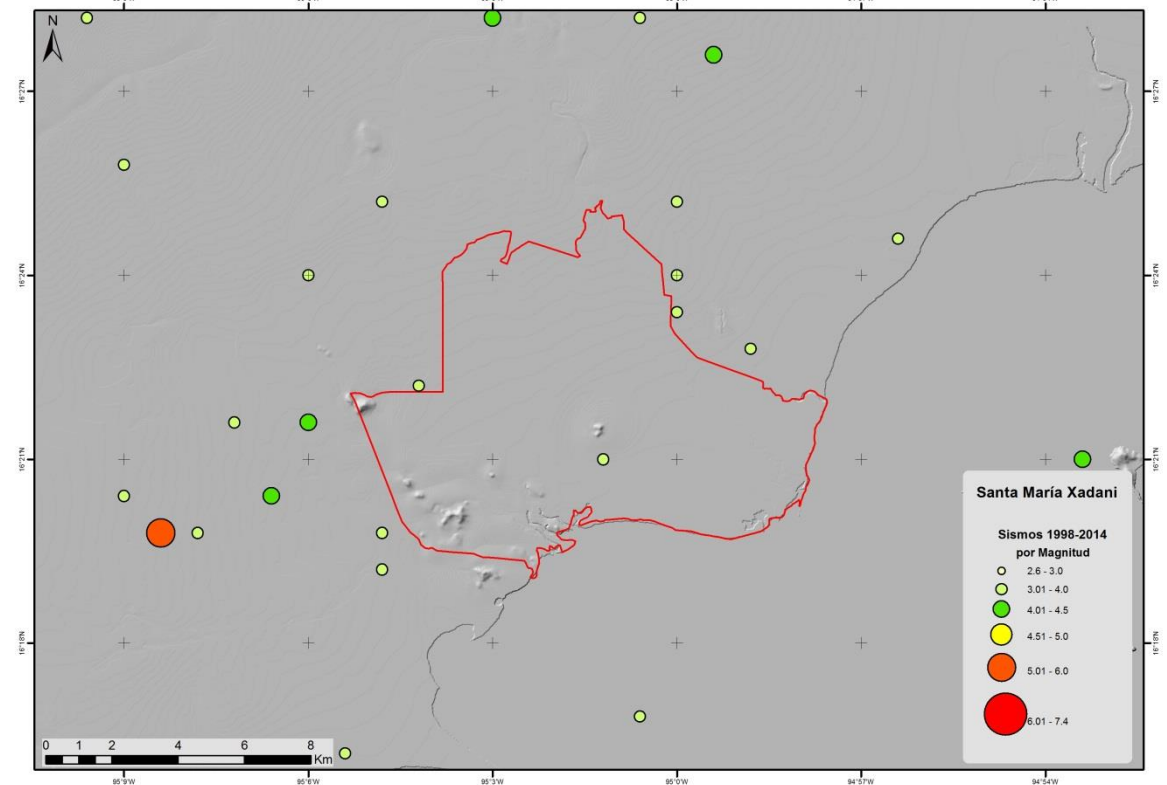


Figura 22. Mapa en donde se muestran los principales sismos ocurridos cerca del municipio de Santa María Xadani, Oaxaca (datos de la tabla 1, tomados del SSN, 2014).

Esta recurrencia sísmica, también puede observarse, a grosso modo, en los sismos ocurridos dentro o en los alrededores del municipio de Santa María Xadani. Para la determinación del peligro sísmico no solo es importante la ocurrencia y cercanía del movimiento tectónico, sino además el comportamiento de los materiales (litología), en el terreno, cuando la onda sísmica viaja en ellos. Los posibles efectos de sitio producidos por la competencia de los materiales en respuesta a las ondas sísmicas. De esta manera las capas lacustres y friables constituidos por materiales finos (arenas finas, limos y arcillas) y saturados en agua pueden amplificar el fenómeno físico.

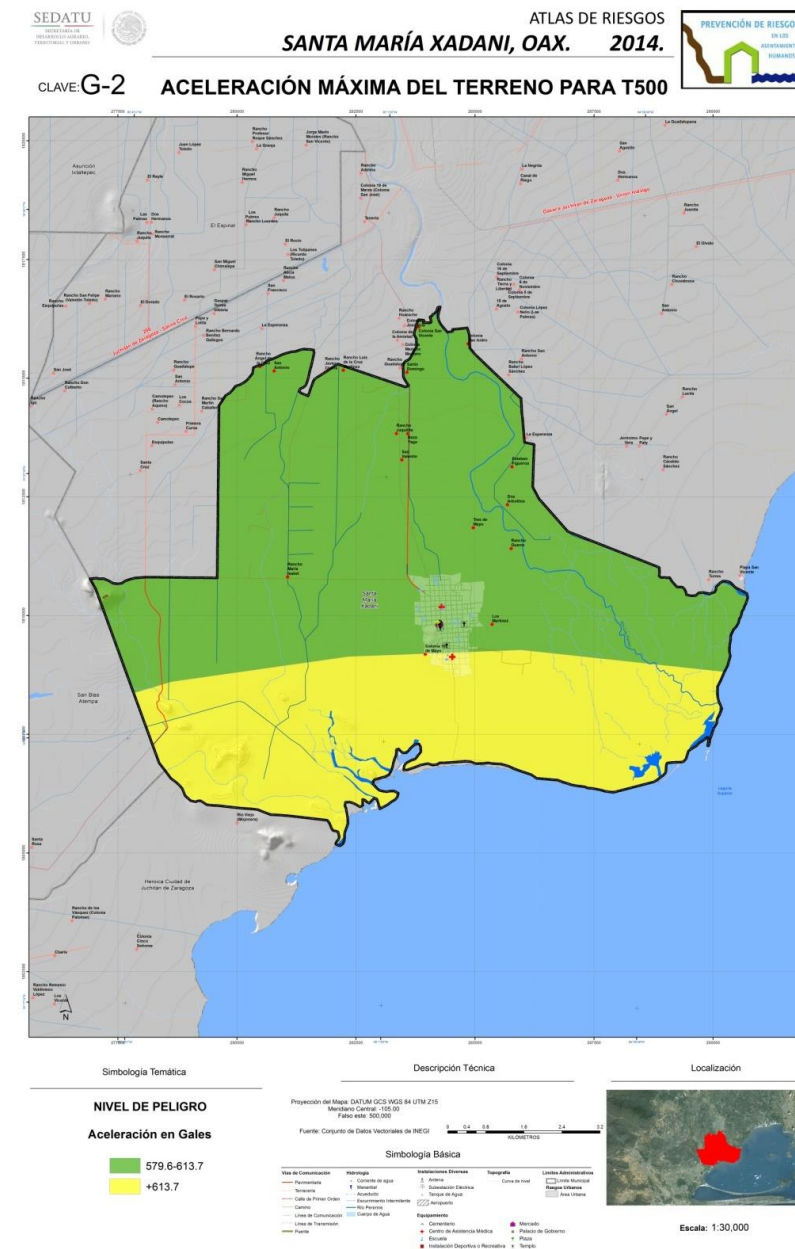
Las construcciones se vuelven más vulnerables a las ondas sísmicas independientemente de que tan lejos se encuentren del foco. Si además se concatenan los fenómenos de sitio con el tamizado natural resultado del oleaje y erosión eólica ocurrido en las costas, así como de la selección de los materiales más finos por parte de los ríos al desembocar en el mar y el alto nivel

La superficie con susceptibilidad alta, cubre en su totalidad al territorio de Xadani. Esto se debe a la cantidad y cercanía del municipio con la zona sismogeneradora. A su vez, aunque la litología del municipio se define como un material de alta competencia, el nivel de deformación y el tiempo de exposición del mismo a debilitado sustancialmente la parte más superficial del entorno.

La zona de susceptibilidad media, es la zona de lomeríos constituidos por materiales de mayor competencia, como lo son las rocas ígneas intrusivas y las sedimentarias químicas. Estas zonas se observan como manchones a lo largo del municipio.

El desplazamiento de las ondas sísmicas producidas por el rompimiento cortical de las fuerzas de resistencia interna por efecto de dos esfuerzos compresivos o distensivos está en función de tres elementos principales: la fuente del movimiento, trayectoria de las ondas sísmicas y las condiciones de sitio. La trayectoria de las ondas y el efecto de sitio se encuentran en función de las condiciones geológicas y estratigráficas del lugar. El movimiento del suelo puede explicarse de dos formas: Movimiento débil de baja amplitud debido a fuentes distantes y, movimiento fuerte de gran amplitud o cercano a la fuente. En este sentido la aceleración del sustrato, relacionada con la fuerza y es la mejor forma de cuantificar el movimiento real, para este objetivo se utilizan acelerógrafos. La aceleración (medida en Gales (gal) se indica como una fracción de la aceleración de la gravedad (980 cm/seg^2) (Ávila, 2011). De acuerdo con lo anterior y en función de obtener el mapa de peligro sísmico de un lugar, en este caso municipio, se emplean datos y modelos teóricos que describan la sismicidad de fuentes potencialmente peligrosas. En este caso, se define la zona fuente o sismogeneradora (Trinchera Mesoamericana). El mapa de peligro sísmico se muestra en términos de tasa de excedencia de la aceleración máxima del terreno equivalente al proceso de renovación. En el presente trabajo se muestra el mapa de curvas de iso-aceleración (en gales) del municipio, para un periodo de recurrencia de 500 años ($T=500$). Este mapa fue elaborado por Zuñiga et al. (1997), de acuerdo con los valores de aceleración sísmica colectados por el Servicio Sismológico Nacional.

Figura 24. Mapa de aceleración del terreno para un periodo de recurrencia de 500 años.



La cartografía de peligrosidad sísmica se ha enfocado a definir las zonas susceptibles que maximizan la aceleración del terreno cuando las ondas sísmicas pasan por él. En este sentido la

regionalización geomorfológica es una herramienta potente para la definición de áreas susceptibles a maximizar las ondas sísmicas. El mapa de peligros sísmico que se presenta está definido de acuerdo con la vocación geológica, estratigráfica y geomorfológica del terreno; por lo que corresponde a un mapa que representa terrenos que son susceptibles a incrementar la aceleración del terreno cuando este se ve afectado por un movimiento sísmico.

Para poder caracterizar el riesgo es necesario reconocer los diferentes escenarios de fenómenos potencialmente peligrosos en un territorio y el nivel de vulnerabilidad de una comunidad. Si uno de estos dos elementos falta el riesgo no puede ser determinado. 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.

La vulnerabilidad es fundamental para la evaluación de daños o afectación en una población o sociedad. Pero a su vez, puede llegar a ser la variable más compleja, debido a su diversidad conceptual. Dentro de las definiciones de vulnerabilidad destacan la de Cardona (2001) que indica: *es la predisposición, susceptibilidad o factibilidad física, económica, política o social que tiene una comunidad de ser afectada o de sufrir daños en caso de que un fenómeno desestabilizador de origen natural o antrópico se manifieste, por lo que la comunidad, carece de la capacidad para adaptarse o ajustarse a determinadas circunstancias.* La CEPAL y El BID indican que: *es la probabilidad de que una comunidad expuesta a una amenaza natural (peligro natural) según el grado de fragilidad de sus elementos (infraestructura, vivienda, actividades productivas, grado de organización, sistemas de alerta, desarrollo político-institucional...), pueda sufrir daños humanos y materiales.* Como se puede ver, la vulnerabilidad es un concepto complejo que puede definirse de acuerdo con múltiples factores: físicos, naturales, ecológicos, tecnológicos, sociales, económicos, territoriales, culturales, educativos, funcionales, político-institucionales y administrativos como temporales (Chardon y González 2002). Bajo este contexto los factores pueden dividirse en Físicos (ubicación), Naturales (fenómeno natural, magnitud del mismo, fragilidad de ecosistema, suelo, erosión, clima), Ecológicos (medio ambiente), TECNOLÓGICOS (TIPO DE VIVIENDA Y CONSTRUCCIÓN, calidad de la infraestructura, tratamiento de residuos o recursos), Sociales (población, mortalidad, marginalidad, segregación, densidad poblacional, etc), Económicos (Recursos, pobreza, PIB, etc), Territoriales (planeación,

uso de suelo, urbanización, etc), Culturales (Historia, religión, clase, etc), Educativo, Funcionales, Políticos-institucionales y administrativos.

El instituto encargado para la prevención de riesgos naturales en México, estipula que la vulnerabilidad que debe cartografiarse es la FÍSICA, entendiéndose como aquella relacionada con la infraestructura, construcción y vivienda. Pero existen fenómenos naturales que tienen la capacidad de arrasar independientemente del tipo de construcción que se emplee o tenga una comunidad. Por ejemplo, los flujos de lava pueden resultar inevitables en el caso de la destrucción de alguna infraestructura, en este caso la vulnerabilidad podría reducirse si la casa fuera móvil, es decir, relocalizar la construcción. Esto indica que el factor TECNOLÓGICO y no físico, depende del tipo de fenómeno natural que puede afectar a la construcción. Por esta razón, la vulnerabilidad SOCIAL y la FÍSICA (dependiente de la vocación del terreno o ubicación) tienen una mayor permeabilidad o utilidad bajo el estudio de riesgos bajo la escala temporal y cartográfica del presente atlas.

Bajo este contexto se realizó el estudio de vulnerabilidad de las principales localidades inmersas en el municipio de Santa María Xadani, Oaxaca. Una vez obtenidos los resultados fueron cruzados con los mapas de susceptibilidad a presentar alguno fenómeno geológico potencialmente peligroso del territorio y se obtuvo una matriz de datos que fue modificada de acuerdo al cruce de la información. En las comunidades estudiadas se obtuvo un índice con dos valores, vulnerabilidad global alta y media. Mientras que en los mapas de susceptibilidad de peligros geológicos se definieron áreas con susceptibilidad alta, media y baja, de acuerdo con la probabilidad de ocurrencia de los fenómenos en particular. De esta manera se reclasificó la matriz de datos, obteniendo la siguiente configuración:

Peligro	+	Vulnerabilidad	=	Riesgo
ALTO		ALTO		ALTO
MEDIO		ALTO		ALTO
BAJO		ALTO		MEDIO
MUY BAJO		ALTO		BAJO
NULO		ALTO		NULO

De acuerdo con los valores obtenidos las zonas de mayor importancia son aquellas en donde existe una alta probabilidad de ocurrencia de un fenómeno natural potencialmente peligroso, junto con condiciones sociales y económicas precarias. Lo que da como resultado zonas de riesgo muy alto. En cambio aquellas que tienen una media probabilidad de ocurrencia de peligros y/o alta vulnerabilidad fueron consideradas como zonas de riesgo alto. Las zonas con riesgo medio ocurren cuando el peligro es bajo y la vulnerabilidad es alta. Debido a que la cabecera municipal solo presenta el valor de alta vulnerabilidad, se definen esos tres rubros. En caso de que no ocurra un fenómeno potencialmente susceptible pero la zona presente alta vulnerabilidad, la ecuación que produce el riesgo no puede realizarse.

Para tener una caracterización más específica de los peligros se realizaron los cruces de vulnerabilidad con cada uno de los fenómenos geológicos definidos. Por esta razón, en algunos mapas los valores de riesgo aparecen como nulos. Esto ocurre debido a la relación de peligro y vulnerabilidad, si alguno de estos factores falta en la ecuación, no puede ser calculado el riesgo.

El relieve del municipio de Santa María Xadani, presenta las condiciones necesarias para incrementar la aceleración de las ondas sísmicas, relieve sub-horizontal, nivel freático somero, material aluvial y cercanía a la zona sismogeneradora. Un aspecto que incrementa la susceptibilidad es la cercanía al mar, ya que la temperatura e hidratación con la brisa marina o los anuales incrementos de humedad con las tormentas tropicales o ciclones, generan ciclos extremos de secado-hidratado y compactación-hinchamiento. Por otro lado el riesgo debido a los niveles de vulnerabilidad pueden incrementar sustancialmente el riesgo. Aunque cabe mencionar que las construcciones presentan pilares y en algunos casos basamento (Fig XX). Todas las localidades se encuentran en la zonas de riesgo alto por efecto sísmico (Santo Domingo, Rancho Guadalupe, Javier Charis, Juquilita Beza Yaga, San Valentín, Esteban Figueroa, Dos Arolitos, Tres de Mayo, Rancho Guerra, María Isabel y Los Martínez).

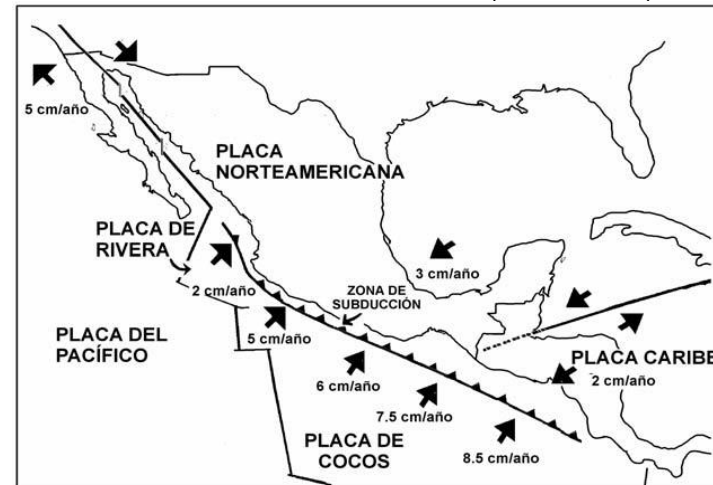


Fig. XX. Construcciones precarias pero con pilares en las esquinas y techo o losa delgada. La casa se encuentra sobre un abandonado banco de aluvión, posiblemente por efecto de inundaciones antiguas.

5.1.3 Tsunamis o maremotos

El municipio de Santa María Xadani está localizado en la provincia fisiográfica Istmo de Tehuantepec y Llanura Costera del Golfo de Tehuantepec, la cual tiene su origen en distintos procesos geológicos, entre ellos el tectonismo generado por la subducción entre la Placas de Cocos y la Placa Norteamericana. Por lo tanto, la zona de estudio es afectada por la presencia de sismos tectónicos (Fig. 4).

Figura 4. Ubicación del territorio nacional con respecto a las placas tectónicas



Fuente: CENAPRED 2006

De acuerdo con las características de los Tsunamis, se ha determinado que el movimiento inicial que los propicia es una dislocación vertical de la corteza terrestre en el fondo del océano ocasionada por sismos, erupciones volcánicas o deslizamientos de grandes masas de tierra, por lo que es importante definir en qué condiciones se encuentra la zona de estudio para determinar el nivel de afectación que puede haber por la presencia de tsunamis.

De acuerdo con el Servicio Sismológico Nacional (2005), los temblores cuyo epicentro está en el mar y ocurren cerca de una zona de subducción tienen capacidad de transmitir la energía y el movimiento a la capa de agua y de generar un tsunami. En México, el temblor de 1985 ocurrido frente a las costas de Michoacán generó un pequeño tsunami que afectó a Lázaro Cárdenas, con olas mucho más reducidas que las de Asia en 2004, de apenas un par de metros, pero ya con capacidad destructiva. El mayor temblor más reciente, el de Colima, en 1995, fue de 7.9 y generó un tsunami que afectó las costas de Jalisco, siendo Barra de Navidad la zona más dañada.

En el catálogo de tsunamis se han registrado diversos eventos en las costas de Oaxaca, en particular se tienen registro de la presencia de un tsunami en las costas de Puerto Escondido con una altura máxima de las olas de 1.5m. El tsunami fue generado por un sismo de magnitud de 7.6° el día 29 de noviembre de 1978 (CENAPRED, 2005).

A partir de los registros históricos el CENAPRED establece una clasificación de áreas costeras susceptibles de afectación por tsunamis en las costas del Océano Pacífico, entre las que se encuentran: la zona receptora de tsunamis lejanos en los estados de Sinaloa, Coahuila, Baja California Norte y sur; y la zona generadora de tsunamis locales y receptora de lejanos, donde se encuentran los estados de Nayarit, Colima, Jalisco, Guerrero, Oaxaca y Chiapas, donde se

pueden presentar olas de hasta 10 m de altura. Por lo tanto para establecer los peores escenarios esperados por la afectación de tsunamis en estos estados se debe tomar como referencia la cota 10 msnm.

Debido a que la zona de estudio está localizada cerca de la región receptora de tsunamis locales y lejanos, se ha considerado un peligro medio a la afectación de tsunamis a las zonas que están por debajo de los 10 msnm. Tomando en cuenta que las características geográficas que presenta el municipio de Santa María Xadani, Oaxaca, no son las idóneas para que los tsunamis penetren tierra adentro, debido a que se encuentra alejada del mar pero conectada a su vez por el gran estuario. Solo el borde costero y estuarino de poca altura que conforma el cordón costero definido por la cota 10 m como el límite superior de afectación para la elaboración del mapa de peligros.

Figura 25. Imagen de distancia entre municipio y playa más cercana.



Elaboración propia con base en información de INEGI y Servicio Sismológico Nacional, UNAM

Algunos indicadores de la ocurrencia de tsunamis pueden verse enmascarados por la interacción humana, como zonas perturbadas en la marisma y de lodos costeros, así como la acumulación o depositación de materiales marinos exóticos tierra adentro. En los recorridos no se observaron indicadores claros de límites de inundación marina resultado de tsunamis históricos. Se reconocieron más flujos de escombros por inundaciones súbitas, pero ninguno por efecto marino.

5.1.4 Procesos gravitacionales (Deslizamientos¹)

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

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

Al tomar en cuenta los aspectos anteriores se realizó el mapa de susceptibilidad de procesos de remoción en masa, para el municipio de Santa María Xadani, 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 40 no pueden ser representados (Fig. 24)

¹ Nota: El término “Deslizamientos” solo se refiere a un tipo de proceso, se sugiere usar “Procesos Gravitacionales o de Remoción en Masa”.

Figura 26. Mapa de Peligro por Tsunamis

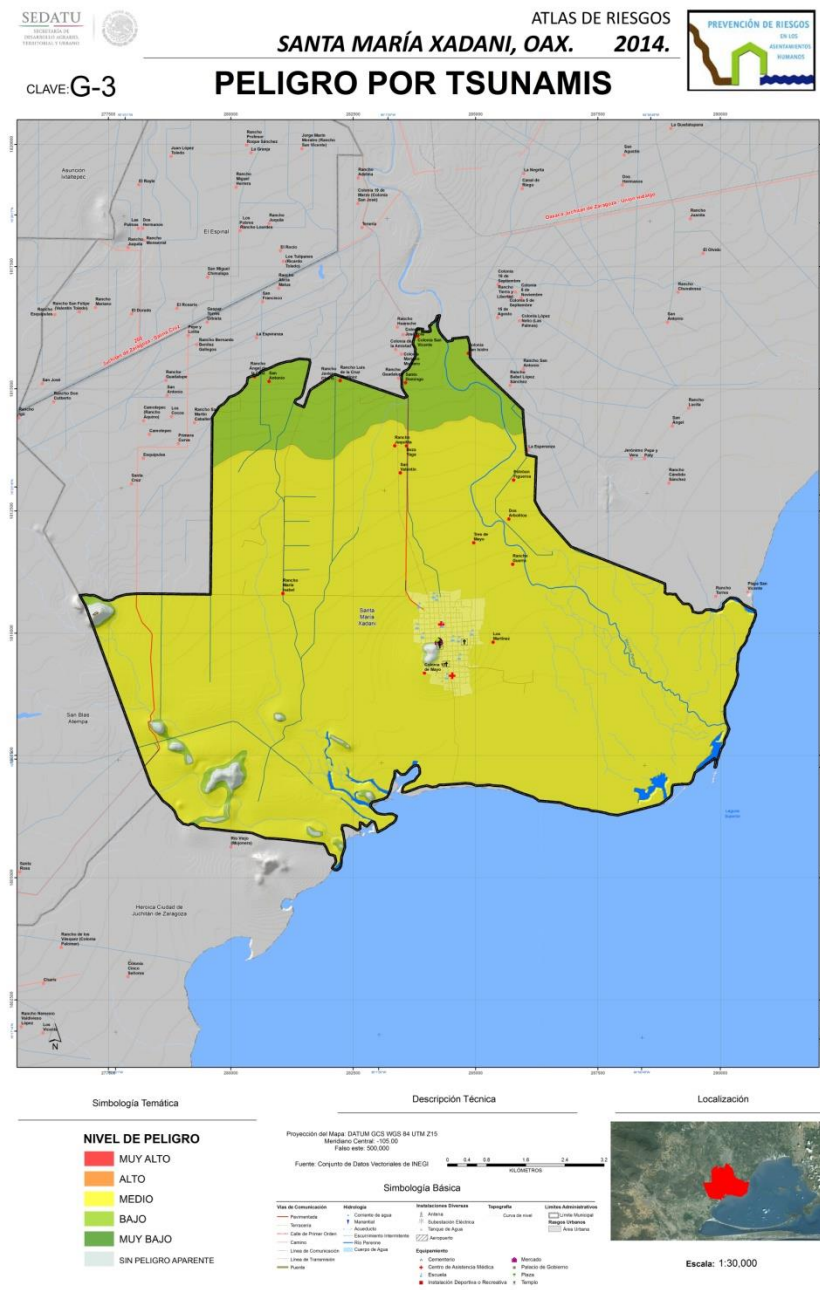
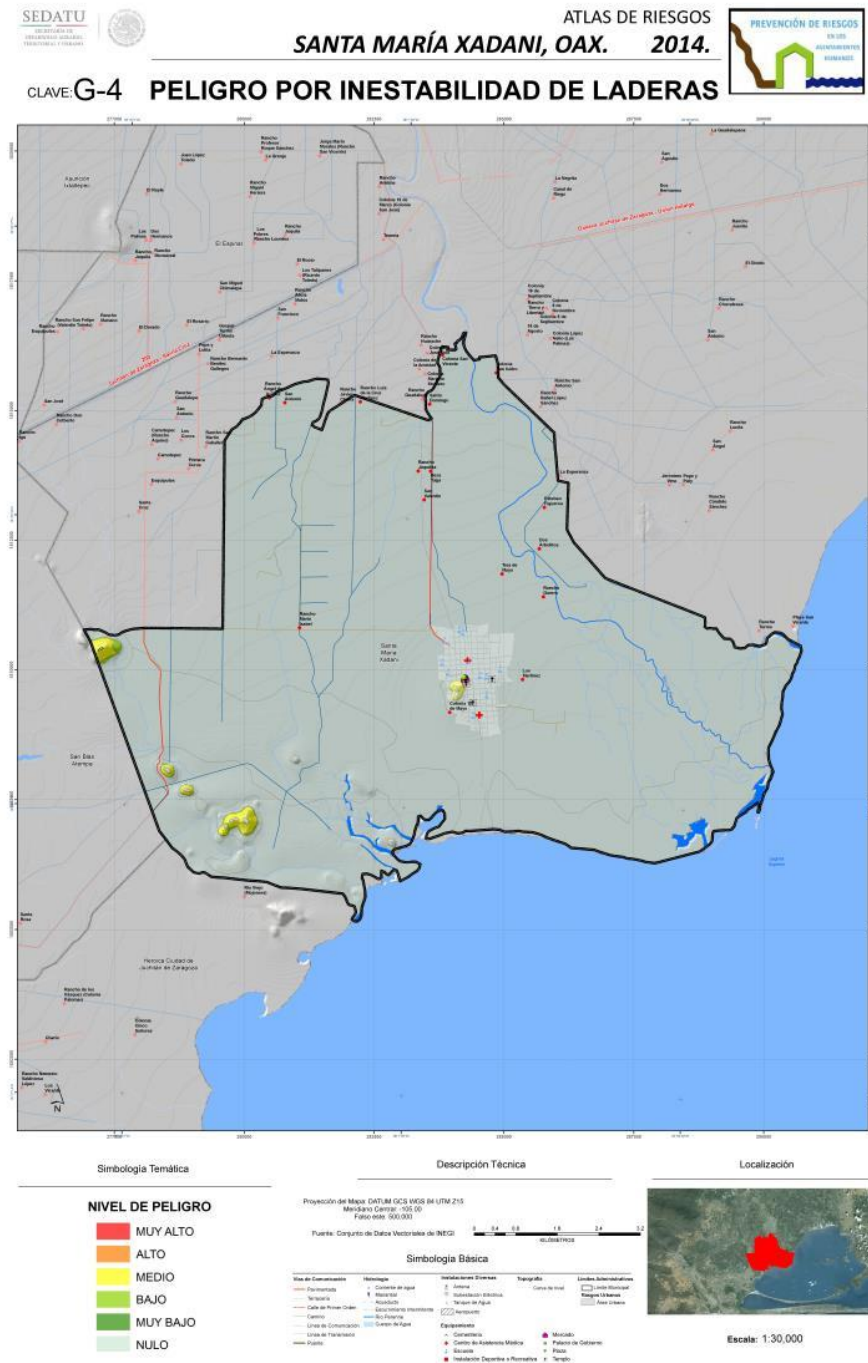


Figura 27. Mapa de áreas susceptibles a presentar deslizamientos de tierra, en el municipio de Santa María Xadani, Oaxaca.

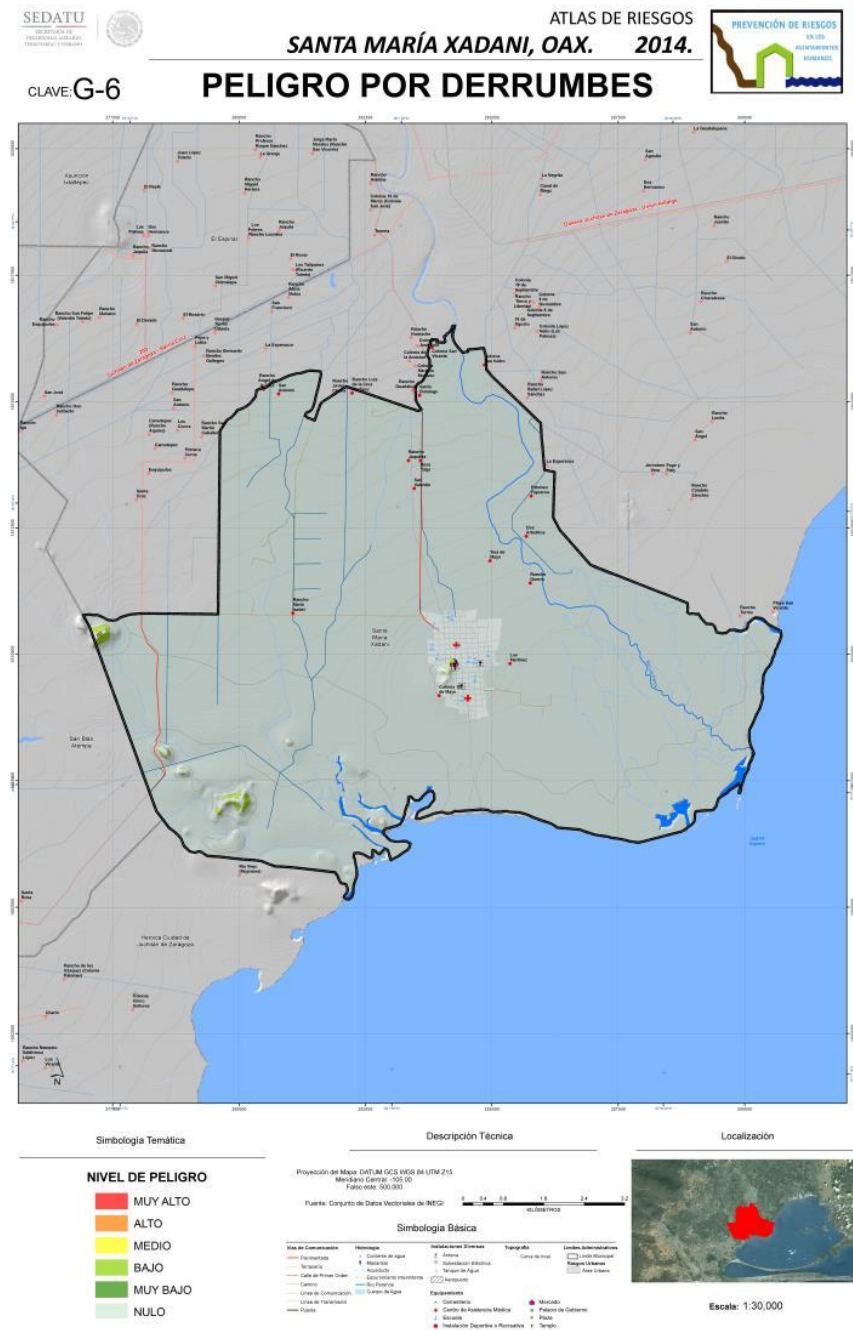


5.1.5 Derrumbes

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

Dentro de esta sección se toman en cuenta los vuelcos, este fenómeno consiste en la rotación hacia la parte exterior de la ladera de una masa de roca o suelo, en torno a un eje determinado por su gravedad; el movimiento es perpendicular a las grietas o discontinuidades que generan su separación del bloque principal. Este proceso se presenta en rocas o materiales con ruptura por la presencia de diaclasas, grietas y superficies columnares (Fig. 27).

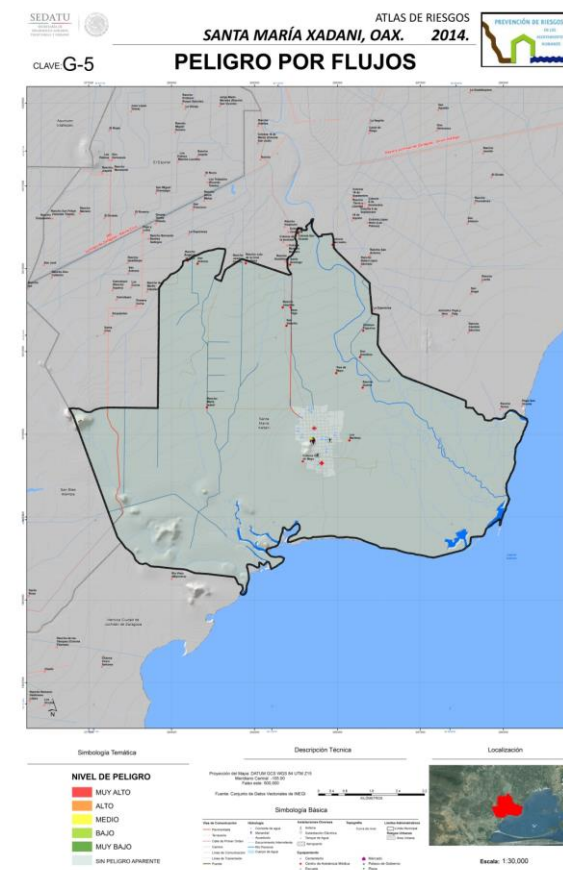
Figura 28. Mapa de áreas susceptibles a presentar derrumbes de escombros y rocas, en el municipio de Santa María Xadani, Oaxaca



5.1.6 Flujos

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

Figura 29. Mapa de áreas susceptibles a presentar flujos, en el municipio de Santa María Xadani, Oaxaca.



El mapa de flujos muestra las zonas más susceptibles a presentar una afectación en el caso de lluvias torrenciales y remoción de la ladera a manera de escurrimientos. El relieve del municipio, no presente fuertes desniveles altitudinales. Por esta razón las localidades cercanas a la cabecera municipal se encuentran en la zona de nulo. Aun así en algunos lugares, de manera muy local y por efecto antrópico se encuentran depósitos de flujos de baja densidad (lodo) (Fig. XX).



Figura 30. Fotografía de un cordón de sedimentos al lado de un arroyo vehicular. Estos depósitos de deben a súbitas corrientes de sedimentos que son obtruidas por las contrucciones o equipamiento urbano.

5.1.7 Hundimientos

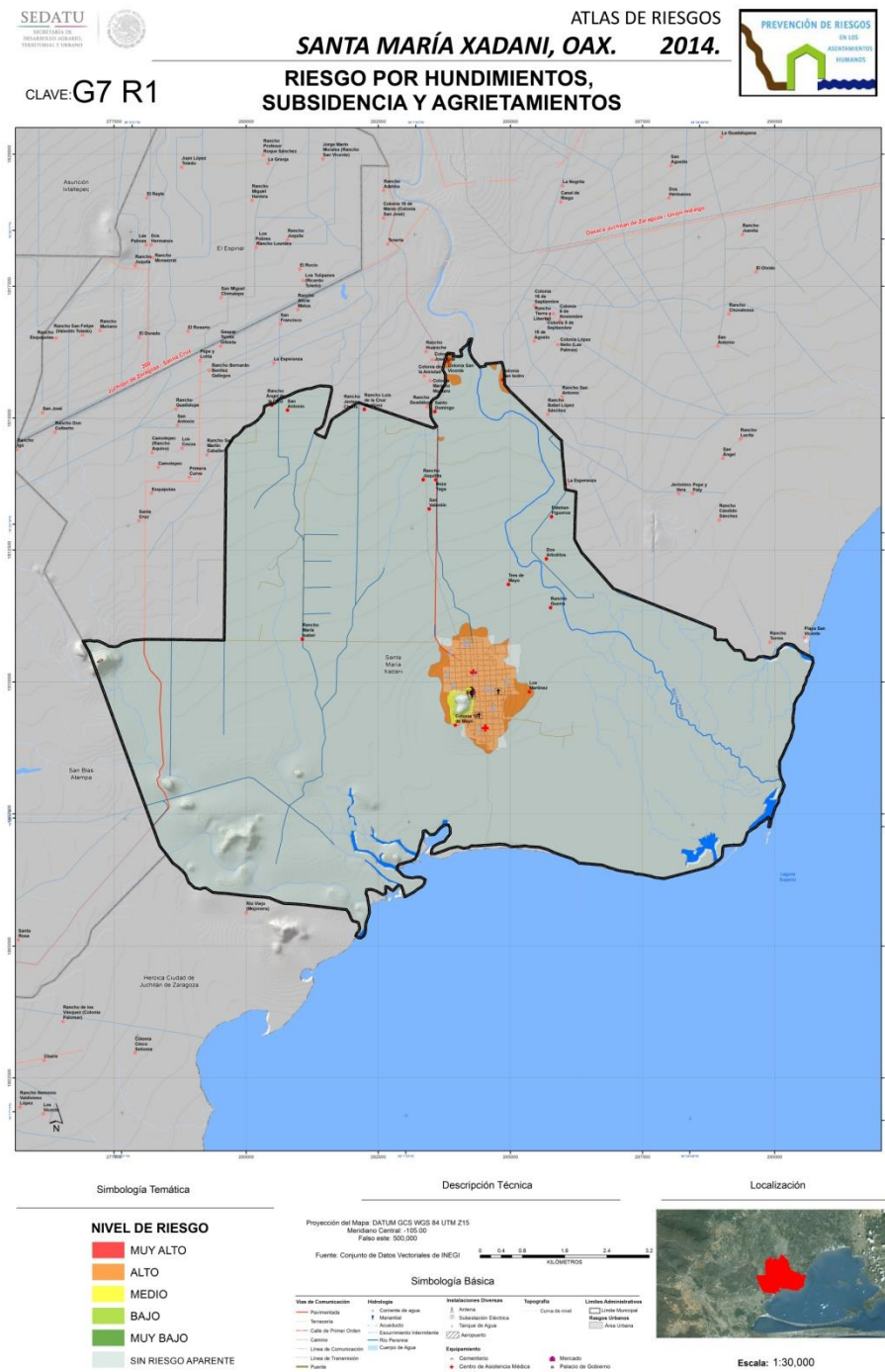
Los hundimientos son movimientos del suelo, por acción de la gravedad, debido a la falta de sustentación. Existen diferentes tipos de colapso, y pueden deberse a disolución, derrumbes de techos de cavernas naturales o minas subterráneas labradas por el hombre en terreno poco consolidado, así como hundimientos originados por la compactación del terreno o reacomodo del suelo y por sobre extracción de aguas subterráneas.

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

Por estas razones es necesario tomar en cuenta varios aspectos que determinan las zonas subsidencia o colapsos potenciales. A partir de la regionalización geomorfológica, la topografía, concentración de fallas y fracturas, la litología y zonas de extracción de agua, es posible generar un mapa de zonas potenciales de hundimiento para el Santa María Xadani.

La litología característica en donde puede ocurrir este tipo de procesos es en el fondo de los valles, que forman una planicie lacustre amplia. Para Xadani, las condiciones litológicas y erosivas hacen propicias la ocurrencia de fenómenos de hundimiento que aunados con la sismicidad hace que la susceptibilidad se incremente, debido a la presencia de fenómenos como la licuefacción. (Fig. 10). De esta manera se observa en el municipio un cordón de alta susceptibilidad, cerca de los cuerpos de agua y el margen litoral. Al interior de la llanura costera los materiales presentan una cierta litificación, lo que les da una mayor estabilidad. Pero si los niveles freáticos disminuyen de manera local, el peligro de subsidencia permanecerá latente, por esta razón la probabilidad de ocurrencia se define como medio.

Figura 31. Mapa de áreas susceptibles a presentar Hundimientos



Desafortunadamente en el escenario de peligros y riesgos geológicos, y debido a que Santa María Xadani se encuentra cerca de la zona sismogeneradora, en el caso de que ocurra un sismo de magnitud considerable, las construcciones se verían afectadas debido al efecto trepidatorio en las cercanías al epicentro. Además aquellas áreas de rellenos, barras de arena y sedimentos fluviales y marinos que presenten estructuras urbanas o construcciones variadas, pueden verse afectadas por un fenómeno de licuación del suelo. Este fenómeno ocurre cuando a un suelo saturado en agua se ve atravesado por una onda lo que produce que las partículas finas asciendan a la superficie en pipas o de forma irregular cambiando la estructura del suelo y subsuelo. En este sentido si existen construcciones, estas se pueden ver afectadas por la repentina ocurrencia de cavidades someras o movimiento aparente del suelo, lo que dañaría la estructura de las construcciones (Fig. XX). Este fenómeno puede ocurrir en toda la zona cercana a la marisma debido a su naturaleza aluvial-eólica.

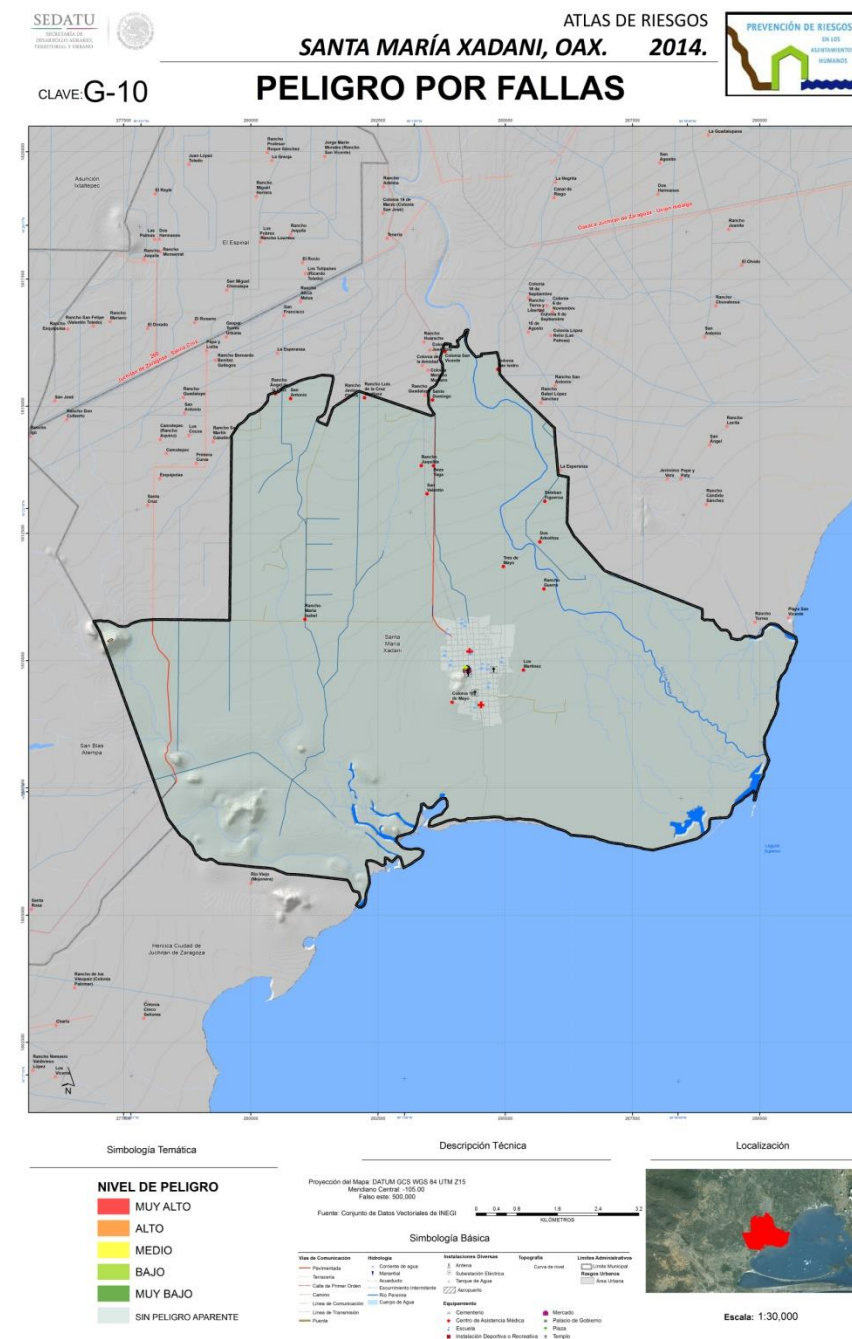


Fig. XX. En donde se muestra una casa remosada con una grieta en la parte superior. Posiblemente por efecto del movimiento diferencial del terreno aluvial.

5.1.8 Fallas y Fracturas

Una dislocación en la superficie se debe a esfuerzos internos ocasionados por los movimientos relativos entre placas tectónicas. El desplazamiento, cuando es súbito, genera movimiento sísmico. No por eso, la sismicidad solo se concentra en los límites de placas, ya que pueden presentarse desplazamientos al interior de la placa, producto del reacomodo interno. Evidencia de este movimiento son plegamiento, disyunción y discontinuidad de una misma unidad geológica.

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, cuando se tiene registro de movimiento horizontal y/o vertical se consideran fallas. Las fallas que presentar evidencias de movimiento vertical, se clasifican como "normal" (cuando el bloque de techo descende con respecto al bloque de piso), o inversa (cuando el bloque de piso asciende con respecto al bloque de techo). Mientras que las fallas que se desplazan en la horizontal, como fallas laterales. La mayoría de las fallas, en la superficie, muestran movimientos de tipo vertical y horizontal conjugados. Migmatitas metasedimentarias y metaigneas. El territorio del municipio no se ve afectado por deformación alguna.



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

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

5.2.1 Ondas Cálidas y Gélidas

Ondas Cálidas

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

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

Derivado de que este fenómeno es de carácter regional, y cubren extensiones muy grandes de terreno (abarcando dos o tres estados a la vez), la escala de representación del mismo a nivel

municipal es difícil, por lo anterior se opta por desarrollar el tema con el apoyo de registros máximos de temperaturas en el municipio.

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

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

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

Fuente: Secretaría de Desarrollo Social, 2009

Conforme a la tabla anterior, se puede considerar que las temperaturas máximas extremas implican situaciones de incomodidad y estrés en la población, así como en los cultivos e incluso se pueden propiciar incendios forestales. Para proyectar las isotermas de temperatura máxima se realizó un cálculo del promedio histórico de las temperaturas máximas medias de los meses Marzo, Abril, Mayo, Junio, Julio, Agosto y Septiembre (temporada de primavera y verano) en un periodo de 50 años de 05 estaciones que rodean al municipio, los datos se obtuvieron de la base de datos del Sistema de Información Climatológica CLICOM, desarrollada por la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA, 2010).

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

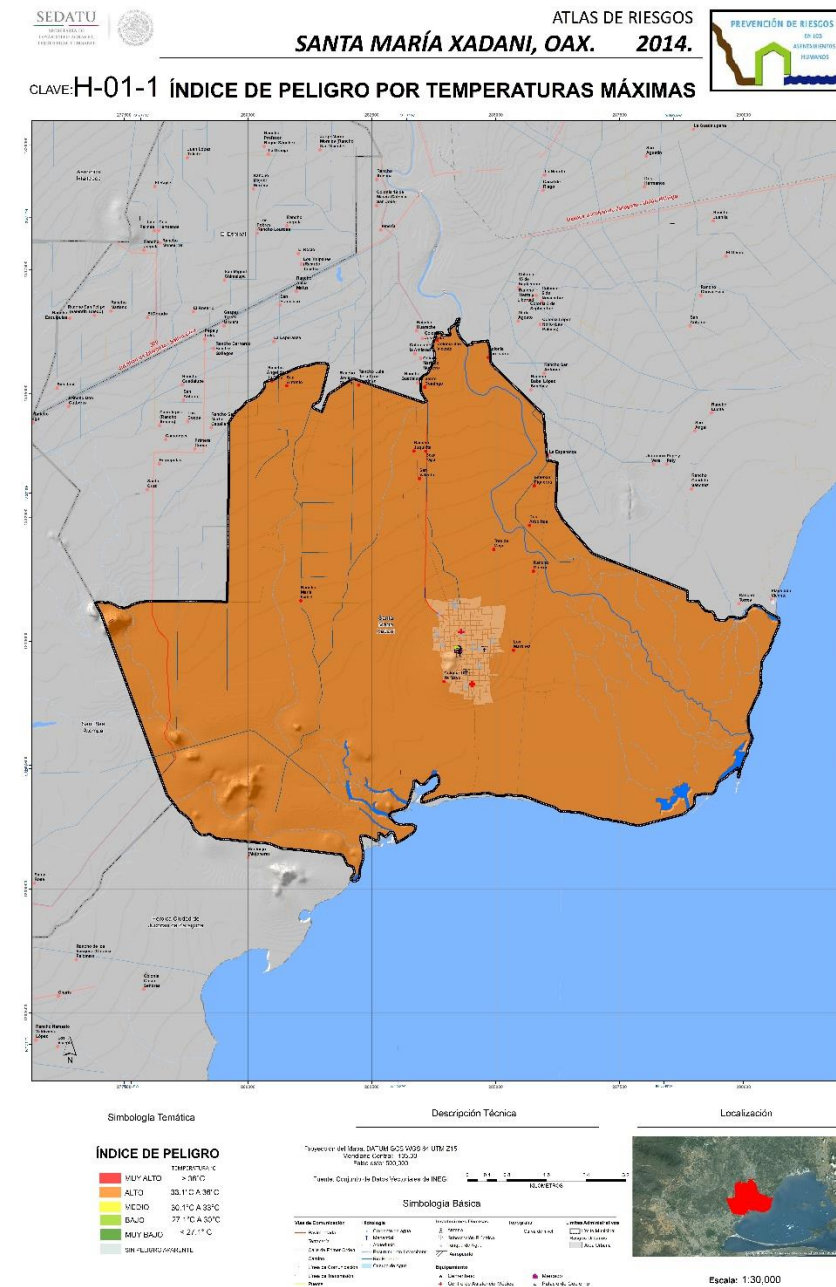
Figura 32. Distribución de peligro por ondas cálidas en el municipio.

RELACIÓN DE ESTACIONES METEOROLÓGICAS CON DATOS PROMEDIO ANUALES DE TEMPERATURAS MÁXIMAS						
No. ESTACIÓN	NOMBRE DE LA ESTACIÓN	ESTADO	TEMPERATURAS MÁXIMAS °C	LATITUD	LONGITUD	ALTITUD MSNM
20027	CHICAPA DE CASTRO	OAXACA	39.25	16°34'29"N	94°48'16" W	32
20048	JUCHITAN DE ZARAGOZA	OAXACA	42.12	16°26'57"N	95°01'27"W	30
20149	TEHUANTEPEC	OAXACA	41.33	16°19'00" N	95°14'04" W	41
20382	EL MARQUEZ	OAXACA	42.37	16°26'04"N	95°22'27"W	82
20039	IXTEPEC	OAXACA	40.16	16°33'07"N	95°05'04"W	62

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

Las temperaturas máximas en las estaciones analizadas presentan una intensidad que va de menos 39.25 °C hasta más de 42.37 °C.

Resultados en Ondas Cálidas



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

Como se puede observar en el mapa de peligro por ondas cálidas, todo el territorio municipal esta ponderado como peligro alto ante la presencia de este fenómeno. Conforme a la tabla de Vulnerabilidad por Altas Temperaturas, podemos apreciar que los registros de temperaturas máximas promedio se ubican por encima del límite superior de tolerancia (35 °C), superándolo por 5 °C e incrementándose hasta 10° C en los periodos de retorno.

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

PONDERACIÓN DE AFECTACIÓN POR LOCALIDAD PARA ONDAS CALIDAS			
NIVEL	LOCALIDAD	POBLACION TOTAL	VIVIENDAS
ALTO	SANTA MARÍA XADANI	7,613	2,047
ALTO	LOS MARTÍNEZ	73	22
ALTO	COLONIA 10 DE MAYO	68	18
ALTO	BEZA YAGA	4	1
ALTO	RANCHO ÁNGEL DE LA CRUZ	2	1
ALTO	RANCHO JUQUILITA	6	1
ALTO	RANCHO LUIS DE LA CRUZ MARTÍNEZ	2	1
ALTO	RANCHO MARÍA ISABEL	1	1
ALTO	SAN ANTONIO	2	1
ALTO	SAN VALENTÍN	3	1
ALTO	SANTO DOMINGO	2	1
ALTO	DOS ARBOLITOS	1	1
ALTO	ESTEBAN FIGUEROA	1	1
ALTO	RANCHO GUERRA	2	1
ALTO	TRES DE MAYO	1	1
TOTAL DEL MUNICIPIO		7,781	2,099

Fuente: Modelación Cartográfica.

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

Efectos en la salud por exposición de temperaturas extremas:

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

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

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

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

Golpe de calor

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

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

Agotamiento por calor

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

Factores de riesgo

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

Factores personales

- Personas mayores, especialmente en el grupo de edad mayor de 65 años.
- Lactantes y menores de 4 años.
- Enfermedades cardiovasculares, respiratorias y mentales (Demencias, Parkinson).
- Enfermedades crónicas (diabetes mellitus), obesidad excesiva.
- Ciertos tratamientos médicos (diuréticos, neurolépticos, anticolinérgicos y tranquilizantes).
- Trastornos de la memoria, dificultades de comprensión o de orientación o poca autonomía en la vida cotidiana.
- Dificultades en la adaptación al calor.
- Enfermedades agudas durante los episodios de temperaturas excesivas.
- Consumo de alcohol y otras drogas.

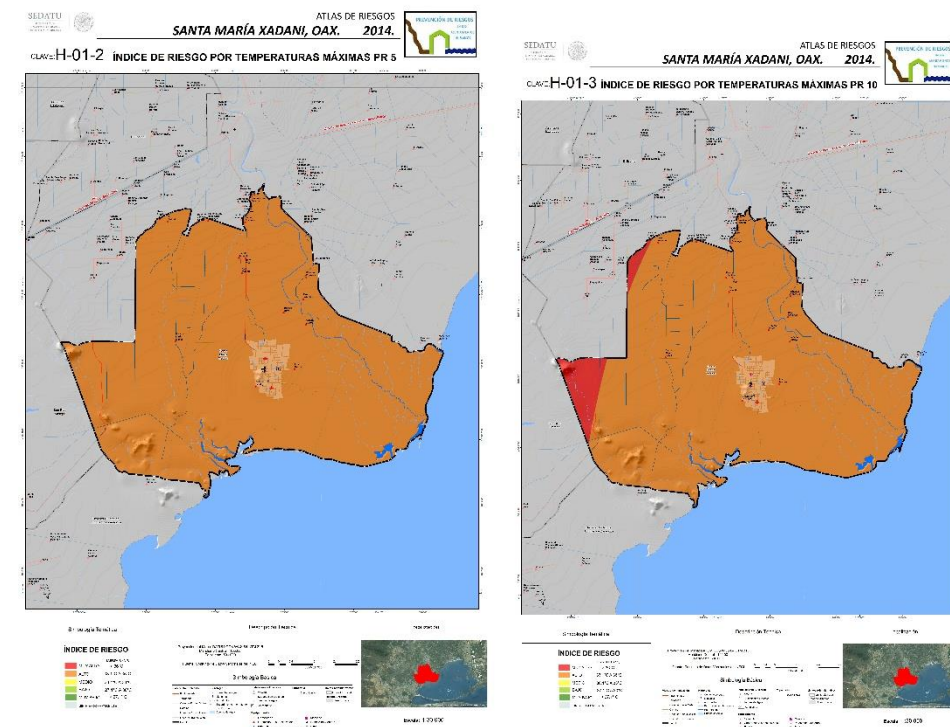
Factores ambientales, laborales o sociales

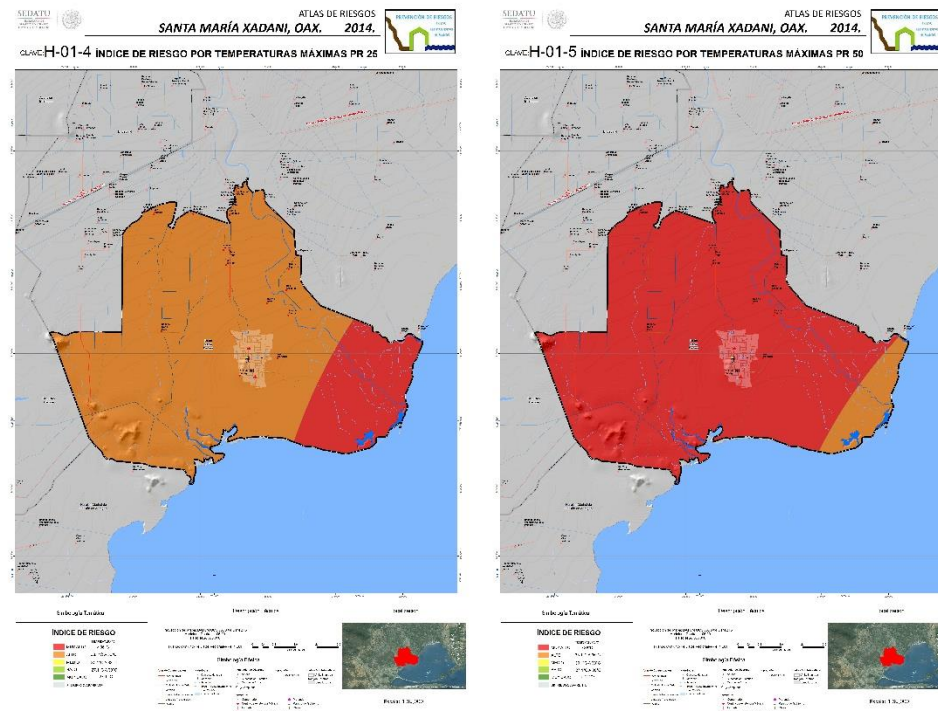
- Personas que viven solas, en la calle y/o en condiciones sociales y económicas desfavorables.
- Ausencia de climatización y viviendas difíciles de refrigerar.
- Exposición excesiva al calor por razones laborales (trabajo manual en el exterior o que exigen un elevado contacto con ambientes calurosos),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

Períodos de retorno:

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

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





Memoria de cálculo para la determinación del peligro por Ondas Cálidas

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

La función que presentara el menor error cuadrado era la que se utilizaba para el cálculo de los periodos de retorno antes mencionados.

En la siguiente tabla se muestran las temperaturas máximas por estación para cada uno de los periodos de retorno antes mencionados.

TEMPERATURAS MÁXIMAS ASOCIADAS A DIFERENTES PERIODOS DE RETORNO [°C]				
Tr				
No. ESTACIÓN	5	10	25	50
20027	40.09	41.66	43.21	44.69
20048	43.88	45.58	46.94	48.77

20149	42.15	42.94	43.91	44.98
20382	43.4	44.5	45.99	47.08
20039	41.2	42.56	43.51	44.42

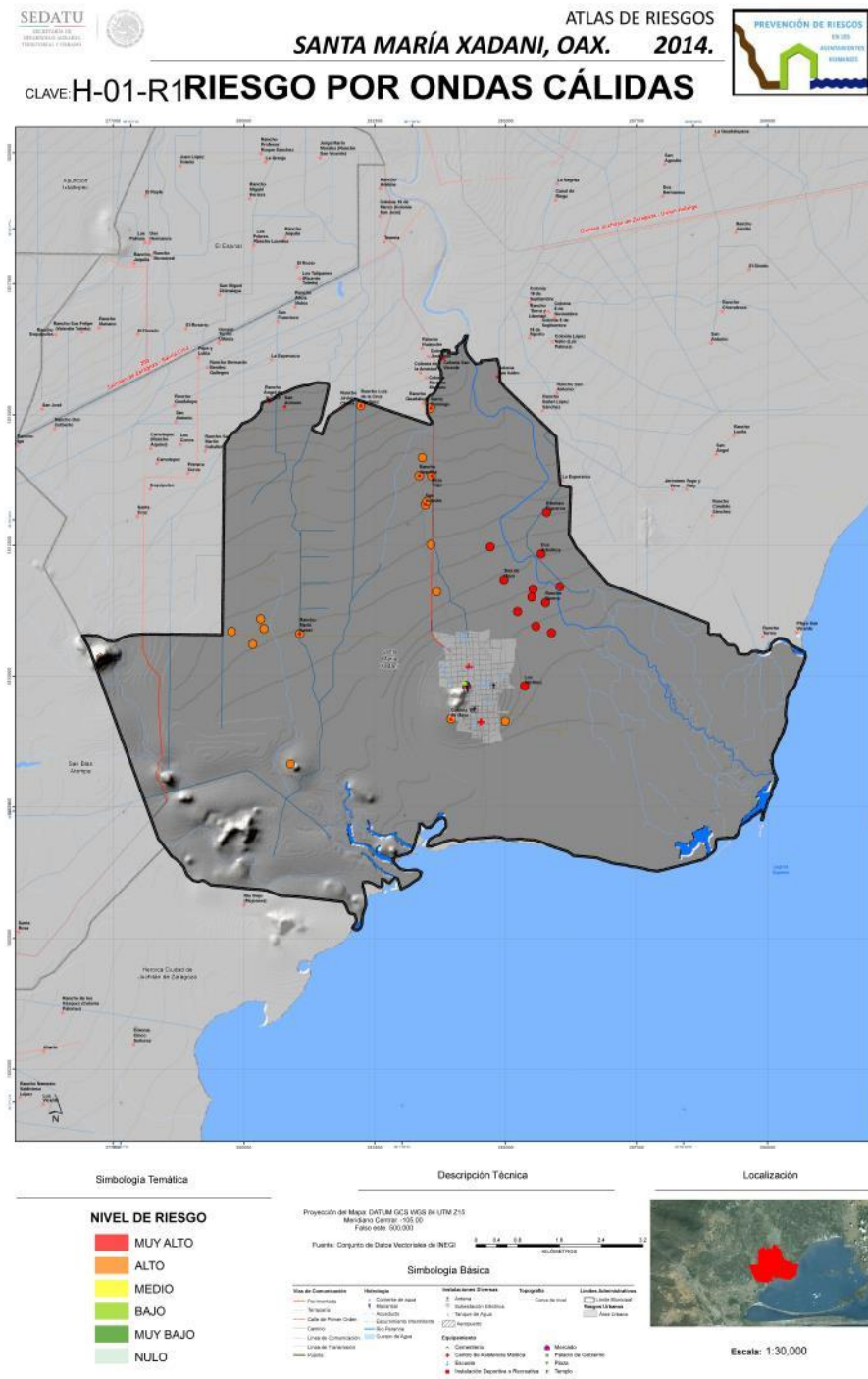
Fuente: Elaboración propia en base a registros de CLICOM

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

VULNERABILIDAD POR ONDAS CÁLIDAS				
Tr				
No. ESTACIÓN	5	10	25	50
20027	LÍMITE SUPERIOR DE TOLERANCIA	LÍMITE SUPERIOR DE TOLERANCIA	LÍMITE SUPERIOR DE TOLERANCIA	LÍMITE SUPERIOR DE TOLERANCIA
20048	LÍMITE SUPERIOR DE TOLERANCIA	LÍMITE SUPERIOR DE TOLERANCIA	LÍMITE SUPERIOR DE TOLERANCIA	LÍMITE SUPERIOR DE TOLERANCIA
20149	LÍMITE SUPERIOR DE TOLERANCIA	LÍMITE SUPERIOR DE TOLERANCIA	LÍMITE SUPERIOR DE TOLERANCIA	LÍMITE SUPERIOR DE TOLERANCIA
20382	LÍMITE SUPERIOR DE TOLERANCIA	LÍMITE SUPERIOR DE TOLERANCIA	LÍMITE SUPERIOR DE TOLERANCIA	LÍMITE SUPERIOR DE TOLERANCIA
20039	LÍMITE SUPERIOR DE TOLERANCIA	LÍMITE SUPERIOR DE TOLERANCIA	LÍMITE SUPERIOR DE TOLERANCIA	LÍMITE SUPERIOR DE TOLERANCIA

Fuente: Elaboración propia en base a registros de CLICOM

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



Ondas Gélidas

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

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

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

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

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

RELACIÓN DE ESTACIONES METEOROLÓGICA CON DATOS PROMEDIO ANUALES DE TEMPERATURAS MÍNIMAS						
NO ESTACIÓN	NOMBRE DE LA ESTACIÓN	ESTADO	TEMPERATURAS MÍNIMAS °C	LATITUD	LONGITUD	ALTITUD MSNM
20027	CHICAPA DE CASTRO	OAXACA	13.75	16°34'29"N	94°48'16" W	32
20048	JUCHITAN DE ZARAGOZA	OAXACA	12.59	16°26'57"N	95°01'27"W	30
20149	TEHUANTEPEC	OAXACA	13.36	16°19'00" N	95°14'04" W	41
20382	EL MARQUEZ	OAXACA	14.37	16°26'04"N	95°22'27"W	82
20039	IXTEPEC	OAXACA	13.59	16°33'07"N	95°05'04"W	62

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

Memoria de cálculo para la determinación del peligro por Ondas Gélidas

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

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

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

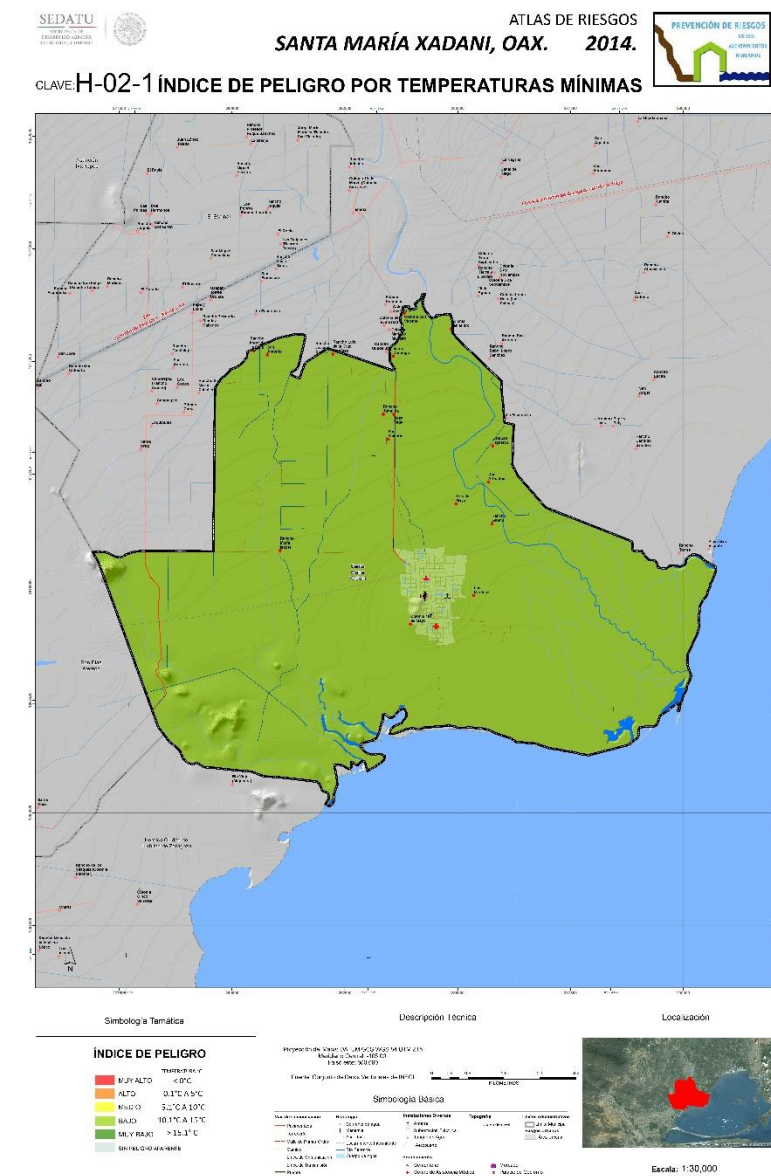
La función que presentara el menor error cuadrado era la que se utilizaba para el cálculo de los periodos de retorno antes mencionados. En la siguiente tabla se muestran las temperaturas mínimas por estación para cada uno de los periodos de retorno antes mencionados.

TEMPERATURAS MÍNIMAS ASOCIADAS A DIFERENTES PERIODOS DE RETORNO [°C]				
No. ESTACIÓN	Tr			
	5	10	25	50
20027	12.77	11.93	10.37	9.17
20048	11.33	10.02	8.47	7.59
20149	11.97	10.54	9.44	8.29
20382	12.59	10.91	9.85	8.82
20039	12.12	10.81	9.21	8.13

Fuente: Elaboración propia en base a registros de CLICOM

Resultados en Ondas Gélidas

Figura 33. la distribución de peligro por ondas gélidas en el municipio.



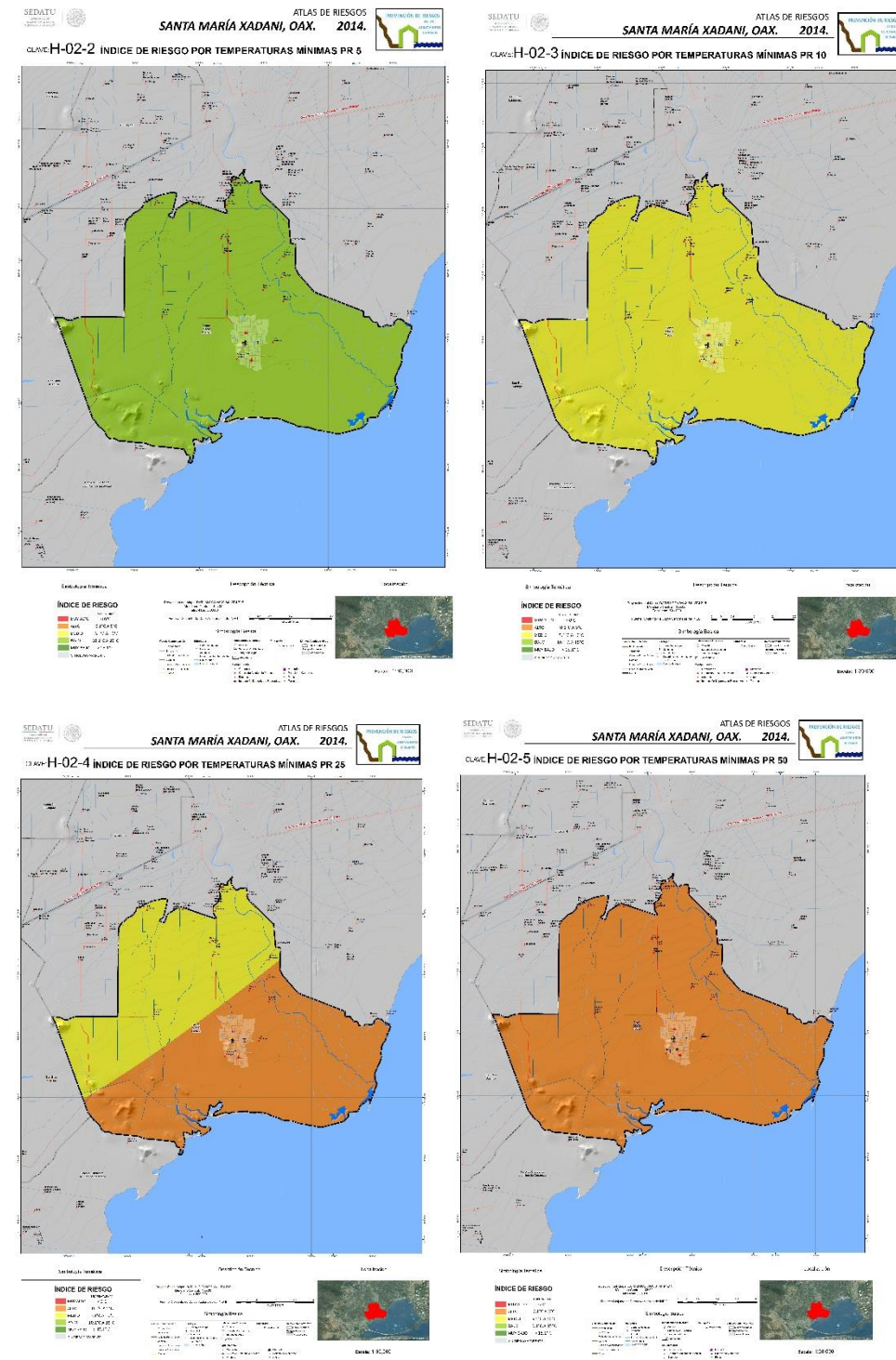
Fuente: Elaboración propia a partir de los resultados del análisis estadístico de los registros de temperatura mínima contenidos en el CLICOM

Como se puede observar en el mapa de peligro por ondas gélidas, el municipio se encuentra en su totalidad en un peligro bajo por este tipo de fenómenos, registrando temperaturas mínimas promedio por encima de los 10° C. Solamente en los períodos de retorno de 25 y 50 años es posible apreciar un decrecimiento de la temperatura por debajo de los 10° C, en estos casos el peligro se consideraría como medio.

Efectos en la salud por exposición de temperaturas mínimas

En algunos países, el fenómeno de las bajas temperaturas, o frío, como se le conoce comúnmente, es tan frecuente que la gente está acostumbrada a vivir con él; en cambio, en otros, sobre todo aquellos de latitudes tropicales, ocurren ocasionalmente, por lo que toma desprevenida a la población. Las bajas temperaturas y los fenómenos relacionados con ellas pueden causar varios problemas en los países afectados, principalmente en la salud de la población, así como para sus animales domésticos, cultivos; también puede tener efectos negativos en la infraestructura (CENAPRED, 2006).

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



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

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

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

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

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

PONDERACIÓN DE AFECTACIÓN POR LOCALIDAD PARA ONDAS GELIDAS			
NIVEL	LOCALIDAD	POBLACION TOTAL	VIVIENDAS
BAJO	RANCHO ÁNGEL DE LA CRUZ	2	1
BAJO	RANCHO JUQUILITA	6	1
BAJO	RANCHO LUIS DE LA CRUZ MARTÍNEZ	2	1
BAJO	SAN ANTONIO	2	1
BAJO	SANTO DOMINGO	2	1
BAJO	SANTA MARÍA XADANI	7,613	2,047
BAJO	LOS MARTÍNEZ	73	22
BAJO	COLONIA 10 DE MAYO	68	18
BAJO	BEZA YAGA	4	1
BAJO	DOS ARBOLITOS	1	1
BAJO	ESTEBAN FIGUEROA	1	1

BAJO	RANCHO GUERRA	2	1
BAJO	RANCHO MARÍA ISABEL	1	1
BAJO	SAN VALENTÍN	3	1
BAJO	TRES DE MAYO	1	1
TOTAL DEL MUNICIPIO		7,781	2,099

Fuente: Modelación Cartográfica.

5.2.2 Sequías

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

Existen múltiples definiciones de sequía, lo que refleja las diferentes características climáticas de una región a otra así como los distintos impactos sectoriales. A pesar de que la sequía se clasifica normalmente como meteorológica, agrícola, hidrológica o socioeconómica, todo tipo de sequía implica una deficiencia de las precipitaciones que se traduce en la escasez de agua para alguna actividad o algún grupo. La sequía debe ser considerada una condición relativa y no absoluta.

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

Características y severidad

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

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

Impactos de la sequía

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

Los impactos de la sequía se pueden clasificar en tres áreas, económica, ambiental y social. Las pérdidas económicas van desde pérdidas directas en los sectores agrícolas y pecuarios, pérdidas en las actividades de recreación, transporte y sector energético. Las pérdidas ambientales son el resultado del daño a las especies vegetales y animales, hábitat, degradación, degradación de la calidad del paisaje y erosión del suelo. Los impactos sociales se refieren a la seguridad pública, la salud, los conflictos entre usuarios del agua y las desigualdades en la distribución de impactos.

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

En México, la ocurrencia de sequías de gran magnitud data desde tiempos antiguos, en lo que respecta al siglo XX, se registraron cuatro grandes periodos de sequías que son de 1948 a 1954, de 1960 a 1964, de 1970 a 1978 y de 1993 a 1996. No obstante, se tienen datos de daños por sequía en años subsecuentes. El año 1998 fue crítico en casi todo el territorio nacional debido a las sequías, ondas de calor y altas temperaturas registradas.

El Monitor de Sequía de América del Norte (North American Drought Monitor, NA-DM), es un programa de cooperación internacional entre expertos de México, Canadá y Estados Unidos

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

a) Anormalmente seco

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

b) Sequía moderada

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

c) Sequía severa

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

d) Sequía extrema

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

e) Sequía excepcional

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

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

REGISTRO MENSUAL DE PRESENCIA DE SEQUÍA EN EL TERRITORIO DE SANTA MARIA XADANI(2009 - 2014)											
2014											
2013											
2012											
2011											
2010											
2009											

Atlas de Riesgos del municipio de Santa María Xadani, Oaxaca, 2014



	ENE	FEB	MA R	ABR	MA Y	JUN	JUL	AG O	SEP	OCT	NO V	DIC
--	-----	-----	---------	-----	---------	-----	-----	---------	-----	-----	---------	-----

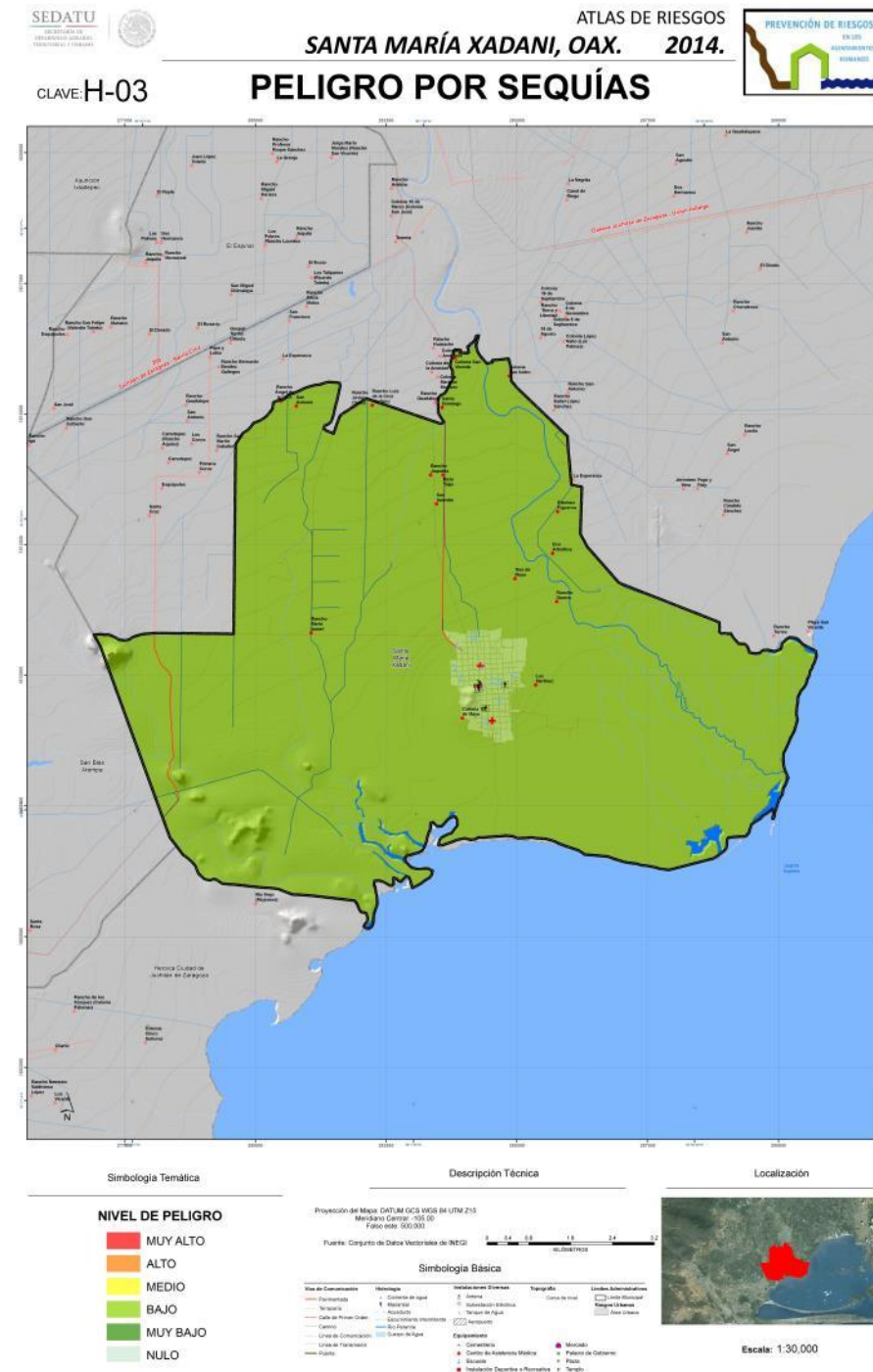
Fuente: Monitor de sequía de América del Norte.

Tipo de sequía	
	Extrema
	Severa
	Moderada
	Anormalmente seco
	Sin datos
	Sin sequía

Fuente. Monitor de sequía de América del Norte

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

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



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

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

PONDERACIÓN DE AFECTACIÓN POR LOCALIDAD PARA SEQUIA			
NIVEL	LOCALIDAD	POBLACION TOTAL	VIVIENDAS
BAJO	SANTA MARÍA XADANI	7,613	2,047
BAJO	LOS MARTÍNEZ	73	22
BAJO	COLONIA 10 DE MAYO	68	18
BAJO	RANCHO JUQUILITA	6	1
BAJO	SAN VALENTÍN	3	1
BAJO	DOS ARBOLITOS	1	1
BAJO	ESTEBAN FIGUEROA	1	1
BAJO	SANTO DOMINGO	2	1
BAJO	RANCHO GUERRA	2	1
BAJO	RANCHO LUIS DE LA CRUZ MARTÍNEZ	2	1
BAJO	SAN ANTONIO	2	1
BAJO	TRES DE MAYO	1	1
BAJO	RANCHO MARÍA ISABEL	1	1
BAJO	RANCHO ÁNGEL DE LA CRUZ	2	1
BAJO	BEZA YAGA	4	1
TOTAL DEL MUNICIPIO		7,781	2,099

Fuente: Modelación Cartográfica.

5.2.3 Heladas

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

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

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

Viento

El viento es fundamental para que se desarrolle una helada, pues cuando hay corrientes de aire se mezcla el aire frío, que se encuentra cercano al suelo, con el más caliente que está en niveles superiores, lo que hace más difícil el desarrollo de una helada. Por tanto, una de las condiciones que favorece la ocurrencia de heladas es la ausencia de viento y aumenta si existe una inversión térmica, cuando la temperatura disminuye a 0°C o menos y el viento es escaso cerca de la superficie, el vapor de agua contenido en el aire se condensa

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

Nubosidad

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

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

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

Humedad atmosférica

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

Radiación solar

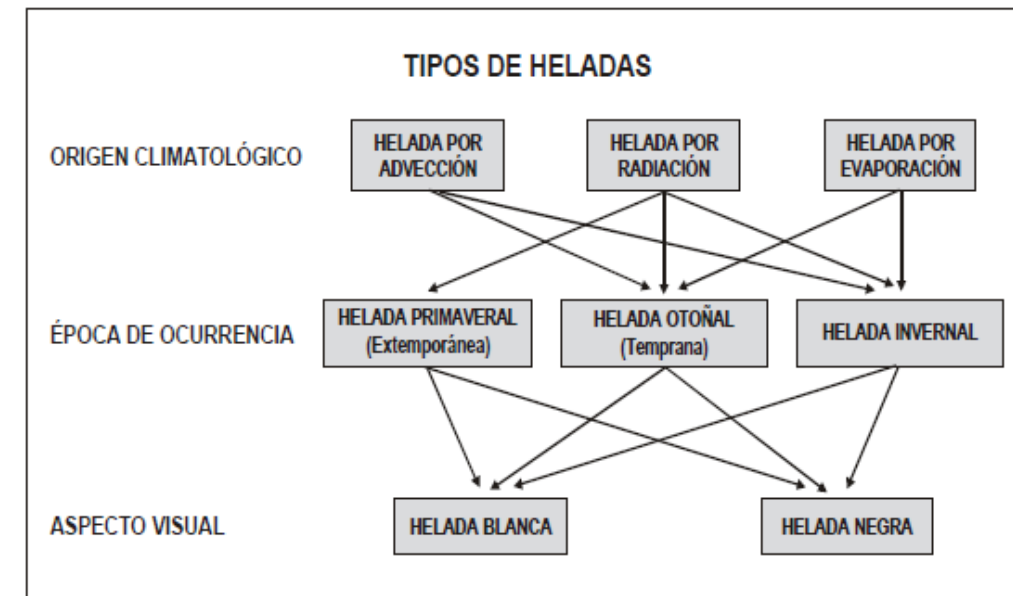
Una cantidad de radiación solar es absorbida por la superficie de la Tierra y otra es devuelta desde su superficie a la atmósfera (radiación reflejada). Durante el día, el suelo retiene el calor y durante la noche lo pierde; estos procesos dependen de la nubosidad y del viento que existan sobre ciertas regiones del planeta. Cuando los días son más cortos y las noches más largas, aumenta la ocurrencia de heladas; aunque exista una menor acumulación de calor en el suelo, habrá un mayor tiempo para que se transmita hacia el aire.

Clasificación de las heladas

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

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

IMAGEN 1. TIPOS DE HELADAS



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

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

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

EFECTOS AMBIENTALES POR HELADAS		
TEMPERATURA	DESIGNACIÓN	VULNERABILIDAD
0 A -3.5 °	LIGERA	EL AGUA COMIENZA A CONGELARSE. DAÑOS PEQUEÑOS A LAS HOJAS Y TALLOS DE LA VEGETACIÓN. SI HAY HUMEDAD EL AMBIENTE SE TORNA BLANCO POR LA ESCARCHA.
-3.6 a -6.4°	MODERADA	LOS PASTOS, LAS HIERBAS, Y HOJAS DE PLANTAS SE MARCHITAN Y APARECE UN COLOR CAFÉ O NEGRUZCO EN SU FOLLAJE. APARECEN LOS PROBLEMAS DE ENFERMEDAD EN LOS HUMANOS, DE SUS VIAS RESPIRATORIAS. SE COMIENZA HA UTILIZAR LA CALEFACCIÓN.
-6.5 a -11.5 °	SEVERA	LOS DAÑOS SON FUERTES EN LAS HOJAS Y FRUTOS DE ÁRBOLES FRUTALES. SE ROMPEN ALGUNAS TUBERIAS DE AGUA POR AUMENTO DE VOLUMEN. SE INCREMENTAN LAS ENFERMEDADES

< -11.5	MUY SEVERA	RESPIRATORIAS. EXISTEN ALGUNOS DESCESOS POR HIPOTERMIA. MUCHAS PLANTAS PIERDEN TODOS SUS ORGANOS. ALGUNOS FRUTOS NO PROTEGIDOS SE DAÑAN TOTALMENTE. LOS DAÑOS SON ELEVADOS EN LAS ZONAS TROPICALES.
---------	------------	--

FUENTE BASES SEDATU 2014

Para identificar el grado de peligro de este fenómeno en el municipio de Santa María Xadani fueron considerados los datos de temperaturas mínimas, de los meses de noviembre, diciembre, enero, febrero y marzo (temporada de invierno), de 05 estaciones que tienen influencia en el municipio conforme a la base de datos CLICOM del Servicio Meteorológico Nacional para el periodo de registro de 1951-2010. En la siguiente tabla se muestran dicha estaciones climatológicas.

RELACIÓN DE ESTACIONES METEOROLÓGICA CON DATOS PROMEDIO DE TEMPERATURAS MINIMAS DIARIAS										
NO ESTACIÓN	NOMBRE DE LA ESTACIÓN	ESTADO	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	LATITUD	LONGITUD	ALTITUD MSNM
20027	CHICAPA DE CASTRO	OAXACA	13	10	8	10	11.5	16°34'29"N	94°48'16" W	32
20048	JUCHITAN DE ZARAGOZA	OAXACA	13	10.6	12	10	11.5	16°26'57"N	95°01'27" W	30
20149	TEHUANTEPEC	OAXACA	14	11.5	11	11	13	16°19'00" N	95°14'04" W	41
20382	EL MARQUEZ	OAXACA	13	10	10	9	10	16°26'04"N	95°22'27"W	82
20039	IXTEPEC	OAXACA	13.5	11	9	5.3	10	16°33'07"N	95°05'04"W	62

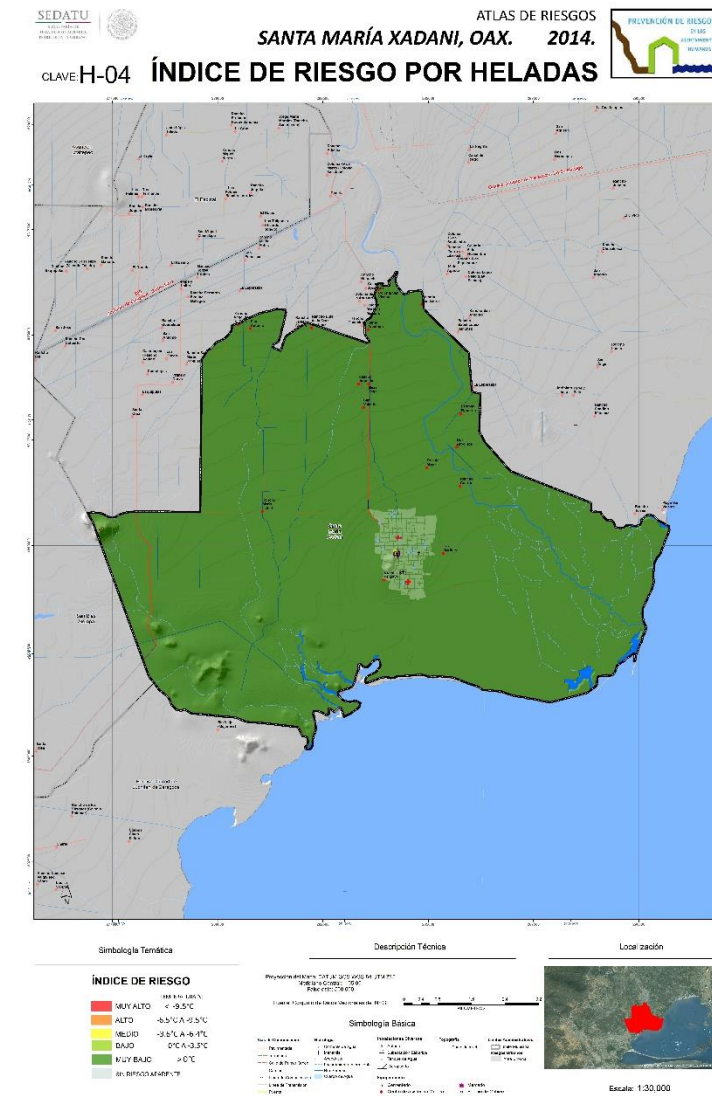
Fuente: Elaboración propia en base a registros de CLICOM y CONAGUA

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

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

Como se puede observar en la tabla, la temperatura mínima histórica en un día en la zona es de 5.3°C., lo cual minimiza la probabilidad de ocurrencia de este fenómeno en el municipio.

Figura 34. Mapa se muestra la distribución de peligro por heladas en el municipio.



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

Con base en los análisis que se obtuvieron de los registros de temperatura mínimas de las estaciones meteorológicas de la región, se concluye que el municipio de Santa María Xadani, presenta un nivel de peligro bajo ante la presencia de este fenómeno. Siendo los meses de noviembre a marzo los que registran las temperaturas más bajas.

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

Nivel de afectación por Heladas

PONDERACIÓN DE AFECTACIÓN POR LOCALIDAD PARA HELADAS			
NIVEL	LOCALIDAD	POBLACION TOTAL	VIVIENDAS
BAJO	SANTA MARÍA XADANI	7,613	2,047
BAJO	LOS MARTÍNEZ	73	22
BAJO	COLONIA 10 DE MAYO	68	18
BAJO	RANCHO JUQUILITA	6	1
BAJO	SAN VALENTÍN	3	1
BAJO	DOS ARBOLITOS	1	1
BAJO	ESTEBAN FIGUEROA	1	1
BAJO	SANTO DOMINGO	2	1
BAJO	RANCHO GUERRA	2	1
BAJO	RANCHO LUIS DE LA CRUZ MARTÍNEZ	2	1
BAJO	SAN ANTONIO	2	1
BAJO	TRES DE MAYO	1	1
BAJO	RANCHO MARÍA ISABEL	1	1
BAJO	RANCHO ÁNGEL DE LA CRUZ	2	1
BAJO	BEZA YAGA	4	1
TOTAL DEL MUNICIPIO		7,781	2,099

Fuente: Modelación Cartográfica.

5.2.4 Tormentas de granizo

El granizo es un tipo de precipitación en forma de piedras de hielo y se forma en las tormentas severas cuando las gotas de agua o los copos de nieve formados en las nubes de tipo cumulonimbus son arrastrados por corrientes ascendentes de aire. El granizo es una de las formas de precipitación y se llega a originar cuando corrientes de aire ascienden al cielo de forma muy violenta. Las gotas de agua se convierten en hielo al ascender a las zonas más elevadas de la

nube, o al menos a una zona de la nube cuya temperatura sea como mínimo de 0° Centígrados, temperatura a la que congela el agua.

Conforme transcurre el tiempo, esa gota de agua gana dimensiones, hasta que representa lo suficiente como para ser incontenible y permanecer por más tiempo en suspensión. Es entonces cuando, arrastrándose en su caída de la nube, se lleva consigo las gotas que va encontrando en su camino. El tamaño de las piedras de granizo está entre los 5 milímetros de diámetro hasta pedriscos del tamaño de una pelota de golf y las mayores pueden ser muy destructivas, como para romper ventanas y abollar la lámina de los automóviles, pero el mayor daño se produce en los cultivos o a veces, varias piedras pueden solidificarse formando grandes masas de hielo y nieve sin forma. El depósito del granizo sobre la superficie terrestre exhibe un patrón angosto y largo a manera de un corredor. La mayoría de las tormentas de granizo ocurren durante el verano entre los paralelos 20 y 50, tanto en el hemisferio norte como en el sur.

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

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

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

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



Imagen 2. Número de días con granizo, al año en la República Mexicana
Fuente: www.atlasmnacionalderiesgos.gob.mx/ UNAM, 2007

Para identificar el grado de peligro de este fenómeno en el municipio de Santa María Xadani fueron considerados los datos de días con granizo al año de 05 estaciones que tienen influencia en el municipio conforme a la base de datos CLICOM del Servicio Meteorológico Nacional para el periodo de registro de 1951-2010. En la siguiente tabla se muestran dicha estaciones climatológicas.

RELACIÓN DE ESTACIONES METEOROLÓGICA CON DATOS PROMEDIO ANUALES DE GRANIZO						
No Estación	Nombre de la estación	Estado	Días con granizo	Latitud	Longitud	Altitud MSNM
20027	CHICAPA DE CASTRO	OAXACA	0.0	16°34'29"N	94°48'16" W	32
20048	JUCHITAN DE ZARAGOZA	OAXACA	0.0	16°26'57"N	95°01'27"W	30
20149	TEHUANTEPEC	OAXACA	0.0	16°19'00" N	95°14'04" W	41

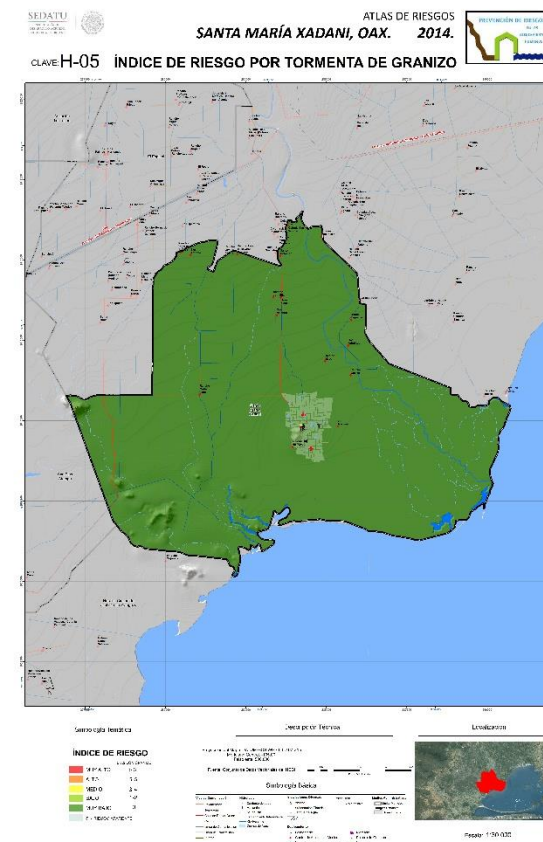
20382	EL MARQUEZ	OAXACA	0.05	16°26'04"N	95°22'27"W	82
20039	IXTEPEC	OAXACA	0.0	16°33'07"N	95°05'04"W	62

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

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

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

Figura 35. Mapa de distribución de peligro por tormentas de granizo en el municipio.



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

Con base en los análisis que se obtuvieron de los registros de granizo, de las estaciones meteorológicas de la región, se puede observar que en el territorio municipal difícilmente se registran tormentas de grano, por lo cual se concluye que el nivel de peligro es muy bajo ante la presencia de este fenómeno.

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

Nivel de afectación por granizo

PONDERACIÓN DE AFECTACIÓN POR LOCALIDAD PARA GRANIZO			
NIVEL	LOCALIDAD	POBLACION TOTAL	VIVIENDAS
MUY BAJO	Santa María Xadani	7,613	2,047
MUY BAJO	Los Martínez	73	22
MUY BAJO	Colonia 10 de Mayo	68	18
MUY BAJO	Rancho Juquilita	6	1
MUY BAJO	San Valentín	3	1
MUY BAJO	Dos Arbolitos	1	1
MUY BAJO	Esteban Figueroa	1	1
MUY BAJO	Santo Domingo	2	1
MUY BAJO	Rancho Guerra	2	1
MUY BAJO	Rancho Luis de la Cruz Martínez	2	1
MUY BAJO	San Antonio	2	1
MUY BAJO	Tres de Mayo	1	1
MUY BAJO	Rancho María Isabel	1	1
MUY BAJO	Rancho Ángel de la Cruz	2	1
MUY BAJO	Beza Yaga	4	1
Total del Municipio		7,781	2,099

Fuente: Modelación Cartográfica.

5.2.5 Tormentas de nieve

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

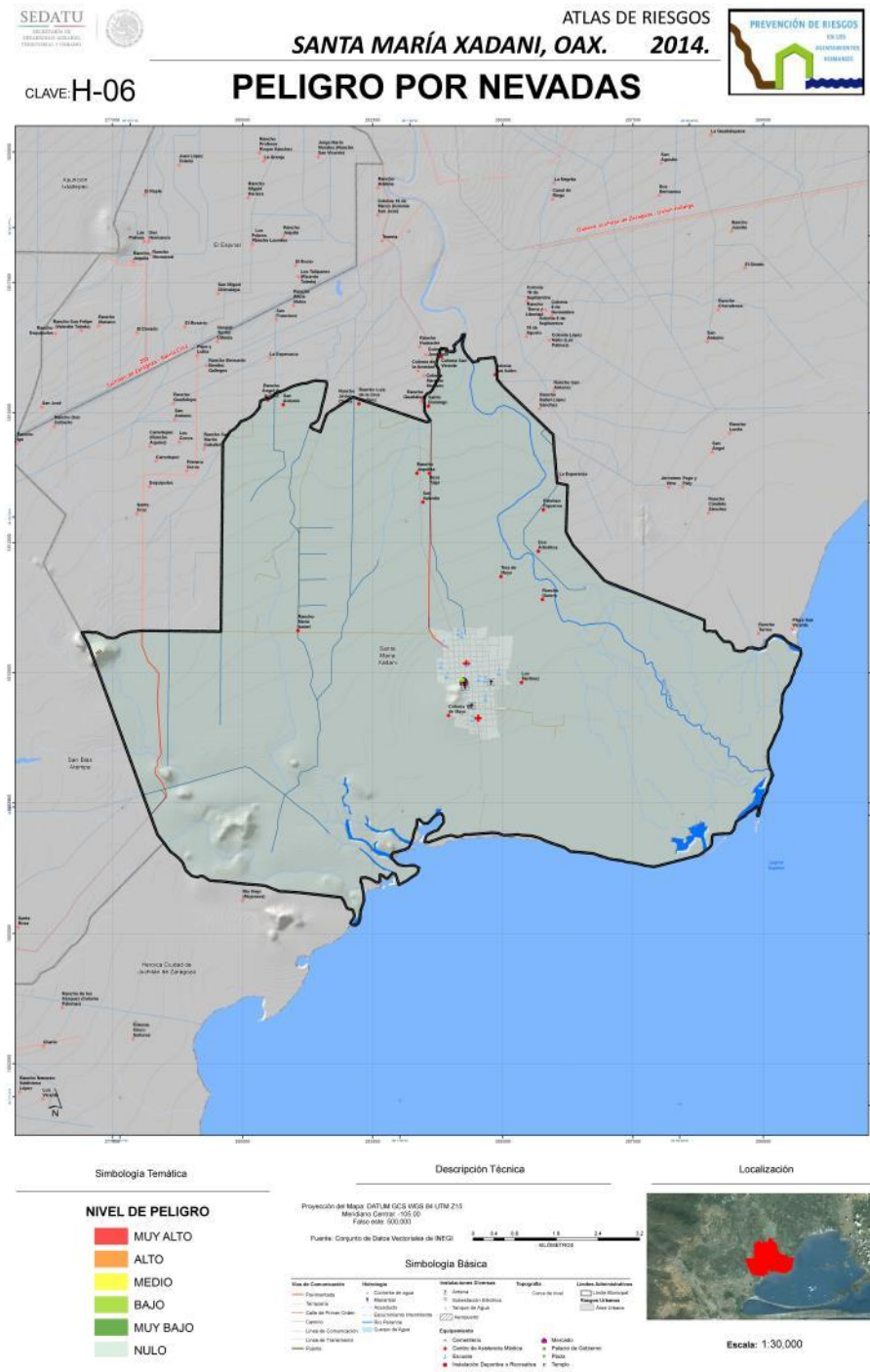
la temperatura de la atmosfera, a nivel superficial, es igual o menos a los 0°C, además de otros factores como el viento, principalmente su componente vertical, y la humedad entre otras.

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

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

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

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



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

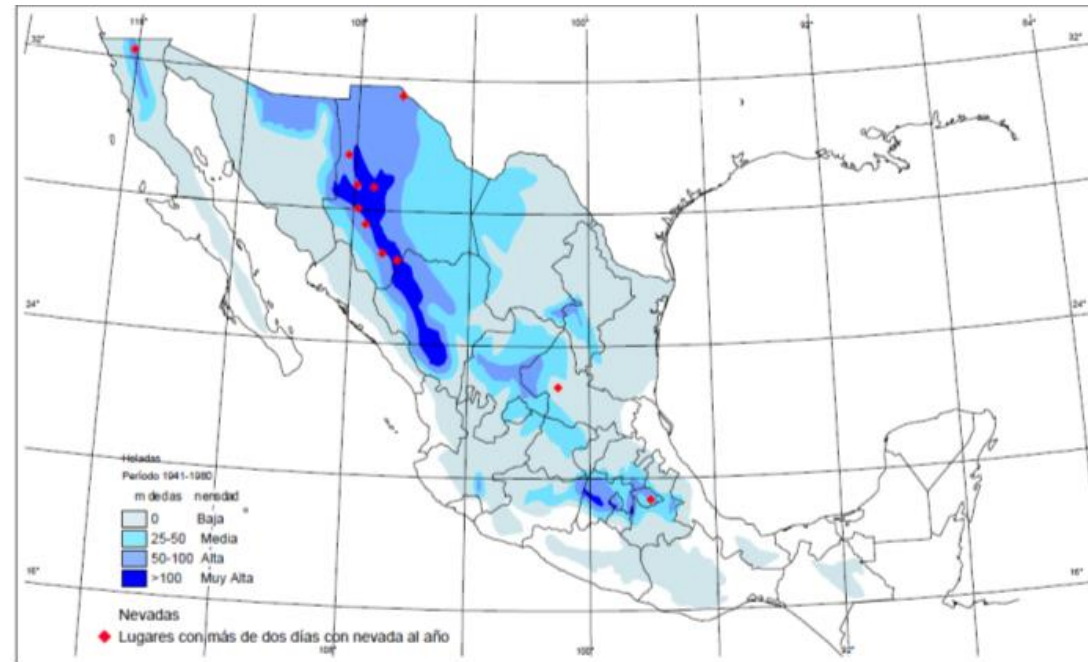
Diferencia entre helada y nevada

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

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

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

IMAGEN 3. HELADAS Y NEVADAS EN MÉXICO



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

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

5.2.6 Ciclones Tropicales

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

Tratándose de un ciclón tropical bien constituido de núcleo caliente, al cual ya se le asigna un nombre para su monitoreo. Si el viento máximo en superficie es mayor o igual a 118 Km/hr,

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

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

Fuente: Organización Meteorológica Mundial

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

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

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

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

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

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

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

HURACANES

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

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

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

Clasificación de Huracanes:

HURACÁN CATEGORÍA I:

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

Efectos: Daños principalmente a 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). Mareas de tormenta de 2 a 2.5 mts aproximadamente.

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

Carreteras y caminos inundados cerca de las costas. Las rutas de escape en terrenos bajos se interrumpen 2 a 4 horas antes de la llegada del centro del huracán, las marinas se inundan. Las embarcaciones menores rompen amarras en áreas abiertas. Se requiere la evacuación de residentes de terrenos bajos en áreas costeras.

HURACÁN CATEGORÍA III:

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

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

Las grandes estructuras cerca de las costas son seriamente dañadas por el embate de las olas y

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

HURACÁN CATEGORÍA IV:

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

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

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

HURACÁN CATEGORÍA V:

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

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

Muchas casas y edificios pequeños derribados o arrasados. Destrucción masiva de casas móviles, se registran mareas muy superiores a 18 pies sobre lo normal. Ocurren daños considerables a los pisos bajos de todas las estructuras a menos de 15 pies sobre el nivel del mar hasta más de 500

yardas tierra adentro. Las rutas de escape en terrenos bajos son cortadas por la subida de las aguas entre 3 a 5 horas antes de lallegada del centro del huracán. Posiblemente se requiera una evacuación masiva de todos los residentes en terrenos bajos dentro de un área de 5 a 10 millas de las costas. Situación caótica.

Las principales amenazas que generan los ciclones son:

Viento

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

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

Con base en la información del CENAPRED, la forma más refinada de regionalización del peligro por viento es la que se usa para fines de ingeniería, en las normar 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:

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

Fuente CFE

Las lluvias intensas

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

La marea de tormenta

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

Oleaje

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

ONDAS TROPICALES

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

hasta los 4,000 km., generando una zona de convergencia en la parte trasera de la onda y una zona de divergencia en el frente.

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

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

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

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

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

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

Pacífico

En lo que respecta a los huracanes y tormentas tropicales que se han generado en la zona del Pacífico, se tomó como base la información del programa "BUSCA CICLONES TROPICALES DEL

CENAPRED", para verificar si alguno de estos fenómenos ha afectado de manera directa o indirecta la zona de estudio, encontrándose la siguiente información:

Tormenta Tropical "Rosa" [noviembre 03 - noviembre 08 del 2000]

Con base en información obtenida de CONAGUA Subdirección General Técnica Servicio Meteorológico Nacional, el día 3 de noviembre del 2000 por la tarde, se generó en el Océano Pacífico nororiental, al Occidente de las costas de Centroamérica, la depresión tropical N° 19-E de la temporada de ciclones; se formó aproximadamente a 540 km al sur-suroeste de Tapachula, Chis., con vientos máximos sostenidos de 45 km/h, rachas de 65 km/h y presión mínima de 1005 hPa. Por la noche de este mismo día aumentó ligeramente la fuerza de sus vientos a 55 km/h, fuerza con la que se mantuvo durante todo el día 4. El día 5 por la mañana, cuando su centro se localizaba a 535 km al Sur de Puerto Ángel, Oax., la Depresión se incrementó a tormenta tropical "Rosa", con vientos máximos sostenidos de 65 km/h y rachas de 85 km/h, que al final del día fueron de 85 km/h y 100 km/h, respectivamente.

En la madrugada del día 6, a 455 km al sur-suroeste de Puerto Escondido, Oax., alcanzó la que sería su fuerza máxima, con vientos máximos de 100 km/h y rachas de 120 km/h, la cual mantuvo hasta las últimas horas de este día. Con el inicio del día 7, la tormenta tropical "Rosa" empezó a disminuir su fuerza mientras se desplazaba con rumbo predominante hacia el Norte y Noreste, presentando al final del día, vientos máximos de 85 km/h con rachas de 100 km/h.

A la medianoche entre el día 7 y 8 de noviembre, la tormenta tropical "Rosa" entró a tierra, localizándose a 12 km al oeste-noroeste de Puerto Ángel, Oax., con vientos máximos sostenidos de 85 km/h y rachas de 100 km/h.

A las 3:00 horas del día 8, mientras avanzaba sobre tierra a una distancia aproximada de 54 km al Noreste de Bahías de Huatulco, Oax., "Rosa" se degradó a depresión tropical, con vientos máximos de 55 km/h. Finalmente, a las 9:00 horas, cuando se desplazaba hacia el Noreste a una distancia aproximada de 70 km al Noroeste de Salina Cruz, Oax., la depresión tropical "Rosa" entró en proceso de disipación, con vientos máximos de 45 km/h y rachas de 65 km/h.

Huracán "Rick" [07 Noviembre – 10 Noviembre de 1997]

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

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

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

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

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

Por la tarde, la DT-17 evolucionó a tormenta tropical, por lo que adquirió el nombre de "Olaf", localizada a 310 km al suroeste de Tapachula, Chis., con vientos máximos de 75 km/h y rachas de 90 km/h, ahora con dirección de su trayectoria hacia el nor-noroeste, alcanzando más tarde vientos máximos de 85 km/h. En las primeras horas del día 27, "Olaf" alcanzó vientos máximos sostenidos de 110 km/h y rachas de 140 km/h a 200 km al sur-sureste de Huatulco, Oax., con desplazamiento hacia el nor-noroeste. Por la tarde, empezó a disminuir su fuerza presentando vientos máximos de 85 km/h y rachas de 100 km/h, intensidad con la que se mantuvo desde la noche del día 27 hasta el mediodía siguiente. Durante la noche del 27 y las primeras horas del día 28, "Olaf" se mantuvo estacionario a 150 km al sur-sureste de Salina Cruz, Oax., después de lo cual reinició su desplazamiento, ahora con dirección norte.

El día 28 por la tarde, la tormenta tropical "Olaf" entró a tierra en Punta Bocabarra, Oax. a 55 km al este de Salina Cruz, Oax., con vientos máximos de 75 km/h y rachas de 95 km/h. Por la noche, desplazándose sobre tierra, se degradó a depresión tropical con vientos máximos de 55 km/h

sobre Salina Cruz, Oax. Por la mañana del día 29, la depresión tropical "Olaf" se localizó a 15 km al noreste de Puerto Escondido, Oax., desplazándose hacia el oeste a 9 km/h, con vientos máximos de 45 km/h. Más tarde, se convirtió en una baja presión.

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

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

Tormenta Tropical "Heather" [31 Agosto – 01 Septiembre 1973]

Esta Tormenta Tropical se origina en el Pacífico el 31 de agosto de 1973, a unos 400 km frente a las costas de Oaxaca, tocó tierra en Salina Cruz Oax., y se disipó el 1 de septiembre de 1973.

Atlántico

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

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

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

La tormenta tropical se formó en el sur del Golfo de México, con centro ubicado a 315 km al Noroeste de Ciudad del Carmen, Camp., con vientos máximos sostenidos de 85 km/h, rachas de 100 km/h y presión mínima de 1003 hPa, misma fuerza con la que se mantuvo hasta el día siguiente. En su inicio la tormenta tropical "Larry" permaneció casi estacionaria por la interacción con un sistema frontal y debido a que se ubicaba entre dos centros de alta presión en la capa media profunda. Durante la tarde del día 2, registró un lento desplazamiento hacia el Sur,

además aumentó sus vientos a 95 km/h con rachas de 110 km/h, a una distancia aproximada de 265 km al nor-noreste de Coatzacoalcos, Ver.

Durante el día 3, "Larry" alternó su trayectoria con periodos de desplazamiento errático y casi estacionario, mientras golpeaba con sus bandas de fuerte convección la costa sur del Golfo de México y la Península de Yucatán, al final del día ya se encontraba a 165 km al este-noreste del puerto de Veracruz, Ver., con vientos máximos sostenidos de 95 km/h, rachas de 110 km/h y presión mínima de 995 hPa.

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

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

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

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

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

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

Huracán S/N (19 Septiembre- 22 de septiembre 1944)

El año de 1944 a fines del mes de septiembre en la alta sierra de Oaxaca ocurrió un meteoro espantoso con el derrumbe de unos cerros, y la creciente tuvo como consecuencia que se desatara el correr impetuoso del caudal del río que intrépido con sus aguas espesas de lodo inundó desde la sierra todos los pueblos ribereños. Este fenómeno se originó en el atlántico el día 19 de septiembre de 1944 alcanzo la categoría de Huracán I, con rachas de vientos de hasta 70 km/hr, atravesó el territorio nacional por los estados de Veracruz y Oaxaca, dejando a su paso gran cantidad de lluvias que afectaron la región.

Con base en la información de los registros de Ciclones Tropicales del Servicio Meteorológico Nacional(SMN), así como el mapa de Grado de peligro por presencia de Ciclones Tropicales del Atlas Nacional de Riegos del CENAPRED (ver imagen 4),el municipio de Santa María Xadani presenta un grado de peligrumuy bajo por presencia de Ciclones Tropicales, viéndose afectado de manera directa e indirecta por estos fenómenos. Cabe hacer mención que el trastorno que puede ocasionar un ciclón tropical que toca tierra, no sólo se resume a la vulnerabilidad con que la población se afronte ante los peligros del viento fuerte y sus derivados, sino también al efecto negativo que pudiera dejar las intensas precipitaciones.

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

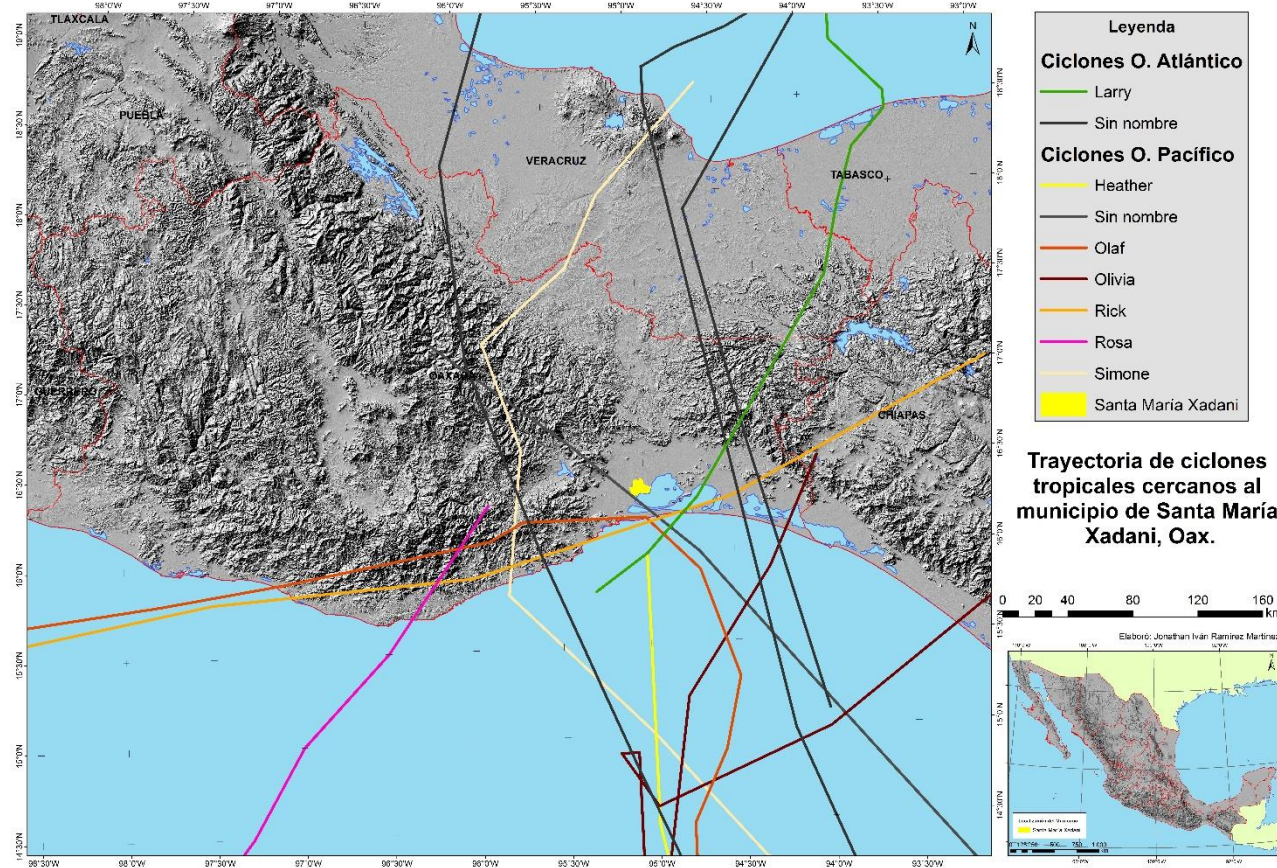
Los eventos hidrometeorológicos no solo pueden dejar grandes cantidades de lluvia, sino que también aumentan la marea, ya que los vientos empujan la superficie oceánica, haciendo que el agua se eleve por encima del nivel normal del mar, y la baja presión en el centro del sistema atmosférico provoca una onda de presión que eleva el nivel del mar. Este fenómeno se agrava cuando coincide con la pleamar y con el ascenso de la masa de agua ocasionado al romper el oleaje en la playa o sobre una estructura conocido como run up del oleaje, es la cota que alcanza el oleaje al incidir sobre un elemento respecto al nivel del mar en reposo. Esto se produce después de que la onda rompa debido a su iteración con el fondo, produciéndose el movimiento hacia delante de la masa de agua hasta que la energía de la ola no ha sido disipada en el proceso de rotura se invierte en subir por un talud.

IMAGEN 4. MAPA DE GRADO DE PELIGRO POR CICLONES TROPICALES



Fuente. CENAPRED <http://www.atlasmnacionalderiesgos.gob.mx/images/PHPcenapred/index/fase1/Hidros/>

Figura 36. Mapa de ciclones tropicales para Santa María Xadani



PONDERACIÓN DE AFECTACIÓN POR LOCALIDAD PARA CICLONES TROPICALES			
NIVEL	LOCALIDAD	POBLACION TOTAL	VIVIENDAS
MUY BAJO	SANTA MARÍA XADANI	7,613	2,047
MUY BAJO	LOS MARTÍNEZ	73	22
MUY BAJO	COLONIA 10 DE MAYO	68	18
MUY BAJO	BEZA YAGA	4	1
MUY BAJO	DOS ARBOLITOS	1	1
MUY BAJO	ESTEBAN FIGUEROA	1	1
MUY BAJO	RANCHO ÁNGEL DE LA CRUZ	2	1
MUY BAJO	RANCHO GUERRA	2	1
MUY BAJO	RANCHO JUQUILITA	6	1
MUY BAJO	RANCHO LUIS DE LA CRUZ MARTÍNEZ	2	1
MUY BAJO	RANCHO MARÍA ISABEL	1	1
MUY BAJO	SAN ANTONIO	2	1
MUY BAJO	SAN VALENTÍN	3	1
MUY BAJO	SANTO DOMINGO	2	1
MUY BAJO	TRES DE MAYO	1	1
TOTAL DEL MUNICIPIO		7,781	2,099

Fuente: Modelación Cartográfica.

5.2.7 Tornados

El Tornado es un fenómeno meteorológico que se produce a raíz de una rotación de aire de gran intensidad y de poca extensión horizontal, que se prolonga desde la base de una nube madre, conocida como Cumulonimbus. La base de esta nube se encuentra a altitudes por debajo de los 2 Km y se caracteriza por su gran desarrollo vertical, en donde su tope alcanza

aproximadamente los 10 Km de altura hasta la superficie de la tierra o cerca de ella. Su duración es muy variable, entre algunos segundos y algunas horas. En el centro del tornado la presión atmosférica es muy baja, pudiendo alcanzar unos 100 milibares menos que en el ambiente alrededor del tornado. Los vientos máximos son muy difíciles de medir, estimándose que en los casos más intensos pueden superar los 650 km/hr. Debido a esto, el tornado es el fenómeno atmosférico que tiene la mayor capacidad destructora a nivel local.

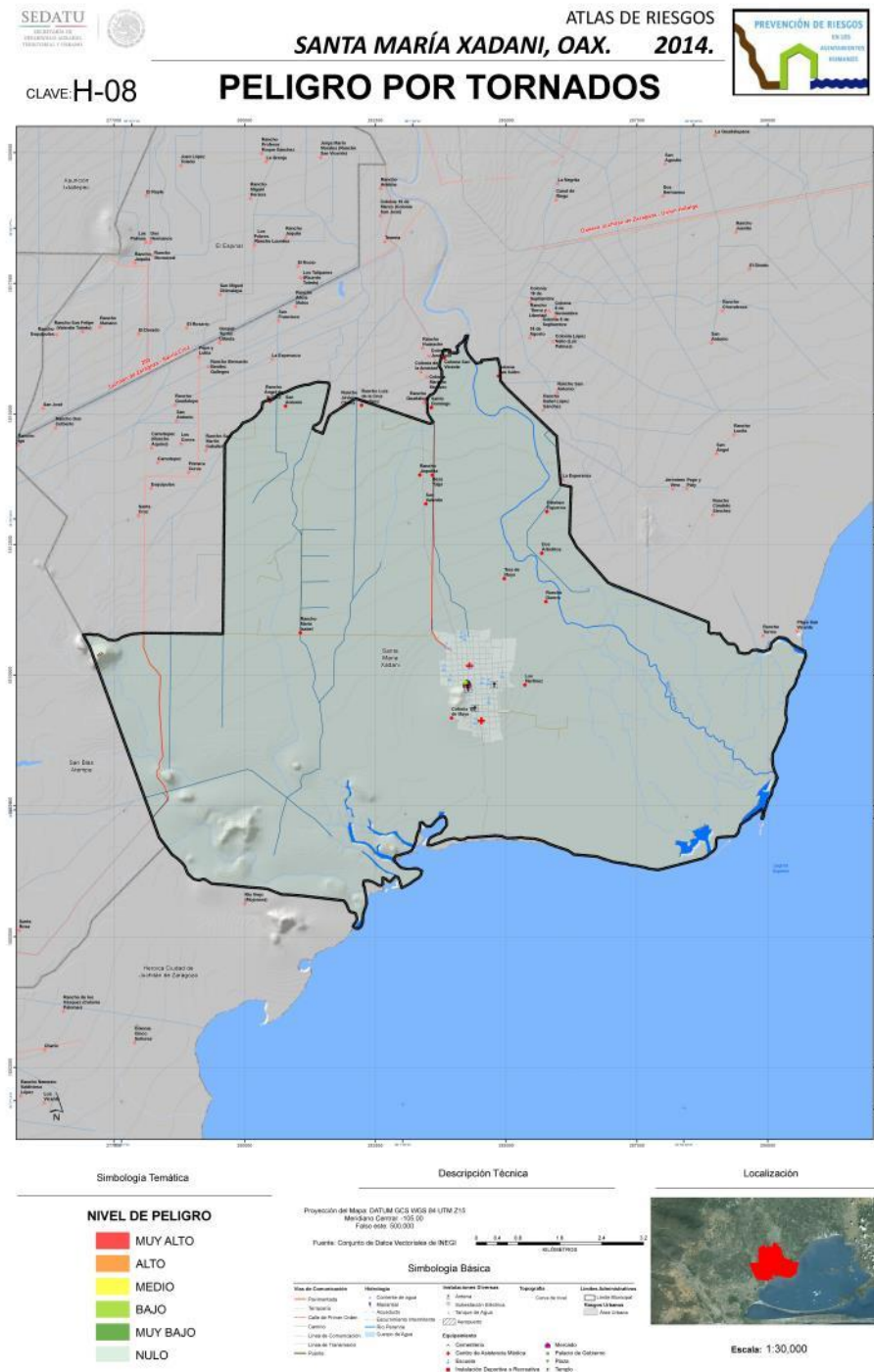
Los tornados pueden ser locales, pero la rapidez con que se desarrollan los hace muy peligrosos para la gente. Los daños que ocasionan son diversos, entre los que destacan: pérdidas económicas a la agricultura, a las viviendas, a la infraestructura urbana, lesiones, cortaduras e incluso, pérdidas humanas.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

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

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

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

CARACTERÍSTICAS DE UN TORNADO
CARACTERÍSTICAS MÁS COMUNES PARA IDENTIFICAR UN TORNADO
EL TORNADO SE FORMA EN CONEXIÓN CON UNA NUBE DE TORMENTA, LLAMADA "CUMULONIMBU"
EL TORNADO APARECE EN LA BASE DE LA NUBE "CUMULONIMBU" Y SE EXTIENDE HACIA ABAJO HASTA ALCANZAR EL SUELO EN FORMA DE EMBUDO O MANGA.
COMÚNMENTE UN TORNADO VA ACOMPAÑADO POR LLUVIA, GRANIZO, RELÁMPAGOS, RAYOS Y DE LA OSCURIDAD PROPIA DE LAS NUBES.
BAJA PRESIÓN ATMOSFÉRICA (FUERZA POR UNIDAD DE ÁREA, EJERCIDA SOBRE UNA SUPERFICIE DETERMINADA) EN EL CENTRO DE LA TORMENTA Y ENORME VELOCIDAD DEL VIENTO.
EL EFECTO DE DESTRUCCIÓN DE UN TORNADO ES MAYOR EN EL ÁREA AFECTADA QUE EL DE UN HURACÁN, DEBIDO A QUE LA ENERGÍA POR LIBERAR SE CONCENTRA UN ÁREA MÁS PEQUEÑA. POR TANTO EL EFECTO DE LA VELOCIDAD DEL VIENTO Y LA BAJA PRESIÓN HACE QUE EL DAÑO SEA MAYOR.
LOS TORNADOS SE DESPLAZAN APROXIMADAMENTE A 50KM/H, SIN EMBARGO, ALGUNOS SE MUEVEN LENTAMENTE, MIENTRAS OTROS ALCANZAN VELOCIDADES DE 100KM/H O MÁS. LA TRAYECTORIA PROMEDIO DE UN TORNADO ES DE UNOS 400 METROS DE ANCHO Y UNOS CUANTOS KILÓMETROS DE LARGO. ALGUNAS DE ÉSTAS HAN ALCANZADO VALORES EXCEPCIONALES DE 1.6KM DE ANCHO Y 480KM DE LARGO.



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

Los tornados pueden presentarse de muchas formas y tamaños:

- Trombas terrestres pequeñas y débiles, se ven como un torbellino de polvo sobre el suelo, su embudo de condensación puede no extenderse desde la superficie terrestre, cuando los vientos superan los 64 km/h es considerada su circulación como un tornado.
- Tornado conducto de estufa, evento de forma casi cilíndrica y de altura relativamente baja.
- Tornado de Cuña, gran tornado de un solo vórtice que se aprecia como una enorme cuña enterrada en la tierra.
- Tornados de múltiples vórtices, se aprecian como una familia de remolinos girando alrededor de un centro común, pueden llegar a quedar oscurecidos por la condensación, polvo y desechos aparentando ser solo un embudo.

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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).

F5	TORNADO INCREIBLE	420-550	EDIFICIOS GRANDES SERIAMENTE AFECTADOS O COLAPSADOS, COCHES LANZADOS A DISTANCIAS SUPERIORES A LOS 100 METROS, ESTRUCTURAS DE ACERO SUFREN DAÑOS.
-----------	-------------------	---------	---

Fuente. CENAPRED

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

En 1998 National Geographic Society represento el riesgo por tonados en Norteamérica, para México se obtuvo un riesgo mediano en estrechas franjas de los estados de Tamaulipas, Veracruz, Campeche, Yucatán y Quintana Roo, mientras que el resto del país es catalogado en bajo riesgo de ocurrencia. Cabe mencionar que en nuestro país se presentan las condiciones meteorológicas necesarias para la formación de los tornados superceldas y no-superceldas. En algunos lugares se presentan estacionalmente y en otros esporádicamente.

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

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

ESCALA DE FUJITA PARA TORNADOS, BASADA EN LOS DAÑOS CAUSADOS (1971)			
NÚMERO EN LA ESCALA	DENOMINACIÓN DE INTENSIDAD	VELOCIDAD DEL VIENTO KM/H	TIPO DE DAÑOS
F0	VENDAVAL	60-100	DAÑOS EN CHIMENEAS, ROTURA DE RAMAS, ÁRBOLES PEQUEÑOS ROTOS, DAÑOS EN SEÑALES Y RÓTULOS.
F1	TORNADO MODERADO	100-180	DESPRENDIMIENTO DE ALGUNOS TEJADOS, MUEVE COCHES Y CAMPER, ARRANCA ALGUNOS ÁRBOLES PEQUEÑOS.
F2	TORNADO IMPORTANTE	180-250	DAÑOS CONSIDERABLES. ARRANCA TEJADOS Y GRANDES ÁRBOLES DE RAÍZ, CASAS DÉBILES DESTRUIDAS, ASÍ COMO OBJETOS LIGEROS QUE SON LANZADOS A GRAN VELOCIDAD.
F3	TORNADO SEVERO	250-320	DAÑOS EN CONSTRUCCIONES SÓLIDAS, TRENES AFECTADOS, LA MAYORÍA DE LOS ÁRBOLES SON ARRANCADOS.
F4	TORNADO DEVASTADOR	320-340	ESTRUCTURAS SÓLIDAS SERIAMENTE DAÑADAS, ESTRUCTURAS CON CIMIENTOS DÉBILES ARRANCADAS Y ARRASTRADAS, COCHES Y OBJETOS PESADOS ARRASTRADOS.

TORNADOS POR ESTADO 2000-2012					
ESTADO DE MÉXICO	14	VERACRUZ	12	TLAXCALA	11
CHIAPAS	11	TAMAULIPAS	9	CHIHUAHUA	9
NUEVO LEÓN	6	TABASCO	6	PUEBLA	5
QUINTANA ROO	5	COAHUILA	5	HIDALGO	4
YUCATÁN	3	MICHOACÁN	3	D.F	3
JALISCO	3	OAXACA	3	AGUASCALIENTES	2
SONORA	2	GUANAJUATO	1	ZACATECAS	1
NAYARIT	1	GUERRERO	1	BAJA CALIFORNIA	1
SINALOA	1	DURANGO	1	CAMPECHE	1
BAJA CALIFORNIA S.	1	COLIMA	1		

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

Tanto el mapa de National Geographic Society en 1998 y los datos presentados por el boletín de Investigaciones Geográficas de la UNAM de 2013, colocan al estado de Oaxaca con muy bajo peligro de ocurrencia de tornados, específicamente para el municipio de Santa María Xadani 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, por lo que no se considera necesario profundizar en el análisis de este tema en particular

5.2.8 Tormentas de polvo

Las tormentas de polvo son un fenómeno meteorológico muy común en las zonas áridas y semiáridas del planeta. Se levantan cuando una ráfaga de viento es lo suficientemente fuerte como para elevar las partículas de polvo o arena que se encuentran asentadas en el suelo. Se origina como una corriente descendente fuerte y turbulenta como se forma en una tormenta eléctrica. El polvo es impulsado, por lo que se llama corriente de densidad y el aire frío se hunde en la tierra. Al llegar a la superficie, se extiende lateralmente, distribuyendo el polvo en violentas ráfagas que pueden exceder de 60 mph, lo que disminuye la visibilidad.

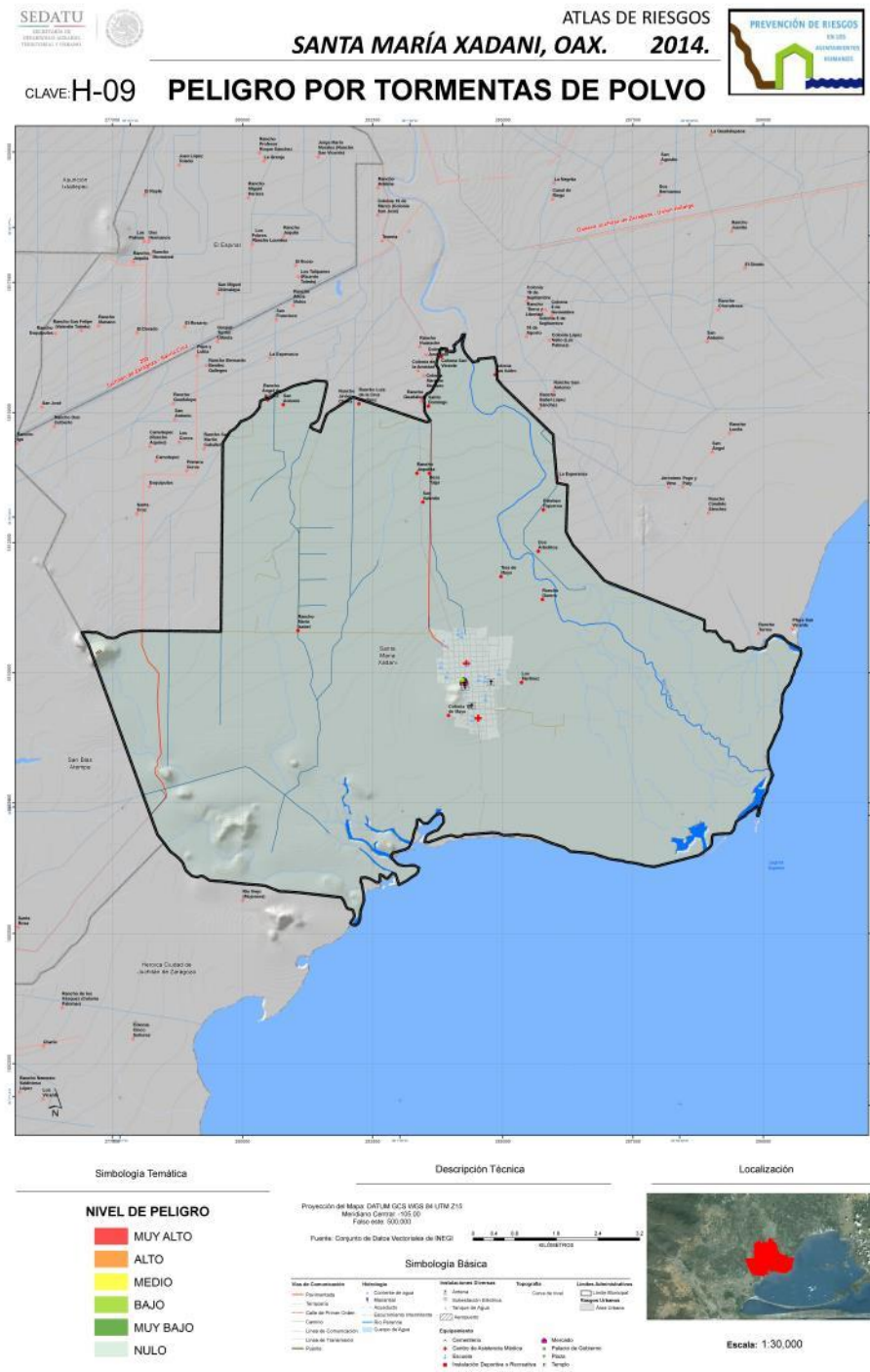
Las tormentas de polvo se forman cuando el suelo de un desierto se calienta y existe un rápido descenso de la temperatura sobre la superficie de la tierra, lo que provoca condiciones inestables que crean rachas de viento turbulento. Esto tiene como consecuencia el levantamiento de partículas de la superficie.

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

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

El polvo recogido en las tormentas puede trasladarse miles de kilómetros, cuando el polvo en suspensión es arrastrado por fuertes corrientes de aire hacia otros lugares, Por lo general una vez

que ocurre una tormenta de polvo (se diferencia de la tormenta de arena cuando el tamaño de la partícula es menor de cien micras), este elemento al ser más ligero sube hasta alturas de 5 a 7 kilómetros, y forma una masa de aire muy caliente, cuya humedad relativa es de apenas un 3%.



remolinos de polvo con menor tiempo de duración. Las partículas pesadas no permanecen mucho tiempo suspendidas en el aire, en cambio las partículas pequeñas se sostienen en el aire. La capa de polvo del Sahara, por ejemplo, se extiende a más de 5 kilómetros de altitud, lo que produce colores rojos vivos en las nubes a esta altura.

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

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

Grupos vulnerables

- Bebes, niños, y adolescentes
- Personas ancianos
- Personas con asma, bronquitis, enfisema, u otros problemas respiratorios
- Personas con problemas cardíacos
- Mujeres embarazadas
- Adultos sanos que trabajan o ejercitan vigorosamente afuera (por ejemplo, trabajadores de agricultura y construcción, ocorredores)

Factores precondicionantes

- Sequías
- Distribución de lluvias
- Índices de aridez

Factores detonadores

- Vientos fuertes
- Índices de velocidad del viento

La ocurrencia de este fenómeno provocan los patrones dinámicos de las dunas de arena e influyen en la erosión superficial, así como en la formación de tormentas de polvo y pequeños

El municipio de Santa María Xadani, no se presentan los factores generadores de tormentas de polvo, por lo que no se tiene registros de la ocurrencia de las mismas en el Estado, a su vez

tampoco se cuenta con indicios de afectación por este tipo de fenómeno para el municipio, por lo que la amenaza se considera Nula.

5.2.9 Tormentas Eléctricas

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

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

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

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

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

En lo que respecta a la energía de los rayos, de acuerdo con CENAPRED (2010), éstos alcanzan una temperatura en el aire de 30,000°C en una fracción de segundo aproximadamente. El aire caliente provoca que se expanda rápidamente, produciendo una onda de sonido que viaja en todas las direcciones a partir del rayo. Los rayos pueden ser del tipo nube-aire, en donde la electricidad se desplaza desde la nube hacia una masa de aire de carga opuesta; nube-nube, el rayo puede producirse dentro de una nube con zonas cargadas de signo contrario; nube-suelo, en el que las cargas negativas de las nubes son atraídas por las cargas positivas del suelo.

Los riesgos asociados a los rayos, especialmente aquéllos que pueden producir heridos y decesos, han sido estudiados por países como Estados Unidos de América, Canadá y Reino Unido, entre otros. Dichos trabajos se refieren a la exposición de las personas durante una

tormenta eléctrica y sus consecuencias, las cuales pueden ser parálisis, quemaduras, intensos dolores de cabeza, pérdida de audición y de la memoria, hasta llegar a la muerte.

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

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

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

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

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

Para la determinación de las zonas de posible caída de rayos a la superficie terrestre dentro del municipio de Santa María Xadani se utilizó como base la información del número de días con

presencia de tormentas eléctricas de 05 estaciones del Servicio Meteorológico Nacional, que rodean el municipio.

Figura 37. Mapa se muestra la distribución de peligro por tormentas eléctricas en el municipio.

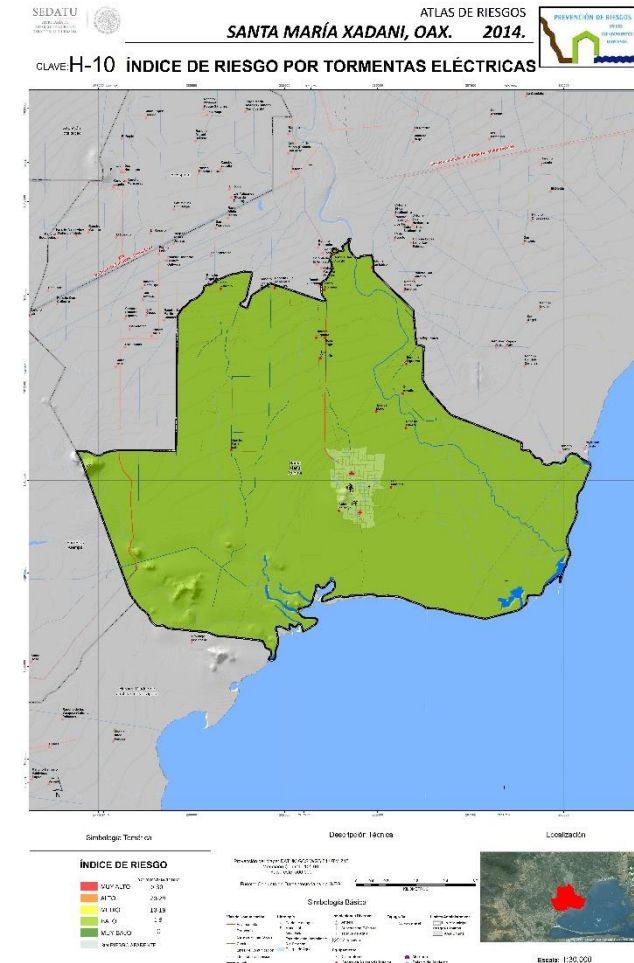
RELACIÓN DE ESTACIONES METEOROLÓGICAS PARA ESTABLECER LAS ZONAS DE MAYOR PELIGROSIDAD POR LA PRESENCIA DE TORMENTAS ELÉCTRICAS.						
NO ESTACIÓN	NOMBRE DE LA ESTACIÓN	ESTADO	TORMENTAS ELÉCTRICAS	LATITUD	LONGITUD	ALTITUD MSNM
20027	CHICAPA DE CASTRO	OAXACA	0.18	16°34'29"N	94°48'16" W	32
20048	JUCHITAN DE ZARAGOZA	OAXACA	0.01	16°26'57"N	95°01'27"W	30
20149	TEHUANTEPEC	OAXACA	1.64	16°19'00" N	95°14'04" W	41
20382	EL MARQUEZ	OAXACA	1.55	16°26'04"N	95°22'27"W	82
20039	IXTEPEC	OAXACA	2.01	16°33'07"N	95°05'04"W	62

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

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

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

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



Fuente: Elaboración propia a partir de los resultados del análisis estadístico de los registros de días con presencia de tormentas eléctricas contenidos en el CLICOM

Como se puede observar en el mapa de peligro por tormentas eléctricas, la mayor parte del territorio municipal esta ponderado como peligro bajo ante la presencia de este fenómeno, a excepción de una pequeña área que se ubica en la parte sureste del territorio municipal que presenta peligro muy bajo.

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

Nivel de afectación por Tormentas eléctricas

PONDERACIÓN DE AFECTACIÓN POR LOCALIDAD PARA TORMENTAS ELECTRICAS			
NIVEL	LOCALIDAD	POBLACION TOTAL	VIVIENDAS
BAJO	SANTA MARÍA XADANI	7,613	2,047
BAJO	LOS MARTÍNEZ	73	22
BAJO	COLONIA 10 DE MAYO	68	18
BAJO	RANCHO JUQUILITA	6	1
BAJO	SAN VALENTÍN	3	1
BAJO	DOS ARBOLITOS	1	1
BAJO	ESTEBAN FIGUEROA	1	1
BAJO	SANTO DOMINGO	2	1
BAJO	RANCHO GUERRA	2	1
BAJO	RANCHO LUIS DE LA CRUZ MARTÍNEZ	2	1
BAJO	SAN ANTONIO	2	1
BAJO	TRES DE MAYO	1	1
BAJO	RANCHO MARÍA ISABEL	1	1
BAJO	RANCHO ÁNGEL DE LA CRUZ	2	1
BAJO	BEZA YAGA	4	1
TOTAL DEL MUNICIPIO		7,781	2,099

Fuente: Modelación Cartográfica.

5.2.10 Lluvias Extremas

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

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

Episodios meteorológicos e hidrológicos de intensidad superior a la media pueden causar daños catastróficos al medio ambiente, a la economía y al sistema social. En este caso, Las lluvias intensas provocan inundaciones, además de ser causante de una erosión que mina las estructuras y de inundaciones que destruyen los cultivos, ahogan el ganado, contaminan los suministros de agua dulce y aíslan a ciertas comunidades.

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

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

Las precipitaciones acuosas se clasifican como sigue:

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

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

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

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

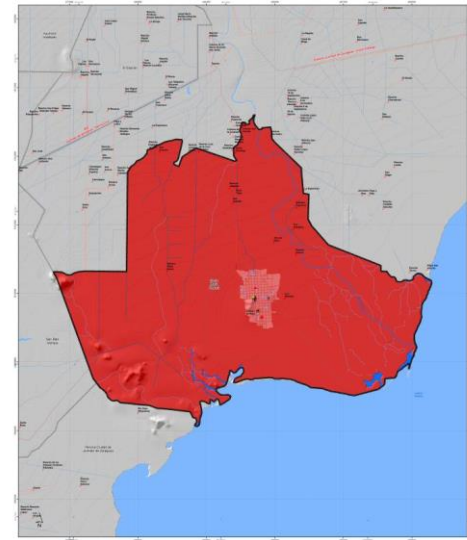
Tormenta: puede ser débil o intensa; su pluviosidad es alta y las gotas son grandes y el viento, intenso; incluye la posibilidad de que se precipite granizo.

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

Atlas de Riesgos del municipio de Santa María Xadani, Oaxaca, 2014



SEDATU ATLAS DE RIESGOS
SANTA MARÍA XADANI, OAX. 2014.
CLAVE: H-11-2 PELIGRO POR LLUVIAS EXTREMAS PR 5



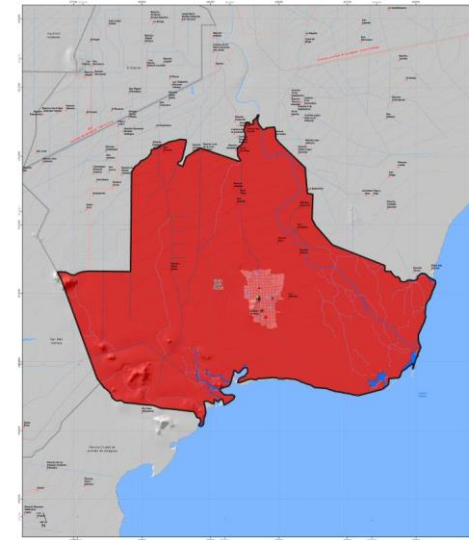
NIVEL DE PELIGRO

- MUY ALTO
- ALTO
- BAJO
- MUY BAJO
- NULO

Simbología Básica

Proyección de Mapa: DATUM GCS NAD 83 UTM 21S
Meridiano Central: -105.00
Escala: 1:30,000

SEDATU ATLAS DE RIESGOS
SANTA MARÍA XADANI, OAX. 2014.
CLAVE: H-11-3 PELIGRO POR LLUVIAS EXTREMAS PR 10



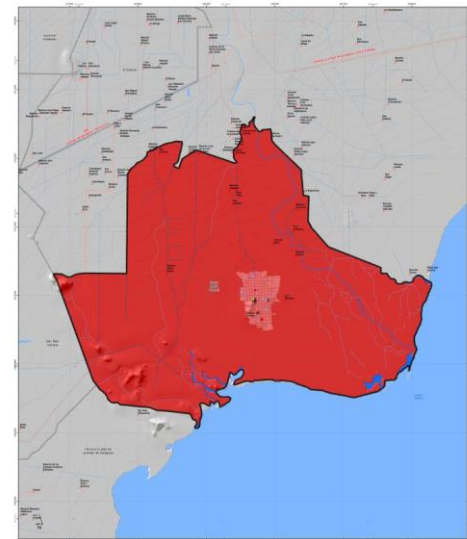
NIVEL DE PELIGRO

- MUY ALTO
- ALTO
- MEDIO
- BAJO
- MUY BAJO
- NULO

Simbología Básica

Proyección de Mapa: DATUM GCS NAD 83 UTM 21S
Meridiano Central: -105.00
Escala: 1:30,000

SEDATU ATLAS DE RIESGOS
SANTA MARÍA XADANI, OAX. 2014.
CLAVE: H-11-4 PELIGRO POR LLUVIAS EXTREMAS PR 25



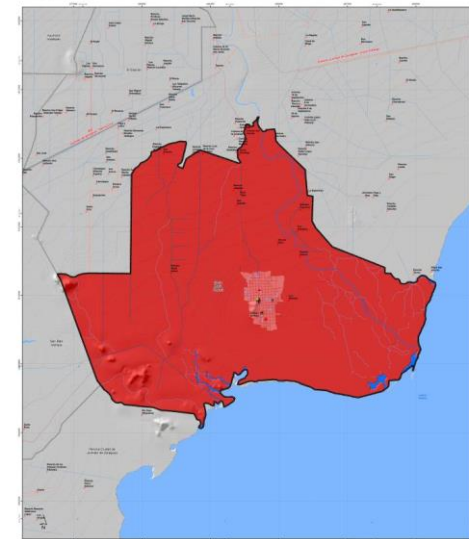
NIVEL DE PELIGRO

- MUY ALTO
- ALTO
- MEDIO
- BAJO
- MUY BAJO
- NULO

Simbología Básica

Proyección de Mapa: DATUM GCS NAD 83 UTM 21S
Meridiano Central: -105.00
Escala: 1:30,000

SEDATU ATLAS DE RIESGOS
SANTA MARÍA XADANI, OAX. 2014.
CLAVE: H-11-5 PELIGRO POR LLUVIAS EXTREMAS PR 50



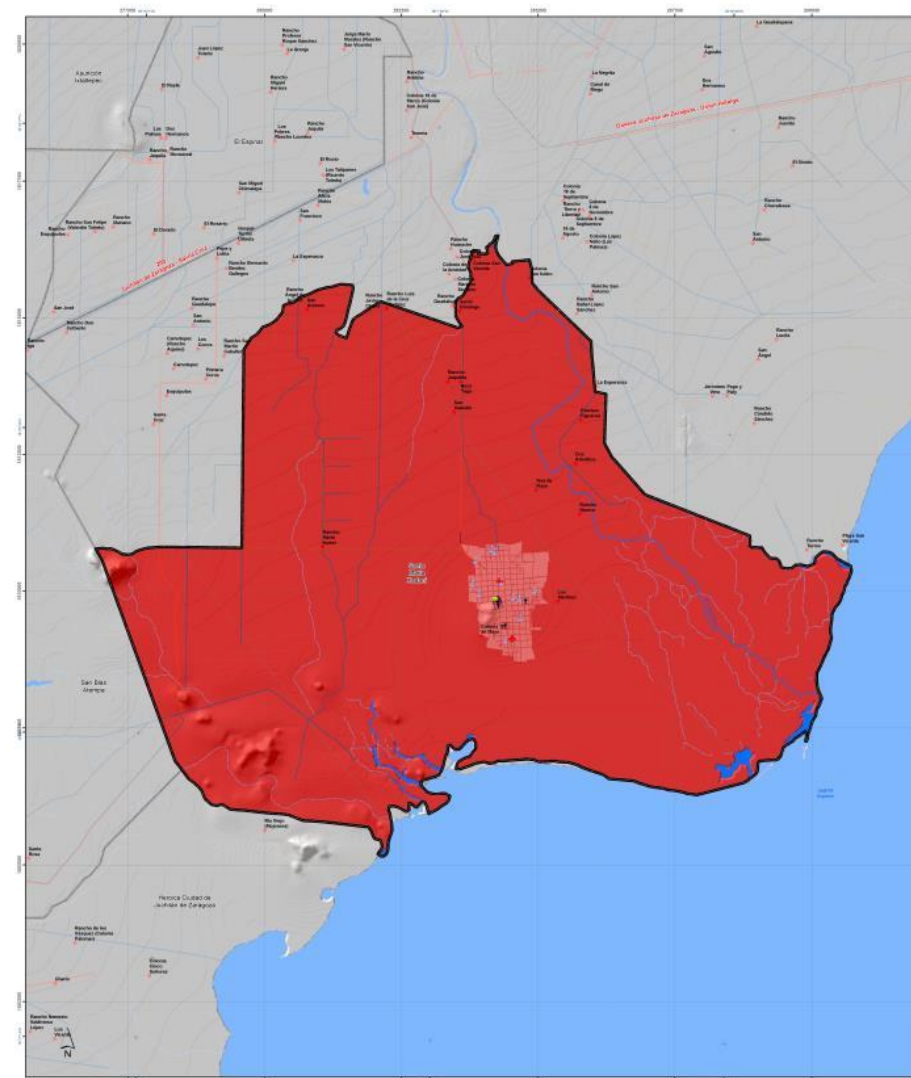
NIVEL DE PELIGRO

- MUY ALTO
- ALTO
- MEDIO
- BAJO
- MUY BAJO
- NULO

Simbología Básica

Proyección de Mapa: DATUM GCS NAD 83 UTM 21S
Meridiano Central: -105.00
Escala: 1:30,000

SEDATU ATLAS DE RIESGOS
SANTA MARÍA XADANI, OAX. 2014.
CLAVE: H-11-1 PELIGRO POR LLUVIAS EXTREMAS



NIVEL DE PELIGRO

- MUY ALTO
- ALTO
- MEDIO
- BAJO
- MUY BAJO
- NULO

Simbología Básica

Proyección de Mapa: DATUM GCS NAD 83 UTM 21S
Meridiano Central: -105.00
Escala: 1:30,000

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

Por lo general, hay un periodo de transición en el mes de mayo de lluvias irregulares y dispersas. Dentro de la época de lluvia, con frecuencia se registra un corto período seco en el mes de agosto, conocido con nombre de "canícula" o sequía de medio verano" que es un factor importante a considerar en lo calendarios de cultivos.

Para identificar el grado de peligro de este fenómeno en el municipio de Santa María Xadani fueron considerados los datos promedio de precipitación máximas mensuales de 05 estaciones que rodean al municipio, conforme a la base de datos CLICOM del Servicio Meteorológico Nacional para el periodo de registro de 1951-2010. En la siguiente tabla se muestran dicha estaciones climatológicas.

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
20027	CHICAPA DE CASTRO	OAXACA	1,336.3	16°34'29"N	94°48'16" W	32
20048	JUCHITAN DE ZARAGOZA	OAXACA	1,764.7	16°26'57"N	95°01'27"W	30
20149	TEHUANTEPEC	OAXACA	1,975.1	16°19'00"N	95°14'04" W	41
20382	EL MARQUEZ	OAXACA	1,204.7	16°26'04"N	95°22'27"W	82
20039	IXTEPEC	OAXACA	1,488.2	16°33'07"N	95°05'04"W	62

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

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

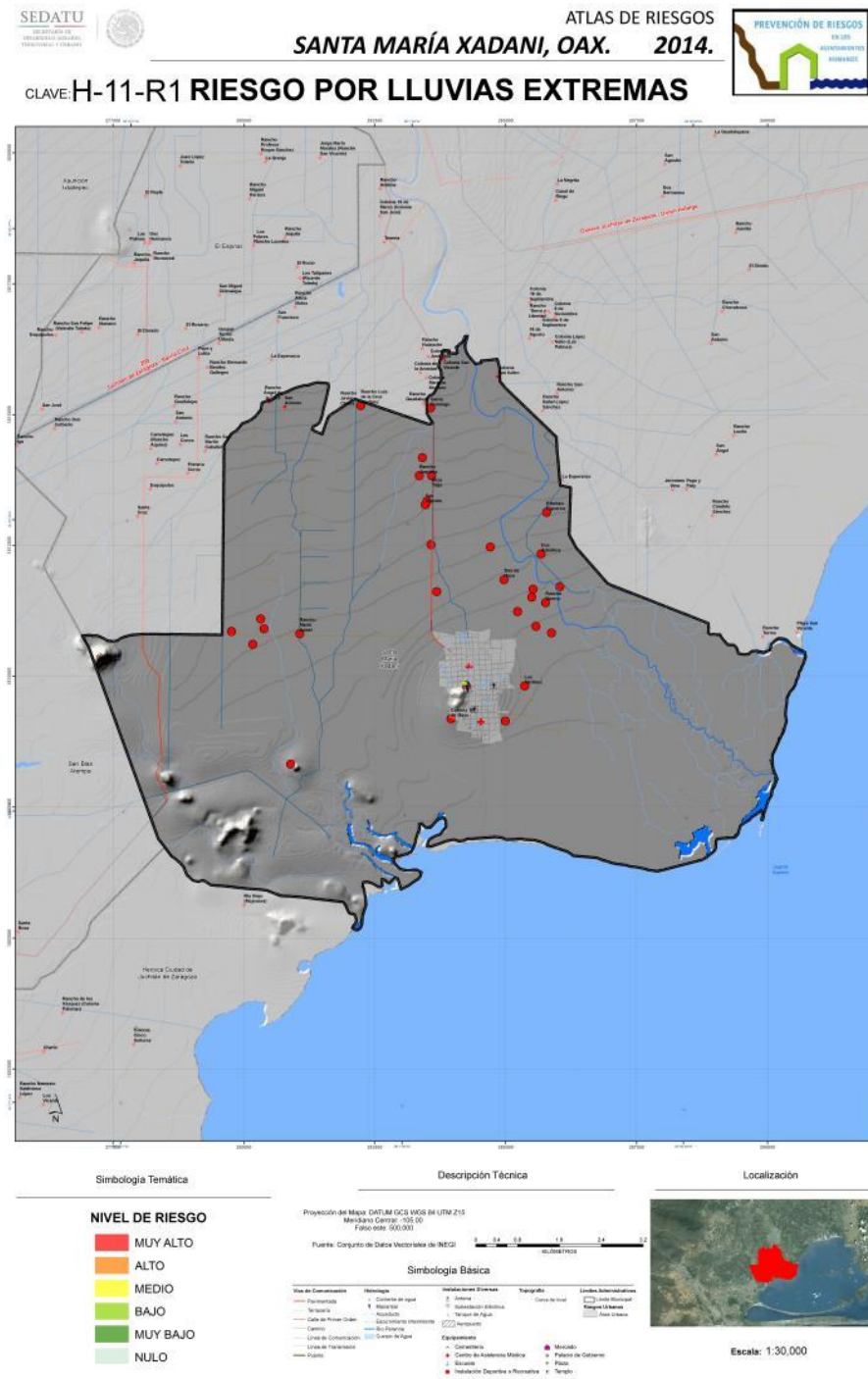
- Rellenado de datos Faltantes.
- Filtrado de datos que afectan a la muestra.
- Obtención de valores mínimos diarios anuales históricos de precipitación máxima.
- Ajuste de Función de probabilidad
- Estimación de precipitaciones máximas asociadas a diferentes periodos de retorno.

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

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

PRECIPITACIONES MÁXIMAS ASOCIADAS A DIFERENTES PERIODOS DE RETORNO [MM]				
No. ESTACIÓN	Tr			
	5	10	25	50
20027	1,356.2	1,372.59	1,394.83	1,406.41
20048	1,778.51	1,789.51	1,800.9	1,814.86
20149	1,989.65	2,004.17	2,025.2	2,043.58
20382	1,226.61	1,247.44	1,265.76	1,288.4
20039	1,505.35	1,523.21	1,544.18	1,562.04

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



Como se puede observar en el mapa de peligro por lluvias extremas, todo el municipio se pondera como muy alto, ello debido a que se presentan registros promedio anuales de lluvia por encima de los 1,000 mm/año, llegando incluso hasta los 2,000 mm/año.

Nivel de afectación por lluvias extremas

PONDERACIÓN DE AFECTACIÓN POR LOCALIDAD LLUVIAS EXTREMAS			
NIVEL	LOCALIDAD	POBLACION TOTAL	VIVIENDAS
MUY ALTO	SANTA MARÍA XADANI	7,613	2,047
MUY ALTO	LOS MARTÍNEZ	73	22
MUY ALTO	COLONIA 10 DE MAYO	68	18
MUY ALTO	BEZA YAGA	4	1
MUY ALTO	RANCHO ÁNGEL DE LA CRUZ	2	1
MUY ALTO	RANCHO JUQUILITA	6	1
MUY ALTO	RANCHO LUIS DE LA CRUZ MARTÍNEZ	2	1
MUY ALTO	RANCHO MARÍA ISABEL	1	1
MUY ALTO	SAN ANTONIO	2	1
MUY ALTO	SAN VALENTÍN	3	1
MUY ALTO	SANTO DOMINGO	2	1
MUY ALTO	DOS ARBOLITOS	1	1
MUY ALTO	ESTEBAN FIGUEROA	1	1
MUY ALTO	RANCHO GUERRA	2	1
MUY ALTO	TRES DE MAYO	1	1
TOTAL DEL MUNICIPIO		7,781	2,099

Fuente: Modelación Cartográfica.

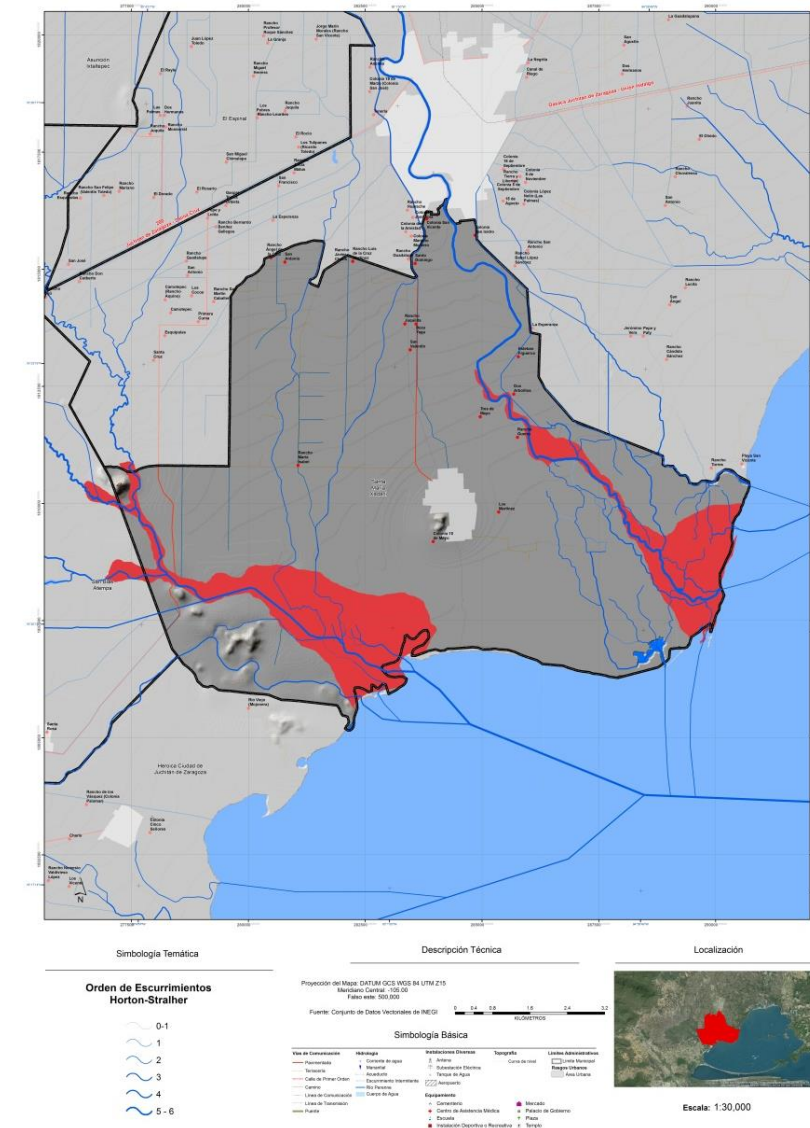
Fuente: Elaboración propia a partir de los resultados del análisis estadístico de los registros de precipitación máxima contenidos en el CLICOM

5.2.11 Inundaciones pluviales, fluviales, costeras y lacustres.

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

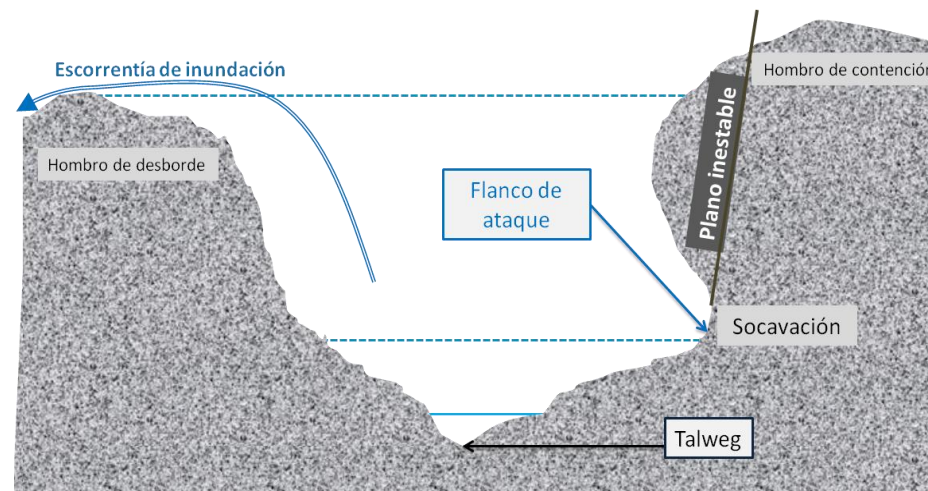
Las inundaciones ocurren cuando el suelo y la vegetación no pueden absorber toda el agua que llega al lugar y escurre sobre el terreno muy lentamente; pueden ocurrir por lluvias en la región, por desbordamiento de ríos, ascenso del nivel medio del mar, por la rotura de bordos, diques y presas, o bien,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

Figura 38. Inundaciones Fluviales(amenaza) en el Municipio.



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

Figura 39. Corte esquemático de escurrimientos (ríos de la serranía) jóvenes al norte de Santa María Xadani.



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

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

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

- Fluviales
- Súbitas

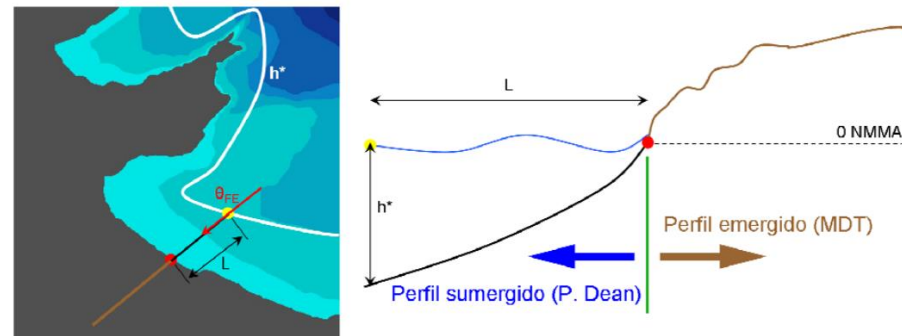
Las fluviales son aquellas relacionadas con el desbordamiento de un escurrimiento. Para el municipio de Santa María Xadani, las inundaciones fluviales se pueden presentar en dos categorías: las fluviales con escorrentía y las de planicie.

METODOLOGÍA

Una vez realizada la segmentación de la línea de las secciones, con la que se determina el inicio y la dirección de cada perfil, se procede a realizar los cortes del Modelo Digital del Terreno (MDT) para calcular el perfil topográfico, para estimar la parte a sumergirse se usó el perfil teórico de Dean (1991) desde la profundidad de cierre (h^*) de esta forma se obtiene una transición coherente y suave entre ambos².

² Adaptado de A. Tomas, et al. Metodología para la elaboración de los mapas de peligrosidad y riesgo de inundación Instituto de Hidráulica Ambiental "IH Cantabria". Universidad de Cantabria, C/ Isabel Torres nº 15. Santander, 39011, España.

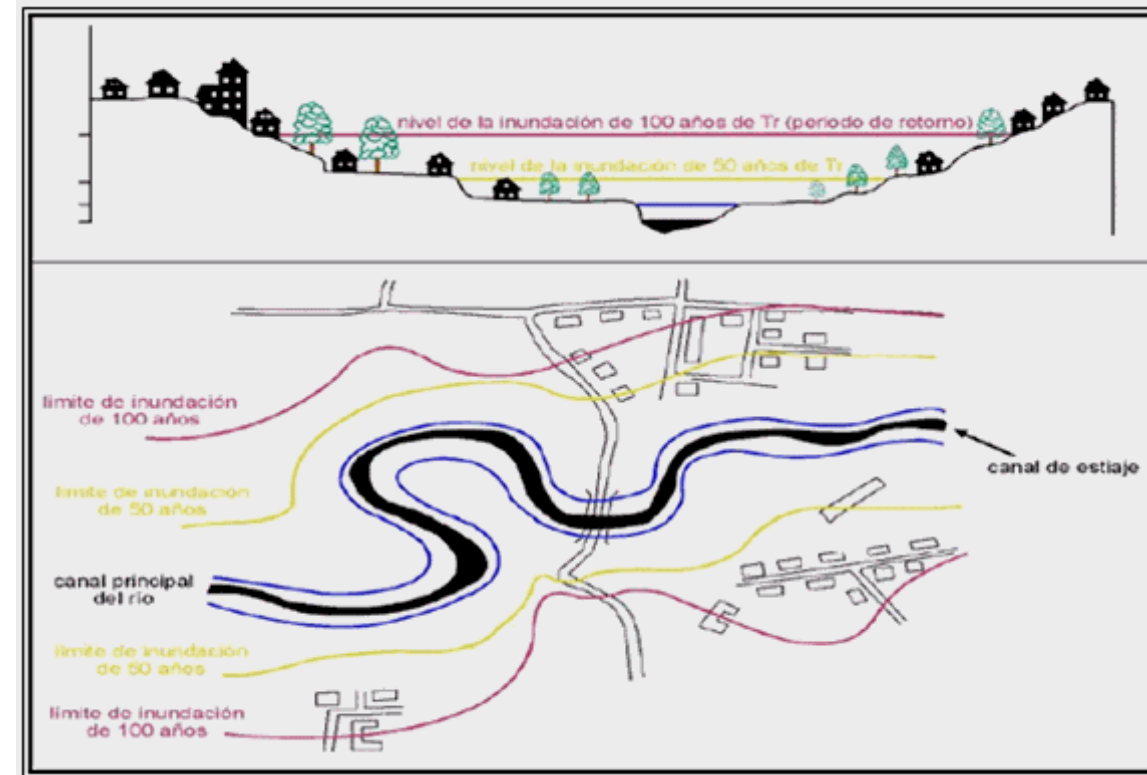
Figura 40. Esquema para determinar zonas a sumergirse por inundaciones fluviales2



Ajuste de los regímenes extremales de inundación en cada perfil.

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

Figura 41. Esquema de valores por inundaciones de acuerdo a distintos tiempos de retorno.



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

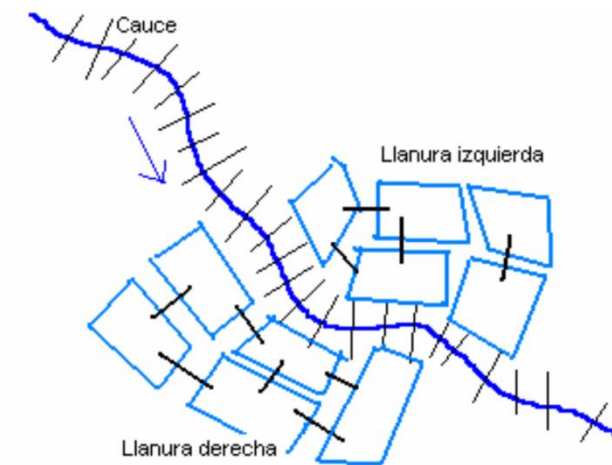
Con la finalidad de estudiar, en este Atlas de Riesgos, los efectos de la propagación de avenidas en ríos, y en concreto para la obtención de valores de las velocidades y niveles de agua, se han usado (donde la información lo permitió) modelos bidimensionales y eventualmente unidimensionales en régimen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

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

Figura 42. Cuencas en el municipio; Valores y superficies.



Figura 43. Seccionamiento modelo de un río en el municipio.



Hipótesis y ecuaciones

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

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

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

donde:

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

- z es la cota de la solera,

- y es el calado,

- v es la velocidad media de la sección,
- g es la aceleración de la gravedad,
- I es la pendiente motriz, evaluada mediante la fórmula de Manning.
- a es el coeficiente de Coriolis

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

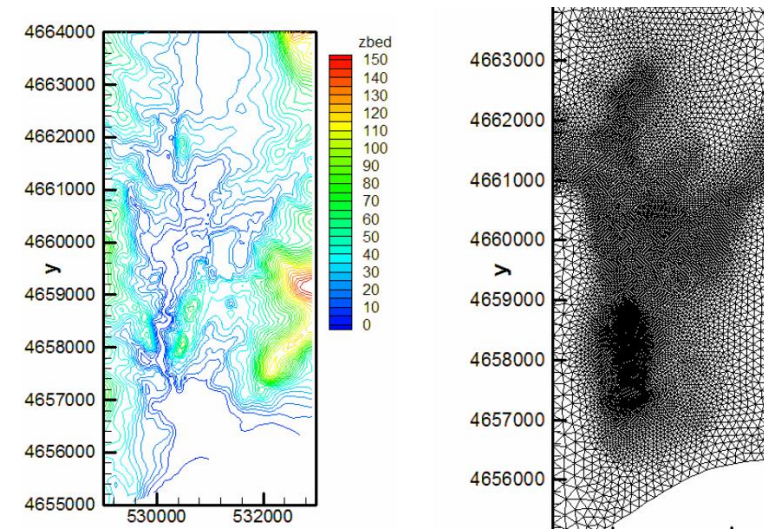
La simulación de la propagación en el cauce se efectúa resolviendo las ecuaciones de Saint-Venant. En el caso que nos ocupa, donde puede haber un caudal lateral de entrada, son:

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

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

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

Figura 44. Malla de cálculo del modelo numérico

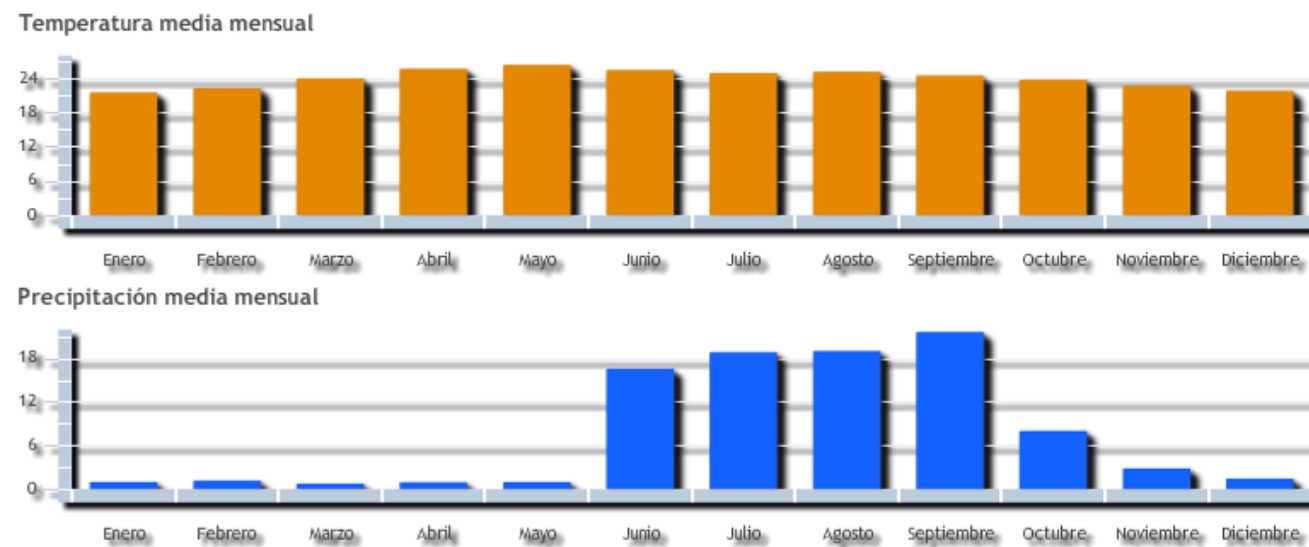


Obtención de valores de cálculo

La estimación de indicadores de escurrimiento superficial en condiciones naturales es muy compleja, debido a que intervienen diversos factores como son: tipos de suelos y rocas, relieve, pendientes, vegetación, área de captación o cuenca, longitud del cauce principal, precipitación-tiempo, condiciones y dimensiones del cauce que por tratarse de condiciones naturales las dimensiones son variadas a lo largo de éste, entre otros. Es por ello que para el cálculo de los diversos indicadores se debe hacer una planeación del escurrimiento por analizar y determinarlos en algunos de los casos, agrupando secciones que reúnan características similares así como cierto comportamiento en común.

Con información obtenida del SIATL Simulador de Flujos de Agua de Cuencas Hidrográficas y características de la Red Hidrográfica 2.1 y su método probabilístico y con el modelo de lluvia-escurrimiento con el método racional, se determinaron los gastos (caudales) de los principales escurrimientos del municipio de Sta Ma Xadani.

Figura 45. Temperatura y precipitación media mensual de las cuenca del río Los Perros de Sta Ma Xadani (SIATL)



valor numérico del gasto o caudal se determina mediante el método racional mediante la siguiente ecuación:³

$$Q = \frac{CIA}{360}$$

Donde:

Q= es el caudal en metros cúbicos por segundo.

I = es la intensidad en milímetros por hora.

A = es la superficie de la cuenca en hectáreas.

C = es un coeficiente de escorrentía sin dimensiones.

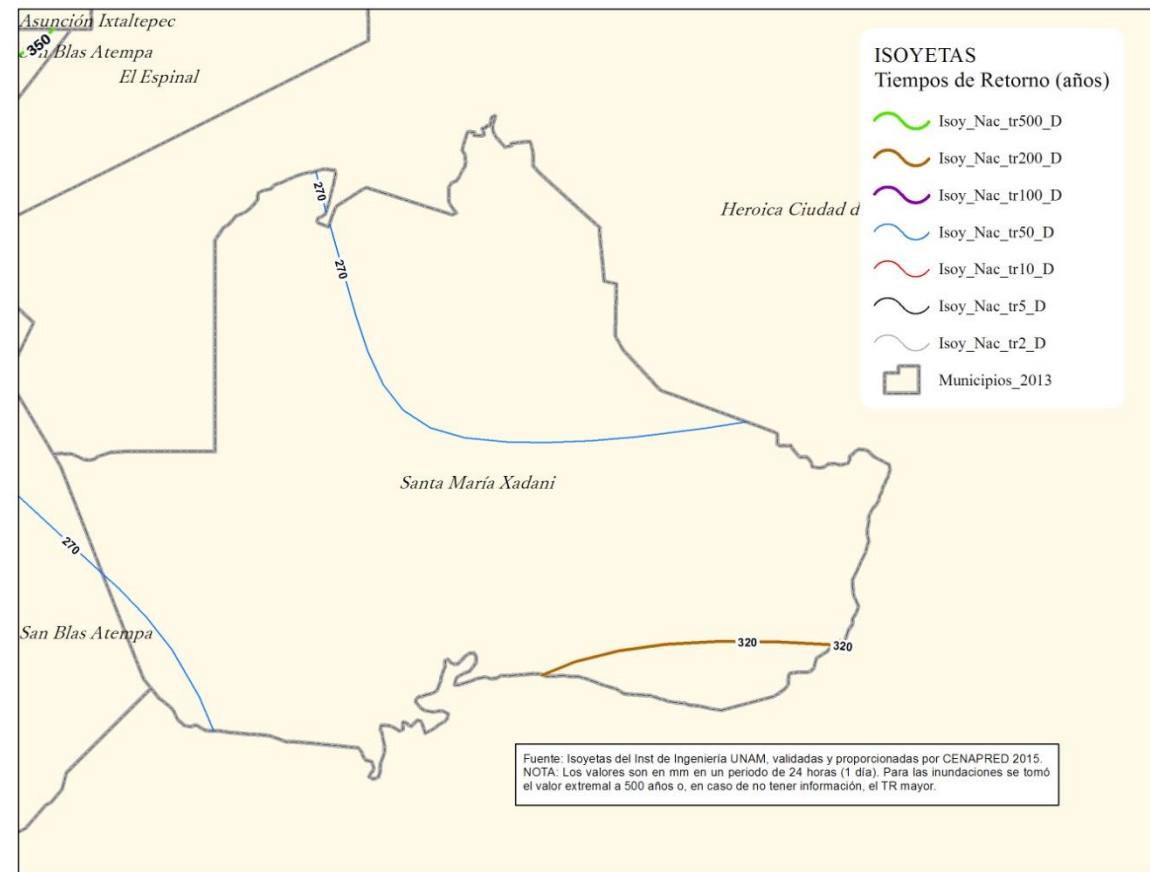
360: ajuste para conversión de unidades inglesas a métricas

Determinación de caudales (periodos de retorno 2, 5, 10, 50 100 y 200 años)

Para determinar el gasto o caudal que llega al punto "a", bajo la lluvia máxima que se presenta con una frecuencia dada, se considera que durante los primeros minutos de la lluvia, la intensidad de ésta es muy alta, pero como el tiempo es corto, no se ha alcanzado a drenar toda la cuenca, por lo que el gasto que pasa por el punto "a" no es muy grande. A medida que transcurre el tiempo, la cuenca comienza a aportar más agua por efecto de que es mayor el área que se drena, pero por otro lado la intensidad de la lluvia va disminuyendo poco a poco. El

³ Fórmula expuesta en el documento "Medición sobre el Terreno de la Erosión del Suelo y de la Escorrentía" – Boletín de Suelos de la FAO -68, Autor.- N.W. Hudson Silsoe Associates.

Figura 46. Valores de lluvia extremos en 24 horas empleados para el hidrograma (CENAPRED 2014)



Cuadro 36. Elementos para el cálculo inicial del hidrograma río Los Perros	
Elevación máxima	1264 m
Elevación media	638 m
Elevación mínima	13 m
Longitud	108444 m
Pendiente Media	1.15%
Tiempo de Concentración (min)	815.68 (minutos)
Área Drenada	973.56 km ²
Periodo de Retorno	500 años
Coefficiente de escurrimiento	0.3
Lluvia	320 mm
Caudal pico m ³ /seg	30,018.94 m ³ /s

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

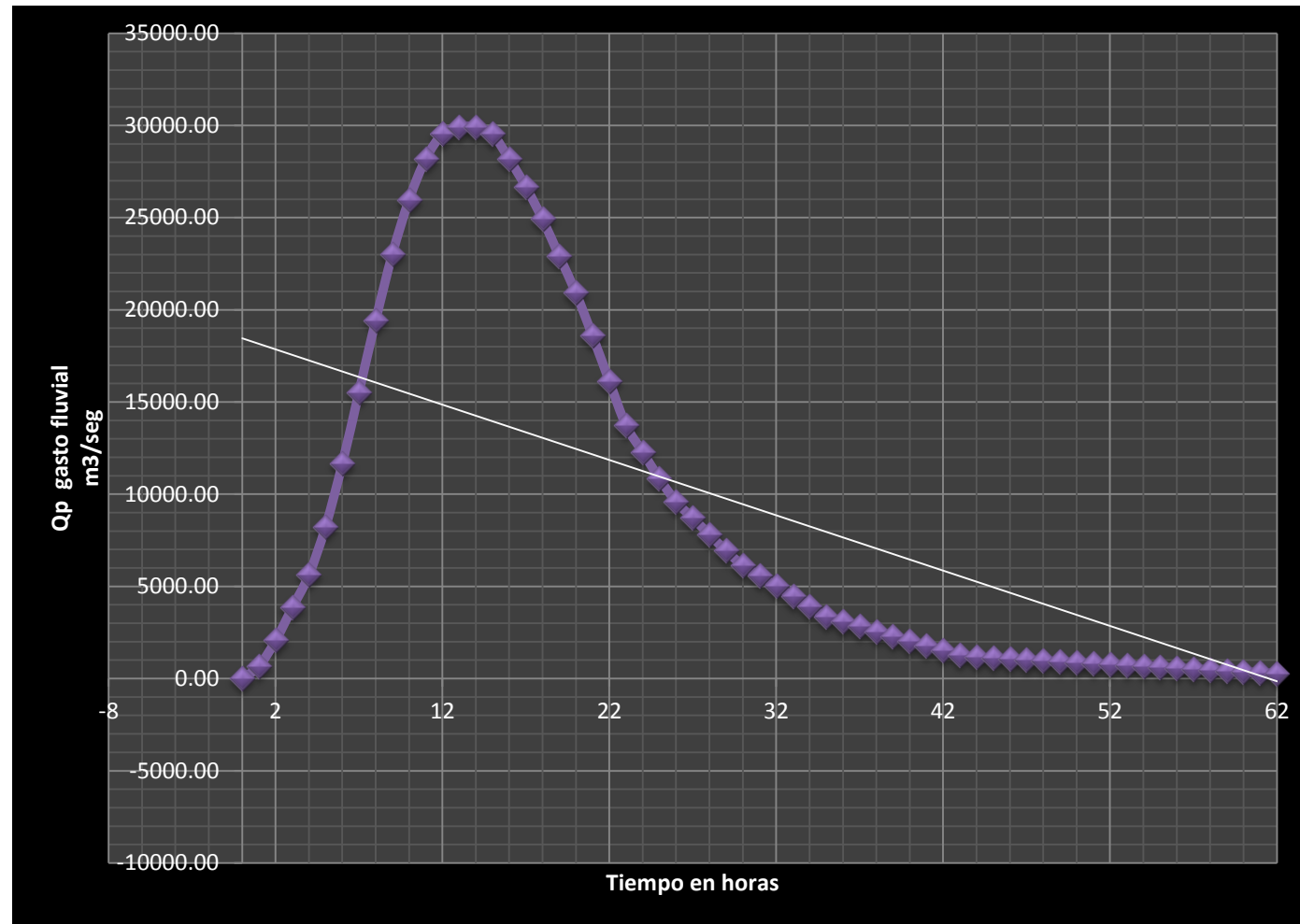
Adecuaciones para Sta Ma Xadani y Factor k

Para definir y asignar un valor de k se llevó a cabo la intersección entre las capas de permeabilidad de suelos y rocas (litología) y el de densidad de la cobertura vegetal. No obstante este paso solo es una primera aproximación ya que debe corregirse la ecuación del coeficiente de escurrimiento, pues éste es la relación entre el caudal que escurre sobre el caudal precipitado (que siempre es mayor por las pérdidas que se presentan durante el escurrimiento, como son la infiltración y la evaporación), lo que hace que el coeficiente de escurrimiento sea siempre menor que la unidad.

Cálculo de caudales (gastos).

Para la obtención de resultados precisos, se deben contar con modelos digitales de elevación con mayor resolución por debajo de los 5 metros por pixel, así como de métodos más sofisticados que se traducen en algoritmos. En el SIATL se incluye el método racional para el cálculo del caudal, que por sus características permite la estimación con pocos parámetros de forma sencilla, no obstante su precisión estará en función del tamaño de las áreas y de la fidelidad de los datos adicionales que deberán ingresarse. Es decir a mayor extensión, mayor margen de error.

Figura 47. Hidrograma con datos a 500 años de TR, río Los Perros.

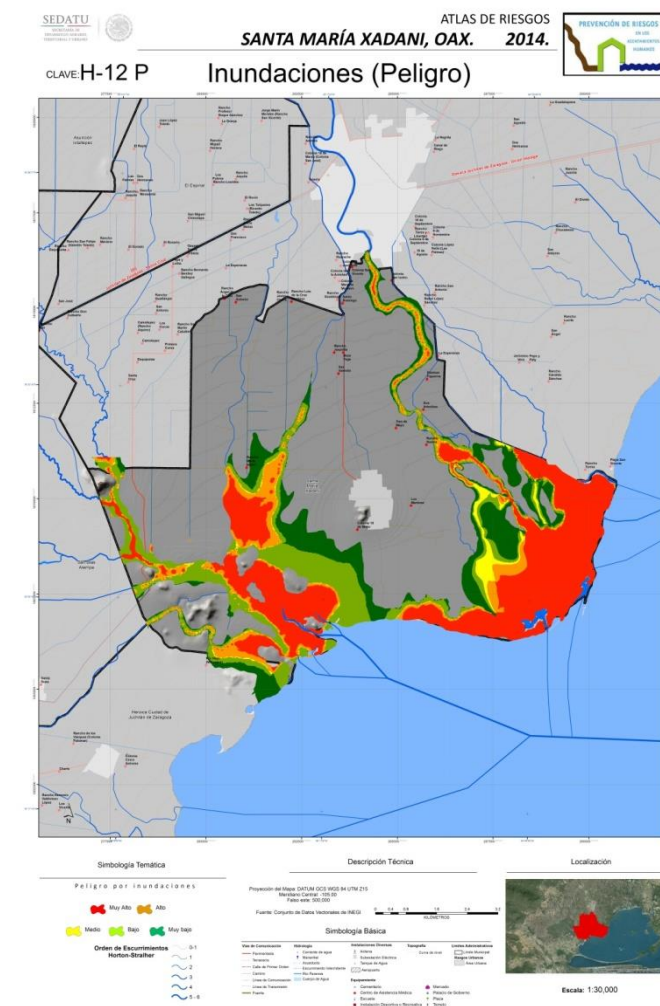


A mayores pérdidas del caudal precipitado, menor será el coeficiente de escurrimiento, y viceversa. Sin embargo al ser un caso de aplicación para inundaciones, se estimará el máximo coeficiente de escurrimiento bajo el supuesto de que el suelo se encuentra totalmente saturado después de más de 72 horas de precipitación previas al evento calculado. Por tanto los coeficientes K no serán menores al 0.30 de acuerdo con la información siguiente figura.

Figura 4. Valores del factor K

Permeabilidad	Cobertura vegetal				
	S	R	P	D	C
A	0.10	0.14	0.17	0.20	0.24
AM	0.15	0.17	0.19	0.22	0.25
M	0.19	0.21	0.22	0.25	0.27
MB	0.22	0.24	0.25	0.27	0.28
B	0.25	0.27	0.28	0.29	0.30

Figura 48. Mapa de inundaciones (peligro) ponderado a 5 valores

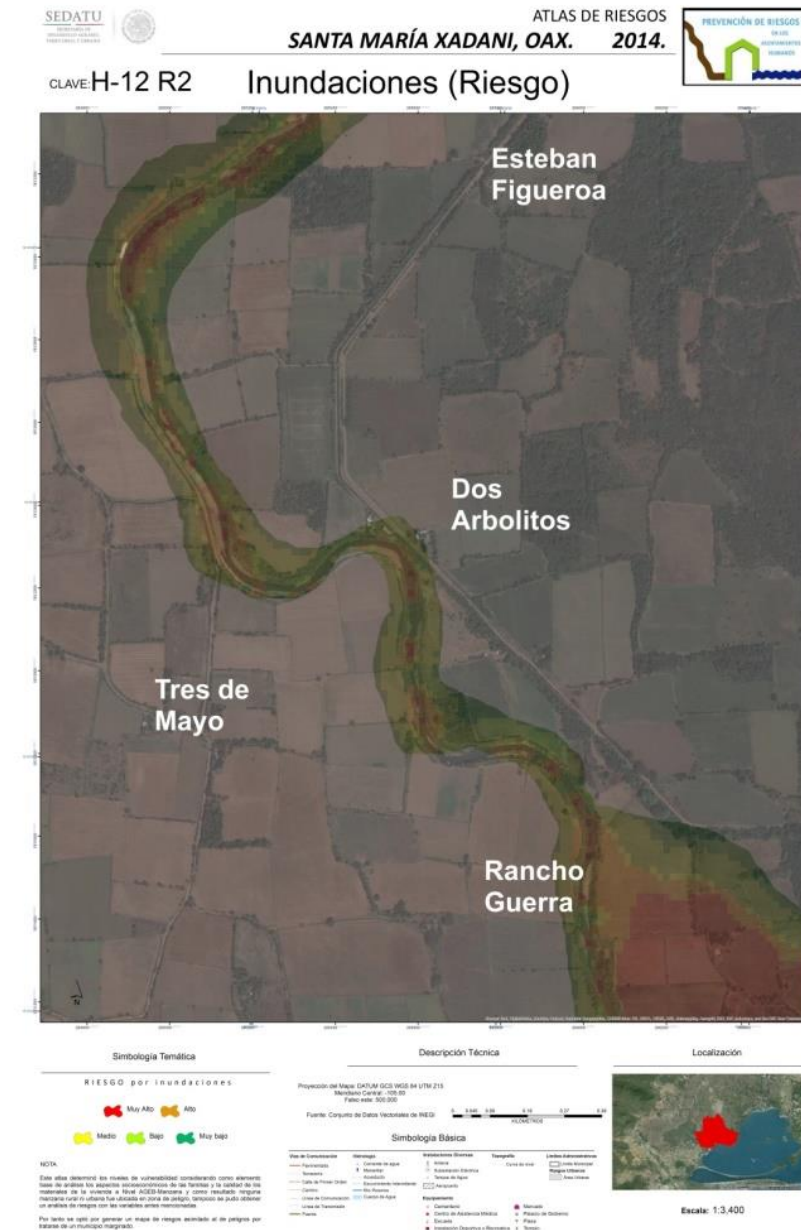


Riesgo por inundación

Dado que el riesgo se define en las Bases de la Sedatu como la probabilidad de que se produzca un daño, originado por un fenómeno perturbador (Ley General de Protección Civil) y la UNESCO define el riesgo como la posibilidad de pérdida tanto en vidas humanas como en bienes o en capacidad de producción. Esta definición involucra tres aspectos relacionados por la siguiente fórmula: riesgo = vulnerabilidad x valor x peligro. En esta relación, el valor se refiere al número de vidas humanas amenazadas o en general a cualesquiera de los elementos económicos (capital, inversión, capacidad productiva, etcétera), expuestos a un evento destructivo. La vulnerabilidad es una medida del porcentaje del valor que puede ser perdido en el caso de que ocurra un evento destructivo determinado. El último aspecto, peligro peligrosidad, es la probabilidad de que un área en particular sea afectada por algunas de las manifestaciones destructivas de la calamidad.

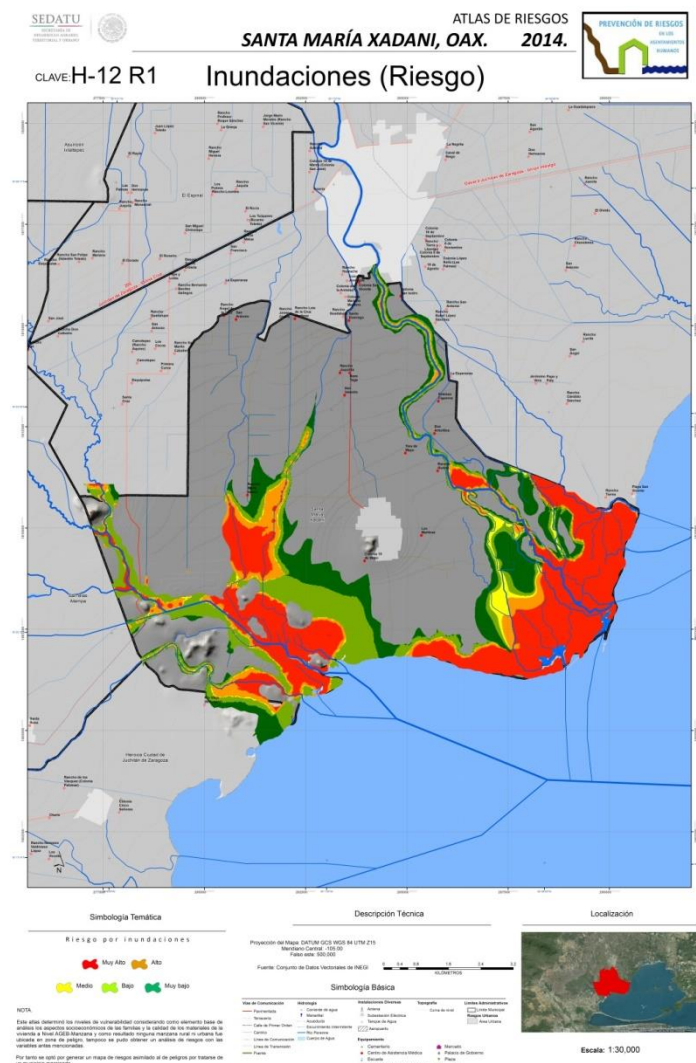
La única localidad que se determinó geográficamente dentro de una área inundable fue la zona ribereña de la ranchería Dos Arbolitos (28560W, 1812306N) misma que por riesgo asimilado a peligros se clasifica como de riesgo alto-medio. La peligrosidad aumenta al situarse en el flanco de ataque del río Los Perros como lo muestra la siguiente figura.

Figura 49. Mapa de riesgo asimilado de inundación en Dos Arbolitos.



Por tanto este atlas determinó los niveles de vulnerabilidad considerando como elemento base de análisis los aspectos socioeconómicos de las familias y la calidad de los materiales de la vivienda a Nivel AGEB-Manzana y como resultado ninguna manzana rural ni urbana fue ubicada en zona de peligro, tampoco se pudo obtener un análisis de riesgos con las variables antes mencionadas. Por tanto se optó por generar un mapa de riesgos asimilado al de peligros por tratarse de un municipio marginado.

Figura 50. Mapa de riesgo asimilado de inundación (ver nota aclaratoria).



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 CENAPRED⁴, 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 censal⁵ 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 derechohabiencia 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	

⁴ Guía Básica para la Elaboración de Atlas Estatales y Municipales de Peligros y Riesgos. 2006.

⁵ 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.

Educación	3	Porcentaje de Población de 6 a 14 años que no asiste a la escuela	51.6 a 100.0	Muy Alta	1.00
			0.0 a 0.15	Muy baja	0.00
			0.15 a 3.02	Baja	0.25
			3.02 a 5.54	Media	0.50
			5.54 a 10.5	Alta	0.75
			10.5 y más	Muy alta	1.00
	4	Porcentaje de población de 15 años y más sin secundaria completa	0.0 a 0.70	Muy baja	0.00
			0.70 a 24.2	Baja	0.25
			24.2 a 39.9	Media	0.50
			39.9 a 56.1	Alta	0.75
56.1 a 100.0			Muy Alta	1.00	
Vivienda	5	Porcentaje de viviendas particulares sin agua al interior de la vivienda	0.0 a 8.1	Muy baja	0.00
			8.1 a 25.3	Baja	0.25
			25.3 a 48.5	Media	0.50
			48.5 a 76.3	Alta	0.75
			76.3 a 100.0	Muy Alta	1.00
	6	Porcentaje de viviendas particulares sin drenaje conectado a la red pública o fosa séptica	0.0 a 3.3	Muy baja	0.00
			3.3 a 11.5	Baja	0.25
			11.5 a 26.5	Media	0.50
			26.5 a 53.5	Alta	0.75
			53.5 a 100	Muy Alta	1.00
	7	Porcentaje de viviendas particulares sin excusado con conexión de agua	0 a 10.4	Muy baja	0.00
			10.4 a 28.4	Baja	0.25
			28.4 a 49.9	Media	0.50
			49.9 a 74.6	Alta	0.75
			74.6 a 100.0	Muy Alta	1.00
	8	Porcentaje de viviendas particulares con piso de tierra	0 a 2.5	Muy baja	0.00
			2.5 a 6.9	Baja	0.25
			6.9 a 14.9	Media	0.50
			14.9 a 31.1	Alta	0.75
			31.1 a 100.0	Muy Alta	1.00
	9	Porcentajes de viviendas particulares con hacinamiento	0.5 a 17.0	Muy baja	0.00
			17.0 a 29.8	Baja	0.25
			29.8 a 41.3	Media	0.50
			41.3 a 53.9	Alta	0.75
53.9 a 95.9			Muy Alta	1.00	
Calidad de vida	10	Razón de dependencia por cada cien personas activas	0.7 a 46.7	Muy baja	0.00
			46.7 a 59.3	Baja	0.25
			59.3 a 85.6	Media	0.50
			85.6 a 156.3	Alta	0.75
			156.3 y más	Muy Alta	1.00
	11	Densidad (hab/ha)	0 a 25.7	Muy baja	0.00
			25.7 a 62.3	Baja	0.25
			62.3 a 117.5	Media	0.50
			117.5 a 213.5	Alta	0.75
			213.5 y más	Muy Alta	1.00
	12	Porcentaje de viviendas particulares sin refrigerador	0.0 a 6.4	Muy baja	0.00
			6.4 a 14.7	Baja	0.25
14.7 a 27.5			Media	0.50	
27.5 a 49.3			Alta	0.75	
		49.3 y más	Muy Alta	1.00	

b) Capacidad municipal de prevención y respuesta.

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

	distribución de alimentos o materiales ante situaciones de riesgo	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	
	3	¿En su comunidad se han construido obras para disminuir efectos de fenómenos naturales?	Si	0.0	
			No	1.0	
			No sabe	0.5	
	Mecanismos de prevención local	4	¿En su comunidad se han llevado a cabo campañas de información sobre peligros existentes en ella?	Si	0.0
				No	1.0
				No sabe	0.5
5		¿Sabe ante quién acudir en caso de emergencia?	Si	0.0	
			No	1.0	
			No sabe	0.5	
6		¿En su comunidad existe un sistema de alertas ante alguna emergencia?	Si	0.0	
			No	1.0	
			No sabe	0.5	
7		¿Se difunde la información necesaria para saber actuar en un caso de emergencia?	Si	0.0	
			No	1.0	
			No sabe	0.5	
8	¿Sabe donde se encuentra la unidad de Protección Civil de la localidad?	Si	0.0		
		No	1.0		
		No sabe	0.5		

Estimación

Una vez determinados los criterios de calificación para cada variable, se le califica con el valor correspondiente según su ubicación en el rango respectivo. Los valores que se establecen para

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	Si	0.0

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 Xadani.

Para el caso de la localidad de Santa María Xadani, estado de Oaxaca se encuentran 10 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	
2044100010036	708	2.9	0.50	59.7	1.00	0.75
2044100010040	832	3.5	0.50	35.6	0.50	0.50
2044100010055	971	6.8	1.00	55.5	1.00	1.00
204410001006A	1,587	3.3	0.50	58.6	1.00	0.75
2044100010074	1,835	4.3	0.75	51.7	1.00	0.88
2044100010089	691	4.4	0.75	33.3	0.50	0.63
2044100010093	340	3.1	0.50	46.5	0.75	0.63
2044100010106	115	4.0	0.75	46.1	0.75	0.75
2044100010110	133	1.2	0.25	32.3	0.50	0.38
204410001013A	281	1.7	0.25	56.3	1.00	0.63

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

Educación

AGEB	% de Población de 6 a 14 años que no asiste a la escuela		% de población de 15 años y más sin secundaria completa		PROMEDIO
	Ind	Valor	Ind	Valor	

Atlas de Riesgos del municipio de Santa María Xadani, Oaxaca, 2014



2044100010036	9.0	1.00	73.8	1.00	1.00
2044100010040	14.8	1.00	79.3	1.00	1.00
2044100010055	17.6	1.00	82.4	1.00	1.00
204410001006A	6.9	1.00	79.0	1.00	1.00
2044100010074	10.2	1.00	75.0	1.00	1.00
2044100010089	8.2	1.00	75.5	1.00	1.00
2044100010093	15.3	1.00	83.2	1.00	1.00
2044100010106	9.1	1.00	71.4	1.00	1.00
2044100010110	8.9	1.00	85.7	1.00	1.00
204410001013A	12.9	1.00	85.3	1.00	1.00

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	
2044100010036	97.5	1.00	16.4	0.50	96.8	1.00	0.6	0.00	54.1	1.00	0.70
2044100010040	97.4	1.00	16.8	0.50	94.7	1.00	4.2	0.25	50.8	0.75	0.70
2044100010055	97.9	1.00	8.5	0.25	97.9	1.00	1.1	0.00	66.1	1.00	0.65
204410001006A	95.6	1.00	8.9	0.25	87.8	1.00	1.8	0.00	49.9	0.75	0.60
2044100010074	93.3	1.00	5.3	0.25	90.7	1.00	2.8	0.25	53.6	0.75	0.65
2044100010089	98.6	1.00	52.8	0.75	96.5	1.00	2.8	0.25	67.4	1.00	0.80
2044100010093	100.0	1.00	4.5	0.25	98.5	1.00	0.0	0.00	59.1	1.00	0.65
2044100010106	88.5	1.00	7.7	0.25	80.8	1.00	0.0	0.00	53.8	0.75	0.60
2044100010110	96.2	1.00	7.7	0.25	100.0	1.00	7.7	0.50	80.8	1.00	0.75
204410001013A	100.0	1.00	12.5	0.50	98.4	1.00	7.9	0.50	59.4	1.00	0.80

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

Calidad de vida

AGEB	Razón de dependencia por cada cien habitantes		Densidad (Hab/ha)		% Viviendas particulares sin refrigerador		PROMEDIO
	Ind	Valor	Ind	Valor	Ind	Valor	
2044100010036	69.8	0.50	21.6	0.00	44.0	0.75	0.42
2044100010040	58.8	0.25	44.7	0.25	51.3	1.00	0.50
2044100010055	80.8	0.50	23.0	0.00	53.4	1.00	0.50
204410001006A	62.4	0.50	55.4	0.25	46.4	0.75	0.50
2044100010074	73.2	0.50	61.7	0.25	52.1	1.00	0.58
2044100010089	88.8	0.75	12.1	0.00	50.3	1.00	0.58
2044100010093	95.4	0.75	15.5	0.00	65.2	1.00	0.58
2044100010106	55.4	0.25	17.2	0.00	50.0	1.00	0.42
2044100010110	0.0	0.00	42.4	0.25	65.4	1.00	0.42
204410001013A	106.6	0.75	22.1	0.00	71.9	1.00	0.58

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

Resumen indicadores socioeconómicos

AGEB	PROMEDIO
------	----------

2044100010036	0.717
2044100010040	0.675
2044100010055	0.788
204410001006A	0.713
2044100010074	0.777
2044100010089	0.752
2044100010093	0.715
2044100010106	0.692
2044100010110	0.635
204410001013A	0.752

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	SI / NO	SI / NO	SI / NO	
20441	Si	No	No	No	0.25

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	SI / NO	SI / NO	SI / NO	SI / NO	SI / NO	
20441	Si	SI	SI	No	No	No	0.50

Fuente: Elaboración propia con base en trabajo en campo.

Resumen indicadores capacidad de prevención y respuesta

Municipio	PROMEDIO
20441	0.38

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	
2044100010036	0.0				1.0			1.0		0.7
2044100010040	0.0				1.0			1.0		0.7
2044100010055	0.0				1.0			1.0		0.7
204410001006A	0.0				1.0			1.0		0.7
2044100010074	0.0				1.0			1.0		0.7
2044100010089		0.5			1.0			1.0		0.8
2044100010093	0.0				1.0			1.0		0.7
2044100010106	0.0				1.0			1.0		0.7
2044100010110	0.0				1.0			1.0		0.7
204410001013A	0.0				1.0			1.0		0.7

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	
2044100010036	0.0				1.0			1.0			1.0			1.0	
2044100010040	0.0				1.0			1.0			1.0			1.0	
2044100010055	0.0				1.0			1.0			1.0			1.0	
204410001006A	0.0					0.5		1.0			1.0				0.5
2044100010074	0.0					0.5		1.0			1.0				0.5
2044100010089	0.0					0.5		1.0			1.0				0.5
2044100010093	0.0					0.5		1.0			1.0				0.5
2044100010106	0.0					0.5		1.0			1.0				0.5
2044100010110	0.0					0.5		1.0			1.0				0.5
204410001013A	0.0					0.5		1.0			1.0				0.5

Fuente: Elaboración propia con base en trabajo en campo.

Resumen indicadores de percepción local

AGEB	Promedio
2044100010036	0.16
2044100010040	0.16
2044100010055	0.16

204410001006A	0.12
2044100010074	0.12
2044100010089	0.12
2044100010093	0.12
2044100010106	0.12
2044100010110	0.12
204410001013A	0.12

Fuente: Elaboración propia con base en trabajo en campo.

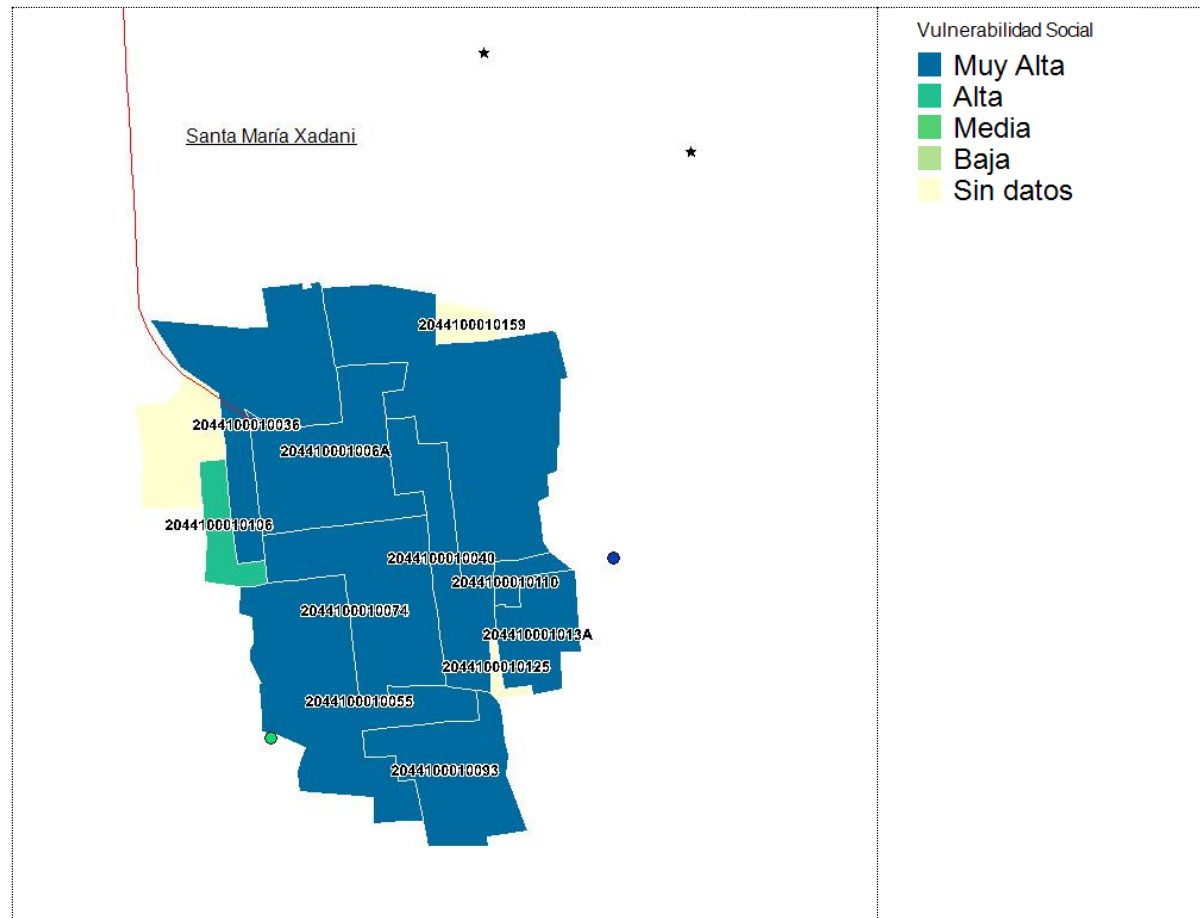
Índice de vulnerabilidad social por AGEB

De acuerdo con los resultados obtenidos, se observa que de las 10 Áreas Geoestadísticas Básicas en la cabecera de Santa María Xadani, nueve tienen un grado de vulnerabilidad alto, mientras que sólo una tiene un grado medio de vulnerabilidad. En términos de su población implica que de los 7.5 mil habitantes de la cabecera municipal, 98 por ciento residen en las AGEB con vulnerabilidad alta, mientras que solo el 2 por ciento restante se ubican en la AGEB restante (133 personas).

AGEB	Socioeconómicos	Capacidad prevención y respuesta	Percepción local	Índice de vulnerabilidad social	Grado de vulnerabilidad social
2044100010036	0.43	0.08	0.16	0.67	Alto
2044100010040	0.41	0.08	0.16	0.64	Alto
2044100010055	0.47	0.08	0.16	0.71	Alto
204410001006A	0.43	0.08	0.12	0.62	Alto
2044100010074	0.47	0.08	0.12	0.66	Alto
2044100010089	0.45	0.08	0.12	0.65	Alto
2044100010093	0.43	0.08	0.12	0.62	Alto
2044100010106	0.42	0.08	0.12	0.61	Alto
2044100010110	0.38	0.08	0.12	0.58	Medio
204410001013A	0.45	0.08	0.12	0.65	Alto

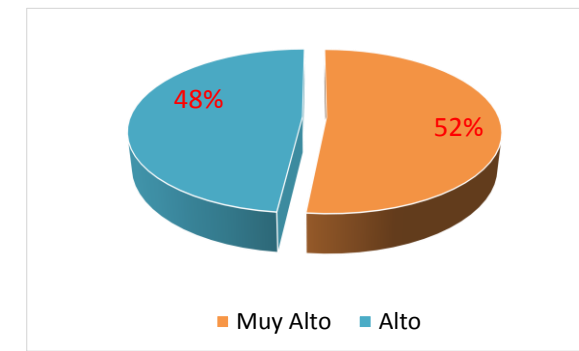
Fuente: Elaboración propia con base en el Censo de Población y Vivienda, 2010 y trabajo en campo.

Figura 51. Santa María Xadani: Distribución de las AGEB por el Índice de Vulnerabilidad Social, 2010

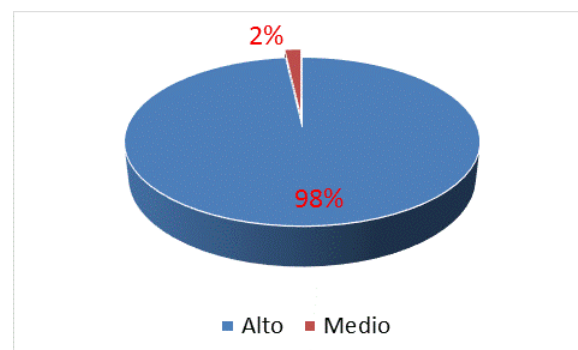


En las localidades rurales del municipio, descartando la cabecera municipal, solo hay dos localidades, una con un muy alto grado de vulnerabilidad, con 73 habitantes y una con alto grado de vulnerabilidad, con 68 personas.

Loc	Localidad	Población total	Socioeconómicos	Capacidad de prevención y respuesta	Percepción local	Índice de vulnerabilidad social	Grado de vulnerabilidad social
7	Los Martínez	73	0.67	0.08	0.16	0.91	Muy alto
23	Colonia 10 de Mayo	68	0.50	0.08	0.16	0.74	Alto



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



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

Riesgos hidrometeorológicos

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

Matriz de riesgo cualitativa.

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

BAJO	Alta	Medio
	Media	Bajo
	Baja	Bajo
	Muy baja	Muy Bajo

De la matriz anterior se establecen 5 grados de riesgo, partiendo desde Muy Bajo, Bajo, Medio, Alto y Muy Alto, por lo tanto, la combinación de los diferentes tipos de peligros y vulnerabilidades fijados para cada uno de los fenómenos hidrometeorológicos nos presenta el grado de riesgo.

De ese modo, el color VERDE OSCURO expresa MUY BAJO nivel de riesgo, el VERDE CLARO es BAJO, el AMARILLO es MEDIO, ANARANJADO es ALTO y el color ROJO significa un MUY ALTO grado de riesgo.

Ondas Cálidas y Gélidas

Ondas Cálidas

EVALUACIÓN DEL RIESGO POR ONDAS CÁLDIDAS				POBLACIÓN TOTAL	NÚMERO VIVIENDAS
LOCALIDAD	PELIGRO	VULNERABILIDAD	RIESGO		
3 DE MAYO	ALTO	MUY ALTO	MUY ALTO	1	1
DOS ARBOLITOS	ALTO	MUY ALTO	MUY ALTO	1	1
ESTEBAN FIGUEROA	ALTO	MUY ALTO	MUY ALTO	1	1
LOS MARTÍNEZ	ALTO	MUY ALTO	MUY ALTO	73	22
RANCHO GUERRA	ALTO	MUY ALTO	MUY ALTO	2	1
BEZA YAGA	ALTO	ALTO	ALTO	4	1
COLONIA 10 DE MAYO	ALTO	ALTO	ALTO	68	18
RANCHO ISABEL	ALTO	ALTO	ALTO	1	1
RANCHO JUQUILITA	ALTO	ALTO	ALTO	6	1
RANCHO LUIS DE LA CRUZ MARTÍNEZ	ALTO	ALTO	ALTO	2	1
RANCHO MARÍA ISABEL	ALTO	ALTO	ALTO	1	1
RANCHO SAN JUAN	ALTO	ALTO	ALTO	2	1
SAN VALENTÍN	ALTO	ALTO	ALTO	3	1
SANTO DOMINGO	ALTO	ALTO	ALTO	2	1

EVALUACIÓN DEL RIESGO POR ONDAS CÁLIDAS				POBLACION TOTAL	NÚMERO D VIVIENDAS
AGEB	PELIGRO	VULNERABILIDAD	RIESGO		
20441 0001 0106	ALTO	ALTO	ALTO	115	70
20441 0001 0036	ALTO	ALTO	ALTO	708	390
20441 0001006A	ALTO	ALTO	ALTO	1587	914
20441 00010110	ALTO	MEDIO	ALTO	133	72
20441 00010089	ALTO	ALTO	ALTO	691	384
20441 00010093	ALTO	ALTO	ALTO	340	162
20441 0001 0055	ALTO	ALTO	ALTO	971	440
20441 0001 0040	ALTO	ALTO	ALTO	832	434
20441 0001 0074	ALTO	ALTO	ALTO	1835	984
20441 0001 013A	ALTO	ALTO	ALTO	281	174

Ondas Gélidas

No se desarrolló riesgo para este tipo de fenómeno debido a que el peligro fue ponderado como BAJO.

Sequías

No se desarrolló riesgo para este tipo de fenómeno debido a que el peligro fue ponderado como BAJO.

Heladas

No se desarrolló riesgo para este tipo de fenómeno debido a que el peligro fue ponderado como BAJO

Tormentas de granizo

No se desarrolló riesgo para este tipo de fenómeno debido a que el peligro fue ponderado como MUY BAJO.

Tormentas de nieve

No se desarrolló riesgo para este tipo de fenómeno debido a que el peligro fue ponderado como NO APLICA.

Ciclones Tropicales

No se desarrolló riesgo para este tipo de fenómeno debido a que el peligro fue ponderado como MUY BAJO

Tornados

No se desarrolló riesgo para este tipo de fenómeno debido a que el peligro fue ponderado como NO APLICA.

Tormentas de polvo

No se desarrolló riesgo para este tipo de fenómeno debido a que el peligro fue ponderado como NO APLICA.

Tormentas Eléctricas

No se desarrolló riesgo para este tipo de fenómeno debido a que el peligro fue ponderado como BAJO

EVALUACIÓN DEL RIESGO POR LLUVIAS EXTREMAS			
LOCALIDAD	PELIGRO	VULNERABILIDAD	RIESGO
3 DE MAYO	MUY ALTO	MUY ALTO	MUY ALTO
DOS ARBOLITOS	MUY ALTO	MUY ALTO	MUY ALTO
ESTEBAN FIGUEROA	MUY ALTO	MUY ALTO	MUY ALTO
LOS MARTÍNEZ	MUY ALTO	MUY ALTO	MUY ALTO
RANCHO GUERRA	MUY ALTO	MUY ALTO	MUY ALTO
BEZA YAGA	MUY ALTO	ALTO	MUY ALTO
COLONIA 10 DE MAYO	MUY ALTO	ALTO	MUY ALTO
RANCHO ISABEL	MUY ALTO	ALTO	MUY ALTO
RANCHO JUQUILITA	MUY ALTO	ALTO	MUY ALTO
RANCHO LUIS DE LA CRUZ MARTÍNEZ	MUY ALTO	ALTO	MUY ALTO
RANCHO MARÍA ISABEL	MUY ALTO	ALTO	MUY ALTO
RANCHO SAN JUAN	MUY ALTO	ALTO	MUY ALTO
SAN VALENTÍN	MUY ALTO	ALTO	MUY ALTO
SANTO DOMINGO	MUY ALTO	ALTO	MUY ALTO

CAPÍTULO VI. Obras de Mitigación

Nombre de la obra/ Acción preventiva	Fenómeno a mitigar
Para mitigar los efectos de las inundaciones arriba mencionados se propone muro de gavión sobre la margen derecha del río de "Los Perros" en su paso por la cabecera municipal con una longitud de 1,370 metros de longitud con una altura de 7.00 m	Inundaciones urbanas

EVALUACIÓN DEL RIESGO POR LLUVIAS EXTREMAS				POBLACION TOTAL	NÚMERO D VIVIENDAS
AGEB	PELIGRO	VULNERABILIDAD	RIESGO		
20441 0001 0106	MUY ALTO	ALTO	MUY ALTO	115	70
20441 0001 0036	MUY ALTO	ALTO	MUY ALTO	708	390
20441 0001006 ^a	MUY ALTO	ALTO	MUY ALTO	1587	914
20441 00010110	MUY ALTO	MEDIO	ALTO	133	72
20441 00010089	MUY ALTO	ALTO	MUY ALTO	691	384
20441 00010093	MUY ALTO	ALTO	MUY ALTO	340	162
20441 0001 0055	MUY ALTO	ALTO	MUY ALTO	971	440
20441 0001 0040	MUY ALTO	ALTO	MUY ALTO	832	434
20441 0001 0074	MUY ALTO	ALTO	MUY ALTO	1835	984
20441 0001 013A	MUY ALTO	ALTO	MUY ALTO	281	174

GLOSARIO DE TÉRMINOS

Acuífero. Cualquier formación geológica o conjunto de formaciones geológicas hidráulicamente conectados entre sí, por las que circulan o se almacenan aguas del subsuelo que pueden ser extraídas para su explotación, uso o aprovechamiento y cuyos límites laterales y verticales se definen convencionalmente para fines de evaluación, manejo y administración de las aguas nacionales del subsuelo.

Afectación ambiental. La pérdida, menoscabo o modificación de las condiciones químicas, físicas o biológicas de la flora y fauna silvestres, del paisaje, suelo, subsuelo, agua, aire o de la estructura y funcionamiento de los ecosistemas y la afectación a la integridad de la persona es la introducción no consentida en el organismo humano de uno o más contaminantes, la combinación o derivación de ellos que resulte directa o indirectamente de la exposición a materiales o residuos y de la liberación, descarga, desecho, infiltración o incorporación ilícita de dichos materiales o residuos en la atmósfera, en el agua, en el suelo, en el subsuelo y en los mantos freáticos o en cualquier medio o elemento natural.

AGEB. Áreas Geoestadísticas Básicas

Alud de rocas. Tienen lugar cuando los bloques de rocas recientemente desprendidas (pequeñas), se desplazan cuesta abajo por el frente de un acantilado o peña viva vertical. Son frecuentes en áreas montañosas y durante la primavera los meses de la primavera, cuando hay congelación y derretimiento repentinos.

Ambiente. El conjunto de elementos naturales y artificiales o inducidos por el hombre que hacen posible la existencia y desarrollo de los seres humanos y demás organismos vivos que interactúan en un espacio y tiempo determinados.

Amenaza. Riesgo inminente de ocurrencia de un desastre. Signo de peligro, desgracia o molestia.

Aluvión.- Material detrítico transportado y depositado transitoria o permanentemente por una corriente. Dicho material puede ser arena, grava, arcilla o limo.

Alto riesgo. La inminente o muy probable ocurrencia de una emergencia o desastre.

Atlas de Riesgo. Serie de mapas con diversas características y escalas, que informan por sí mismos de los eventos naturales y sociales, que pueden representar algún tipo de desastre para la población

Avenida Máxima o extraordinaria: brusco aumento del caudal y elevación del nivel que experimentan los ríos, superior a la máxima presentada, debido a escurrimientos extraordinarios

en la corriente, a causa de las lluvias o de la fusión de las nieves o hielos. Se la denomina también creciente, crecida o riada.

Caída de detritos. El material cae desde un acantilado o farallón vertical o sobresaliente, por lo que, son comunes a lo largo de las márgenes socavadas de los ríos.

Cauce de una corriente.- Lecho de los ríos y arroyos, canal natural o artificial por donde corren las aguas.

Centro Nacional de Prevención de Desastres (CENAPRED): órgano administrativo desconcentrado, jerárquicamente subordinado a la Secretaría de Gobernación, creado por Decreto Presidencial publicado en el Diario Oficial de la Federación, el 20 de septiembre de 1988. Su propósito es ampliar el nacimiento de los agentes perturbadores, afectables y reguladores, así como promover y alentar, sobre bases científicas, la preparación y atención más adecuada ante la ocurrencia de desastres. Para realizar esas labores sus funciones se dirigen principalmente a la investigación, capacitación, recopilación de información y difusión en la materia. Se considera como un instrumento de carácter técnico indispensable para el establecimiento del Sistema Nacional de Protección civil.

Catástrofe.- Suceso desafortunado que altera gravemente el orden regular de la sociedad y su entorno; por su magnitud, genera un gran número de víctimas y daños severos.

Ciclón.- Perturbación atmosférico causado por la rotación de una masa de aire impulsada por un frente frío, en torno a un área de bajas presiones acompañada de abundante precipitación pluvial, vientos muy fuertes y descenso en la temperatura.

Clima.- Conjunto de condiciones atmosféricas de un lugar determinado, constituido por una diversidad de factores físicos y geográficos, que caracterizan y distinguen a una región.

Clasificación granulométrica: Procedimiento para la determinación de los distintos tamaños de partículas que forman un suelo.

Colapso o asentamientos: No tienen lugar a lo largo de una superficie libre, sino que es el asentamiento hacia debajo de material con poco movimiento horizontal (Thornbury, 1966). La causa más común es la remoción lenta de material debajo de la masa que se hundirá.

Contingencia.- Posibilidad de ocurrencia de una calamidad que permite preverla y estimar la evolución y la probable intensidad de sus efectos si las condiciones se mantienen invariables.

Cuenca. Es un área que tiene una salida única para su escurrimiento superficial. En otros términos, una cuenca es la totalidad del área drenada por un río o su afluente, tales que todo el escurrimiento natural originado en tal área es descargado a través de una única salida.

Daño. La pérdida o menoscabo sufrido en la integridad o en el patrimonio de una persona determinada o entidad pública como consecuencia de los actos u omisiones en la realización de las actividades con incidencia ambiental. Por lo que deberá entenderse como daño a la salud de la persona la incapacidad, enfermedad, deterioro, menoscabo, muerte o cualquier otro efecto negativo que se le ocasione directa o indirectamente por la exposición a materiales o residuos, o bien daño al ambiente, por la liberación, descarga, desecho, infiltración o incorporación de uno o más de dichos materiales o residuos en el agua, el suelo, el subsuelo, en los mantos freáticos o en cualquier otro elemento natural o medio

Derrumbe.- Fenómeno geológico que consiste en la caída libre y en el rodamiento de materiales en forma abrupta, a partir de cortes verticales o casi verticales de terrenos en desnivel. Se diferencia de los deslizamientos por ser la caída libre su principal forma de movimiento y por no existir una bien marcada superficie de deslizamiento. Los derrumbes pueden ser tanto de roca como de suelos; generalmente, los de suelo no son de gran magnitud, en cambio los de roca sí pueden producirse en grandes riscos y desniveles.

Derrumbamientos de detritos. El volumen de la masa está constituido por detrito rocoso, contienen más agua que los deslizamientos de detritos.

Deslizamientos: El término fue empleado por Sharpe (1938; en Thornbury, 1966) como una denominación genérica para varios tipos de movimiento en masa de detritos de rocas. Se reconocen cinco tipos de deslizamientos.

Deslizamiento de detritos. Son movimientos terrosos o resbalamiento de suelos, no muestran rotación hacia atrás. La cantidad de agua generalmente es poca.

Deslizamientos de rocas. Son masas de substrato que se deslizan o resbalan a lo largo de lo que, en general, son superficies de estratificación diaclasas o fallas.

Desmoronamiento. Es provocado por un movimiento intermitente de masas de tierra o de rocas en una distancia corta, e involucra una rotación hacia atrás de la masa o las masas en cuestión, como resultado de la cual la superficie de la masa desmoronada muestra a menudo un declive inverso.

Desprendimientos o volcaduras de rocas: Son más rápidos, y por lo común fluyen a lo largo de valles. Aquí el agua actúa como agente preparador del proceso al aumentar el tamaño de las

grietas, lo que permite la separación y caída del bloque; ocurren en pendientes muy abruptas, casi verticales.

Desastre.- El evento determinado en tiempo y espacio en el cual, la sociedad o una parte de ella, sufre daños severos tales como: pérdida de vidas, lesiones en la integridad física de las personas, daño a la salud, afectación de la planta productiva, daños materiales, daños al medio ambiente o imposibilidad para la prestación de servicios públicos, de tal manera que la estructura social se desajusta y se impide el cumplimiento normal de las actividades de la comunidad. También se le considera calamidad pública.

Epicentro.- Punto en la superficie de La Tierra resultado de proyectar sobre ésta el hipocentro de un terremoto. Se encuentran usualmente en un mapa, señalando el lugar justo sobre el origen del movimiento sísmico.

Estación meteorológica.- Sitio donde se evalúa las condiciones actuales del tiempo; consta de un jardín con características especiales donde se instalan los instrumentos meteorológicos.

Erosión eólica. Trabajo destructivo del viento que se manifiesta tanto por el arrastre de cómo por la dispersión de material arenoso y arcilloso.

Erosión fluvial. Destrucción de las rocas por procesos fluviales que junto con los movimientos gravitacionales conduce a la formación de valles, rebajamiento de la superficie. El proceso incluye además de la destrucción mecánica de las rocas el lavado y laminación de los valles de los ríos, y la alteración química de las rocas.

Erosión kárstica. Se produce por el proceso de disolución de las rocas carbonatadas. La acción química que se genera debido al ácido carbónico genera formas erosivas como las dolinas, cavernas y otras más, las cuales pueden formarse debido a colapsos y la combinación con procesos de disolución.

Erosión marina. Proceso de destrucción de las costas por acción del oleaje, las mareas y las corrientes de deriva litoral.

Escurrimiento superficial. Parte de la precipitación que fluye por la superficie del suelo.

Falla. Superficie de ruptura en rocas a lo largo de la cual ha habido movimiento relativo, es decir, un bloque respecto del otro. Se habla particularmente de falla activa cuando en ella se han localizado focos de sismos o bien, se tienen evidencias de que en tiempos históricos ha habido desplazamientos. El desplazamiento total puede variar de centímetros a kilómetros dependiendo del tiempo durante el cual la falla se ha mantenido activa (años o hasta miles y millones de

años). Usualmente, durante un temblor grande, los desplazamientos típicos son de uno o dos metros.

Fractura. Superficie de ruptura en rocas a lo largo de la cual no ha habido movimiento relativo, de un bloque respecto del otro.

Frente frío. Se produce cuando una masa de aire frío avanza hacia latitudes menores y su borde delantero se introduce como una cuña entre el suelo y el aire caliente. Al paso de este sistema, se pueden observar nubes de desarrollo vertical (Sc, Cu, Cb), las cuales podrían provocar chubascos o nevadas si la temperatura es muy baja. Durante su desplazamiento la masa de aire que viene desplazando el aire más cálido provoca descensos rápidos en las temperaturas de la región por donde pasa.

Flujo o corriente de lodo.- Mezcla de materiales sólidos de diferentes tamaños y agua que se desplazan por efecto de las pendientes del terreno.

Geohidrología (Hidrogeología). Rama de la Geología que se encarga del estudio de los cuerpos de agua en el subsuelo, conocidos como acuíferos.

Geología. Ciencia que se encarga del estudio del origen, evolución y estructura de la Tierra, su dinámica y de la búsqueda y aprovechamiento de los recursos naturales no renovables asociados a su entorno.

Granizada.- Fenómeno meteorológico que consiste en la precipitación atmosférica de agua congelada en formas más o menos irregulares.

Granizo.- Cristal de hielo, duro y compacto, que se forma en las nubes tormentosas del tipo cúmulo nimbos.

Helada. Cuando la temperatura ambiente es igual o inferior a 0°C.

Huracán. Sistema de vientos con movimientos de rotación, traslación y convección en espiral, semejante a un gigantesco torbellino, cuya fuerza de sus vientos se extiende a cientos de kilómetros sobre las aguas tropicales.

Hundimiento.- Dislocación de la corteza terrestre que da lugar a la remoción en sentido vertical de fragmentos de la misma.

Impacto ambiental. Modificación del ambiente ocasionada por la acción del hombre o de la naturaleza.

Inundación pluvial.- Desbordamiento de las aguas del cauce normal del río, cuya capacidad ha sido excedida, las que invaden las planicies alledañas, normalmente libres de agua, acumulación de agua de lluvia por no tener un drenaje suficiente.

Intensidad (sísmica). Número que se refiere a los efectos de las ondas sísmicas en las construcciones, en el terreno natural y en el comportamiento o actividades del hombre. Los grados de intensidad sísmica, expresados con números romanos del I al XII, correspondientes a diversas localidades se asignan con base en la escala de Mercalli. Contrasta con el término magnitud que se refiere a la energía total liberada por el sismo.

Lecho de crecidas máximas. Corresponde a un lecho que se encuentra por encima de los anteriores; en ocasiones no se encuentra bien configurado pero si el agua rebasa este nivel, entonces se presenta un proceso de desbordamiento del río.

Lecho de inundación. Es la zona que el río inunda durante la época de lluvias; de manera general sobre este lecho se depositan sedimentos redondeados a los cuales de manera individual se les denomina con el nombre de "cantos rodados" y el conjunto de ellos recibe el nombre de "aluvión".

Lecho mayor o de crecidas. Es el que se inunda cuando el nivel del agua rebasa al lecho de inundación; sobre éste se depositan aluviones pero en general es un área que en ocasiones no resulta inundado durante la época de lluvias, situación que lo hace peligroso ante la percepción del hombre como una zona segura, motivo por el cual construye y por consiguiente, es afectado.

Licuefacción: Comportamiento pseudo-líquido de una o varias capas de suelo provocado por una elevada presión intersticial que genera un movimiento en la superficie. Se manifiesta en arenas sueltas (limosas saturadas o muy finas redondeadas) y se localiza en zonas costeras, sobre las riberas o llanuras inundables de los ríos (Ortiz y Zamorano, 1998). Es importante determinar si el espesor de la arena en el terreno tiende de 1 a 10 metros, y si el agua subterránea se localiza a menos de 10 metros de profundidad, pues todos estos aspectos indican zonas potenciales a la licuefacción en caso de que ocurra un sismo.

Magnitud (de un sismo). Valor relacionado con la cantidad de energía liberada por el sismo. Dicho valor no depende, como la intensidad, de la presencia de pobladores que observen y describan los múltiples efectos del sismo en una localidad dada. Para determinar la magnitud se utilizan, necesariamente uno o varios registros de sismógrafos y una escala estrictamente cuantitativa, sin límites superior ni inferior. Una de las escalas más conocidas es la de Richter,

aunque en la actualidad frecuentemente se utilizan otras como la de ondas superficiales (Ms) o de momento sísmico (Mw).

Masa de aire. Volumen extenso de la atmósfera cuyas propiedades físicas, en particular la temperatura y la humedad en un plano horizontal muestran solo diferencias pequeñas y graduales. Una masa puede cubrir una región de varios millones de kilómetros cuadrados y poseer varios kilómetros de espesor.

Meteorología.- Ciencia que estudia los fenómenos que se producen en la atmósfera, sus causas y sus mecanismos.

Milibares. Unidad de presión habitual en meteorología. Sus equivalencias son: 1013 milibares = 1 atmósfera = 760 mm de Hg = 1033,6 g•cm².

Mitigación.- Acción orientada a disminuir la intensidad de los efectos que produce el impacto de las calamidades en la sociedad y en el medio ambiente; es decir, todo aquello que aminora la magnitud de un desastre en el sistema afectable.

Nevada.- Precipitación atmosférica sólida en pequeños cristales de hielo en forma hexagonal o estrellada que se reúnen en grupos formando copos. Este tipo de fenómeno ocurre por influencia de las corrientes frías provenientes del norte, cuando las condiciones de temperatura y presión referidas a la altitud de un lugar y el cambio de humedad en el ambiente se conjugan para provocar la precipitación de nieve.

Ola de calor. Calentamiento importante del aire o invasión de aire muy caliente, sobre una zona extensa; suele durar de unos días a una semana.

Peligro. Probabilidad de que se produzca un daño, originado por un fenómeno perturbador.

Periodo de retorno. Es el tiempo medio, expresado en años, que tiene que transcurrir para que ocurra un evento en que se exceda una medida dada.

Plan de contingencia.- Función del subprograma de auxilio e instrumento principal de que disponen los centros nacional, estatal o municipal de operaciones para dar una respuesta oportuna, adecuada y coordinada a una situación de emergencia.

Precipitación. Partículas de agua en estado líquido o sólido que caen desde la atmósfera hacia la superficie terrestre.

Prevención. Conjunto de acciones y mecanismos tendientes a reducir riesgos, así como evitar o disminuir los efectos del impacto destructivo de los fenómenos perturbadores sobre la vida y bienes de la población, la planta productiva, los servicios públicos y el medio ambiente.

Protección. El conjunto de políticas y medidas para mejorar el ambiente y controlar su deterioro.

Regionalización Hidrológica. Procedimientos que permiten la estimación de una variable hidrológica (habitualmente el caudal) en un sitio donde no existe (o existe poca) información a partir de otros sitios que cuentan con dicha información

Rehabilitación. El conjunto de acciones tendientes en hacer apto y retornar un lugar a las condiciones funcionales ambientales originales.

Reptación o arrastre. Es un movimiento lento, de partículas de suelo y/o de fragmentos de rocas también se denomina deflucción o creep.

Residuo. Cualquier material generado en los procesos de extracción, beneficio, transformación, producción, consumo, utilización, control o tratamiento cuya calidad no permita usarlo nuevamente en el proceso que lo generó.

Riesgo. El riesgo es el resultado de tres factores: exposición, vulnerabilidad y peligro.

Sequía. Situación climatológica anormal que se da por la falta de precipitación en una zona, durante un período de tiempo prolongado. Esta ausencia de lluvia presenta la condición de anómala cuando ocurre en el período normal de precipitaciones para una región bien determinada. Así, para declarar que existe sequía en una zona, debe tenerse primero un estudio de sus condiciones climatológicas.

Siniestro.- Hecho funesto, daño grave, destrucción fortuita o pérdida importante que sufren los seres humanos en sus personas o sus bienes, causado por la presencia de un agente perturbador o calamidad.

Sismicidad. La ocurrencia de terremotos de cualquier magnitud en un espacio y periodo dados.

Susceptibilidad.- Probabilidad de que ocurra un fenómeno natural en un área determinada, independientemente de que este habitada o deshabitada. Es la probabilidad de que ocurra el fenómeno en función de su recurrencia o frecuencia en un determinado periodo de tiempo.

Talud.- Declive de un muro o terreno.

Tectónica. Teoría del movimiento e interacción de placas que explica la ocurrencia de los terremotos, volcanes y formación de montañas como consecuencias de grandes movimientos superficiales horizontales.

Terremoto (sismo o temblor). Vibraciones de la Tierra causado por el paso de ondas sísmicas irradiadas desde una fuente de energía elástica.

Tormenta eléctrica. Precipitación en forma tempestuosa, acompañada por vientos fuertes y rayos, que es provocada por una nube del género cumulonimbos.

Tránsito de avenidas: El tránsito de avenidas brinda un conjunto de métodos para describir y predecir el movimiento del agua de un punto a otro a lo largo de un río.

Tsunami (o maremoto). Ola con altura y penetración tierra adentro superiores a las ordinarias, generalmente causada por movimientos del suelo oceánico en sentido vertical, asociado a la ocurrencia de un terremoto de gran magnitud con epicentro en una región oceánica.

Vulnerabilidad. Se define como la susceptibilidad o propensión de los sistemas expuestos a ser afectados o dañados por el efecto de un sistema perturbador, es decir el grado de pérdidas esperadas.

Zonificación. El instrumento técnico de planeación que puede ser utilizado en el establecimiento de las áreas naturales protegidas, que permite ordenar su territorio en función del grado de conservación y representatividad de sus ecosistemas, la vocación natural del terreno, de su uso actual y potencial, de conformidad con los objetivos dispuestos en la misma declaratoria. Asimismo, existirá una subzonificación, la cual consiste en el instrumento técnico y dinámico de planeación, que se establecerá en el programa de manejo respectivo, y que es utilizado en el manejo de las áreas naturales protegidas, con el fin de ordenar detalladamente las zonas núcleo y de amortiguamiento, previamente establecidas mediante la declaratoria correspondiente.

BIBLIOGRÁFIA

Álvarez, Inmaculada y Edel Cadena (2006), "Índice de vulnerabilidad social en los países de la OCDE", Quivera, año 8, No. 2, pp. 248. 274.

Alcantara Ayala, Irasema (2000). Landslides: Deslizamientos o movimientos del terreno, Definición, clasificaciones y terminología. investigaciones Geográficas, Boletín del Instituto de Geografía, numero 41. UNAM

Campos Vargas, M.M., Toscana Aparicio, A., Monroy Gaytán, F., Reyes López, H.A., 2010. Visualizador web de información cartográfica de amenazas naturales. Boletín de la Sociedad Geológica Mexicana, Vol. 63, Núm., 1, 71-82 pp.

Centro Nacional de Prevención de Desastres (CENAPRED)

Fascículo de Inestabilidad de Laderas 1996

Fascículo de Inundaciones 2004

Fascículo de Sequías 2002

Atlas Climatológico de Ciclones Tropicales en México

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

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

Consejo Nacional de Población (CONAPO).

Indicadores demográficos básicos 1990-2030. www.conapo.gob.mx

Proyecciones de Población 2008.

FAO. 2000. A new framework for: Conservation-effective land management and desertification control in Latin America and the Caribbean. <http://www.fao.org/ag/agl/agll/gaez/index.htm>.

FAO. 2003. Situación forestal en la región de América Latina y el Caribe 2002. Oficina Regional de la FAO para América Latina y el Caribe.

Instituto Nacional de Geografía INEGI.

Estadísticas de natalidad, mortalidad y nupcialidad

Censos económico 2009. Resultados definitivos

Censos de Población y Vivienda 1970 al 2010.

Ferrari, L., Valencia-Moreno, M., Bryan, S., 2005. Magmatismo y tectónica en la Sierra Madre Occidental y su relación con la evolución de la margen occidental de Norteamérica. Boletín de la Sociedad Geológica Mexicana, Tomo LVII, Núm. 3, 343-378.

Lavell, A., 1996. Degradación ambiental, riesgo y desastre urbano. Problemas y conceptos: hacia la definición de una agenda de investigación. En: Fernández, M.A. (editor), Ciudades en Riesgo. Degradación Ambiental, riesgos urbanos y desastres, LA RED, Red de estudios sociales en prevención de desastres en América Latina, 12-42 pp.

Lavell, A. (2004). «La Red de Estudios Sociales en Prevención de Desastres en América Latina.

López Ramos, E., 1980. Geología de México, Instituto de Geología, UNAM, México.

Lzgo Hubp, J., Inbar, M., 2002. Desastres Naturales en América Latina. Fondo de Cultura Económica, México, D.F.

Ramírez-Herrera, M.T., Kostoglodov, V., Summerfield, M.A., Urrutia-Fucugauchi, J., Zamorano, J.J., 1999. A reconnaissance study of the morphotectonics of the Mexican subduction zone. *Annals of Geomorphology*, 118, 207-226.

Ramírez-Herrera, M.T., Zamorano, J.J., 2002. Coastal uplift and mortality of coralline algae caused by a 6.3 Mw earthquake, Oaxaca, Mexico. *Journal of Coastal Research* 18, 75-81.

RED La. Antecedentes, formación y contribución al desarrollo de los conceptos, estudios y la práctica en el tema de los riesgos y desastres en América Latina: 1980 - 2004. Panamá: Red de Estudios Sociales en Prevención de Desastres en América Latina.

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

SEDUE, 1988, Manual de Ordenamiento Ecológico del Territorio. Subsecretaría de Ecología. Dirección de General de Normatividad y Regulación Ecológica.

Semarnat. 1999. La Evaluación de la degradación del Suelo causada por el Hombre. Inventario Nacional de Suelos. Dirección General de Restauración y Conservación de Suelos-SEMARNAP. SEMARNAP, México.

Atlas de Riesgos del municipio de Santa María Xadani, Oaxaca, 2014



Semarnat, 2002, a partir de diversas fuentes: Informes de Conaza /Sedesol, Plan de Acción para Combatir la Desertificación en México, (PACD-México, 1994), México; Diario Oficial de la Federación (D.O.F) del 1 de junio de 1995 (Págs. 5 a la 36); Informes de Semarnat / PNUMA, 1999.

SSN. Boletín informativo de la Coordinación de la Investigación Científica Ciudad Universitaria, febrero 3 de 2005, Año IV, Número 47.

Servicio Geológico Mexicano, 2002. Carta Geológico-Minera Puerto Escondido D14-3, Oaxaca. Escala 1:250 000, Primera edición septiembre 2002

Servicio Sismológico Nacional (SSN) <http://www.ssn.unam.mx>

DATOS DE LA EMPRESA

EQUIPO TÉCNICO

Geóg. Rafael Aragón.

Mtra. María Campos V.

Dr. Juan Carlos Hernández E.

Martín C. Hipólito C.

Geóg. Ivan Ramírez M.

Mtro. Sergio Salinas S.

CARTOGRAFÍA