

Atlas de Peligros y/o Riesgos del municipio de San Lorenzo Cacaotepec, Oaxaca, 2015

Tabla de contenido

FASE I.....	4	5.1.2 Sismos	43
1. CAPITULO I. Introducción, antecedentes y objetivo.....	5	5.1.3 Tsunamis	50
1.1 Introducción y antecedentes.....	5	5.1.4 Inestabilidad de laderas	52
1.2 Antecedentes	6	5.1.5 Flujos.....	53
1.3 Alcances.....	6	5.1.6 Caídas o desprendimientos.....	55
1.4 Metodología general.....	7	5.1.7 Hundimientos	56
2 CAPÍTULO II. Determinación de la zona de estudio.....	8	5.1.8 Subsistencia.....	57
2.1 Determinación de la Zona de Estudio.....	8	5.1.9 Agrietamientos.....	59
3. CAPITULO III. Caracterización de los elementos del medio natural.....	9	5.2 Riesgos, peligros y/o vulnerabilidad ante fenómenos de origen Hidrometeorológico	61
3.1 Fisiografía	9	5.2.1 Ondas Cálidas y Gélidas	61
3.2 Geología.....	11	5.2.2 Sequías.....	72
3.3 Geomorfología.....	13	5.2.3 Heladas.....	75
3.4 Edafología	14	5.2.4 Tormentas de granizo.....	78
3.5 Hidrología	15	5.2.5 Tormentas de nieve	81
3.6 Climatología	18	5.2.6 Ciclones Tropicales.....	83
3.7 Uso de Suelo y Vegetación	19	5.2.7 Tornados.....	88
3.8 Aéreas Naturales Protegidas.....	20	5.2.8 Tormentas de polvo	92
4. CAPÍTULO IV. Caracterización de los elementos sociales, económicos y demográficos	21	5.2.9 Tormentas Eléctricas.....	93
4.1. Elementos demográficos: dinámica demográfica, distribución de población, mortalidad, densidad de población.....	21	5.2.10 Inundaciones.....	98
4.2. Características sociales.....	26	5.3. Riesgos peligros y/o vulnerabilidad ante fenómenos de origen Químico-Tecnológico.....	115
4.3. Principales actividades económicas	34	5.3.1. Incendios	115
4.4. Características de la Población Económicamente Activa	35	5.3.2. Explosiones.....	116
4.5. Estructura urbana, equipamiento e infraestructura	37	5.3.3. Derrames y Fugas Tóxicas.....	117
FASE II.....	39	5.3.1. Radiaciones	120
5 CAPITULO V. Identificación de amenazas y peligros, ante fenómenos perturbadores de origen natural y químico-tecnológico.....	40	FASE III	121
5.1 Riesgos, peligros y/o vulnerabilidad ante fenómenos de origen geológico	40	6 CAPÍTULO VI. Vulnerabilidad.....	122
5.1.1 Vulcanismo.....	40	6.1. Índice de vulnerabilidad social	122
		6.1.1 Indicadores socioeconómicos.....	122
		6.1.2 Capacidad municipal de prevención y respuesta.	123
		6.1.3 Percepción local	128
		FASE IV.....	132
		7. CAPÍTULO VII. Riesgo/Exposición.....	133



7.1. Riesgos Geológicos.....	133
7.2. Riesgos Hidrometeorológicos.....	146
Riesgo por inundaciones.....	149
FASE V	150
8 CAPITULO VIII. Propuesta de estudios, obras y acciones.	151
8.1. Planteamiento de propuestas	151



FASE I

Marco teórico

Esta fase consiste en desarrollar la teoría que va a fundamentar el Atlas de Riesgo, realizando una revisión de la literatura y cartografía sobre el tema. Esto consiste en buscar las fuentes documentales que permitan detectar, extraer y recopilar la información de interés para construir el marco teórico pertinente al presente Atlas de Riesgos.

CAPITULO I. Introducción, antecedentes y objetivo.

1.1 Introducción y antecedentes

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 provocado 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.

Recientemente, los estudios de los riesgos y peligros dentro de la sociedad también se han enfocado a cuestiones químico-tecnológicas, las cuales están asociadas al uso y manejo de sustancias que poseen la capacidad de dañar o causar algún peligro en alguna comunidad. En la normatividad mexicana, las sustancias son consideradas peligrosas por el tipo y nivel de afectación que pueden tener en la salud

humana, en el ambiente y en los recursos naturales, debido a las propiedades corrosivas, reactivas, explosivas, tóxicas o inflamables que poseen y a la cantidad con que éstas son utilizadas. Los eventos pueden ser detonados de múltiples formas, Cenapred señala entre las más importantes: fenómenos naturales, fallas operativas en los procesos industriales, fallas mecánicas, errores humanos y causas premeditadas. Cabe señalar que estos eventos no son excluyentes entre sí, pues un incidente químico puede encadenarse a otros fenómenos químicos y/o naturales, y combinarse entre sí provocando un efecto domino con la multiplicación y amplificación de los efectos o consecuencias.

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

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

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

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

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



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

El apego al presente documento, asegura la reducción de riesgos naturales en San Lorenzo Cacaotepec, 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

El municipio de San Lorenzo Cacaotepec se encuentra situado en la región de los valles centrales del estado de Oaxaca, una zona ya característica por ser un lugar plano y propicio para la acumulación o estancamiento de agua en casos de precipitación severa, aunado a la presencia del río Atoyac que también es un factor importante a considerar.

En ese sentido, se han registrado varios casos en este municipio en donde se han tenido incluso que emitir declaratorias de desastre natural por lluvias severas en más de una ocasión. Una de las más importantes se presentó en el año de 2005 cuando la depresión tropical de Stan causo algunos efectos negativos en diversos municipios de Oaxaca, presentándose lluvias fuertes, escurrimientos importantes, inundaciones, avenidas súbitas y procesos de remoción en masa que afectaron a la población.

Para el año de 2011 también se tuvo que emitir, no sólo una, sino dos declaratorias de desastre natural en el municipio en menos de un mes. En esa temporada, comprendida entre el 30 de agosto al 8 de septiembre, también se presentaron lluvias severas, inundaciones pluviales y fluviales, con lo cual el municipio volvió a acceder a los recursos del FONDEN destinados para estos casos.

Las características geográfico-físicas del municipio, son tomadas en cuenta para la realización del presente atlas, sin embargo, la importancia de una perspectiva más aguda como la relación entre la reincidencia de estos eventos naturales en el municipio aunado a una buena planeación territorial o desarrollo sustentable, nos permite ir indagando en los riegos y formas en que los desastres naturales se presentan y manejan en el municipio. Es decir, considerar qué ha pasado y qué se ha hecho al respecto en materia de fenómenos naturales que afecten a la población se refiere.

El municipio, presenta varias peculiaridades que pueden advertir su facilidad a problemas de inundación con la presencia de precipitaciones extraordinarias. Dichas peculiaridades radican en que forma parte de una de las cuencas más grandes e importantes del estado, además de que se encuentra en una zona entre los escurrimientos y el afluente principal, lo que lo vuelve más propicio para las afectaciones por inundación, las cuales se han registrado sobre todo en localidades muy cercanas a los afluentes principales y afectando principalmente a comunidades rurales.

Objetivos

Realizar el inventario de los peligros en el municipio de San Lorenzo Cacaotepec, 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.

1.3 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.

1.4 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.

Así, la metodología para la elaboración del Atlas de Riesgos del Municipio San Lorenzo Cacaotepec, 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.



CAPÍTULO II. Determinación de la zona de estudio

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

Dentro de este apartado se describen los niveles de análisis óptimos para la determinación adecuada de las áreas de peligros y riesgos. La escala geográfica, es importante para fijar 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

De acuerdo al mapa de la República Mexicana el municipio de San Lorenzo Cacaotepec está ubicado en la región de los valles centrales en el estado de Oaxaca (Oax) y forma parte del distrito Etlá. La distancia aproximada que tiene a la capital del estado es de 12 kilómetros. La ubicación geográfica que tiene dicho lugar hace que esté situado entre las coordenadas 17° 08' latitud norte y 96° 48' longitud oeste. Se encuentra a una altitud promedio que oscila entre los 1,600 metros sobre el nivel del mar (msnm), lo cual se debe a que en su territorio sólo existen algunas lomas. También es importante saber que está constituido por una extensión territorial total de 12.76 kilómetros cuadrados.

Entre los paralelos 17°05' y 17°10' de latitud norte; los meridianos 96°46' y 96°50' de longitud oeste; altitud entre 1 500 y 1 900 m. Colinda al norte con los municipios de Soledad Etlá, Guadalupe Etlá y San Pablo Etlá; al este con los municipios de San Pablo Etlá y Santa María Atzompa; al sur con los municipios de Santa María Atzompa y San Andrés Ixtlahuaca; al oeste con los municipios de San Andrés Ixtlahuaca, San Felipe Tejalápam y Soledad Etlá. Ocupa el 0.04% de la superficie del estado. Cuenta con 15 localidades y una población total de 11 559 habitantes, este dato es para 2008.

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.

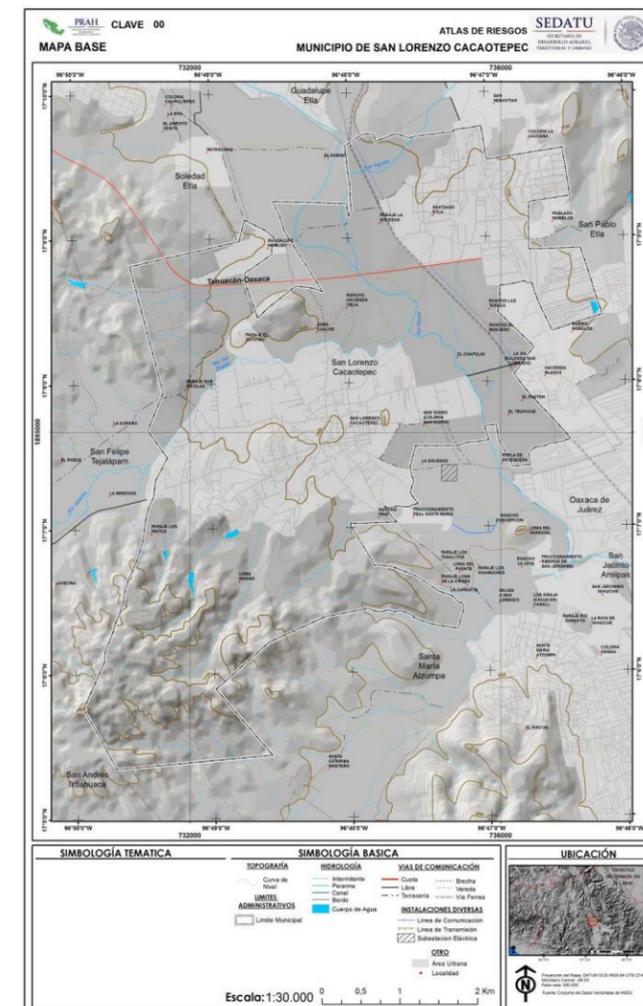
Por lo cual, a partir de la escala municipal, se desarrolla otro nivel de análisis para la visualización de los fenómenos desde un mayor detalle. Este será expresado con mapas a nivel del centro de población, ocupando escalas menores a 1: 13,000.

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 llegará 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 del municipio de San Lorenzo Cacaotepec, Oaxaca



Elaboración propia con base en INEGI

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. Estas 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 San Lorenzo Cacaotepec, es cubierto al 100% por la Provincia Fisiográfica Sierra Madre del Sur, la cual limita al norte con la del Eje Neovolcánico, al este con la Llanura Costera del Golfo Sur, las Sierras de Chiapas y la Llanura Costera Centroamericana del Pacífico, y al sur con el Océano Pacífico. Abarca parte de los estados de Jalisco, Colima, Michoacán, México, Morelos, Puebla, Oaxaca, Veracruz y todo el estado de Guerrero.

Está considerada como la más completa y menos conocida del país, y debe muchos de sus rasgos particulares a su relación con la placa de cocos. Esta es una de las placas móviles que integran la litósfera o corteza exterior terrestre; emerge a la superficie del fondo del Océano Pacífico al suroeste y oeste de las costas, hacia las que se desplaza lentamente dos o tres centímetros al año para encontrar a lo largo de las mismas el sitio llamado "de subducción" donde buza nuevamente hacia el interior de la Tierra.

A ello se debe la fuerte sismicidad que se manifiesta en esta provincia, en particular sobre las costas guerrerenses y oaxaqueñas, siendo la trinchera de Acapulco una de las zonas más activas. Esta relación es la que seguramente ha determinado que alguno de los principales ejes estructurales de la provincia -depresión del Balsas cordilleras costeras, línea de costa, etc.- tengan estricta orientación este-oeste, condición que tiene importantes antecedentes en la provincia del Eje Neovolcánico, y que contrasta con la predominante orientación estructural noroeste-sureste del norte del país.

La provincia tiene una litología muy completa en la que las rocas intrusivas cristalinas, especialmente los granitos y las metamórficas, tienen más importancia que en la mayoría de las provincias del norte. Los climas subhúmedos, cálidos y semicálidos imperan en gran parte de la provincia, pero en ciertas regiones elevadas, incluyendo algunas con extensos terrenos planos como los Valles Centrales de Oaxaca, los climas son semisecos, templados y semifríos, en tanto que, al oriente, en los límites con la Llanura Costera del Golfo Sur, hay importantes áreas montañosas húmedas cálidas y semicálidas.

La vegetación que predomina en la depresión del Balsas en las regiones surorientales de la provincia es la selva baja caducifolia, los bosques de encinos y de coníferas ocupan las zonas más elevadas, y la selva mediana subcaducifolia, se extiende sobre toda la franja costera del sur. Aparte de esta vegetación hay en la provincia una de las comunidades florísticas más ricas del mundo. La región manifiesta, además, un alto grado de endemismo (riqueza en especies exclusivas del lugar).

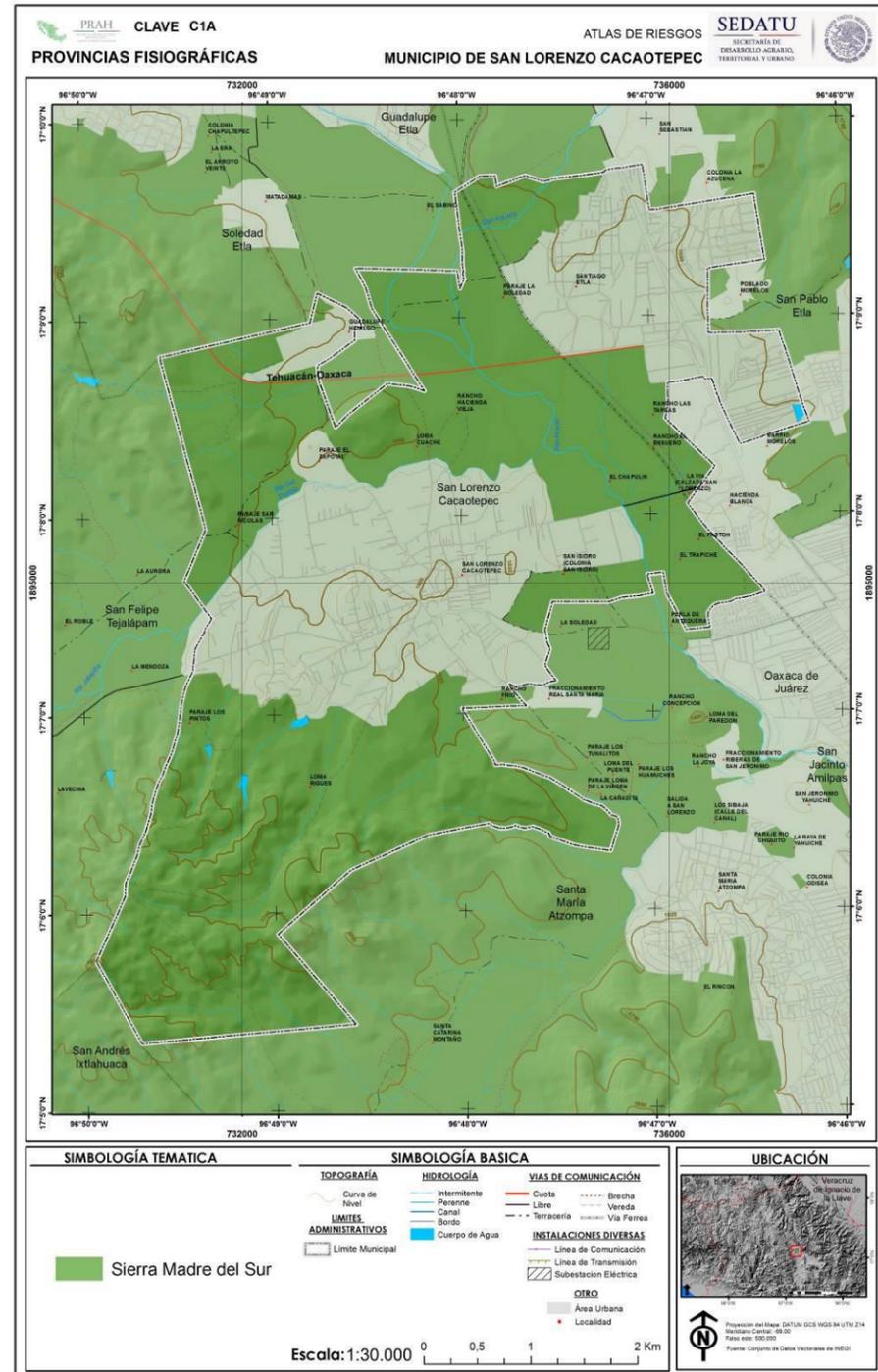
En la provincia, el sistema fluvial más grande es el Tepalcatepetl; otro importante, es el río Balsas, uno de los siete mayores del país. En el extremo oriente nacen importantes afluentes del Papaloapan y del Tehuantepec. Sobre la vertiente sur de la provincia desciende un buen número de ríos cortos del Océano Pacífico. Pocos de ellos, como el Armería, el Coahuayana y el Papagayo nacen al norte de la divisoria de la sierra costera y el Atoyac baja desde el Valle Central de Oaxaca.

Figura 2. Cuadro de Provincias Fisiográficas

Entidad	Nombre	%	Superficie km ²
Provincia	Sierra Madre del Sur	100	27.64

Elaboración propia con base en INEGI

Figura 3. Mapa de Provincias fisiográficas del municipio de San Lorenzo Cacaotepec, Oax.



Elaboración propia con base en INEG

Subprovincias Fisiográficas

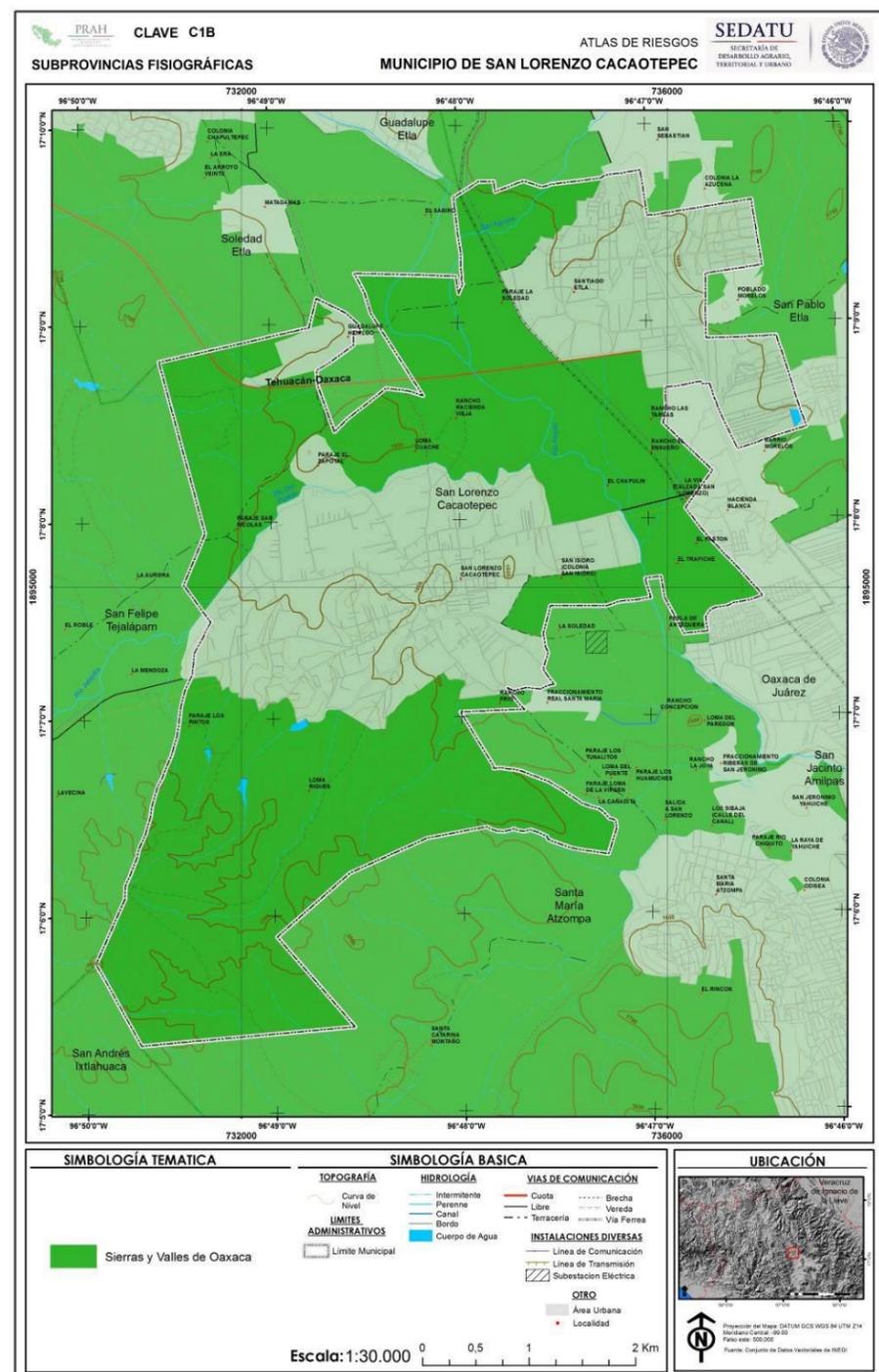
El municipio de San Lorenzo Cacaotepec, se encuentra totalmente inmerso en la subprovincia fisiográfica conocida como Sierras y Valles de Oaxaca.

Figura 4. Cuadro de Subprovincias Fisiográficas

Entidad	Nombre	%	Superficie km ²
Subprovincia	Sierras y Valles de Oaxaca	100	27.64

Elaboración propia con base en INEGI

Figura 5. Mapa de Subprovincias fisiográficas del municipio de San Lorenzo Cacaotepec, Oax.



Elaboración propia con base en INEGI

3.2 Geología

Con respecto a las unidades geológicas que afloran en el municipio se tiene rocas de la Era del Cenozoico, Mesozoico y precámbrico que se distribuyen en todo el territorio municipal las cuales se describen a continuación:

El municipio de San Lorenzo Cacaotepec, está conformado en su mayor parte por rocas Sedimentarias (Conglomerado, Lutita-arenisca) y en menor cantidad de rocas metamórficas (Gneis).

Figura 6. Cuadro de Unidades Geológicas

Clave	Entidad	Clase	Tipo	Era	Sistema	Serie	%	Sup km ²
PE(Gn)	Unidad cronoestratigráfica	Metamórfica	Gneis	Precámbrico	-	-	17.37	4.80
Q(s)	Suelo	-	-	Cenozoico	Cuaternario	-	36.9	10.20
Ti(cg)	Unidad cronoestratigráfica	Sedimentaria	Conglomerado	Cenozoico	Paleógeno	-	1.19	0.33
Ki(lu-ar)	Unidad cronoestratigráfica	Sedimentaria	Lutita-Arenisca	Mesozoico	Cretácico	Cretácico inferior	44.54	12.31
TOTAL							100	27.64

Elaboración propia con base en INEGI

Areniscas

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

Lutitas

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

La combinación lutita-arenisca cubre una superficie aproximada de 12.31 km² lo que representa un 44.54% del territorio municipal, se presenta en la mayor parte del territorio municipal a excepción de zona ubicada en el suroeste del municipio

Conglomerado

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

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

Cubre una superficie aproximada de 1.19 km² lo que representa un 0.33% del territorio municipal, abarca una pequeña zona ubicada en una pequeña área ubicada al noreste del mismo.

Suelo

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

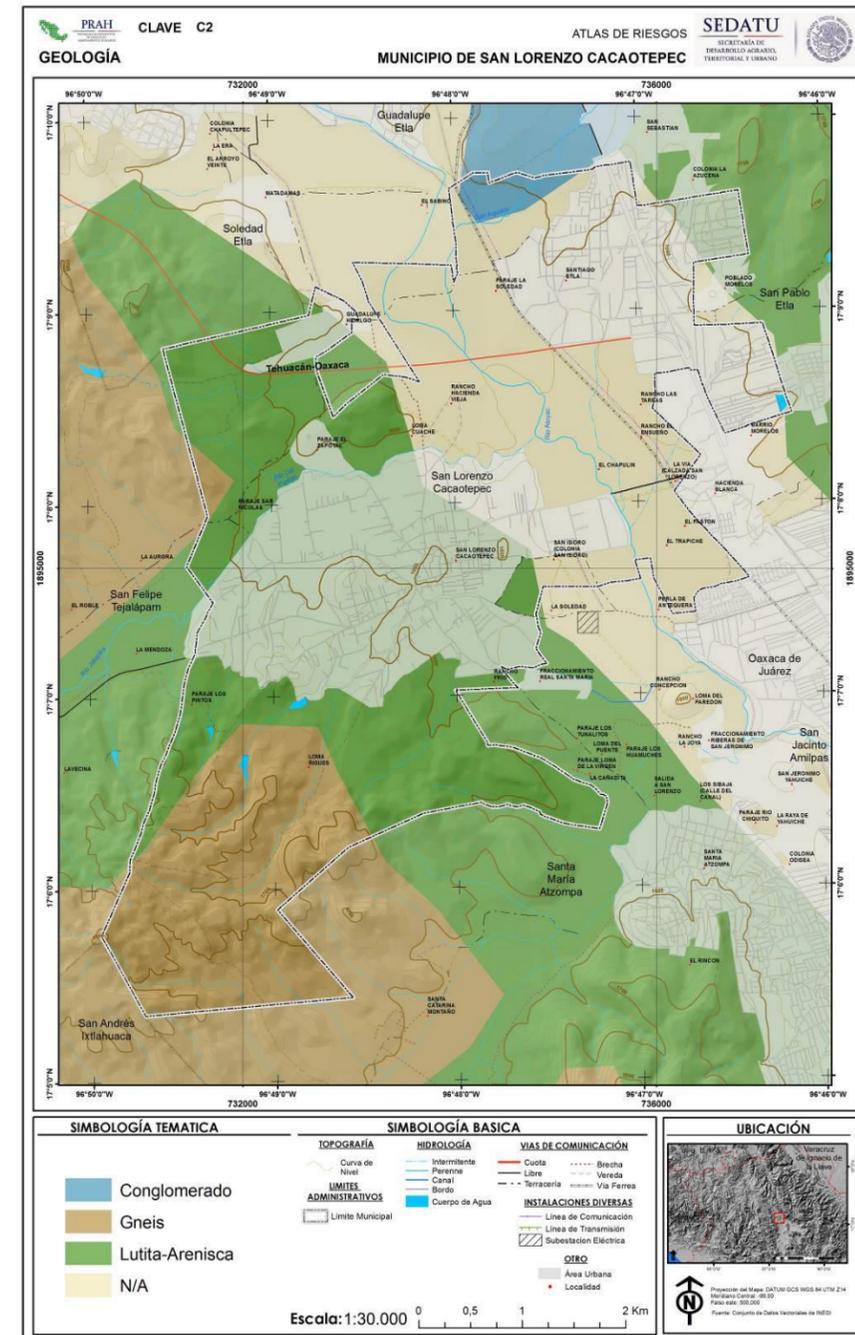
Este tipo de unidad geológica cubre una superficie aproximada de 10.20 km² lo que representa un 36.9% del territorio municipal y se presenta en una pequeña zona ubicada en el suroeste del municipio.

Gneis

Es una roca metamórfica formada en un proceso de metamorfismo regional de grado medio-alto. El gneis es, por lo general, una roca que posee grano medio a grueso y es equigranular, presentando una textura bandeada característica, denominada "Textura gnéisca". Los minerales principales son cuarzo y feldespato (bandas blancas) y micas (bandas oscuras) que se encuentran segregados en bandas. Posee características muy similares al granito, pero de peor calidad ya que tiene tendencia a romperse en fragmentos lajosos.

Esta unidad geológica, se localiza en una pequeña área ubicada en la parte suroeste del territorio municipal y cubre una superficie aproximada de 4.80 km² lo que representa un 17.37 % del dicho territorio.

Figura 7. Mapa geológico del municipio de San Lorenzo Cacaotepec



Elaboración propia con base en INEGI

3.3 Geomorfología

El municipio de San Lorenzo Cacaotepec está representado principalmente por valles de laderas tendidas con lomeríos y lomerío con llanuras, por lo cual no existen montañas sólo lomas.

Con base en el mapa de Geomorfología del INEGI, se pueden observar los siguientes sistemas de topoformas en el municipio:

Figura 8. Cuadro de Sistemas de Topoformas

Nombre	Descripción	%	superficie km ²
Valle	Valle de laderas tendidas con lomerío	25.69	7.1
Lomerío	Lomerío con llanuras	74.31	20.54
TOTAL		100	27.64

Elaboración propia con base en INEGI

Valle de laderas tendidas con lomerío

Este sistema de topoformas es el que predomina en municipio, se caracteriza por ser una depresión alargada e inclinada hacia el mar o una cuenca endorreica, generalmente ocupada por un río, con una porción de la superficie extendida, y un conjunto de lomas.

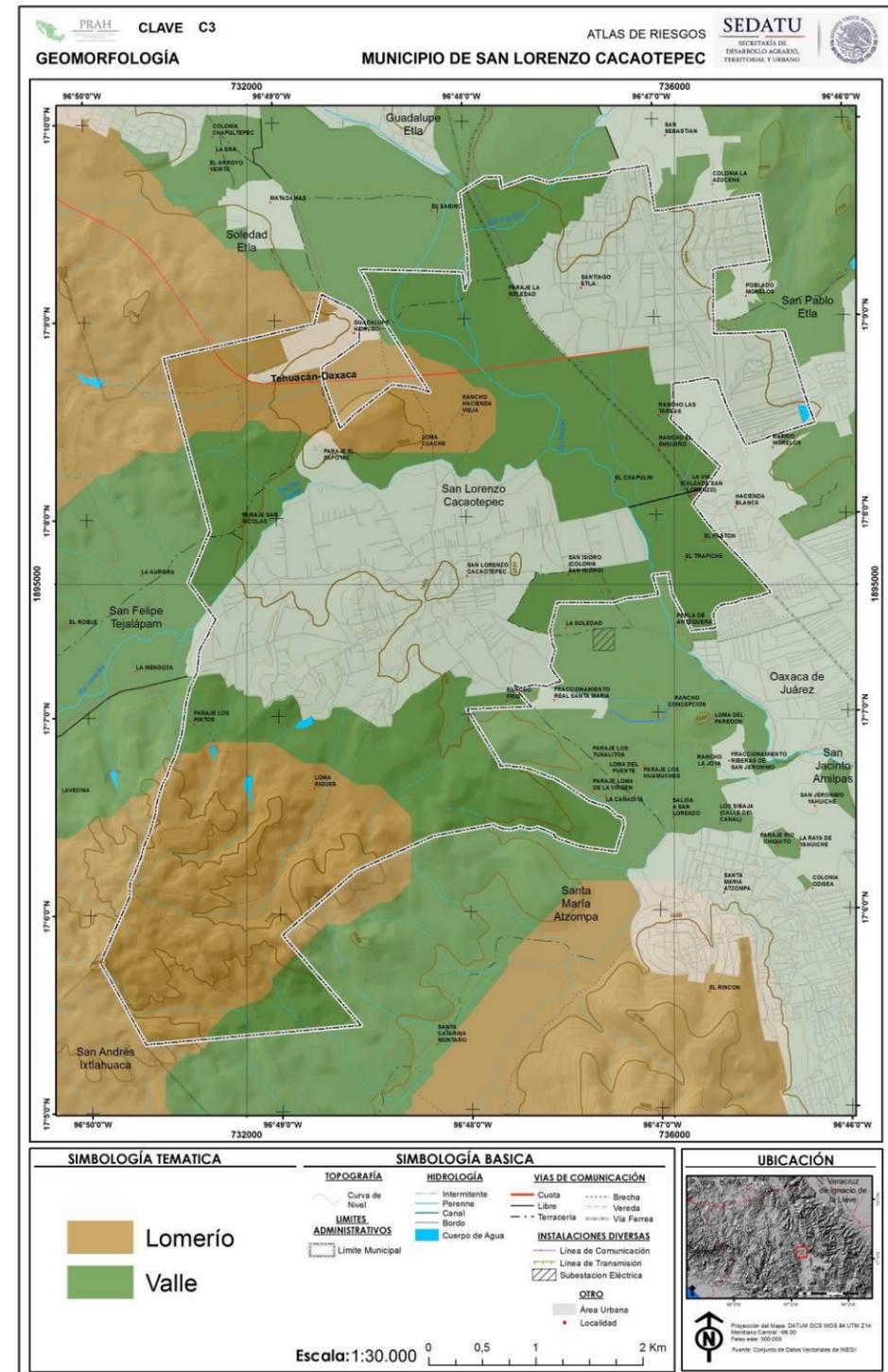
Cubre una superficie aproximada de 7.1 km² lo que representa un 25.69% del territorio municipal, cubre la parte norte, este y centro donde se asienta la zona urbana del municipio.

Lomerío con llanuras

Este sistema de topoformas se caracteriza por esta formado por un conjunto de lomas con poca altura, normalmente de forma redondeada, asociado a terrenos relativamente planos (sin elevaciones o depresiones prominentes).

Cubre una superficie aproximada de 20.54 km² lo que representa un 74.31% del territorio municipal, se localiza en parte del sur y norte sur del municipio.

Figura 9. Mapa geomorfológico del municipio de San Lorenzo Cacaotepec



Elaboración propia con base en INEGI

3.4 Edafología

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

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

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

Figura 10. Cuadro de Unidades Edafológicas

Clave	Nombre del suelo 1	Nombre del subsuelo 1	Nombre del suelo 2	Nombre del subsuelo 2	Textura	Fase física	%	Sup Km ²
Re+I/1/L	Regosol	eútrico	Litosol	-	Gruesa	Lítica	53.9	14.9
Hh+Vc/2	Feozem	háplico	Vertisol	crómico	Media	-	46.1	12.74
TOTAL							100	27.64

Elaboración propia con base en INEGI

Regosol

El término Regosol deriva del vocablo griego *rhegos* que significa “sábana”, haciendo alusión al manto de alteración que cubre la tierra. Estos suelos constituyen la etapa inicial de formación de otros suelos, sin embargo, en la fase de desarrollo que muestran tienen características que permiten identificarlos como unidad. Son muy parecidos al material del que se derivan (calizas, lutitas areniscas y depósitos aluviales).

El horizonte A que los integra descansa sobre la roca, o bien en una capa mineral u horizonte C que tiene variaciones poco significativas con respecto al primero, la más notable es la tonalidad clara. Son de color pardo, grisáceo amarillento; de textura arenosa en la costa y arcillosa en los originarios de lutita y calizas. El Ph es ligeramente ácido en los eútricos y moderadamente alcalino en los calcáricos. La capacidad de intercambio catiónico es de baja a media y la saturación de bases es alta, con cantidades de medias a altas de calcio, de bajas a moderadas de magnesio y bajas de potasio. Su fertilidad es media y conforme se intemperizan las partículas de mayor tamaño, quedan a disposición de las plantas diversos minerales.

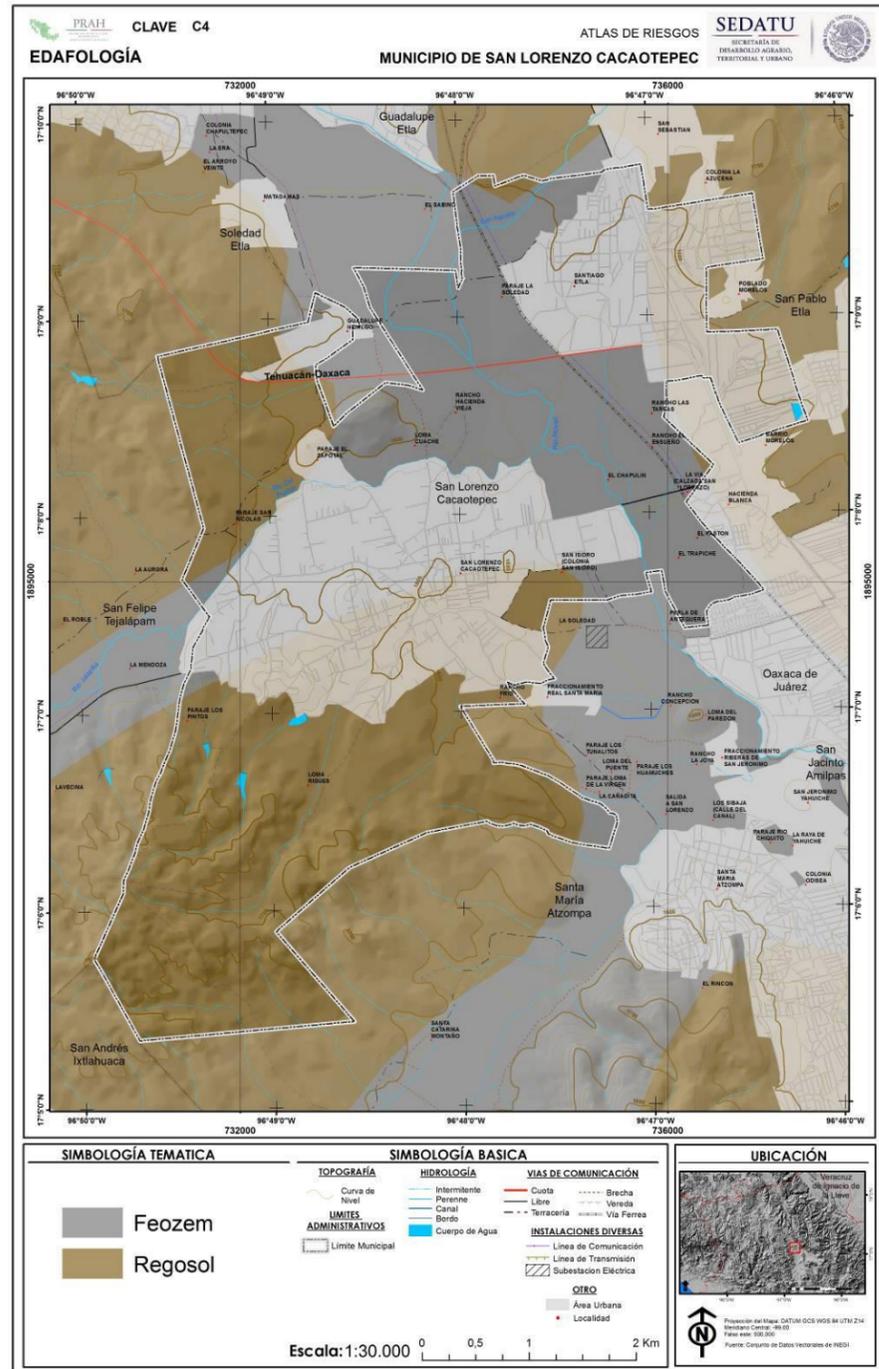
Este tipo de suelo es el más representativo en el municipio cubre una superficie aproximada de 14.9 km² lo que representa un 53.9 % del territorio municipal, se presenta en el sur, centro noreste y oeste del municipio.

Feozem

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

Cubre una superficie aproximada de 12.74km² lo que representa un 46.1 % del territorio municipal, abarca la parte norte y una pequeña parte ubicada al oeste del municipio.

Figura 11. Mapa edafológico del municipio de San Lorenzo Cacaotepec



Elaboración propia con base en INEGI

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

Figura 12. Cuadro de la Región Hidrológica Costa Chica Rio Verde

Propiedad	Valor
Identificador	20
Clave región hidrológica	Rh20
Nombre de la región hidrológica	Costa Chica – Rio Verde
Área (km ²)	39,856.87
Perímetro (km)	1,522.86

Elaboración propia con base en el SIATL

Figura 13. Cuadro de la Cuenca R Atoyac

Propiedad	Valor
Identificador	77
Clave región hidrológica	Rh20
Nombre de la región hidrológica	Costa Chica – Rio Verde
Clave cuenca	A
Nombre cuenca	R. Atoyac
Área (km ²)	18,258.49
Perímetro (km)	1005.39

Elaboración propia con base en el SIATL

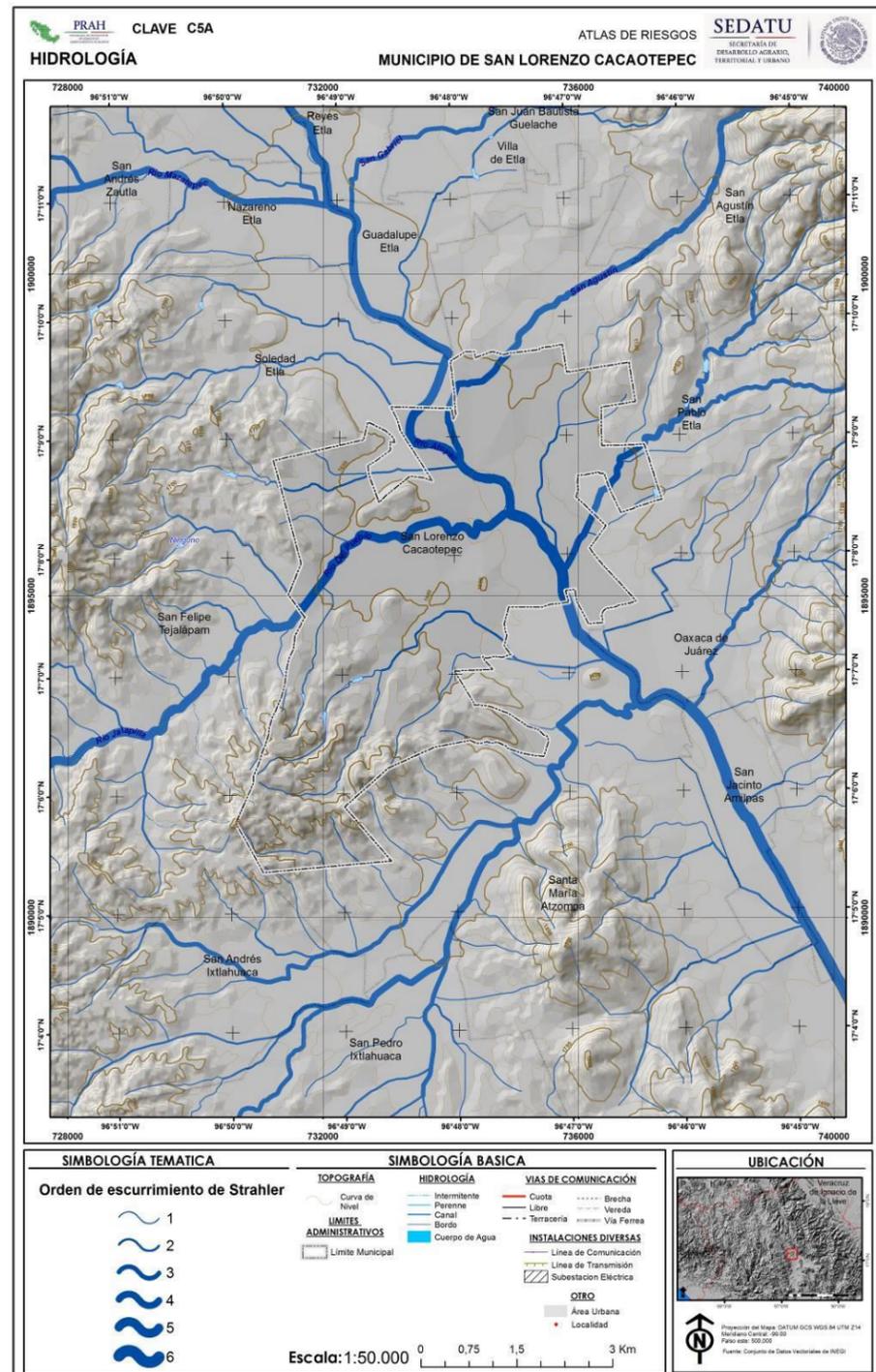
Figura 14. Cuadro de la Subcuenca R. Atoyac – Oaxaca de Juárez

Propiedad	Valor
Identificador en base de datos	/126
Clave de subcuenca compuesta	Rh20ac
Clave de región hidrográfica	Rh20
Nombre de región hidrográfica	Costa chica - rio verde
Clave de cuenca	A
Clave de cuenca compuesta	A
Nombre de cuenca	R. Atoyac
Clave de subcuenca	C

Nombre de subcuenca	R. Atoyac - oaxaca de Juárez
Tipo de subcuenca	Exorreica
Lugar a donde drena (principal)	Rh20ab r. Atoyac - san pedro juchatengo
Total de descargas (drenaje principal)	1
Lugar a donde drena 2	-
Total de descargas 2	0
Lugar a donde drena 3	-
Total de descargas 3	0
Total de descargas	1
Perímetro (km)	546.87
Área (km ²)	5,863.47
Densidad de drenaje	1.8337
Coefficiente de compacidad	2.014
Longitud promedio de flujo superficial de la subcuenca (km)	0.136336369
Elevación máxima en la subcuenca (m)	3,300
Elevación mínima en la subcuenca (m)	1,200
Pendiente media de la subcuenca (%)	29.72
Elevación máxima en corriente principal (m)	2,671
Elevación mínima en corriente principal (m)	1,190
Longitud de corriente principal (m)	19,7040
Pendiente de corriente principal (%)	0.751
Sinuosidad de corriente principal	2.089119828

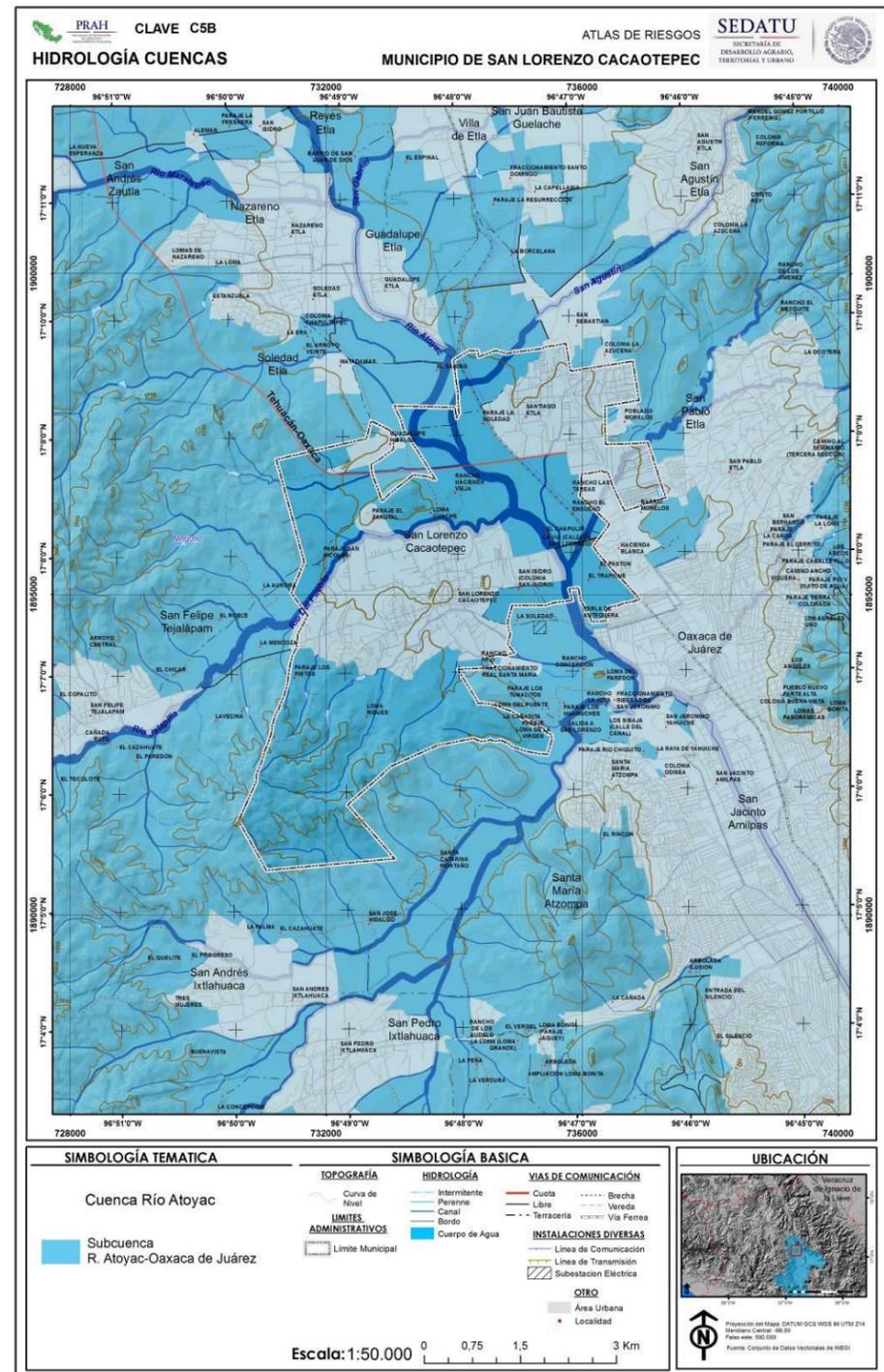
Elaboración propia con base en el SIATL

Figura 15. Mapa hidrológico del municipio de San Lorenzo Cacaotepec



Elaboración propia con base en INEGI

Figura 16. Mapa de cuencas del municipio de San Lorenzo Cacaotepec



Elaboración propia con base en INEGI

3.6 Climatología

De acuerdo al sistema de clasificación de Köopen modificado por E. García (1987), en el municipio se presentan un solo clima; (A)C(wo) Semicalido subhúmedo del grupo C.

Figura 17. Cuadro de Características Climáticas

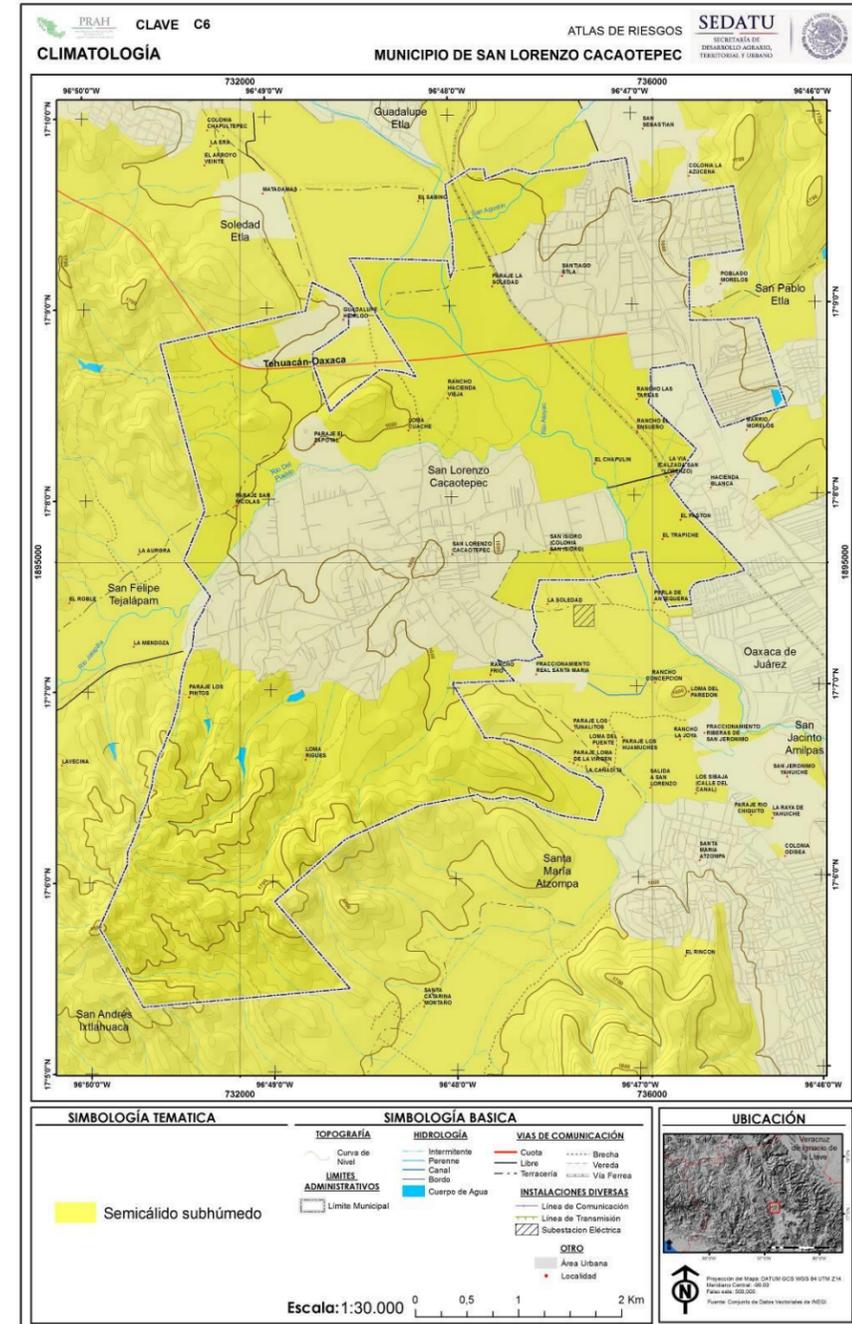
Tipo de clima	Descripción temperatura	%	Superficie km ²
(A)C(wo)	Semicalido subhúmedo del grupo C, temperatura media anual mayor de 18°C.	100	27.64

Elaboración propia con base en INEGI

(A)C(wo)

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

Figura 18. Mapa climatológico del municipio de San Lorenzo Cacaotepec



Elaboración propia con base en INEGI

3.7 Uso de Suelo y Vegetación

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

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

Figura 19. Cuadro de Tipo de Vegetación

Entidad	Tipo	Vegetación secundaria	Erosión	%	Superficie km ²
Área agrícola-pastizal	Agricultura de temporal, pastizal inducido	Ninguno	Con erosión apreciable	59	16.31
Área agrícola	Agricultura de riego	Ninguno	Sin erosión apreciable	41	11.33
TOTAL				100	27.64

Elaboración propia con base en INEGI

Agricultura de Temporal y Pastizal Inducido

En este tipo de uso de suelo se combinan porciones de agricultura de temporal (maíz), con pastizal inducido. Cubre una superficie aproximada de 16.31 km² lo que representa un 59 % del territorio municipal y se presenta en el sur, noreste y oeste del municipio.

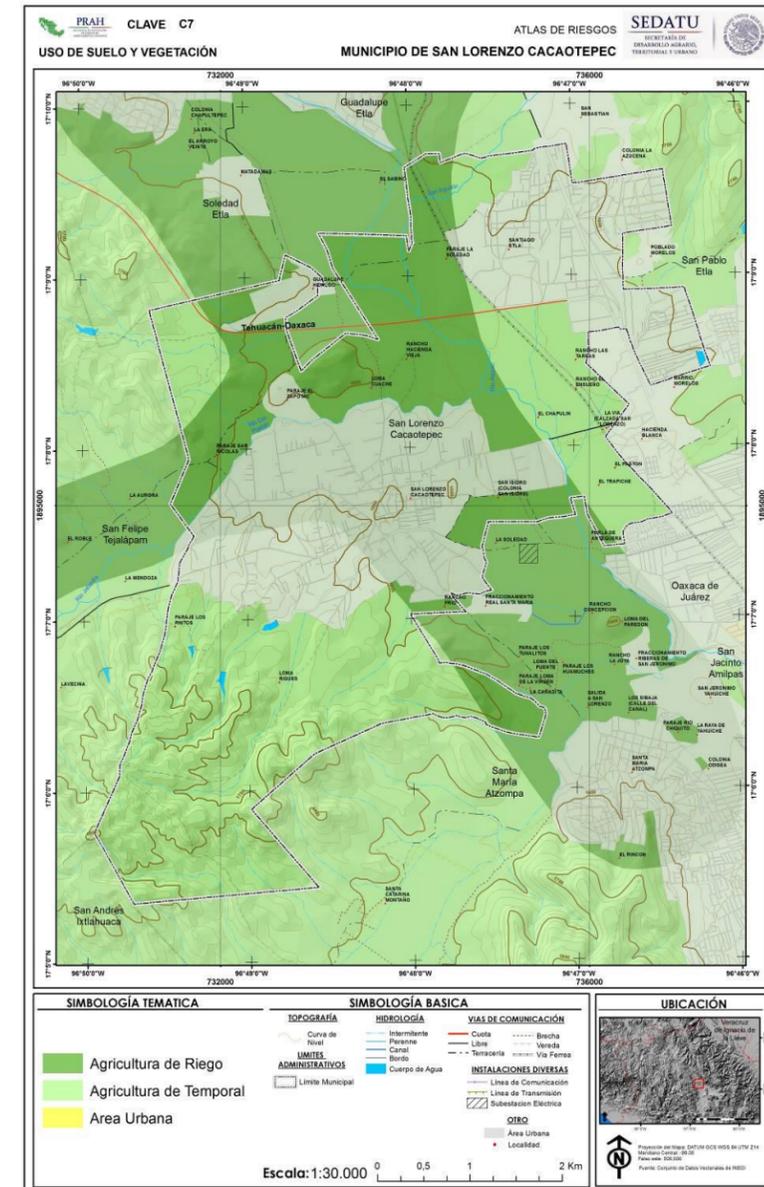
Agricultura de Riego

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. Cubre una superficie aproximada de 11.33 km² lo que representa un 41 % del territorio municipal y abarca parte del centro y norte del municipio.

Figura 20. Mapa de uso del suelo del municipio de San Lorenzo Cacaotepec



Elaboración propia con base en INEGI

3.8 Áreas Naturales Protegidas

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



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

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

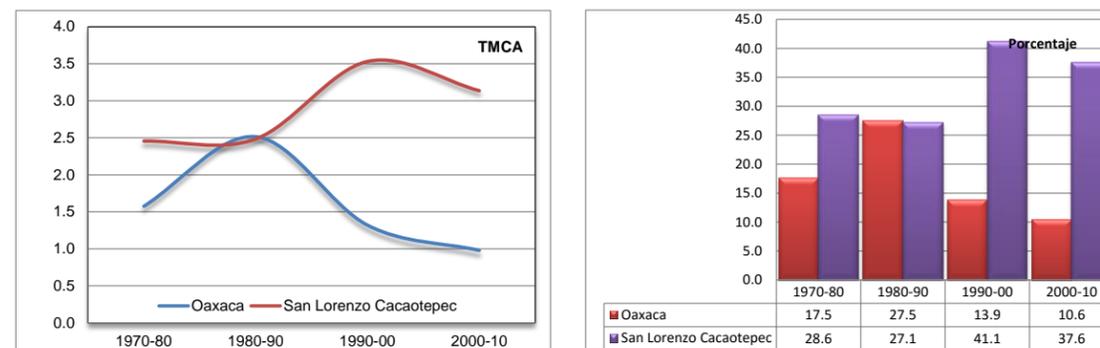
El municipio de San Lorenzo Cacaotepec presenta un crecimiento poblacional mayor al promedio de la entidad, principalmente entre 1990 y 2000 donde su tasa alcanzó un crecimiento de 3.5 por ciento anual y en la siguiente década, aunque disminuye, es mayor a la media estatal (Figura 21). En términos de su volumen de población, el municipio tuvo un incremento que le llevo de 4.3 mil habitantes en 1970 a 7 mil en 1990 y a casi 10 mil en 2000 para alcanzar en 2010 un total de 13.7 mil personas.

Figura 21. Cuadro Oaxaca y San Lorenzo Cacaotepec: Población y crecimiento promedio anual 1970-2010

Año	Oaxaca		San Lorenzo Cacaotepec		Participación del municipio (%)
	Total	TCMA (%)	Total	TCMA (%)	
1970	2,015,424		4,322		0.2
1980	2,369,076	1.6	5,556	2.5	0.2
1990	3,019,560	2.5	7,061	2.5	0.2
2000	3,438,765	1.3	9,965	3.5	0.3
2010 ¹	3,801,962	1.0	13,707	3.1	0.4

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

Figura 22. Graficas de Oaxaca e San Lorenzo Cacaotepec TCMA, 1990 a 2030; y Crecimiento demográfico municipal de 1990 a 2010.



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

Esta tendencia se refleja también en las proyecciones de población, las cuales indican un sostenido aumento de los habitantes del municipio. Aunque es aún reducido el volumen de población de San Lorenzo Cacaotepec, 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 16 mil habitantes en el 2030 y representar el 0.4 por ciento del total de los habitantes de Oaxaca. Se estima que la tasa de crecimiento media del municipio se reduzca de 3.4 por ciento a 0.4 por ciento anual, que aun supera al promedio del estado (Figura 23), por lo que la población tendrá un crecimiento relativo de 12.9 por ciento entre 2010 y 2020 superior al 7.7 por ciento estimado para el estado y de 3.8 entre 2020 y 2030 mayor al 0.9 por ciento de la entidad en los mismos años.

Figura 23. Cuadro de Población y crecimiento promedio anual 1990-2010 y sus proyecciones al año 2030

Estado / Municipio	1990	2000	2010	2020	2030
Oaxaca	3,019,560	3,438,765	3,801,962	4,093,486	4,130,422
San Lorenzo Cacaotepec	7,061	9,965	13,932	15,735	16,341
% Respecto al Distrito	0.23%	0.29%	0.37%	0.38%	0.40%
Tasa de Crecimiento Media Anual		90 - 00	00 - 10	10-20	20 - 30
Oaxaca		1.3	1.0	0.7	0.1
San Lorenzo Cacaotepec		3.5	3.4	1.2	0.4

Crecimiento Relativo	90 - 00	00 - 10	10-20	20 - 30
Oaxaca	13.9	10.6	7.7	0.9
San Lorenzo Cacaotepec	41.1	39.8	12.9	3.8

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

La población de San Lorenzo Cacaotepec es, en su mayoría, de mujeres, las cuales representan 52.2 por ciento del total, y por ello, el municipio tiene un índice de masculinidad de 91.5 hombres por cada cien mujeres, menor al promedio estatal (91.7). En términos de la edad promedio, en San Lorenzo Cacaotepec es mayor al promedio de la entidad, con 26 años la mediana, mientras que en los hombres es de 25 años, dos años más que el promedio de la entidad y las mujeres de 27, mayor al promedio estatal de 25.

Por otra parte, mientras en Oaxaca el promedio es de 2.65 hijos vivos, en San Lorenzo Cacaotepec es de 2.13, que revela una relativa mejoría de las condiciones de vida al nacer en el municipio que en el resto de la entidad.

Figura 24. Cuadro Oaxaca e San Lorenzo Cacaotepec: 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	91.73	24	23	25	2.65
San Lorenzo Cacaotepec	13,704	47.8	52.2	91.50	26	25	27	2.13

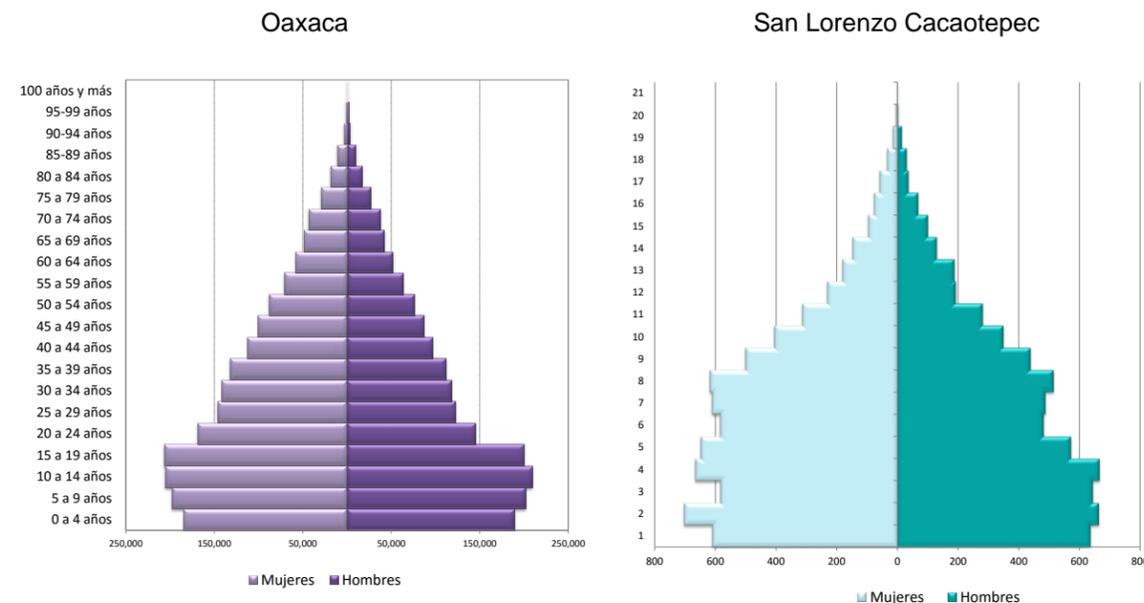
1/ Proporción de población masculina por cada 100 mujeres.

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 figura 26 representa la distribución de la población por edades y sexo, la pirámide de edades, para Oaxaca y para San Lorenzo Cacaotepec en 2010. Resaltan tres aspectos principales: una alta proporción de población en edad juvenil, principalmente en los estratos de 5 a 9 años y de 15 a 20 años; en segundo lugar, una reducción de las personas de grupos de edad activos, principalmente por motivos migratorios y una progresiva reducción de la población adulta mayor.

Figura 25. Gráficas Oaxaca y San Lorenzo Cacaotepec 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 que aún hay un amplio predominio de niños y jóvenes similar a la entidad (Figura 26). No obstante, se observa que la pirámide no sigue un patrón regular, sino que, por el contrario, muestra estratos donde aumenta la población particularmente en los niños y jóvenes y en mujeres.

A partir de los 20 años se reducen los grupos en edad activa, particularmente de los hombres. Esta forma que adopta la distribución de habitantes por edad y sexo en el municipio se explica por la emigración de jóvenes en edades activas combinado con un mayor volumen de arraigo de mujeres y adultos mayores.

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

Los índices de dependencia económica dan cuenta de este fenómeno, como se ilustra en el siguiente cuadro y gráfica. Destaca que, comparando la proporción de niños menores de 15 años con respecto al promedio estatal, San Lorenzo Cacaotepec tiene casi 2.6 punto porcentual menos que Oaxaca; en cambio, de la población en edad activa, es superior al promedio de la entidad en 4.6 puntos porcentuales. Y, por el contrario, la proporción de adultos mayores en el municipio es menor al promedio estatal en dos puntos porcentuales.

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 3.8 mil niños y jóvenes, el de adultos mayores de 1.2 mil personas y los habitantes en edad activa son 8.5 mil, en función de la dependencia que tienen niños y adultos mayores respecto a las personas en edad activa es menor a los promedios que presenta la entidad.

Figura 26. Cuadro Oaxaca e San Lorenzo Cacaotepec: 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	3 0.8	5 8.3	10 .9	71.6	52.9	18.6
San Lorenzo Cacaotepec		13,595	2 8.2	6 2.9	8. 8	58.9	44.8	14.0

Notas

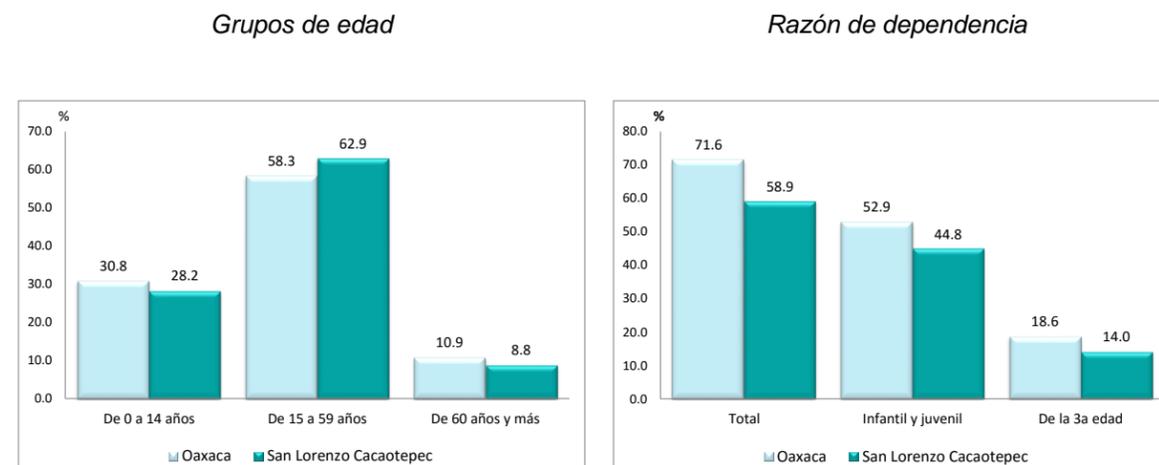
1/ Excluye a la población con edad no especificada

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

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

Destaca, particularmente que por cada cien adultos en edades activas hay 44.8 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 14 adultos mayores, mientras que el promedio en la entidad es de 18.6. Esto indica una dependencia de niños y jóvenes y adultos mayores respecto a las personas en edades activas, lo que es indicativo de niveles de desarrollo medio en el municipio, En total, la dependencia de esos grupos de edad respecto a los adultos en edades activas es de 58.9 frente a 71.6 que se presentan en la entidad, 12.7 puntos porcentuales menos (Figura 27).

Figura 27. Gráficas Oaxaca e San Lorenzo Cacaotepec, Distribución de población por grandes grupos de edad, y razón de dependencia, 2010



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 San Lorenzo Cacaotepec en el año 2012 existieron 2 defunciones de menores de un año, lo que representa el 0.212 por ciento de la población fallecida a nivel estatal. En el mismo año el municipio de San Lorenzo Cacaotepec registró 61 defunciones es decir el 0.28 por ciento respecto al total de defunciones en el Estado de Oaxaca.

El número de nacimientos de San Lorenzo Cacaotepec representan el 0.205 por ciento del total de nacimientos a nivel estatal, cifra que repercute en el incremento de población, ya que en el año 2012 nacen 196 niños, pero mueren 2, lo que explica el mayor número de niños y jóvenes en la pirámide de edad, como se ilustra anteriormente.

Figura 29. Cuadro Oaxaca e San Lorenzo Cacaotepec: Nacimientos y Mortalidad, 2009

Concepto	Estado de Oaxaca	San Lorenzo Cacaotepec	
	Total	Total	% del total estatal
Defunciones generales por residencia habitual, 2012	21,525	61	0.28
Defunciones de menores de un año de edad por municipio de residencia habitual del fallecido 2012	942	2	0.212
Nacimientos, 2012	95,505	196	0.205
Esperanza de vida al nacimiento, 2010	75.5		

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

La figura 29 señala que San Lorenzo Cacaotepec es un municipio de equilibrio migratorio, aunque en términos de su volumen las entradas de inmigrantes al municipio son de 541 personas al año, mientras que la emigración alcanza un volumen de 230 personas anuales, lo que arroja un balance de 311 personas. En términos de sus tasas, se tiene una tasa de inmigración de 4.98 por cada mil habitantes, pero la de emigrantes es de 2.12 por cada mil, lo que resulta en 2.87 por cada mil habitantes. Este dato se considera que, a pesar de los volúmenes de movimiento migratorio, el municipio se encuentra en un balance de equilibrio,

Figura 30. Cuadro Oaxaca e San Lorenzo Cacaotepec: Migración interna 2005-2010

Absolutos	Oaxaca	San Lorenzo Cacaotepec
Inmigrantes	158,882	541
Emigrantes	178,851	230
Saldo neto	-19,969	311
Tasas (por cada mil hab.)		
Inmigrantes	4.36	4.98
Emigrantes	3.58	2.12
Saldo neto	0.78	2.87

Condición migratoria	Equilibrio	Equilibrio
----------------------	------------	------------

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

La distribución territorial de la población indica que las localidades de San Lorenzo Cacaotepec son 14 rurales y dos mixtas, es decir, 14.4 por ciento de sus pobladores habitan en localidades rurales y 85.6 por ciento en una localidad que es la cabecera municipal y otra de entre 2.5 mil y 15 mil habitantes (Figura 28).

Figura 31. Cuadro Oaxaca e San Lorenzo Cacaotepec: Distribución territorial de la población, 2010

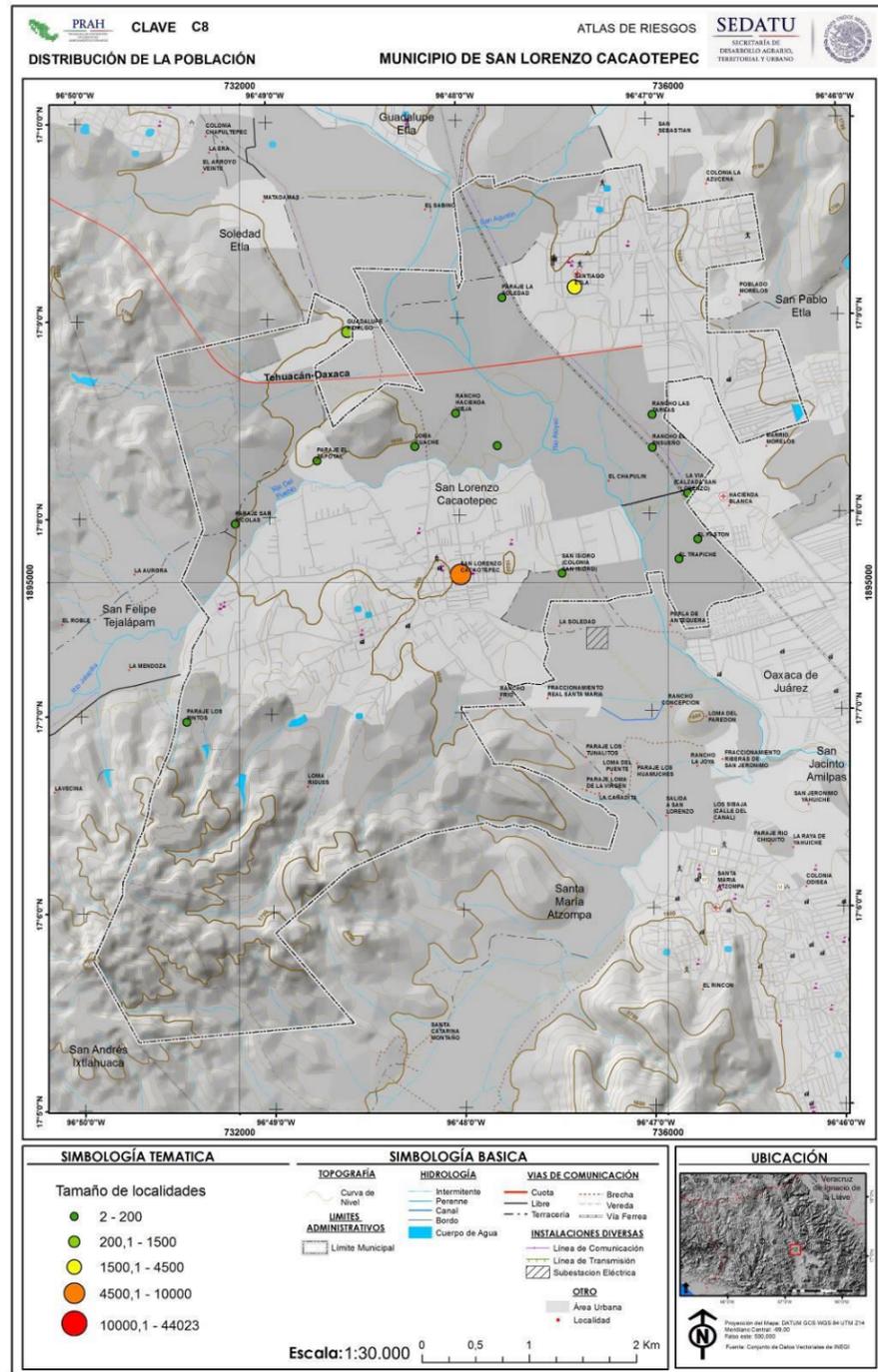
Tamaño de localidad	Oaxaca			San Lorenzo Cacaotepec		
	Localidades	Población	% Pob.	Localidades	Población	% Pob.
Total	10,496	3,801,962	100.0	16	13,704	100.0
De 1 a 2,499 hab.	10,321	2,002,757	52.7	14	1,979	14.4
De 2,500 a 14,999 hab.	156	839,780	22.1	2	11,725	85.6
De 15,000 y más hab.	19	959,425	25.2	0	0	0.0

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

El municipio de San Lorenzo Cacaotepec se ubica en la zona norte de la capital de Oaxaca y representa una zona de importancia regional. Su cabecera municipal es la localidad del mismo nombre, mientras que la segunda localidad en importancia es Santiago Etla. La principal vía de comunicación en la carretera federal 135 Tehuacán –Oaxaca. La localidad de Santiago Etla forma parte de la zona conurbada de la ciudad de Oaxaca, por lo que este municipio se le considera como municipio metropolitano de acuerdo con la Delimitación de Zonas Metropolitanas de México.

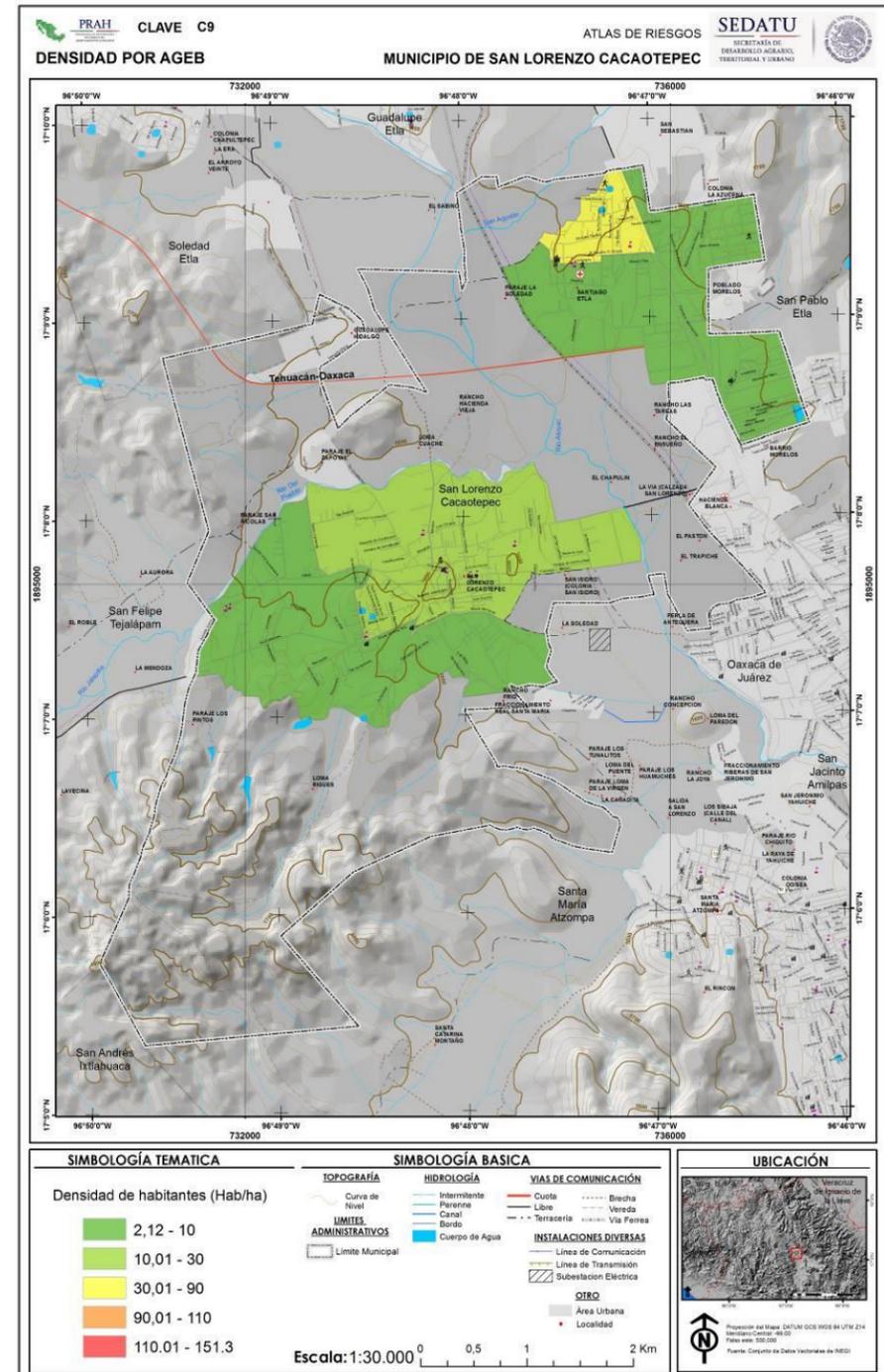
San Lorenzo Cacaotepec presenta baja densidades de población, salvo en la parte centro de la localidad donde se ubican algunas zonas que hacen que aumente la densidad promedio. Hacia la periferia se encuentra una densidad media menor de 22 habitantes por hectárea.

Figura 32. Mapa de San Lorenzo Cacaotepec Principales localidades, 2010



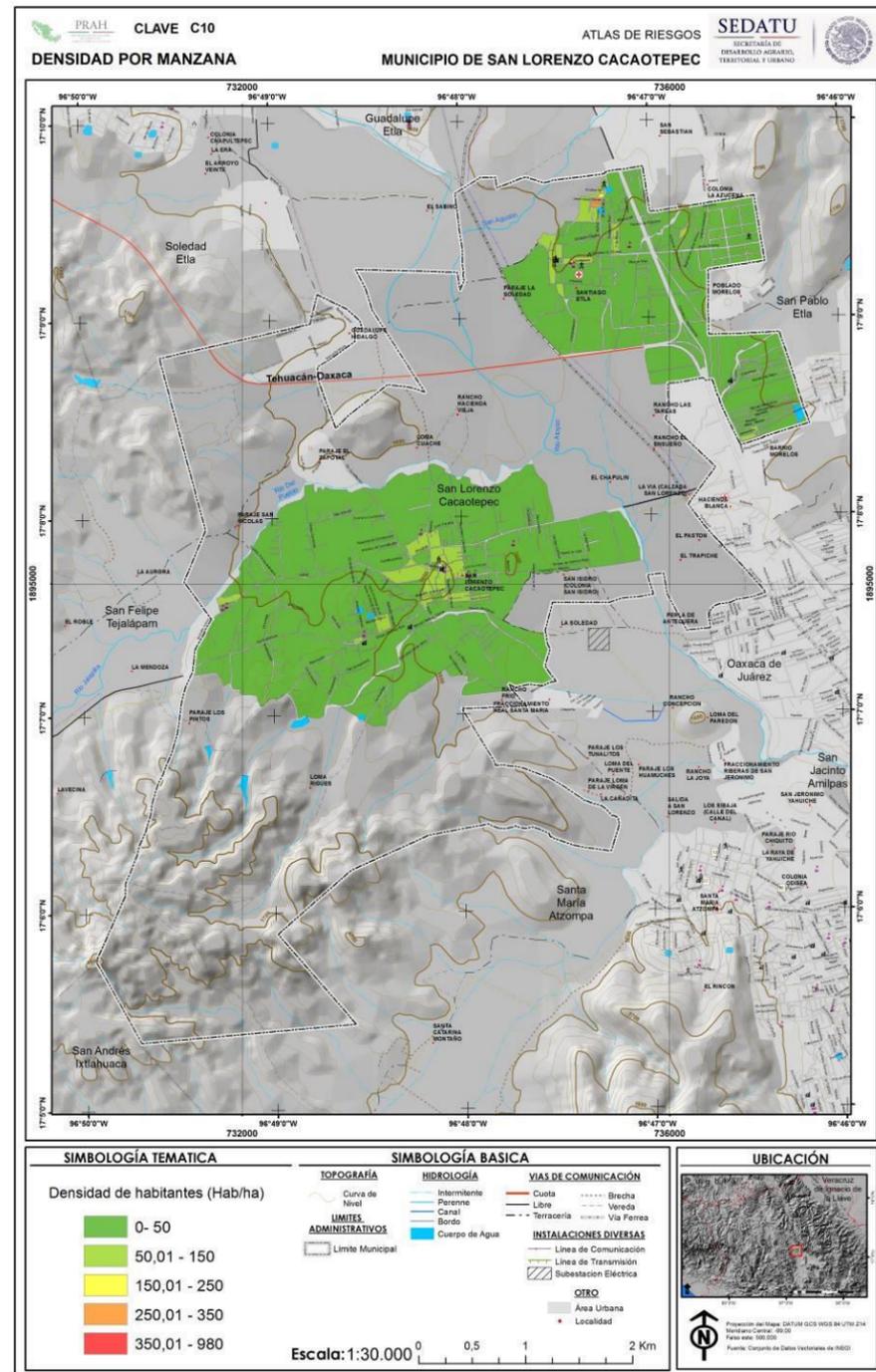
Fuente: Elaboración propia con base en INEGI, Censo de Población y Vivienda 2010

Figura 33. Mapa de San Lorenzo Cacaotepec Densidad en las principales localidades por AGE, 2010



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

Figura 34. Mapa de San Lorenzo Cacaotepec Densidad de la población por manzana, 2010



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

4.2. Características sociales

4.2.1. Población de habla Indígena

En San Lorenzo Cacaotepec, el número de personas que habla alguna lengua indígena representa una reducida proporción, dado que 332 de sus habitantes mayores de 3 años son de adscripción indígena. De esta población la mayor parte habla español y lengua indígena (99 por ciento) y el resto no habla español.

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

Figura 35. Cuadro Oaxaca e San Lorenzo Cacaotepec. Población mayor de 3 años que hablan lengua indígena, 2010

Estado	Municipio	Población de 3 años y más que habla lengua indígena ¹	Que habla español		No habla español			
			Total	Hombres %	Mujeres %	Total	Hombres %	Mujeres %
Oaxaca		1,184,312	977,035	49.5	50.5	207,277	38.2	61.8
San Lorenzo Cacaotepec		332	329	52.9	47.1	3	33.3	66.7

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

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

4.2.2. Analfabetismo y educación

En cuanto al nivel de analfabetismo en San Lorenzo Cacaotepec, una proporción reducida de su población de 15 años y más es analfabeta (3.6%), porcentaje que es 12.7 puntos porcentuales menor al promedio del estado, el cual presenta un nivel de analfabetismo de 16.3 por ciento. De esta población analfabeta, la mayor incidencia se concentra en las mujeres, donde casi siete de cada diez personas analfabetas son mujeres y el resto son hombres. En particular, las mujeres analfabetas se concentran en los grupos de mayor edad.

Figura 36. Cuadro. Oaxaca e San Lorenzo Cacaotepec Población de 15 años y más por condición de alfabetismo, 2010

Entidad municipio	Población de 15 años y más ¹	Alfabetos	%	Analfetas			
				Total	%	Hombres	Mujeres
Oaxaca	2,591,966	2,153,325	83.1	421,810	16.3	34.5	65.5
San Lorenzo Cacaotepec	9,704	9,357	96.4	347	3.6	31.7	68.3

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

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

De la población de niños y jóvenes de 6 a 14 años que saben leer, en San Lorenzo Cacaotepec el 91.1 por ciento están en esa condición, más que el promedio estatal de 82.7 por ciento. Del 8.9 por ciento de niños y jóvenes en el municipio que no saben leer y escribir, 55.4 por ciento son hombres y 44.6 por ciento son mujeres (Figura 37). Estos niños que no saben leer y escribir generalmente se encuentran en actividades productivas, por lo que su educación se reduce a temprana edad.

Figura 37. Cuadro Oaxaca e San Lorenzo Cacaotepec: Población de 6 a 14 años que sabe leer y escribir, 2010

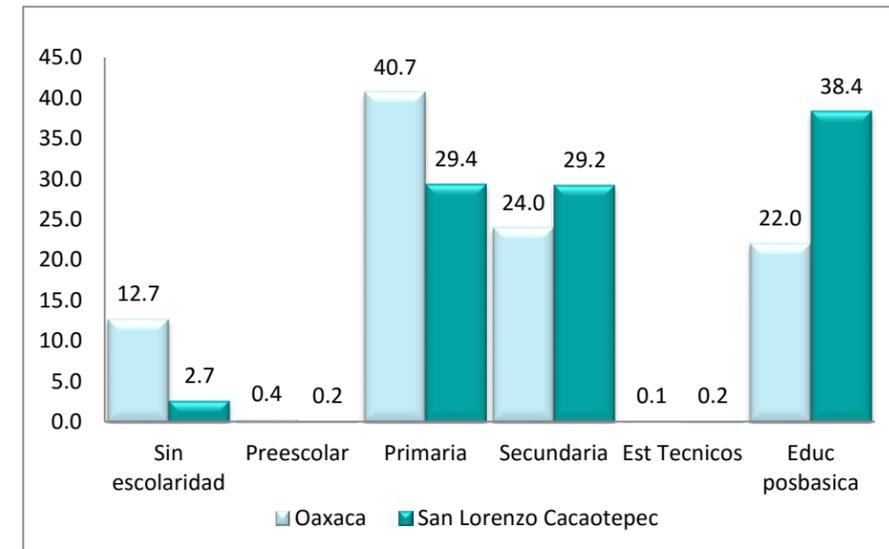
Entidad municipio	Población de 6 a 14 años ¹	Sabe Leer y escribir	%	No sabe leer y escribir			
				Total	%	Hombres	Mujeres
Oaxaca	735,285	608,249	82.7	118,827	16.2	52.9	47.1
San Lorenzo Cacaotepec	2,274	2,072	91.1	202	8.9	55.4	44.6

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 15 años y más en San Lorenzo Cacaotepec tiene un nivel de educación posbásica (38.4%) y secundaria (29.2%), En particular, la población sin escolaridad es muy baja, ya que es de 2.7 por ciento, diez puntos porcentuales menos que el promedio estatal. En cuanto a educación posbásica el promedio estatal supera en 18.4 puntos porcentuales el promedio estatal.

Figura 38. Gráfica Oaxaca e San Lorenzo Cacaotepec: nivel de escolaridad de la población de 15 años y más, 2010.



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

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

4.2.3. Servicios Médicos

Un factor importante de las condiciones generales de vida en el municipio de San Lorenzo Cacaotepec es la cobertura de los servicios de salud ofrecidos por las instituciones públicas. En el año 2010, tanto a nivel estatal como municipal, más de la mitad de la población está cubierta o cuenta con algún tipo de seguridad social. En el municipio resulta una cobertura del 62.6% con 8.5 mil derechohabientes, superando al promedio estatal de 56.5 por ciento.

El 57.6 por ciento de los derechohabientes están cubiertos por los servicios de salud que otorga el Seguro Popular, más de 21 puntos porcentuales más que la entidad; el Instituto Mexicano del Seguro Social cubre el 26.8 por ciento de los derechohabientes del municipio, que representan una proporción menor al promedio estatal, mientras que los afiliados al ISSSTE en el municipio tienen una proporción menor al promedio de Oaxaca (10.4%). En cuanto al resto de derechohabientes de otras instituciones, su aportación es marginal respecto a los descritos.

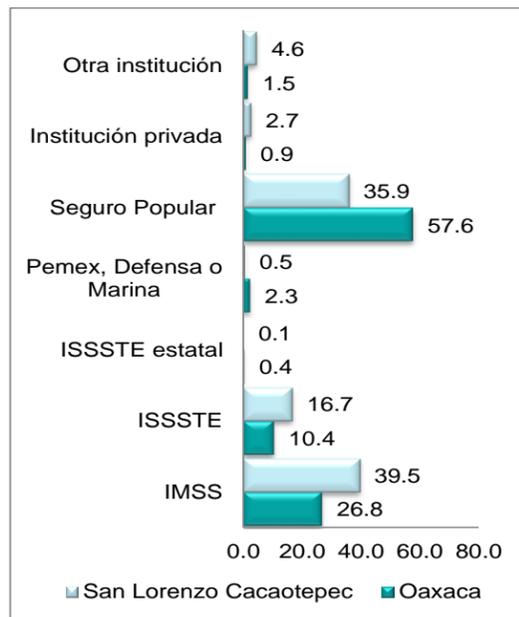
Figura 39. Cuadro Oaxaca e San Lorenzo Cacaotepec: Población según condición de derechohabiencia, 2010

Entidad municipio	Población total ¹	Condición de servicios de salud			
		Derechohabiente		No derechohabiente	
		Abs	%	Abs	%
Oaxaca	3,766,908	2,129,000	56.5	1,637,908	43.5
San Lorenzo Cacaotepec	13,559	8,491	62.6	5,068	37.4

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

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

Figura 40. Gráfica de Oaxaca e San Lorenzo Cacaotepec, Servicios de salud, 2010.



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

4.2.4. Características de la Vivienda

En San Lorenzo Cacaotepec para el año 2010 se registraron 3,292 viviendas particulares habitadas en el municipio con un promedio de 4 habitantes por vivienda, igual al promedio del estado (4.0 ocupantes por vivienda). El servicio de agua entubada dentro de la vivienda tiene una cobertura del 78.5 por ciento en el municipio, que representa más de dos veces el promedio estatal. En cuanto al drenaje conectado a la red pública las viviendas cuentan con la cobertura de 79.1 por ciento, también más del doble que el promedio estatal. El 7.2 por ciento de las viviendas tiene piso de tierra y 4.8 por ciento de las viviendas tienen 2.5 habitantes por cuarto, cuando la media estatal es de 13.6 por ciento (Figura 41)

Figura 41. Cuadro San Lorenzo Cacaotepec, Características de la vivienda, 2010

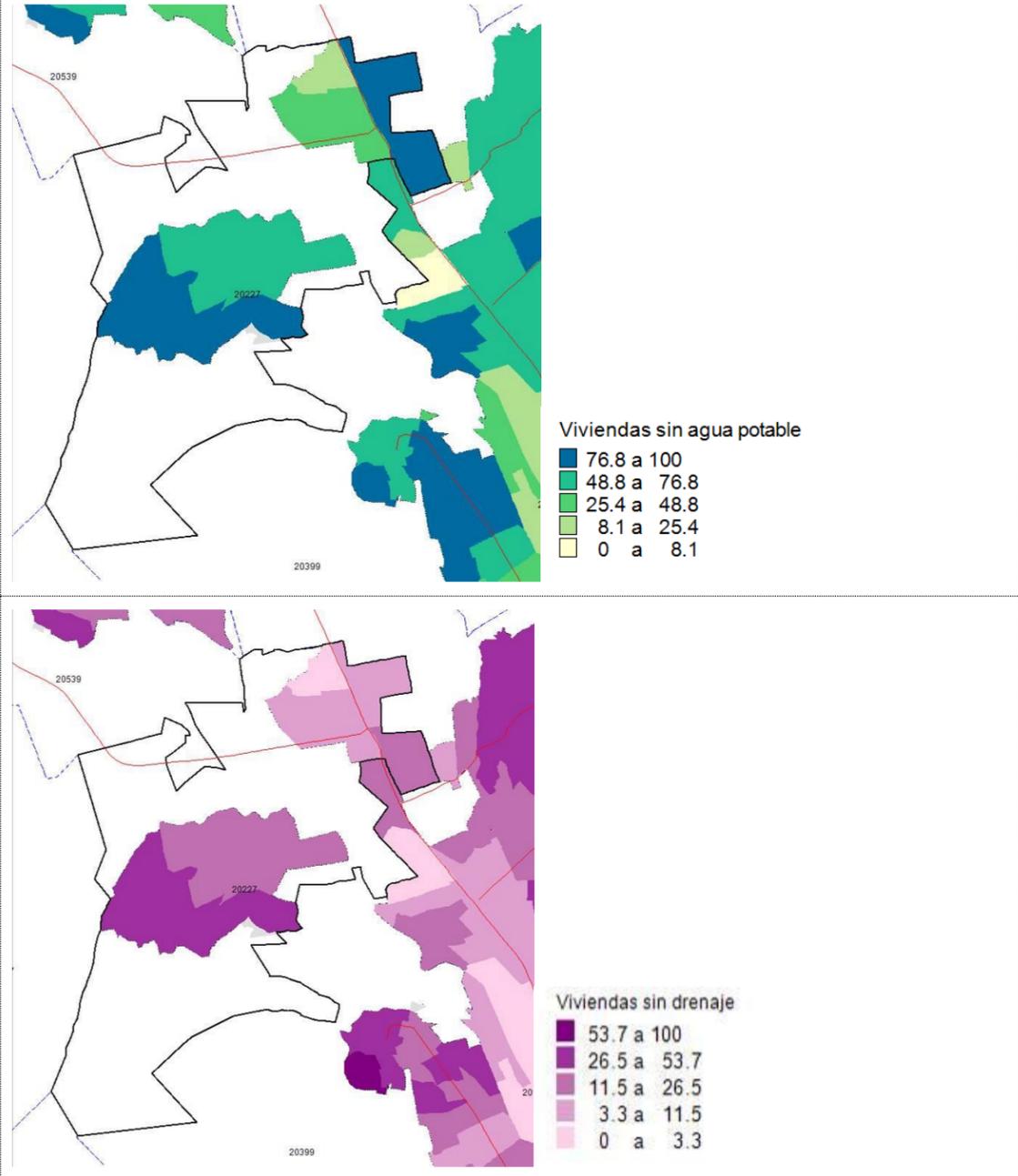
Viviendas	Oaxaca	San Lorenzo Cacaotepec
Total de viviendas particulares habitadas	934,055	3,292
Promedio de ocupantes por vivienda	4.0	4.0
Viviendas que disponen de agua entubada al interior de la vivienda (%)	32.0	78.5
Viviendas que disponen de excusado y drenaje (%)	35.4	79.1
Viviendas con piso de tierra (%)	18.7	7.2
Vivienda con 2.5 habitantes por cuarto (%)	13.6	4.8

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; sin embargo, hacia la zona nororiente en Santiago ETLA se encuentran los mayores déficits en la cobertura del servicio. La carencia de agua potable afecta directamente en la salud de la población, principalmente en épocas de estiaje.

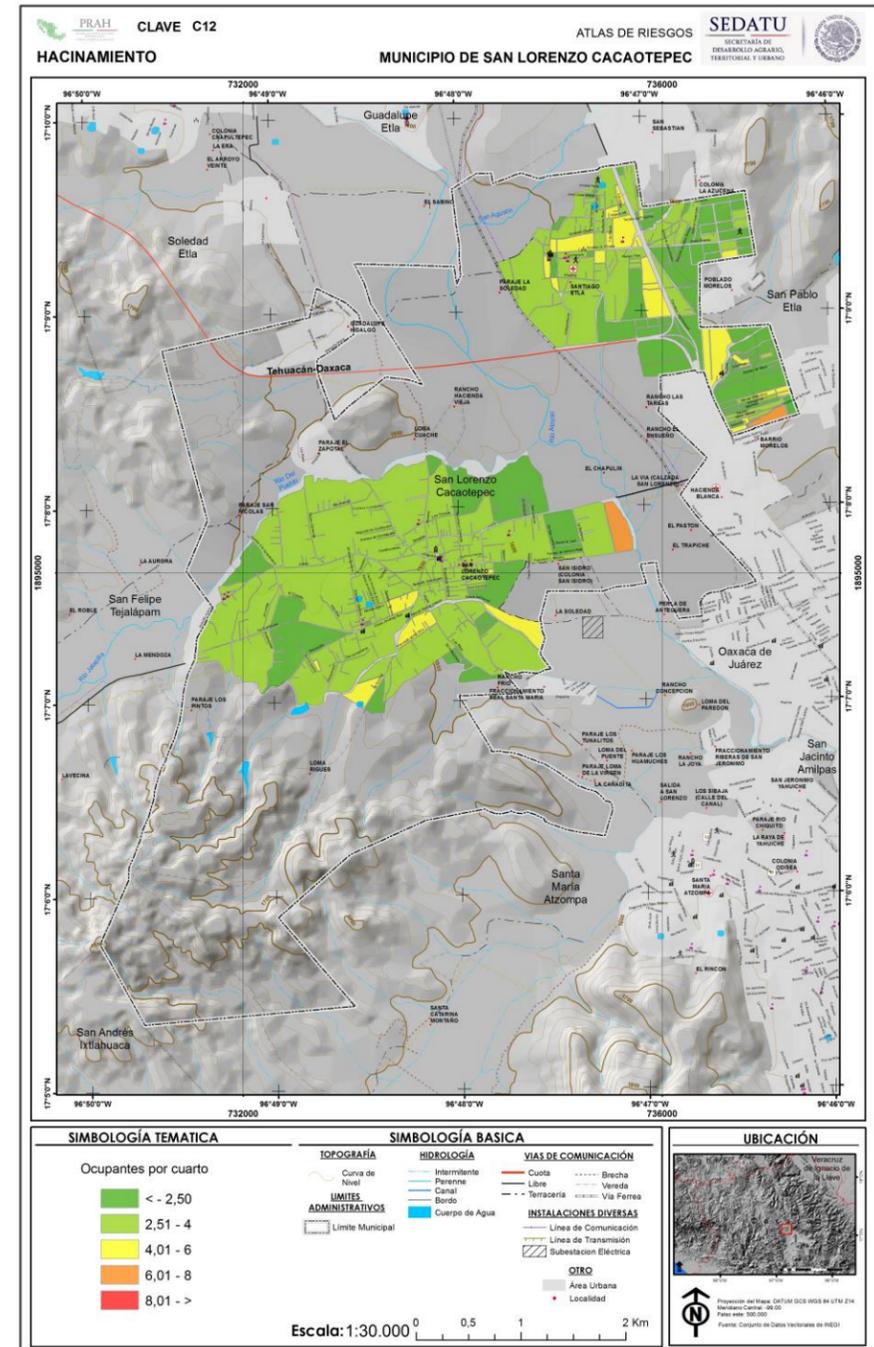
Por su parte, la cobertura de drenaje se extiende de manera uniforme en toda la cabecera municipal, aunque la cabecera municipal presenta mejores condiciones que el resto de las localidades. Igualmente, el mayor déficit se ubica en la zona nororiente de Santiago ETLA. No obstante, al carecer de drenaje adecuado las viviendas se encuentran expuestas sobre todo en épocas e lluvias, por inundaciones.

Figuras 42 y 43. San Lorenzo Cacaotepec. Porcentaje de vivienda sin agua potable y sin drenaje ,2010



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

Figura 44. Mapa de San Lorenzo Cacaotepec Hacinamiento de la población, 2010



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

Para determinar aquellas viviendas que no son adecuados para resistir algún fenómeno natural y/o climático, se analiza por el material de construcción de las viviendas, principalmente en techos, paredes y pisos. Para el caso del municipio San Lorenzo Cacaotepec, en el año 2010 el 54.9% del total de las viviendas tiene losa de concreto, y 1.3 por ciento de teja, por lo que las viviendas tienen techos de materiales no durables son el 43.7 por ciento que están construidas de materiales poco resistentes a afectaciones climáticas.

Figura 45. Viviendas vulnerables ante fenómenos naturales en el Municipio San Lorenzo Cacaotepec para el año 2010.

Entidad municipio	Techos			Paredes		
	Losa de concreto (%)	Teja o terrado (%)	Lámina metálica, lámina de asbesto, palma, paja, madera o tejamanil (%)	Tabique, ladrillo, block, piedra, cantera, cemento o concreto (%)	Madera o adobe (%)	Viviendas con piso de tierra (%)
Oaxaca	43.2	9.0	45.4	66.4	25.6	18.7
San Lorenzo Cacaotepec	54.9	1.3	43.7	76.3	15.9	7.2

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

En cuanto a paredes, 76.3 por ciento tiene paredes durables y 15.9 por ciento tiene paredes de madera o adobe, las cuales pueden ser durables con mantenimiento adecuado. En cambio, 7.2 por ciento de las viviendas tienen pisos de tierra. En San Lorenzo Cacaotepec el uso de materiales durables en la vivienda requiere de ampliarse en techos principalmente, donde la falta de materiales resistentes puede afectar a sus habitantes ante cualquier evento o fenómeno natural.

4.2.5. Marginación

Junto con la vulnerabilidad física de las viviendas, se presenta también la vulnerabilidad social de los habitantes. En el caso de San Lorenzo Cacaotepec, el nivel de marginación es bajo, de acuerdo con los datos del Índice de Marginación como muestra el cuadro 46.

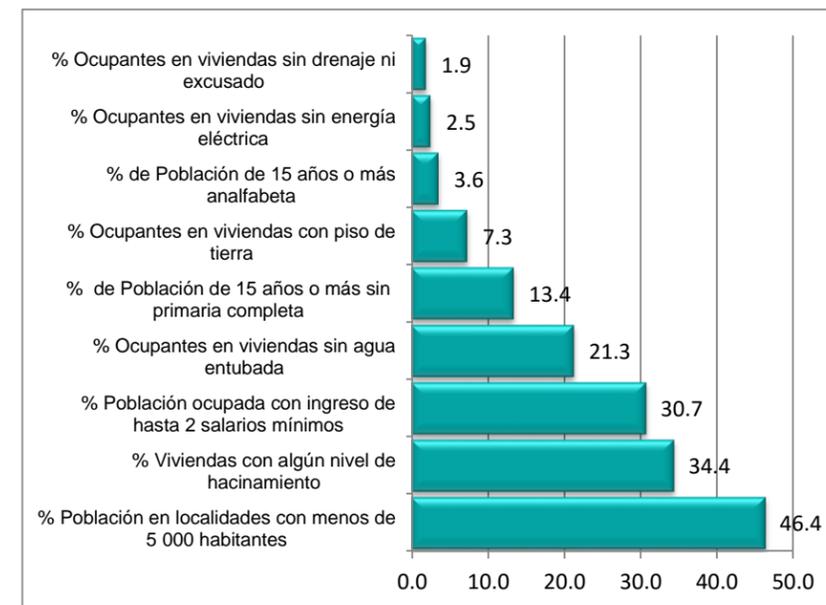
Figura 46. San Lorenzo Cacaotepec, índice y grado de marginación y lugar que ocupa en el contexto nacional por municipio, 2010.

Municipio	Población total	Índice de marginación	Grado de marginación	Índice de marginación escala 0 a 100	Lugar que ocupa en el contexto nacional
Oaxaca	3,801,962	2.1462	Muy alto	80.48110959	3
San Lorenzo Cacaotepec	13,704	-1.1604	Bajo	14.5608	2 139

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 proporción de habitantes en localidades menores, por la situación de hacinamiento (poco más de dos terceras partes del total de viviendas) y por ingresos menores a 2 veces el salario mínimo. Aunque la proporción de cobertura de agua es mayor al promedio estatal, poco más de uno de cada cinco ocupantes en el municipio no cuentan con agua entubada, siendo las formas de abastecimiento por pipa, de otra vivienda y otras modalidades.

Figura 47. Gráfica San Lorenzo Cacaotepec, Indicadores del índice de marginación municipal, 2010.



Fuente: CONAPO, Índice de Marginación, 2010.

A nivel localidad, el índice de marginación indica que las localidades de mayor tamaño del municipio tienen un bajo grado de marginación. En cambio, las localidades más pequeñas y alejadas tienen mayores privaciones en la dotación de bienes y servicios con altos grados de marginación. No obstante, por su ubicación la carretera federal 175, favorece la posibilidad de establecer contacto del municipio con la capital del estado y generar condiciones para mejorar las condiciones de vida de la población.

Población	11 710	-	8 530	3 180	-	-
%	100.0	-	72.8	27.2	-	-

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

Figura 48. Índice y grado de marginación por localidad y escala 1 a 100, 2010.

Localidad	Población total	Índice de marginación	Grado de marginación	Índice de marginación escala 0 a 100	Lugar que ocupa en el contexto estatal
San Lorenzo Cacaotepec	7 351	-1.118230	Bajo	5.775	7,968
Guadalupe Hidalgo	1 228	-1.109036	Bajo	5.848	7,961
Santiago Etla	4 374	-1.246980	Bajo	4.753	8,039
La Vía (Calzada San Lorenzo)	29	-0.709055	Alto	9.023	7,418
Rancho Hacienda Vieja	181	-0.400308	Alto	11.474	6,523
Loma Cuache	87	-0.657448	Alto	9.433	7,301
Paraje San Nicolás	91	-0.419437	Alto	11.322	6,588
Paraje el Zapotal	123	-0.257120	Alto	12.611	5,989
Rancho el Ensueño	21	-1.083658	Bajo	6.049	7,947
San Isidro (Colonia San Isidro)	130	-0.758608	Alto	8.630	7,542
Paraje la Soledad	14	-0.326379	Alto	12.061	6,243
El Pastón	32	-0.553202	Alto	10.260	7,017
El Trapiche	10	-0.946093	Medio	7.141	7,830
Paraje los Pintos	19	0.264433	Alto	16.751	3,878

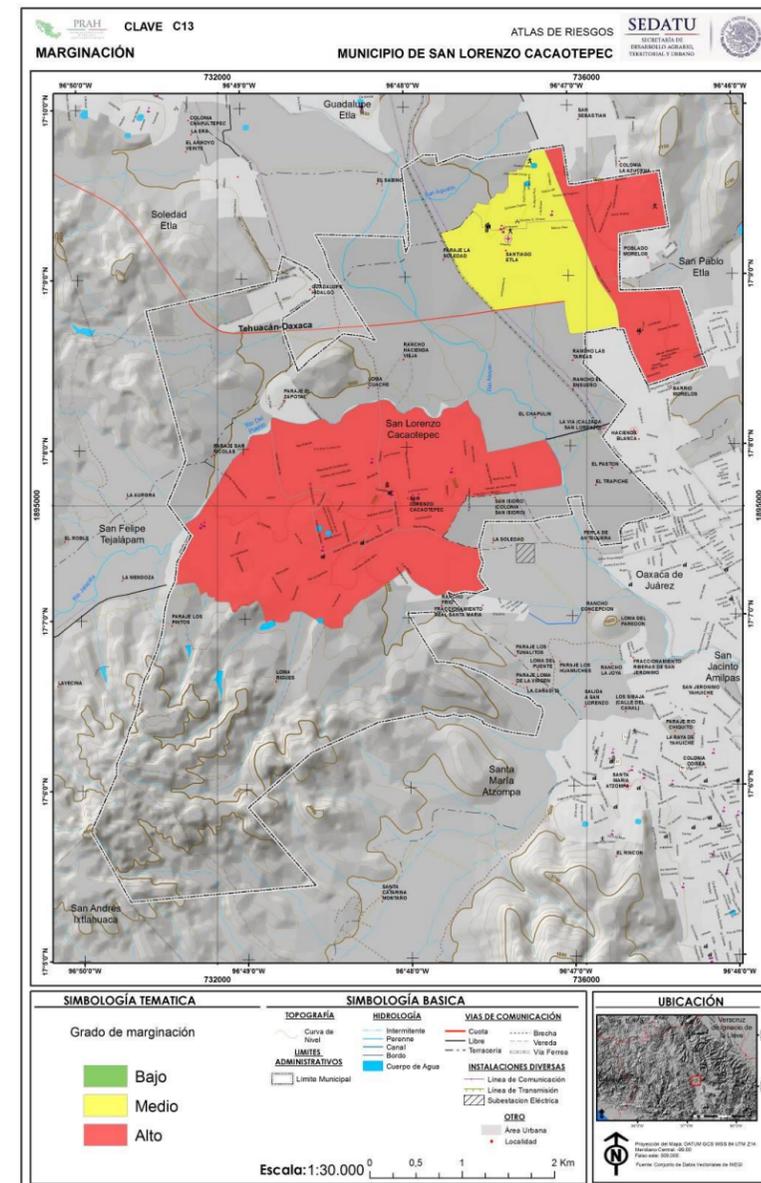
Fuente: CONAPO, Índice de Marginación por localidad, 2010.

La cabecera municipal de San Lorenzo Cacaotepec y Santiago Etla tiene 7 AGEB, de las cuales 5 tienen un grado de marginación alto, y dos bajo grado de marginación. Las de mayor grado de marginación se ubican en la cabecera municipal y las de menor marginación se ubican en Santiago Etla.

Figura 49. AGEB urbanas según grado de marginación, 2010

AGEB	Total	Grado de marginación				
		Muy alto	Alto	Medio	Bajo	Muy bajo
AGEB	7	-	5	2	-	-

Figura 50. Mapa de San Lorenzo Cacaotepec. Índice de marginación urbana ,2010



Fuente: CONAPO, Índice de Marginación 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 San Lorenzo Cacaotepec en relación con Oaxaca presenta condiciones más favorables: 49.9 por ciento de su población están en condiciones de pobreza, 7.5 por ciento en pobreza extrema y 51.9 por ciento tienen ingresos menores a la línea de bienestar mínimo. En particular, el nivel de pobreza por ingresos es más preocupante en el municipio dado que este presenta un mayor nivel en relación con el rezago presente a nivel estatal (51.9% y 36.8% respectivamente), lo que indica que se requiere una mayor intervención en la generación de empleos y en el desarrollo económico local a fin de impulsar las inversiones, la generación de empleos y de ingresos locales.

Figura 51. Cuadro de San Lorenzo Cacaotepec, Nivel de pobreza por tipo, 2010.

Estado / Municipio	Bajo línea de pobreza		Pobreza extrema		Ingreso inferior a la línea de bienestar mínimo		
	Población total	%	Personas	%	Personas	%	Personas
Oaxaca	3,801,962	67.4	2,566,157	29.8	1,135,230	36.8	1,402,923
San Lorenzo Cacaotepec	12,845	49.9	6,414	7.5	961	51.9	6,667

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 Índice de Rezago Social (IRS) no es una medición de pobreza, ya que no incorpora los indicadores de ingreso, seguridad social y alimentación, permite tener

información de indicadores sociales desagregados, con lo que CONEVAL contribuye con la generación de datos para la toma de decisiones en materia de política social.

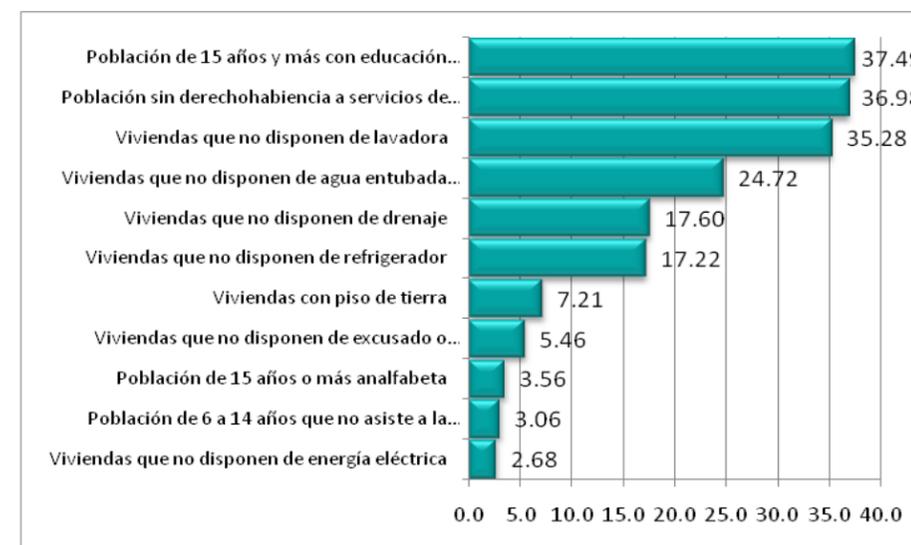
Figura 52. Cuadro de San Lorenzo Cacaotepec, índice y grado de marginación y lugar que ocupa en el contexto nacional por municipio, 2010.

Municipio	Población total	Índice de Rezago Social	Grado de rezago social	Lugar que ocupa en el contexto nacional
Oaxaca	3,801,962	2.41779	Muy alto	2
San Lorenzo Cacaotepec	13,704	-0.862012	Muy bajo	1911

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

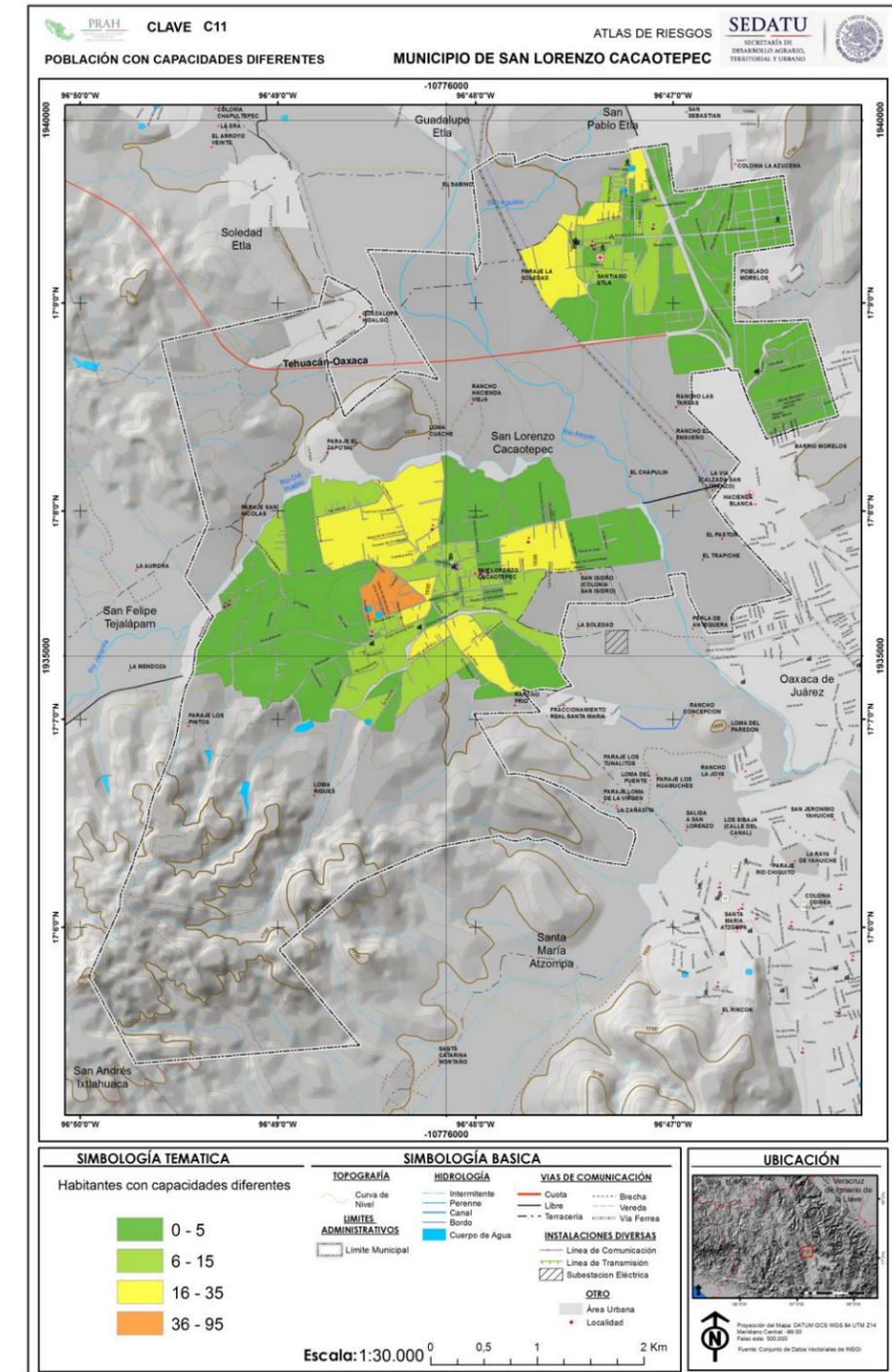
De acuerdo con las variables que constituyen el Índice de Rezago Social, se observa que en San Lorenzo Cacaotepec, las dos categorías de mayor rezago se ubican los niveles de educación básica incompleta de sus habitantes (37.49%), la derechohabencia a servicios de salud (36.9%) y la falta de lavadora (35.2).

Figura 53. Gráfica de San Lorenzo Cacaotepec, Indicadores del índice de Rezago social, 2010.



Fuente: CONEVAL, Índice de Rezago Social, 2010.

Figura 55. Mapa de San Lorenzo Cacaotepec. Población con capacidades diferentes, 2010



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

4.2.7. Población con capacidades diferentes

Respecto a la población con capacidades diferentes, el municipio de San Lorenzo Cacaotepec cuenta con 643 habitantes que presentan algún tipo de limitación para realización de actividades, es decir el 4.5% de la población municipal tiene algún tipo de limitación para caminar o moverse independientemente, debilidad visual o auditiva. En particular, resalta que 398 personas presentan limitaciones para caminar o moverse y debe considerarse ante situaciones de emergencia que pudieran presentarse en el municipio.

Figura 54. Cuadro San Lorenzo Cacaotepec. Población según tipo de limitaciones, 2010

	Total	%	
Total	14,277	100.0	
Sin limitación en la actividad	12,890	90.29	
Con limitación en la actividad	Total	643	4.50
	Caminar o moverse	398	2.79
	Ver	171	1.20
	Escuchar	73	0.51
	Hablar o comunicarse	34	0.24
	Atender el cuidado personal	22	0.15
	Poner atención o aprender	18	0.13
Mental	28	0.20	

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

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

Figura 56. Cuadro San Lorenzo Cacaotepec. Población según tipo de limitaciones por localidad, 2010.

Cve	Localidad	Población con limitación en la actividad	Caminar o moverse	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
202270 001	SAN LORENZO CACAOTEPEC	319	200	84	20	29	12	7	13	6,911
202270 002	GUADALUPE HIDALGO	47	24	16	3	7	4	2	4	1,180
202270 003	SANTIAGO ETLA	214	133	47	9	29	3	7	8	4,124
202270 005	LA VÍA (CALZADA SAN LORENZO)	3	1	2	0	0	0	0	0	26
202270 007	RANCHO HACIENDA VIEJA	15	11	7	0	2	1	0	1	159
202270 008	LOMA CUACHE	9	7	2	1	0	2	1	0	77
202270 009	RANCHO FRÍO	*	*	*	*	*	*	*	*	*
202270 010	PARAJE SAN NICOLÁS	4	2	3	0	0	0	0	0	86
202270 011	PARAJE EL ZAPOTAL	19	12	7	0	2	0	1	2	103
202270 017	RANCHO EL ENSUEÑO	0	0	0	0	0	0	0	0	21
202270 018	SAN ISIDRO (COLONIA SAN ISIDRO)	10	7	2	1	3	0	0	0	117
202270 019	PARAJE LA SOLEDAD	1	0	0	0	1	0	0	0	13
202270 020	RANCHO LAS TAREAS	*	*	*	*	*	*	*	*	*
202270 022	EL PASTÓN	1	1	0	0	0	0	0	0	31
202270 023	EL TRAPICHE	0	0	0	0	0	0	0	0	10
202270 026	PARAJE LOS PINTOS	1	0	1	0	0	0	0	0	18

Fuente: Elaboración propia con base en INEGI. Censo económico 2014.

4.3. Principales actividades económicas

El Municipio de San Lorenzo Cacaotepec tiene una escasa participación económica en la entidad dado que concentra el 0.39 por ciento del personal ocupado de la entidad y 0.40 por ciento de las unidades económicas, pero su aportación económica es de 0.11 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 1,793 empleos, que no satisfacen las necesidades laborales de la población residente y, por ello tienen que trasladar a trabajar a la capital del estado (Figura 57).

Figura 57. Cuadro Indicadores de la participación del municipio San Lorenzo Cacaotepec en la economía estatal respecto a unidades económicas, personal ocupado y el valor agregado censal bruto en 2009.

Estado / Municipio	Unidades Económicas	Personal ocupado	Producción Bruta total (miles de pesos)	Valor agregado censal bruto (Millones de pesos)
Oaxaca	177,954	454,996	295,523,935	54,698,124
San Lorenzo Cacaotepec	704	1,793	334,747	60,254
%	0.40	0.39	0.11	0.11

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. Censo económico 2014.

En el Municipio de San Lorenzo Cacaotepec, el sector comercio al por menor prevalece como la principal actividad económica, con 351 unidades económicas que representan la mitad del total municipal; éstas se refieren a comercio básico. Este rubro ocupa al mayor porcentaje de la población ocupada con 533 personas y una producción bruta de 24 millones de pesos.

Dentro de la economía municipal, el segundo sector en importancia es las industrias manufactureras, el cual tiene 96 establecimientos y emplea a 222 personas, con una aportación a la producción total de 5.1 por ciento del total municipal, lo que indica una reducida inversión para el desarrollo de estas actividades. En cambio, el sector Comercio al por mayor, aunque tiene solo 11 establecimientos concentra 522 empleados, similar al comercio al por menor, pero genera el 78.3 por ciento de la producción municipal total.

El sector de alojamiento temporal y de preparación de alimentos y bebidas incluye 76 establecimientos, con 148 empleos y una producción de casi 10 millones.

Figura 58. Cuadro Principales sectores de actividad económica en el Municipio San Lorenzo Cacaotepec, su aportación al VACB, personal ocupado y unidades económica (%) en 2008.

Clave	Sector económico	No. de establecimientos		Población Ocupada		Producción Total Bruta	
		Abs	%	Abs	%	Abs	%
11	Agricultura, cría y explotación de animales, aprovechamiento forestal, pesca y caza	0	0.00	0	0.00	0	0.00
21	Minería	0	0.00	0	0.00	0	0.00
22	Generación, transmisión y distribución de energía eléctrica, suministro de agua y de gas	*	-	4	0.22	622	0.19
23	Construcción	*	-	21	1.17	2,779	0.83
31-33	Industrias manufactureras	96	13.60	222	12.38	19,771	5.91
43	Comercio al por mayor	11	1.56	522	29.11	262,099	78.30
46	Comercio al por menor	351	49.72	533	29.73	24,758	7.40
48-49	Transportes, correos y almacenamiento	*	-	34	1.90	0	0.00
51	Información en medios masivos	*	-	4	0.22	31	0.01
52	Servicios financieros y de seguros	0	0.00	0	0.00	0	0.00
53	Servicios inmobiliarios y de alquiler de bienes muebles e intangibles	6	0.85	15	0.84	638	0.19
54	Servicios profesionales, científicos y técnicos	*	-	2	0.11	36	0.01
55	Corporativos	0	0.00	0	0.00	0	0.00
56	Servicios de apoyo a los negocios y manejo de desechos y servicios de remediación	15	2.12	22	1.23	870	0.26
61	Servicios educativos	3	0.42	28	1.56	2,214	0.66
62	Servicios de salud y de asistencia social	24	3.40	64	3.57	3,985	1.19
71	Servicios de esparcimiento culturales y deportivos, y otros servicios recreativos	7	0.99	11	0.61	172	0.05
72	Servicios de alojamiento temporal y de preparación de alimentos y bebidas	76	10.76	148	8.25	9,133	2.73
81	Otros servicios excepto actividades gubernamentales	107	15.16	163	9.09	0	0.00
	Total	706	100.0	1,793	100.0	334,747	100.0

Elaboración propia con base INEGI. Censos económicos 2014.

4.4. Características de la Población Económicamente Activa

En San Lorenzo Cacaotepec, del total de la población de 12 años y más, 52.9 por ciento tiene alguna actividad y 47.1 por ciento no es activa. De las 5.5 mil personas de la PEA el 97.8 por ciento se encuentra ocupada y solo un 2.2 por ciento no está ocupada. En comparación con el promedio de Oaxaca este municipio se encuentra en mejores condiciones en el empleo generado que la entidad.

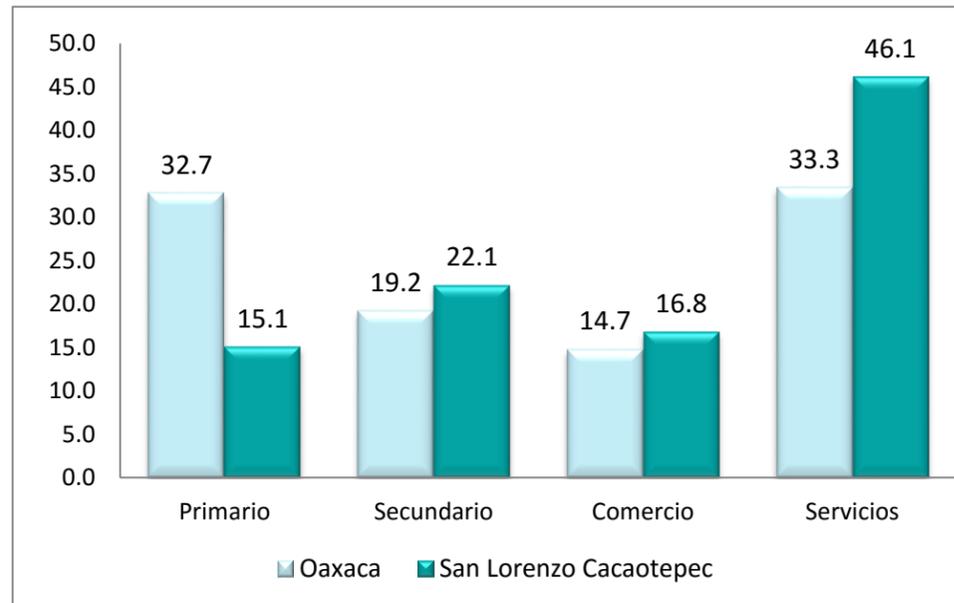
Figura 59. Cuadro Oaxaca e San Lorenzo Cacaotepec: Condición de actividad económica, 2010

Entidad municipio	Población de 12 años y más	Población económicamente activa				Población no económicamente activa	%
		Total	%	Ocupada	Desocupada		
Oaxaca	2,825,071	1,343,189	47.5	96.7	3.3	1,481,882	52.5
San Lorenzo Cacaotepec	10,468	5,542	52.9	97.8	2.2	4,926	47.1

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

Por sectores, la población económicamente activa de San Lorenzo Cacaotepec se emplea principalmente en el sector servicios, donde se ubica 46.1 por ciento (Figura 60). Esta proporción supera al promedio estatal que es de 33.3 por ciento. Le sigue la industria manufacturera que emplea a cerca del 22.1 por ciento y el comercio emplea a 16.8 por ciento. En su mayoría, la población que trabaja en servicios desarrolla sus actividades en otros municipios fuera de la zona de estudio.

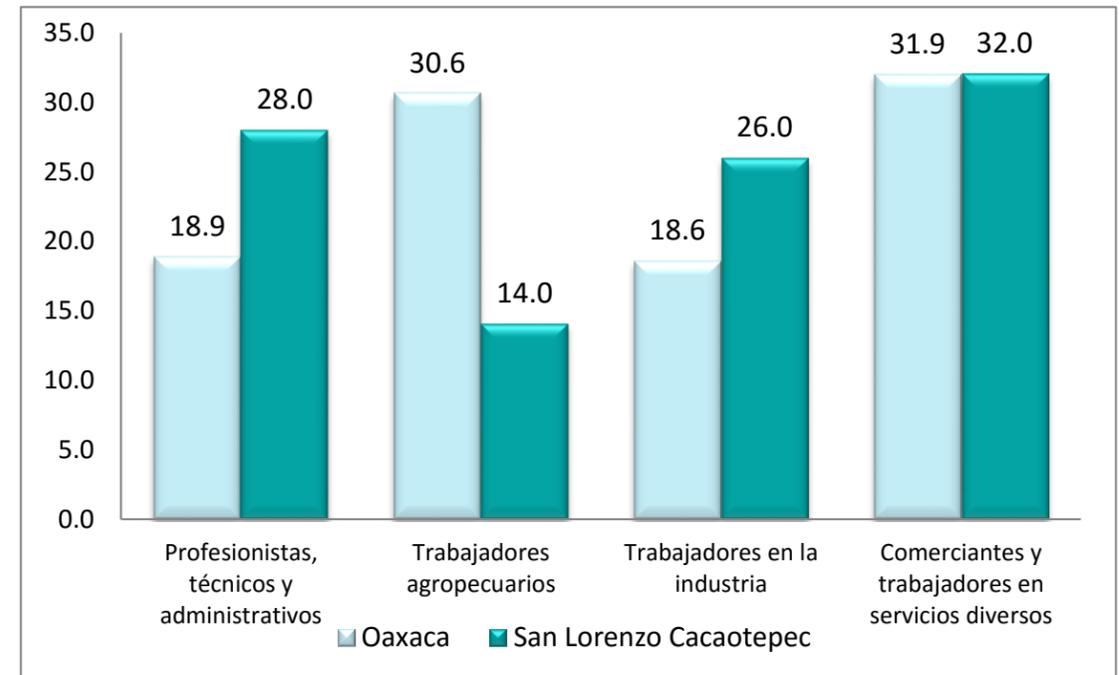
Figura 60. Gráfica Oaxaca e San Lorenzo Cacaotepec, Distribución por sectores económicos de la PEA Ocupada, 2010



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 (32%), son profesionistas o técnicos (28%) e industria (26%). En cambio, en actividades agropecuarias se ubican por debajo de la media estatal (Figura 60).

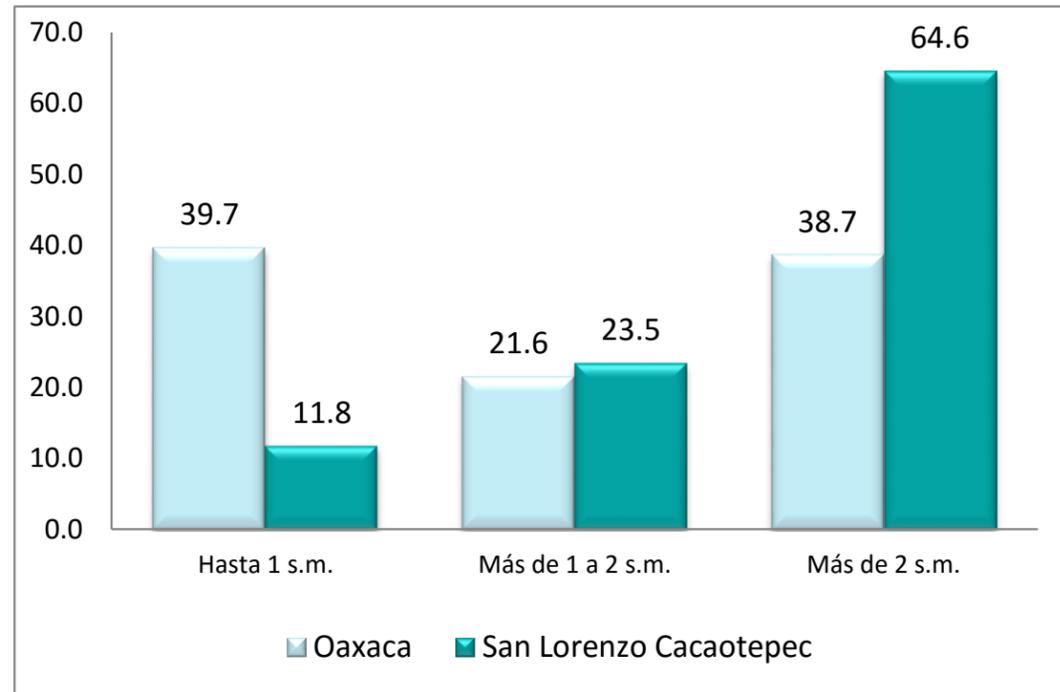
Figura 61. Gráfica Oaxaca e San Lorenzo Cacaotepec, Distribución por división ocupacional de la PEA Ocupada, 2010



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

Finalmente, el nivel de ingresos indica que 64.6 por ciento de la PEA recibe más de 2 vsm (Figura 61) y 11.8 por ciento recibe menos de una vez el salario mínimo.

Figura 62. Gráfica. Oaxaca e San Lorenzo Cacaotepec, Distribución por nivel de ingreso de la PEA Ocupada, 2010



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

La situación socioeconómica de la población y material de la vivienda compromete la situación de sus habitantes ante fenómenos relacionados con la ocurrencia de fenómenos naturales, por lo que se requiere tanto de acciones de mitigación, así como de la intervención de programas sociales que permitan reducir la vulnerabilidad de la población ante situaciones de emergencia o desastre.

4.5. Estructura urbana, equipamiento e infraestructura

El Municipio de San Lorenzo Cacaotepec se localiza en la parte central del estado, en la región de los valles centrales, a 32 kilómetros al sur de la capital del estado. Se comunica a través de la carretera federal 135 que va de Tehuacán a Oaxaca. Esta carretera no se comunica directamente con la cabecera municipal, pero la comunidad de Santiago Etla se encuentra en la carretera citada.

En el municipio existen cuatro tipos de tenencia de la tierra, la ejidal, propiedad privada, comunal y bienes ocultos. El tipo de tenencia predominante en el municipio es la Ejidal para ello se cuenta con una autoridad nombrada por los ejidatarios, el Comisariado Ejidal, actualmente se encuentran tres núcleos

ejidales, Santiago, Guadalupe y san Lorenzo Cacaotepec independientes cada una, la cabecera municipal cuenta en la actualidad con 560 ejidatarios y con una extensión de 516 has.

Los asentamientos humanos no han seguido un patrón adecuado, estos se han dado conforme a la posesión de tierras y el aumento de la población, por lo que es necesario implementar programas de regulación a través de ordenamientos territoriales, ecológicos y de desarrollo urbano previniendo así el crecimiento desorganizado y la falta de servicios en las localidades.

En materia de salud el municipio cuenta con dos centros de salud y una unidad médica rural, el centro de salud de la cabecera ofrece en promedio 7,500 consultas anuales además de contar con el servicio del Seguro popular, brinda servicios en odontología, psicología y medicina general. La agencia de Santiago Cacaotepec cuenta con una unidad médica rural (IMSS), en la cual se prestan 2, 648 consultas en promedio al año.

En el municipio de San Lorenzo Cacaotepec, a nivel preescolar cuenta con dos jardines de niños, tres escuelas primarias, a nivel medio superior cuenta con un C.B.T.A. y un centro de educación ocupacional. Cuenta con 3 centros de salud, uno en la cabecera municipal, y uno en cada agencia.

La comunidad cuenta con una cancha municipal de basquetbol y una de voleibol, cuenta con 1 cancha de fútbol y 1 unidad deportiva que consta de 2 canchas de fútbol, 1 de pelota mixteca y 1 de béisbol, también algunos terrenos particulares donde acuden los jóvenes a practicar ese deporte. No se cuenta con espacios recreativos para la niñez y para la juventud, independientemente de las canchas deportivas, espacios en los que se pueda encontrar áreas verdes, jardines, juegos infantiles, gimnasio al aire libre, pista de atletismo, ruta de ciclismo, entre otros

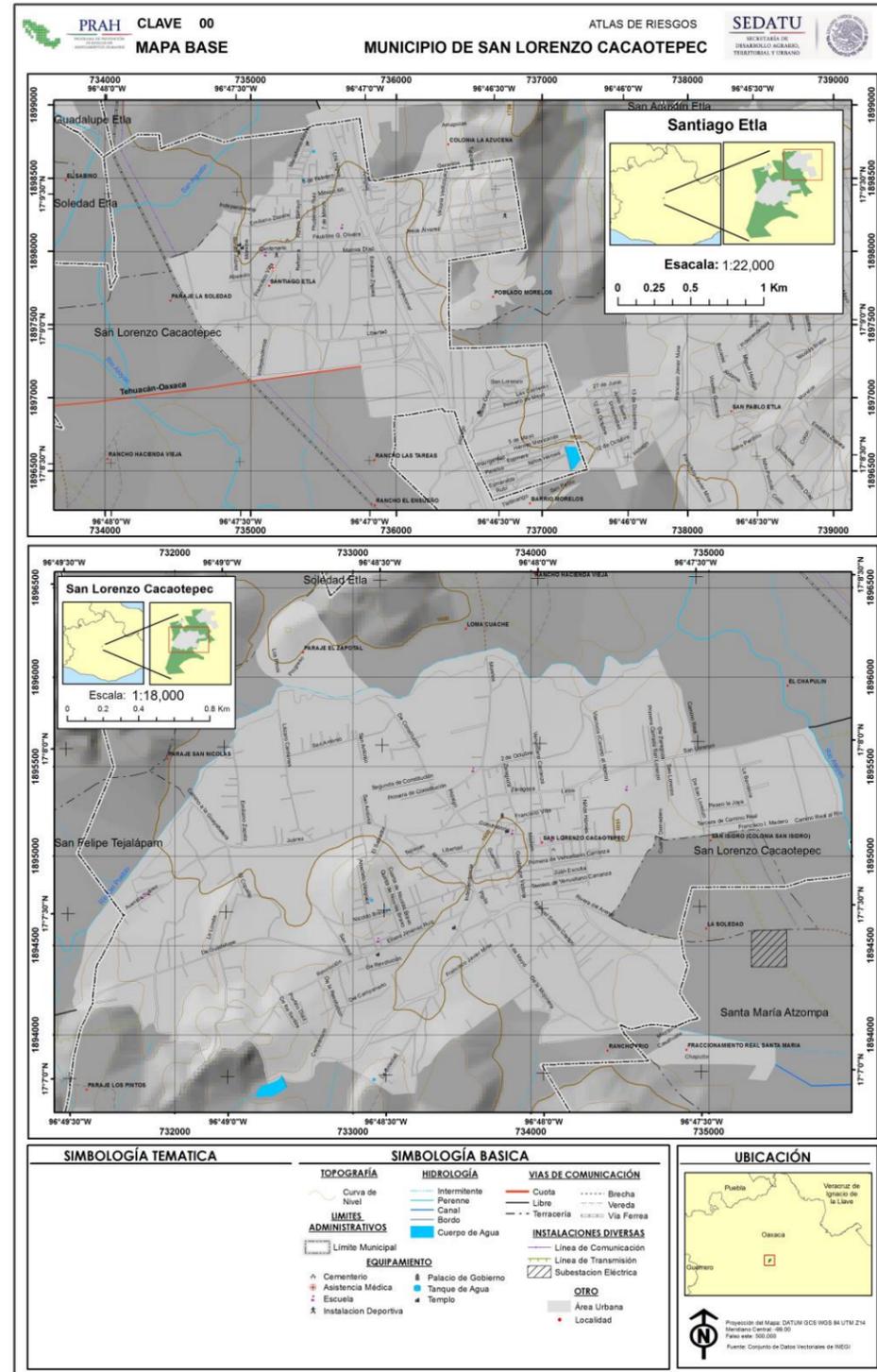
La Infraestructura de electrificación está considerada al 2010 como completa con atención a las 14 localidades que integran el municipio beneficiando a 10,104 habitantes según estimaciones de la CFE. No obstante, por el crecimiento de colonias se hace necesario aumentar la cobertura del servicio.

El municipio cuenta aproximadamente con el 60 por ciento de pavimentación, siendo las calles principales (Morelos, Zaragoza, Independencia, Cuauhtémoc, Guadalupe Victoria; Nicolás Bravo, Avenida Juárez). Otras en las agencias municipales como el acceso a la agencia de Guadalupe Hidalgo. En Santiago Cacaotepec, el 45 por ciento de las calles se encuentran pavimentados. En general existe un déficit aproximado del 60 por ciento de obras de pavimentación en todo el municipio.

Solo hay un Consejo de Protección Civil, pero no se cuenta con infraestructura ni instalaciones para Protección Civil, ni con bomberos, solo se cuenta con la Policía y voluntarios.

Dentro del municipio existen aproximadamente 4 has de reserva ecológica, pero no hay reservas territoriales para el crecimiento de los asentamientos humanos.

Figura 63. Mapa de la Estructura urbana de San Lorenzo Cacaotepec



Fuente. Elaboración propia con base en INEGI

FASE II

Identificación de amenazas y peligros, ante fenómenos perturbadores de origen natural y químico-tecnológico.

Esta fase incluirá información substancial del Atlas. Se desarrollará el análisis de cada uno de los fenómenos perturbadores con la mayor rigurosidad, identificando su periodicidad, área de ocurrencia y grado o nivel de impacto sobre el sistema afectable para zonificar zonas de determinada vulnerabilidad expuestas a amenazas y peligros.

CAPITULO V. Identificación de amenazas y peligros, ante fenómenos perturbadores de origen natural y químico-tecnológico.

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

Los peligros naturales son fenómenos naturales que pueden llegar a afectar las actividades humanas, lo que ocasiona perturbación en las condiciones socio-económico y políticas de una población, como a su vez en casos particulares también las culturales. En las últimas dos décadas se han desarrollado múltiples trabajos que se enfocan al estudio de los desastres, su origen e impacto en la sociedad. La UNDRR junto con la UNESCO se ha dado la tarea de definir, con ayuda de especialistas los conceptos básicos para el reconocimiento de un desastre natural.

En este sentido los más importantes son los conceptos de Amenaza o Peligro, a la probabilidad de que ocurra un fenómeno natural que afecte a la población e infraestructura en un sitio particular; Vulnerabilidad, al grado de pérdida de un elemento o grupo de los mismos resultados de un evento peligroso; y Riesgo, al grado de pérdidas esperadas en caso de presentarse un peligro en una comunidad vulnerable. Es decir, la evaluación del riesgo depende de la exposición de una comunidad vulnerable a un peligro específico. En este sentido para poder caracterizar el riesgo es necesario reconocer los diferentes escenarios de fenómenos potencialmente 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.

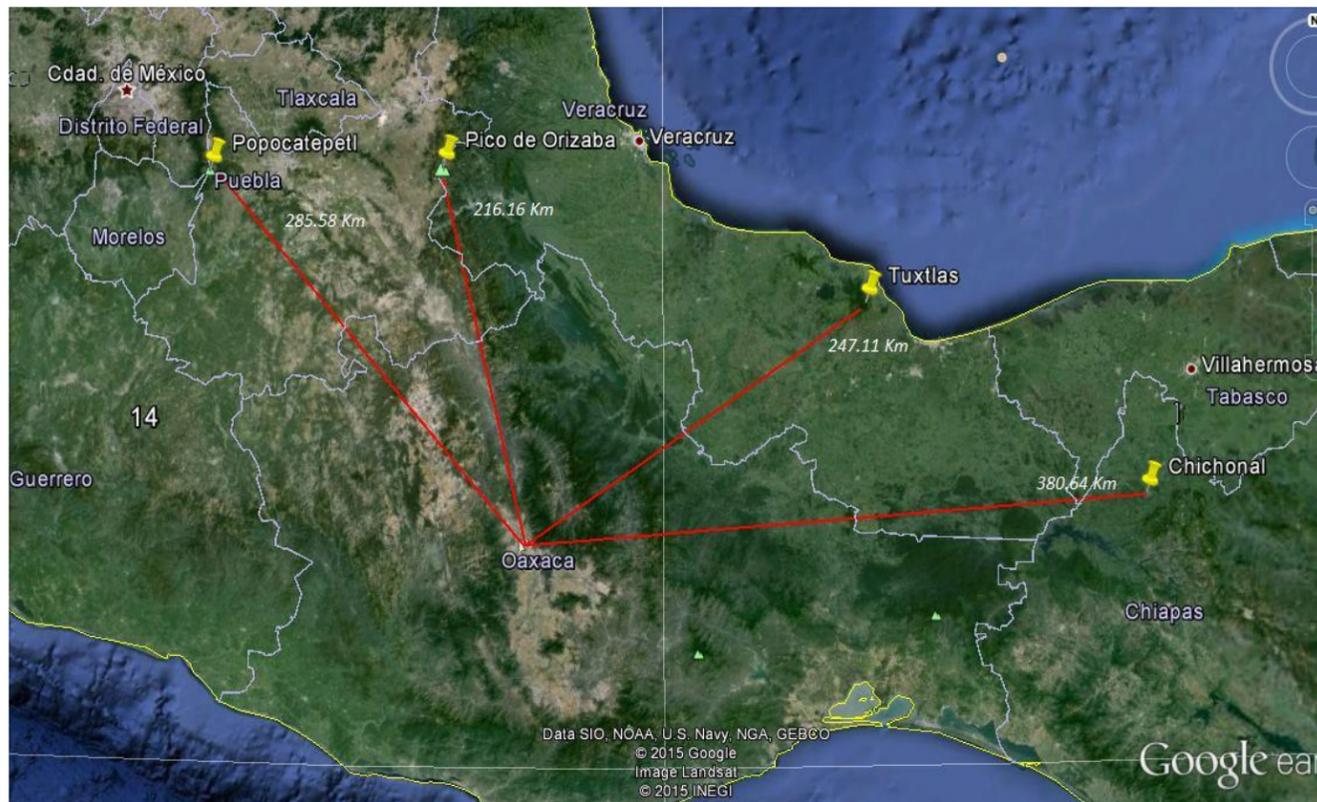
5.1.1 Vulcanismo

Los volcanes son la manifestación de la fusión de roca en el interior del planeta, específicamente de zonas someras del manto o en la parte inferior de la placa litosférica. Las placas litosféricas son las piezas del rompecabezas que constituye a la corteza continental u oceánica y que se mueven sobre una capa llamada astenósfera. Cuando dos de estas placas chocan, comúnmente una se introduce por debajo de la otra, la fricción y el gradiente geotérmico, hacen que las

temperaturas que se alcanzan en la zona de convergencia, sean muy altas. Pero no tanto como para fundir a la roca cercana. Para generar líquidos magmáticos es necesario que el incremento de temperatura, respecto a la profundidad rebase ciertos límites que con petrología experimental no se observa que ocurran en el interior de la corteza. También pueden generarse por medio de la descompresión del material, es decir, por medio de la remoción de una gran cantidad de roca en la corteza. Este fenómeno sucede en el fondo del Mar de Cortés y en las dorsales oceánicas que limitan a las placas de Cocos y Rivera enfrente de las costas del Pacífico mexicano. Es en estas costas en donde las placas oceánicas mencionadas, se introducen por debajo de la Placa de Norteamérica. Esta placa es en la que se encuentra el territorio mexicano. También es aquí en donde se producen la mayor cantidad de sismos, por eso se le nombra zona sismogeneradora y de generación de magmas por excelencia para México. Esta es la zona en donde se piensa que se genera el magmatismo que se ve expuesto en el centro del país. Pero para que esto ocurra es necesario que la placa que se introduce por debajo de la placa de Norteamérica llegue a una profundidad aproximada de 100 km, cuando las condiciones petrográficas cambian y se produce la fusión, debido a que se libera agua. En México este fenómeno supone que ocurre a cada 350 km al interior del continente, justo en el centro del país. El municipio de San Lorenzo Cacaotepec, Oaxaca, se localiza en el centro estado de Oaxaca, a 170 km de la zona sismogeneradora. Por esta razón la probabilidad de que se emplace un volcán al interior del municipio es prácticamente nula.

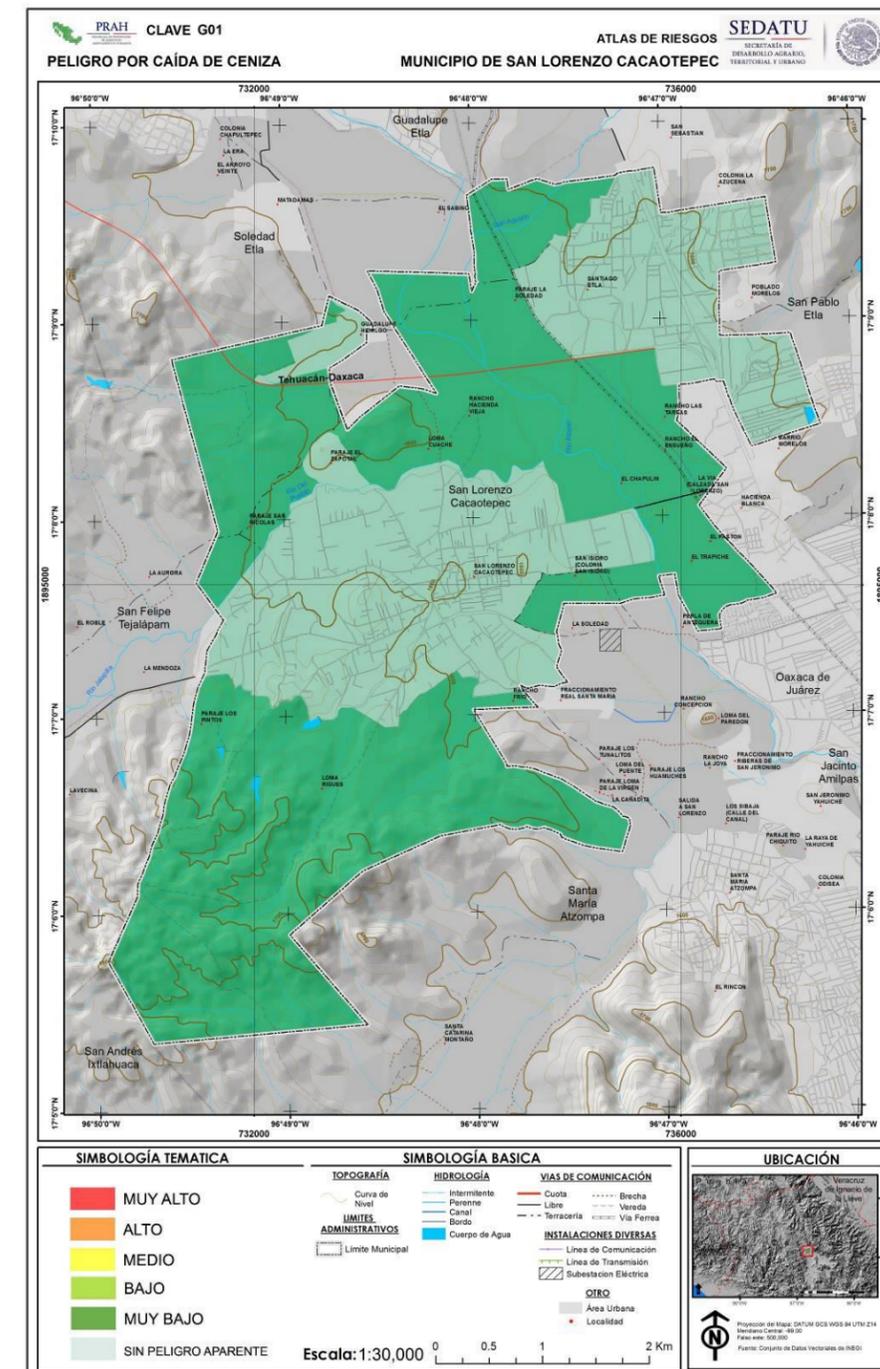
Por otro lado, un volcán que presenta actividad puede desencadenar múltiples fenómenos que pueden afectar un amplio radio a su alrededor. Dependiendo de los productos expulsados por el volcán será el alcance de los mismos. Los volcanes de mayor actividad en México, más cercanos al municipio, son los Tuxtla, en Veracruz a aproximadamente 247 km de distancia del municipio, el Chichonal en Chiapas a 380 km, el Pico de Orizaba y Popocatepetl en Puebla, a 216 y 285 km, respectivamente (Figura 64). La distancia a la cual se encuentran estas estructuras es mayor a los 210 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 es posible que, en el escenario de caída de ceniza, el territorio del municipio pueda verse afectado, por tal motivo el peligro es muy bajo (Fig. 65). Esto debido a que el modelado computarizado realizados últimamente por investigadores, en donde pronostican que la caída de ceniza con un espesor de 1 cm podría alcanzar los 800 km de distancia del volcán (Bonasia et al., 2014), esto para el caso del Popocatepetl. Es importante señalar que el municipio no se encuentra en la dirección predominante de la estadística de los vientos para ni uno de los volcanes mencionados, pero el escenario es posible.

Figura 64. Imagen de la distancia del municipio con los volcanes más activos del Cinturón Volcánico Mexicano, cercanos al municipio de San Lorenzo Cacaotepec



Fuente. Imagen de satélite, tomada de Google Earth, 2015

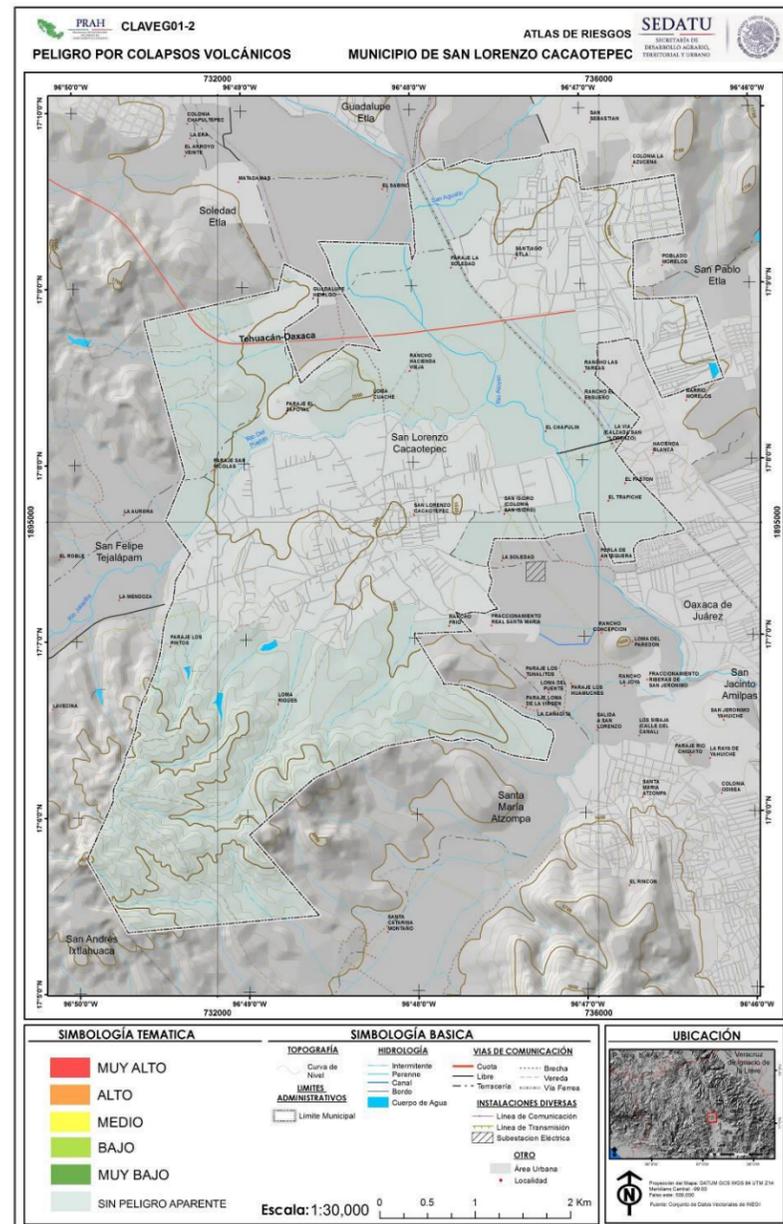
Figura 65. Mapa de zonas de peligro volcánico por caída de ceniza



Fuente. Elaboración propia con base en SGM, INEGI y trabajo en campo

Debido a la falta de estructuras volcánicas cercanas a San Lorenzo Cacaotepec, es inviable que el territorio se vea afectado por el colapso de un sector de volcán o por la remoción en masa de una parte de su estructura. Por esta razón el mapa de susceptibilidad a colapsos muestra un nivel nulo.

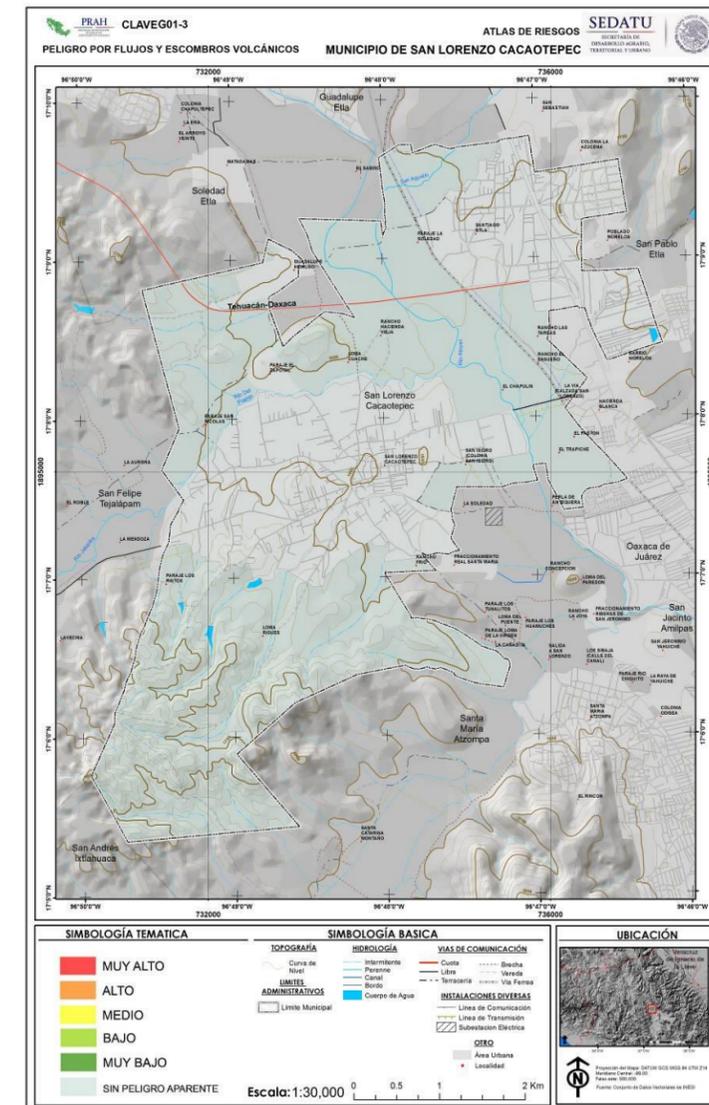
Figura 66. Mapa de zonas de peligro volcánico por colapso en el Municipio de San Lorenzo Cacaotepec, Oaxaca.



Fuente. Elaboración propia con base en SGM, INEGI y trabajo en campo

El mismo escenario se presenta para los peligros de flujos y escombros volcánicos, no existe evidencia alguna por distribución, localización, morfológica o estratigráfica que ponga de manifiesto la ocurrencia en tiempos geológicos de estos fenómenos. Aunque es cierto que en las proximidades al municipio existen rocas denominadas como "ignimbrita verde", que fue emplazada a manera de flujo piroclástico, la geodinámica que le dio origen dejó de funcionar desde antes del Pleistoceno. Por esta razón la susceptibilidad respecto a estos peligros es nula.

Figura 67. Mapa de zonas de peligro volcánico por flujos y escombros volcánicos en el Municipio de San Lorenzo Cacaotepec, Oaxaca.



Fuente. Elaboración propia con base en SGM, INEGI y trabajo en campo

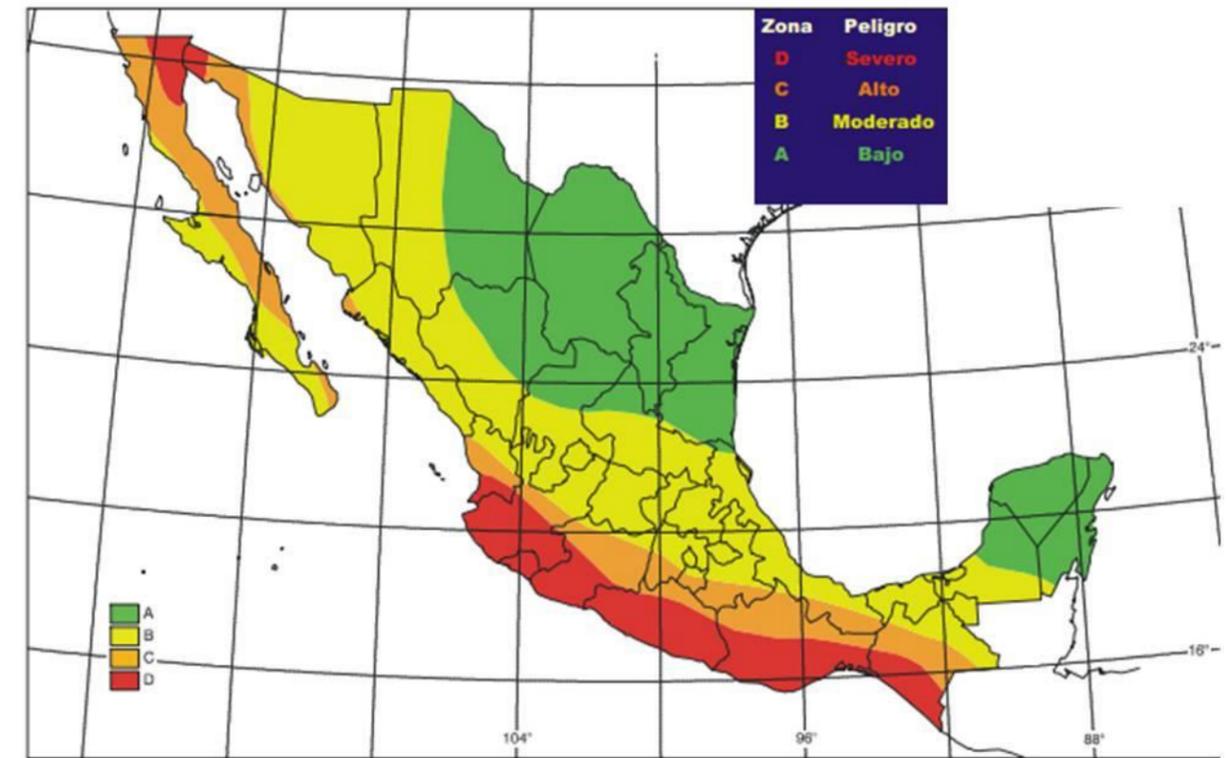
5.1.2 Sismos

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 dónde se generan fenómenos como el volcanismo y la sismicidad. Mientras que, en la zona de divergencia localizada en el fondo del Mar de Cortés, no es habitual la ocurrencia de sismicidad, pero entre sectores de divergencia la placa se disloca y muestra un movimiento horizontal diferenciado, a partir de fallas laterales en el límite mismo. Estas fallas al desplazarse generan sismicidad.

De acuerdo con la zona de subducción, el país ha sido dividido en 4 grandes zonas sísmicas. Para su división se utilizó la información sísmica del país desde el inicio del siglo pasado, a partir de registros históricos (SSN, 2012). Estas zonas son un reflejo de la ocurrencia de sismos en las diversas regiones. En la zona A no se tienen registros históricos de sismos, no se han reportado sismos en los últimos 80 años. Las zonas B y C son zonas intermedias, aquí los registros de sismos no son tan frecuentes. La zona D es una zona donde se han reportado grandes sismos históricos, y su ocurrencia es muy frecuente. Cabe resaltar que esta división toma como fuente principal de sismicidad la zona de subducción y desprecia la sismicidad ocurrida intraplaca (Figura 69).

Figura 68. Mapa de zonas sísmicas de acuerdo con la zona sismogeneradora en el país. Nótese que el Estado de Oaxaca contiene parte de las zonas D y C. El municipio se localiza en la zona de peligro Alto (SSN, 2015).



Servicio Sismológico Nacional

El municipio de San Lorenzo Cacaotepec, se encuentra en la zona C, aproximadamente a 190 km del borde en donde se introduce la placa de Cocos por debajo de la norteamericana, es decir de la zona sismogeneradora. El territorio es vulnerable a la actividad sísmica, registrándose ocho sismos de mayor importancia de la actualidad y hasta 1998, en los alrededores del municipio, con una magnitud mayor a los 4.8. Estos sismos han ocurrido en su mayoría, en el sector norte del municipio y solo se observa la ocurrencia de un evento al sur.

Figura 69. Mapa de sismos ocurridos en el municipio y sus alrededores desde 1998 hasta el 2015 (realizado con datos proporcionados por el SSN, 2015).

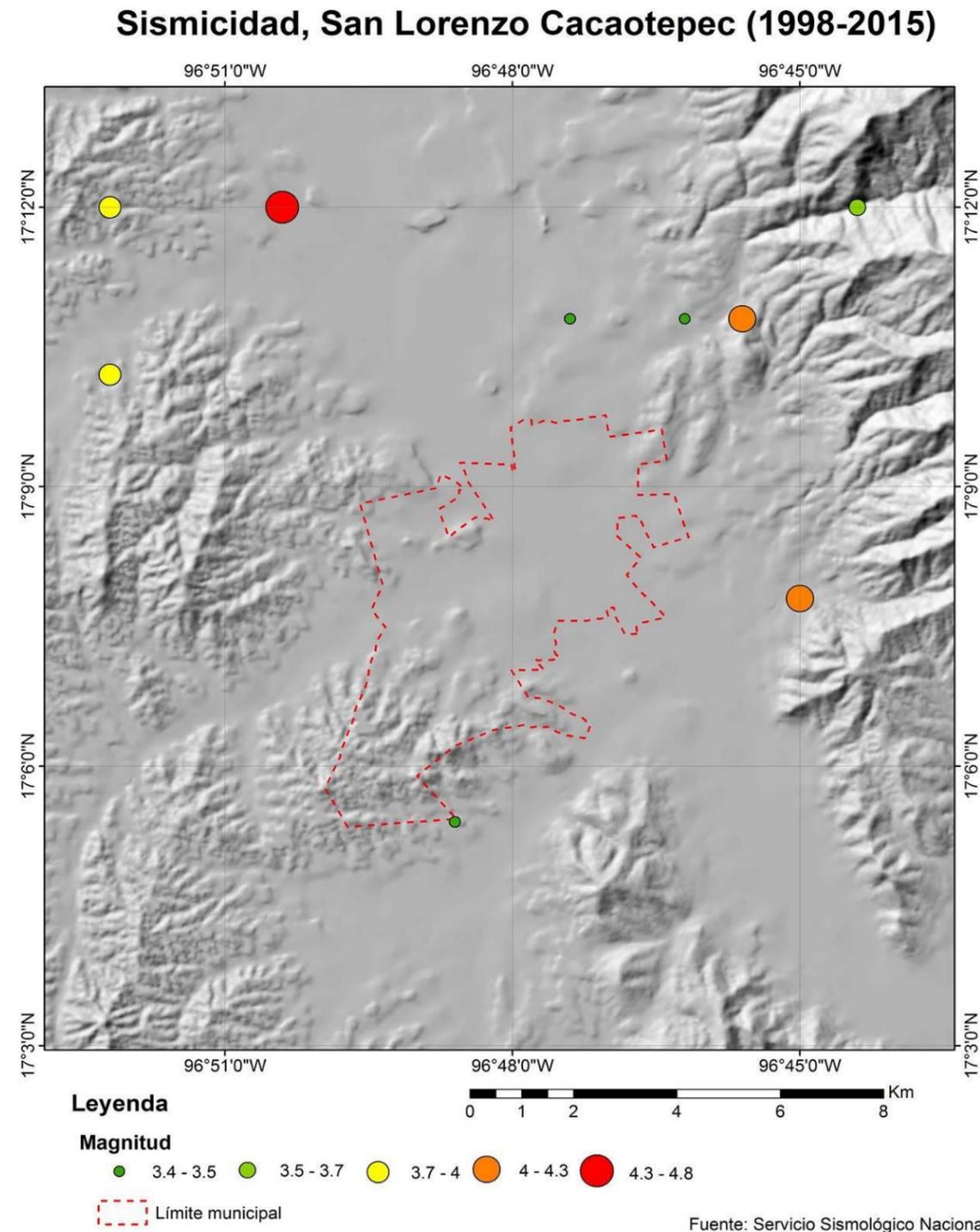


Figura 70. Tabla de sismos ocurridos en los alrededores del municipio de San Lorenzo Cacaotepec (eventos que aparecen en el mapa anterior).

Fecha	Latitud	Longitud	Prof. km	Mag.	Zona
19/01/2006	17.13	-96.75	65	4.2	5 km al NORESTE de STA MARIA ATZOMPA, OAX
04/05/2007	17.2	-96.84	70	4.8	13 km al NOROESTE de STA MARIA ATZOMPA, OAX
28/11/2007	17.2	-96.87	70	4	15 km al NOROESTE de STA MARIA ATZOMPA, OAX
06/08/2008	17.18	-96.77	56	3.5	8 km al NORTE de STA MARIA ATZOMPA, OAX
25/05/2011	17.2	-96.74	77	3.7	11 km al NORESTE de STA MARIA ATZOMPA, OAX
24/03/2013	17.17	-96.87	72	3.9	13 km al NOROESTE de STA MARIA ATZOMPA, OAX
16/04/2014	17.09	-96.81	69	3.4	4 km al SUROESTE de STA MARIA ATZOMPA, OAX
01/05/1998	17.18	-96.76	104	4.3	OAXACA
20/07/2000	17.18	-96.79	70	3.5	OAXACA

Como se puede observar en la Tabla, los sismos en general son de baja magnitud y se concentran en los valores de 3.5 a 4.3. El evento más profundo fue de 104 km y el más somero y potencialmente más peligroso fue de 56 km. Aun así, es importante considerar la potencialidad de maximizar el peligro sísmico con el efecto de sitio, ya que Oaxaca es uno de los estados que mayor sismicidad se observa en México. Esto se puede observar en el mapa de densidad sísmica (Figura 69), en donde existen zonas que rebasan la cantidad de 240 sismos al año. El municipio al encontrarse en la parte central del estado, ocupa zonas de densidad sísmica promedio de: 3 a 6 sismos al año por 10 km².

Como se observa en el mapa de densidad sísmica, existe una concentración de valores en la zona occidental de la costa Oaxaqueña. La actividad histórica en esta zona es vasta, pero los trabajos realizados para analizar los efectos de estos sismos tuvieron como resultado que es muy baja. Aquí se han registrado los eventos de mayor magnitud, mismos que han afectado de forma considerable a la capital del estado y sus alrededores. De acuerdo con el trabajo de Figueroa (1974), el evento registrado el 7 de junio de 1982, con una magnitud de 6.5 y una intensidad máxima de 8, afectó considerablemente al estado de Oaxaca. De este evento se realizaron mapas de isosistas, en donde se observa que la capital presentó una afectación en la escala de Mercalli de VI. El municipio experimentó la afectación de dos niveles de daños de acuerdo con

esta escala, con niveles de VII para la zona más próxima a la costa y de VI para el fondo del valle del río Atoyac, lugar en donde se concentra la población.

Figura 71. Mapa de Isosistas para el municipio de San Lorenzo Cacaotepec, Oaxaca

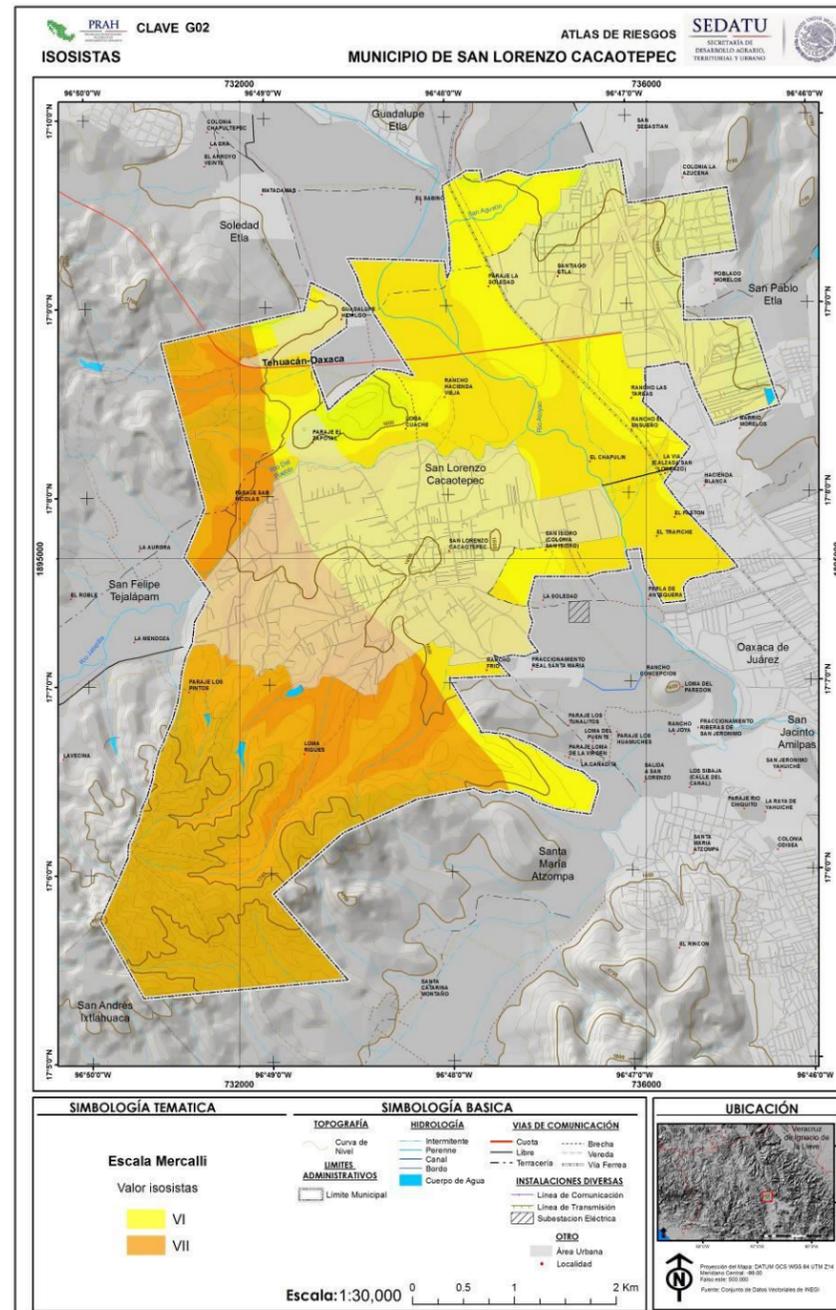
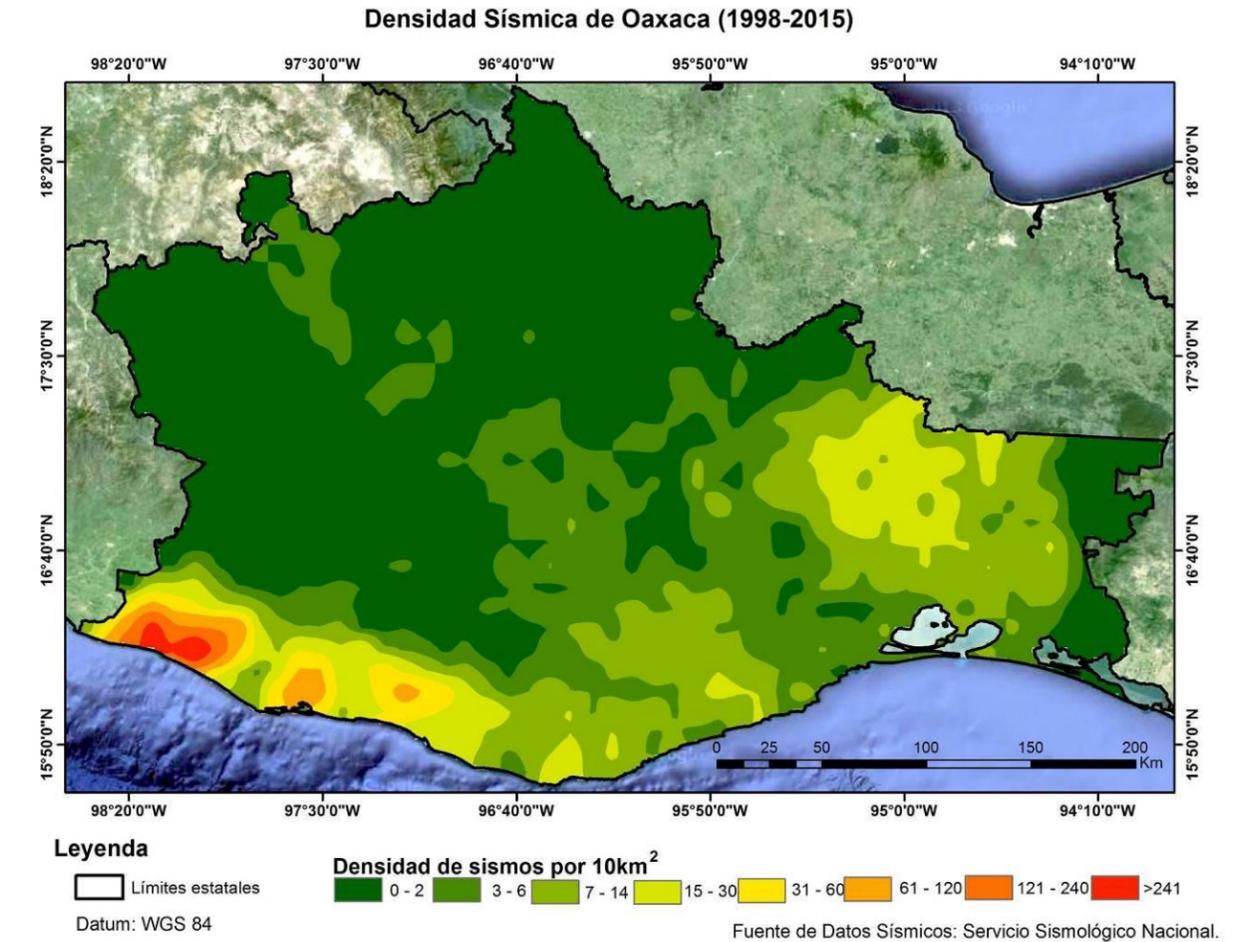


Figura 72. Mapa de densidad sísmica para el estado de Oaxaca, elaborado con los datos sísmicos proporcionados por el SSN (2015).



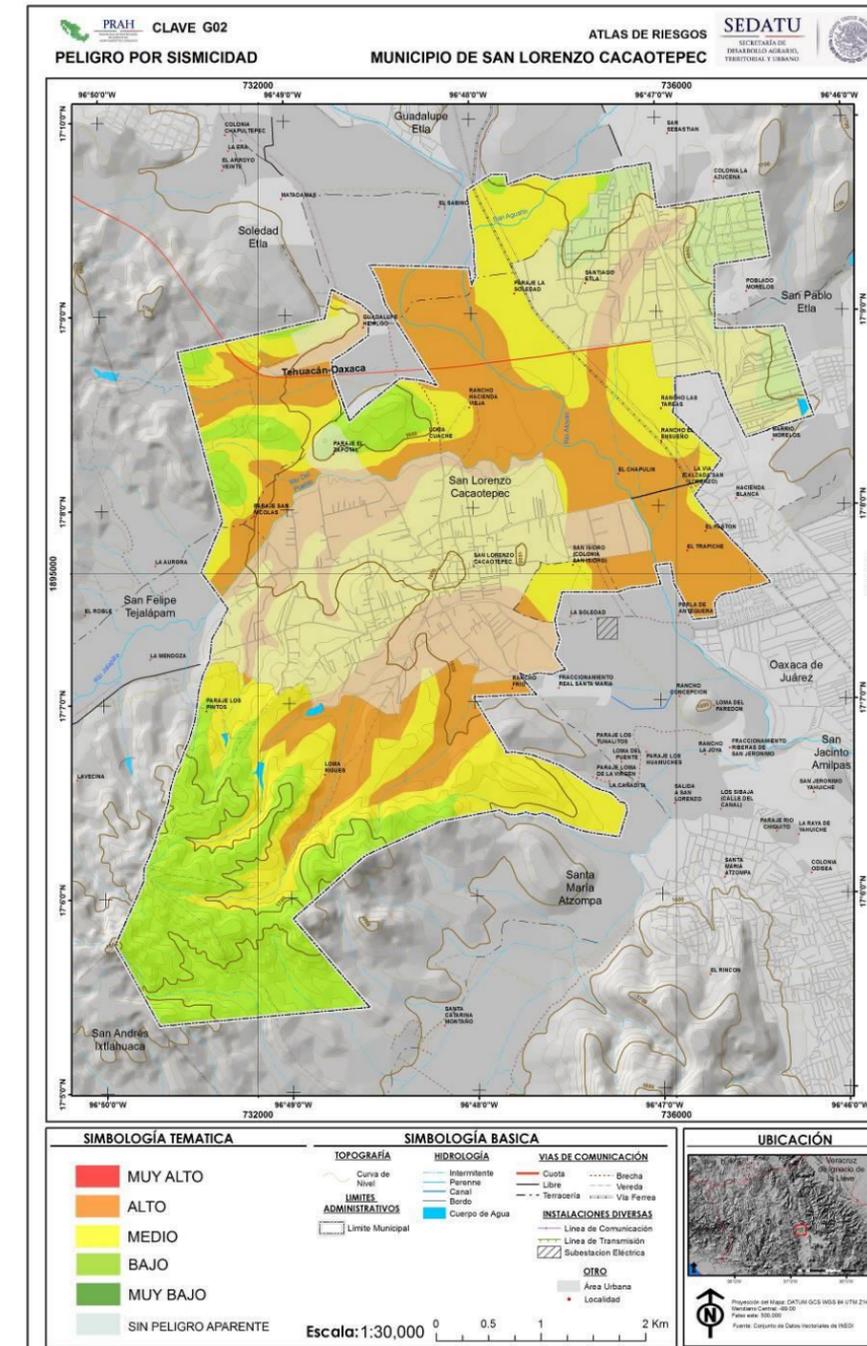
Para la determinación del peligro sísmico no solo es importante la ocurrencia y cercanía del movimiento tectónico, sino además el comportamiento de los materiales (litología), en el terreno, cuando la onda sísmica viaja en ellos. Los posibles efectos de sitio producidos por la competencia de los materiales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

Las construcciones se vuelven más vulnerables a las ondas sísmicas independientemente de que tan lejos se encuentren del foco. Si además se concatenan los fenómenos de sitio con el tamizado natural resultado del oleaje y erosión eólica ocurrido en las costas, así como de la selección de los materiales más finos por parte de los ríos al desembocar en el mar y el alto nivel freático, se crea un escenario en donde fenómenos como la licuefacción, puede presentarse. La licuefacción es un efecto por el cual el material más fino viaja a niveles más profundos producto

del movimiento armónico de las arcillas ya sea por hechos antrópicos (explosivos o vibración artificial del suelo) como naturales (sismos). Esto afecta el terreno y por ende las construcciones más endebles.

Es evidente la susceptibilidad del territorio a la ocurrencia de fenómenos sísmicos, pero es más importante el efecto de sitio que se desencadena por la competencia de los materiales por esta razón el mapa de peligros sísmico fue dividido en 3 zonas sísmicas, la de alta peligrosidad sísmica es aquella más cercana a los focos sismo-generadores y constituida por materiales poco competentes, es decir, la zona de relleno aluvial, llanura fluvial, en donde predominan los materiales friables. Aquí la velocidad promedio de cizalla es baja, tiende a ser inferior a los 350 m/s.

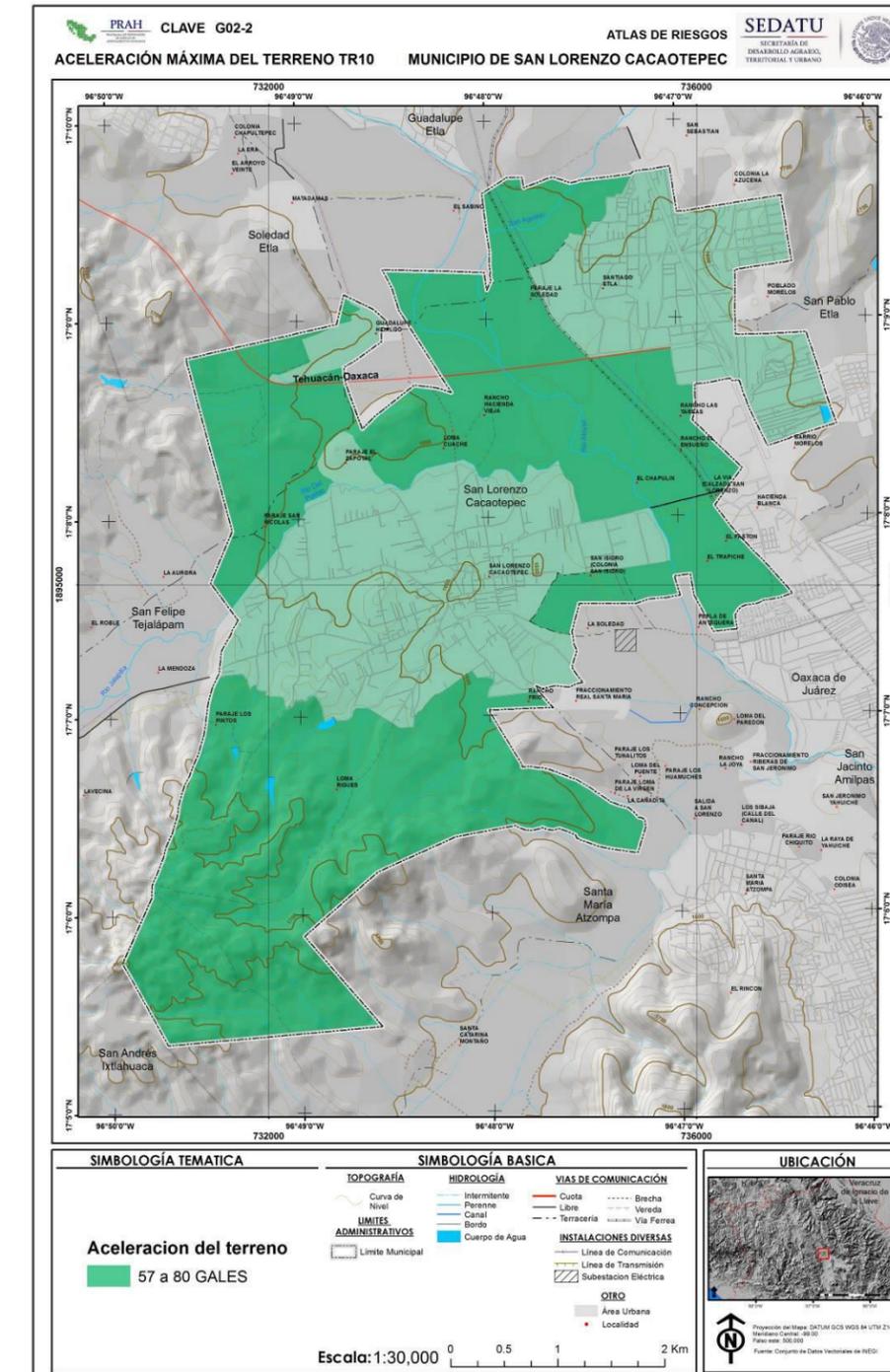
Figura 73. Mapa de peligro sísmico en el municipio de San Lorenzo Cacaotepec, Oaxaca.



Fuente. Elaboración propia con base en SSN, INEGI y trabajo en campo

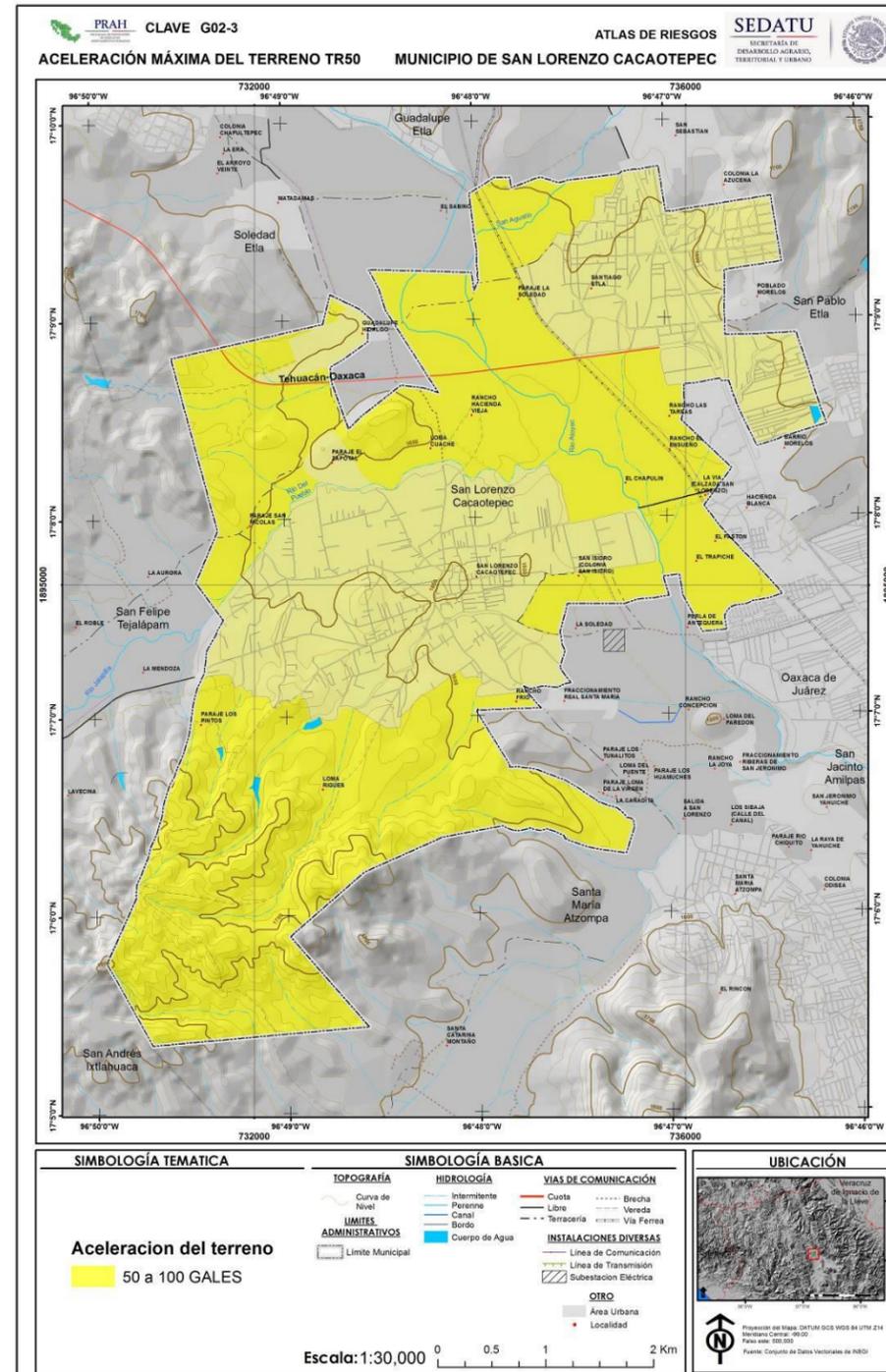
Realizar un mapa de predicción de sismicidad y su afectación es imposible, en la actualidad. El desplazamiento de las ondas sísmicas producidas por el rompimiento cortical de las fuerzas de resistencia interna por efecto de dos esfuerzos compresivos o distensivos está en función de tres elementos principales: 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. 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 iso-aceleración (en gales) con los valores esperados para el municipio, dentro un periodo de recurrencia de 10, 50, 100 y 500 años (Fig. T10, T50, T100, T500). Estos mapas fueron elaborados por varios investigadores (Ávila, 2011, CENAPRED, 2006; Ordaz, 1999; Zuñiga et al., 1997), de acuerdo con los valores de aceleración sísmica colectados por el Servicio Sismológico Nacional.

Figura 74. Mapa de aceleración máxima en un tiempo de retorno de 10 años



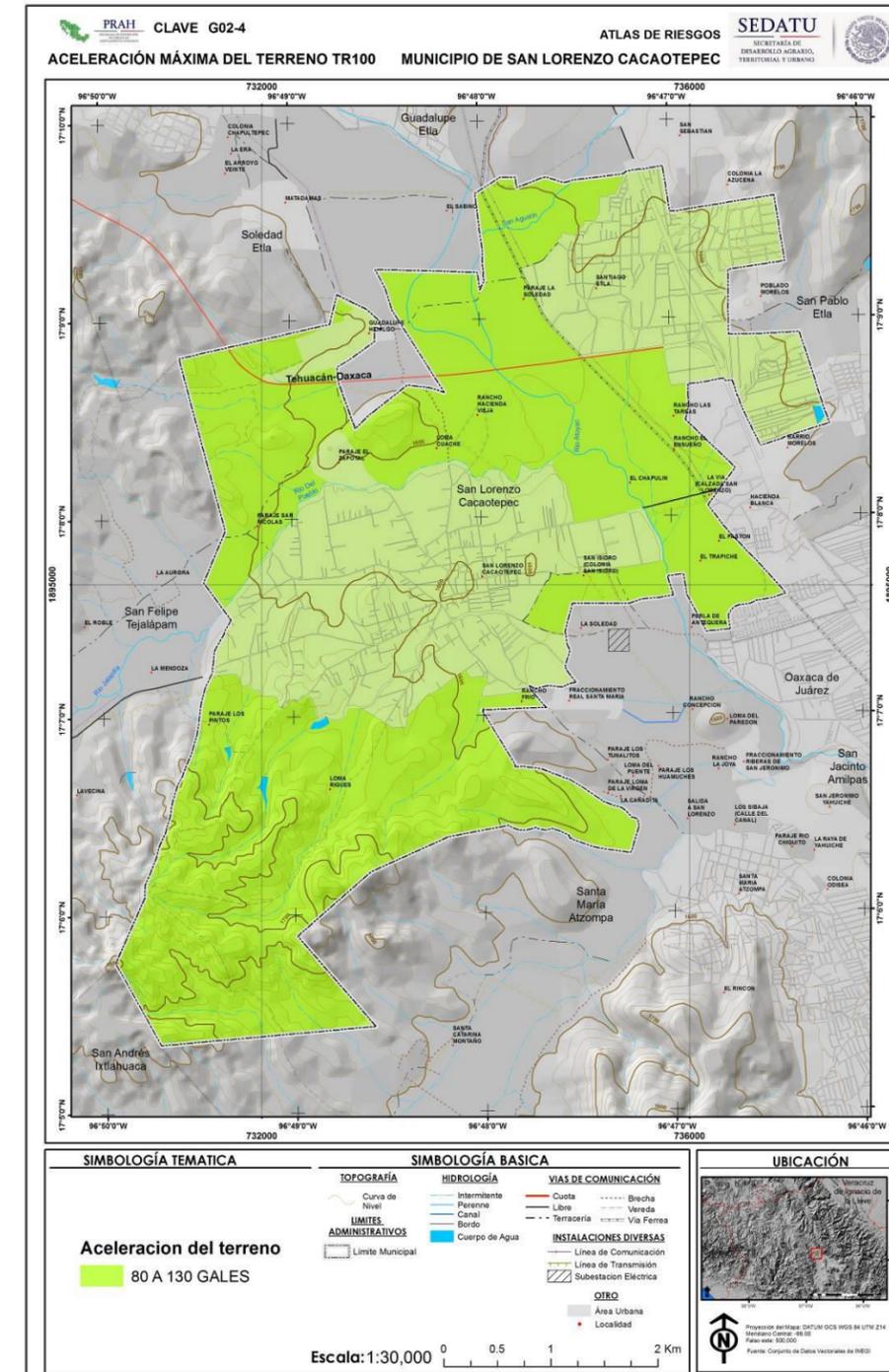
Fuente. Ávila, 2011, CENAPRED, 2006; Ordaz, 1999; Zuñiga et al., 1997

Figura 75. Mapa de aceleración máxima en un tiempo de retorno de 50 años



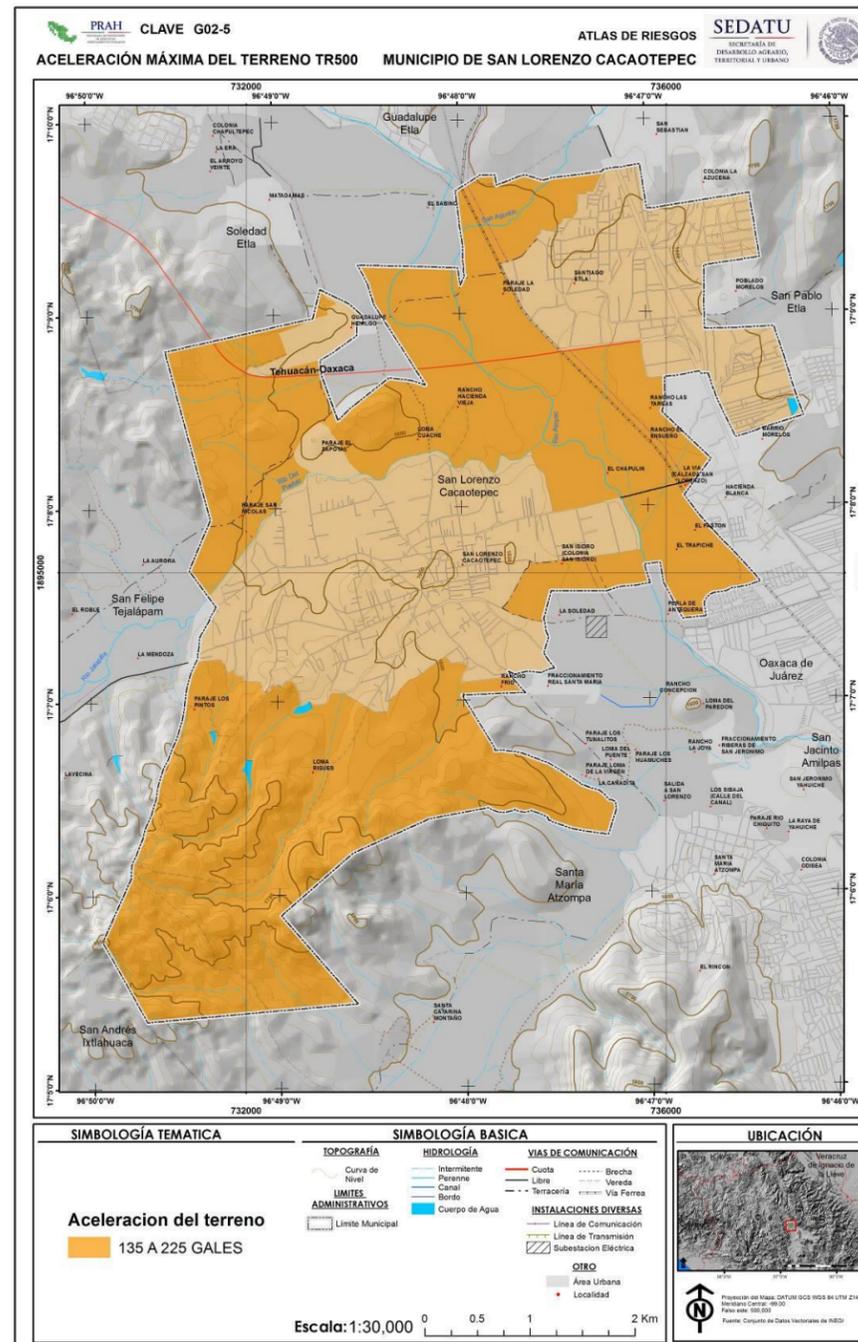
Fuente. Ávila, 2011, CENAPRED, 2006; Ordaz, 1999; Zuñiga et al., 1997

Figura 76. Mapa de aceleración máxima en un tiempo de retorno de 100 años



Fuente. Ávila, 2011, CENAPRED, 2006; Ordaz, 1999; Zuñiga et al., 1997

Figura 77. Mapa de aceleración máxima en un tiempo de retorno de 500 años



Fuente. Ávila, 2011, CENAPRED, 2006; Ordaz, 1999; Zuñiga et al., 1997

De acuerdo con la información anterior, este es uno de los fenómenos que puede afectar en mayor medida a la población del municipio. Además de la proximidad y causalidad del fenómeno, existe la condicionante del relieve, en donde el municipio hace más susceptible la afectación, por efecto de sitio sísmico y proximidad sísmica. Como se observa en la figura, la población se concentra en las cercanías al río, es decir en la zona aluvial, susceptible de maximizar las ondas sísmicas. Existen evidencias de la afectación de casas por efecto sísmico, aunque es difícil reconocerlas categóricamente, ya que como se verá más adelante, puede ser evidencias de subsidencias o reptación.

Figura 78. Fotografías en donde se muestra una grieta (A) que se produjo, de acuerdo con la información de la población, inmediatamente posterior a uno de los sismos de la región. B) Panorámica del municipio, particularmente en la zona de transición o lomeríos, en donde el riesgo a ser afectado por los eventos sísmicos y el efecto de sitio es menor.



Fuente. Recorrido en campo

5.1.3 Tsunamis

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

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

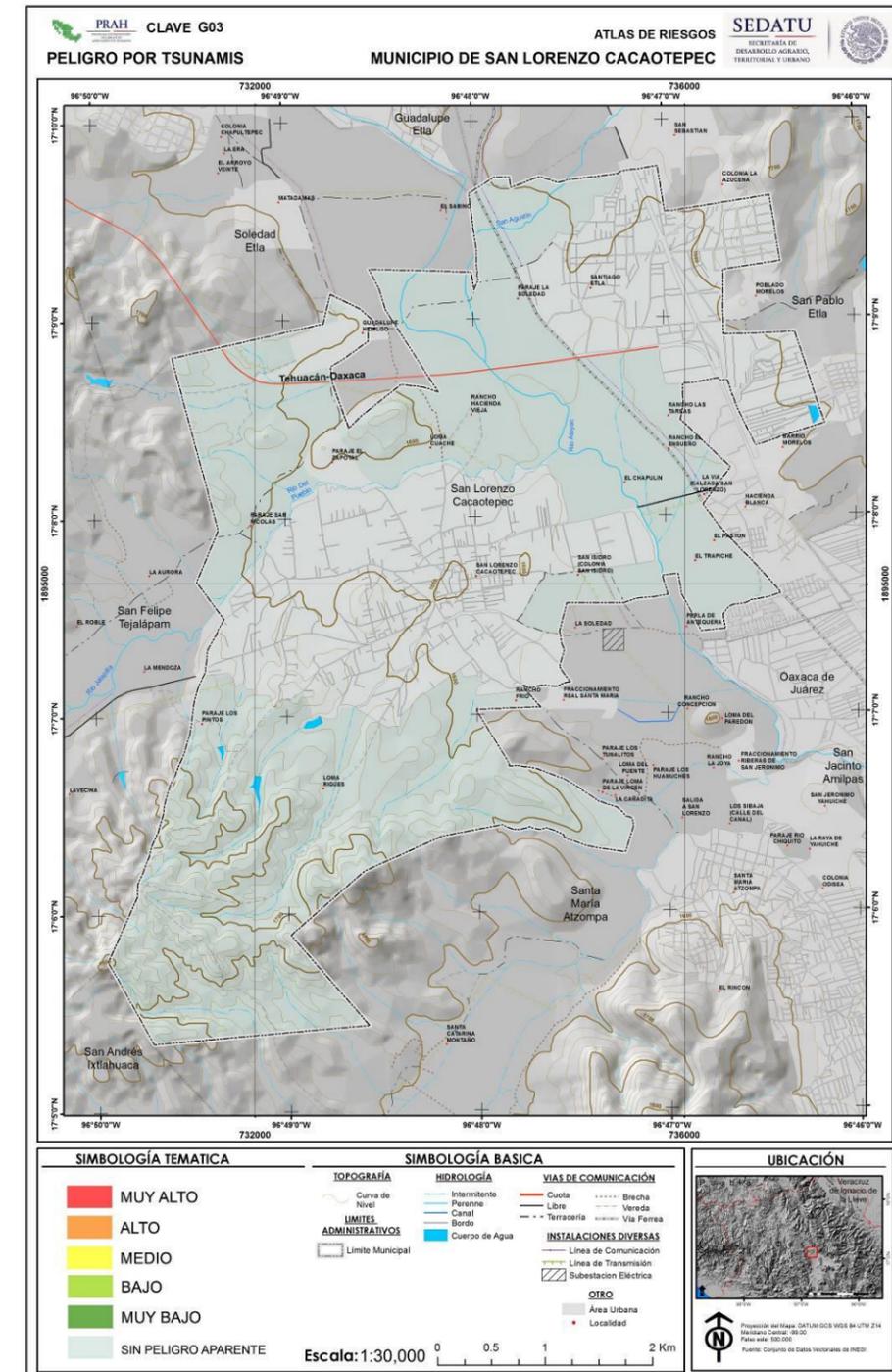
Considerando lo anterior el municipio de San Lorenzo Cacaotepec, Oaxaca, se encuentran a aproximadamente 140 km de la costa del Pacífico (Figura 79). Además, el territorio tiene una altura mínima de 1580 metros sobre el nivel del mar, por lo que este tipo de peligro se considera nulo, en cuanto a la probabilidad de afectación al municipio (Figura 80).

Figura 79. Distancia del Municipio de San Lorenzo Cacaotepec, a la costa de Oaxaca.



Fuente. Elaboración propia con base en Google Earth

Figura 80. Mapa de peligro por tsunami para el Municipio de San Lorenzo Cacaotepec, Oaxaca.

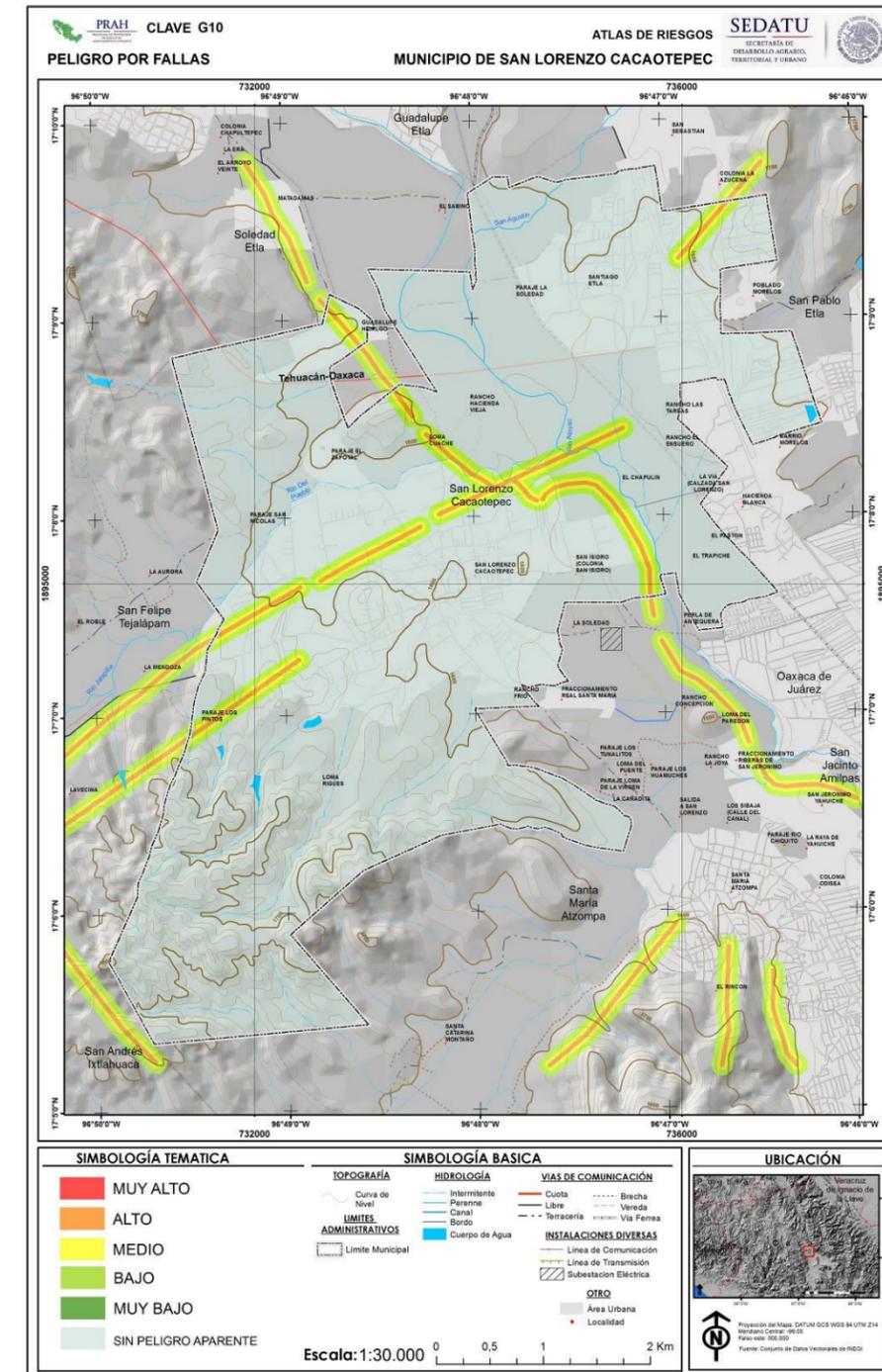


Fuente. Elaboración propia con base en SGM, INEGI y trabajo en campo

Fallas

Las dislocaciones que se observan en la corteza terrestre son el resultado de los esfuerzos producto del movimiento de las placas litosféricas y las corrientes internas o reacomodo interno de esos grandes bloques. Estas dislocaciones al no presentar movimiento relativo entre sus extremos, se conocen como fracturas. En cambio, si en la dislocación se observa un movimiento vertical como horizontal, se conocen como fallas. Las fallas son intrincados sistemas de dislocaciones, relativamente continua, que se producen por efectos compresivos o distensivos. Los esfuerzos compresivos, tienden a incrementar la cantidad de fracturas en un sustrato y el relieve puede mostrarse elevado y deformado. Mientras que los esfuerzos distensivos, fracturan y separan la corteza terrestre. Este fenómeno se observa en el municipio, de manera localizada. El territorio ocupado por el municipio, se encuentra en el fondo del valle del río Atoyac e intersecta a los ríos Etna, San Pablo y San Luis, cada una de estas depresiones está formada por fallas. El fondo del valle de Atoyac, simula la geometría de un Graben (que aparentemente se formó durante el Terciario –Campos-Enríquez et al 2010). De acuerdo con la carta geológica E14-D47 del Servicio Geológico Mexicano (SGM, 2007), en el fondo del valle del río Atoyac se encuentra la falla con el mismo nombre. Su movimiento es lateral, y paralela a ella se encuentran las fallas normales de Oaxaca al Este y Cerro Jalapa o Etna al Oeste (Campos-Enríquez et al., 2010). El graben se ve intersectado por otras fallas laterales, y que se intersectan el territorio del municipio y son de norte a sur las fallas: San Sebastian, San Pablo, Cerro Gallo y Donaji. Esta última, relacionada con un movimiento que inicio en el límite del Mioceno y Plioceno y asociada con esfuerzos extensionales (Campos-Enríquez et al 2010). En el caso del mapa de susceptibilidad a presentar movimiento en las dislocaciones corticales, se observa que el sector norte del área urbana del municipio se ve afectada por una falla (Figura 81). El municipio se encuentra sobre la planicie fluvial del río Atoyac, algunas de las fallas cortan esta unidad sub-horizontal, por lo que solo es posible presumir la ocurrencia de las fallas. Aun así, no se reconocieron indicadores cinemáticos de los movimientos corticales, además de los evidentes cambios morfológicos y la disposición del río en el fondo de lo que se propone sea una fosa tectónica bordeada al Este por la falla Oaxaca.

Figura 81. Mapa de zonas de peligro por proximidad a los sistemas de fallas



Fuente. Elaboración propia con base en SGM, INEGI y trabajo en campo

Figura 82. Fotografía en donde se muestra la serranía que bordea al río Atoyac al Suroeste. Nótese la configuración fluvial que corta la estructura con dirección al valle de forma transversal, indicador de un arreglo ortogonal de los morfolineamientos asociados con fallas.



Fuente. Recorrido en campo

5.1.4 Inestabilidad de laderas

Los procesos de remoción en masa son uno de los peligros más frecuentes de las últimas décadas que afectan de manera directa a la población, su infraestructura y su dinámica en general, esto ha ocasionado un gran número de pérdidas humanas y materiales (Rosenfeld, 1994). La zona de estudio se localiza en la parte central del estado de Oaxaca, corresponde al área conurbada de la capital del estado y se ubica en el sector centro sur del Graben de Oaxaca.

Los procesos de remoción en masa se pueden definir de manera general como un movimiento de materiales de una ladera donde el factor movilizador es la gravedad (Hugget, 2007), sin la influencia principal de otro factor erosivo como el agua, aire o hielo (Dikau et al., 1996). El movimiento depende de una disminución en la resistencia o un factor que aumente la tensión (Terzaghi, 1951).

Las tipologías de este tipo de fenómenos suelen dividirse por la morfología del depósito y su zona de ruptura, materiales involucrados y mecanismos de movimiento (Alcántara-Ayala, 2000). Una de las clasificaciones más aceptadas y utilizadas en la actualidad es la propuesta por el programa EPOCH (1994), en el cual se define a los deslizamientos como un proceso específico que consiste en el movimiento de masas de detritos, roca o suelo sobre una superficie de ruptura.

Los deslizamientos son dinámicas con una velocidad de media a alta y una conexión intrínseca con la composición y estructura de los materiales. Se moviliza un gran volumen de material y son afectados por las variaciones climáticas (Pedraza, 1996).

Regularmente, la primera señal de la ocurrencia de un deslizamiento son grietas transversales localizadas en la zona que ocupará el escarpe principal. Según sea la morfología de la superficie de ruptura y los mecanismos de formación, los deslizamientos se pueden clasificar en rotacionales, translacionales y planares. En los deslizamientos rotacionales los materiales superiores se inclinan hacia atrás, lo cual da como resultado superficies onduladas o en forma de cuchara; el escarpe suele ser vertical y la deformación interna del depósito es de muy bajo grado. Los movimientos translacionales son menos profundos que los rotacionales, involucran un movimiento paralelo a la superficie controlado, de manera frecuente, por la estructura de debilidad de los materiales; los deslizamientos planares originan superficies de ruptura planas, ocurren en superficies muy inclinadas. (Alcántara-Ayala, 2000).

A partir del entendimiento de las variables que influyen en los deslizamientos, la susceptibilidad de ocurrencia de estos se puede definir como una estimación de las condiciones de inestabilidad de laderas de un área en específico, basada sobre juicios cualitativos y/o cuantitativos (Carrara et al., 1995).

El mapa de zonas susceptibles a deslizamientos se elaboró en el sistema de información geográfica (SIG) ArcGis 10.1 (ESRI, 2012). Se utilizaron tres variables: inclinación del terreno, litología y áreas de influencia de las corrientes fluviales. Los componentes de litología e inclinación fueron reclasificados según su importancia en el desarrollo de un deslizamiento rotacional. Los mapas reclasificados se empalmaron junto con las áreas de influencia de 20, 50, 100 y 200 metros desde el talweg. A partir del álgebra de mapas se obtuvieron valores que fueron clasificados en: Nula, baja, media y alta probabilidad de ocurrencia. El municipio presenta valores medios y bajos para la ocurrencia de este fenómeno (Figura 83), pero como se indicó en el apartado de desprendimientos, el fenómeno no fue reconocido en los recorridos de campo.

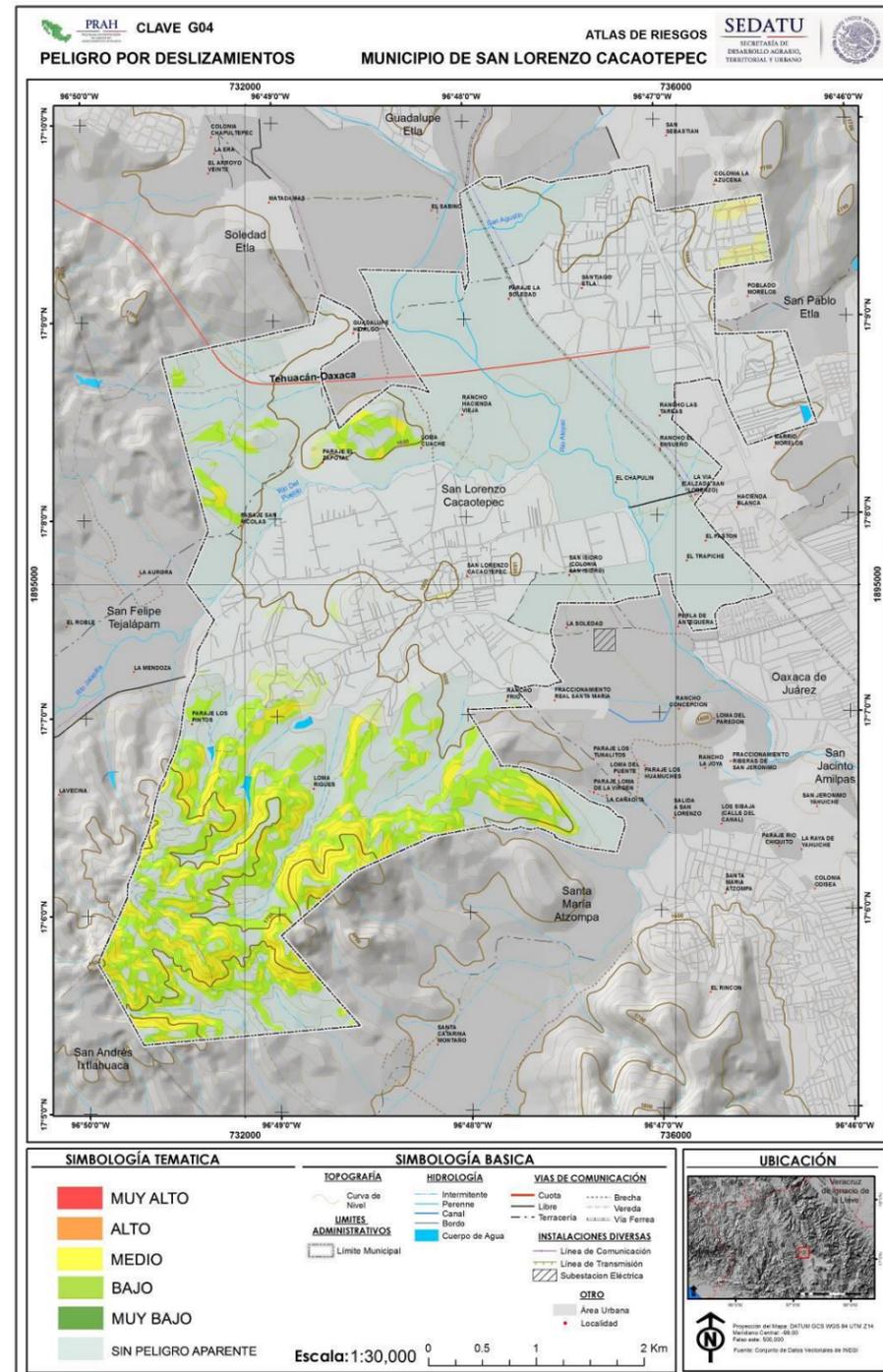
Figura 83. Mapa de susceptibilidad a deslizamientos para el municipio de San Lorenzo Cacaotepec, Oaxaca.

5.1.5 Flujos

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

Los flujos inician por la saturación súbita de sedimentos no consolidados que se encuentran en las partes altas, donde la pendiente del terreno es pronunciada. Al generarse la saturación, el material aumenta su peso y tiende a fluir pendiente abajo a través de los cauces o barrancos, por lo cual este tipo de procesos están estrechamente relacionados con la geología, pendiente del terreno, la densidad de disección y las áreas deforestadas.

El municipio de San Lorenzo Cacaotepec, al emplazarse sobre los cauces fluviales, se encuentra inmerso dentro de las zonas de transporte de flujos (Figura 83). Pero la probabilidad de ocurrencia y la peligrosidad es baja, debido principalmente a las condiciones climáticas actuales y la litología del lugar. Aun así muchos de los asentamientos irregulares se emplazan sobre terrazas aluviales, es decir antiguos depósitos de flujos de escombros o depósitos de eventos con una menor cantidad de sólidos como los flujos de lodo (Figura 84). Evidencias de estos materiales se pueden observar en Rancho Frío, Lomas Rigues, Paraje Los Pintos, Paraje San Nicolás, Rancho las Targas, Perla de Antequera y Sabinos (estos dos últimos localizados en las afueras del municipio).



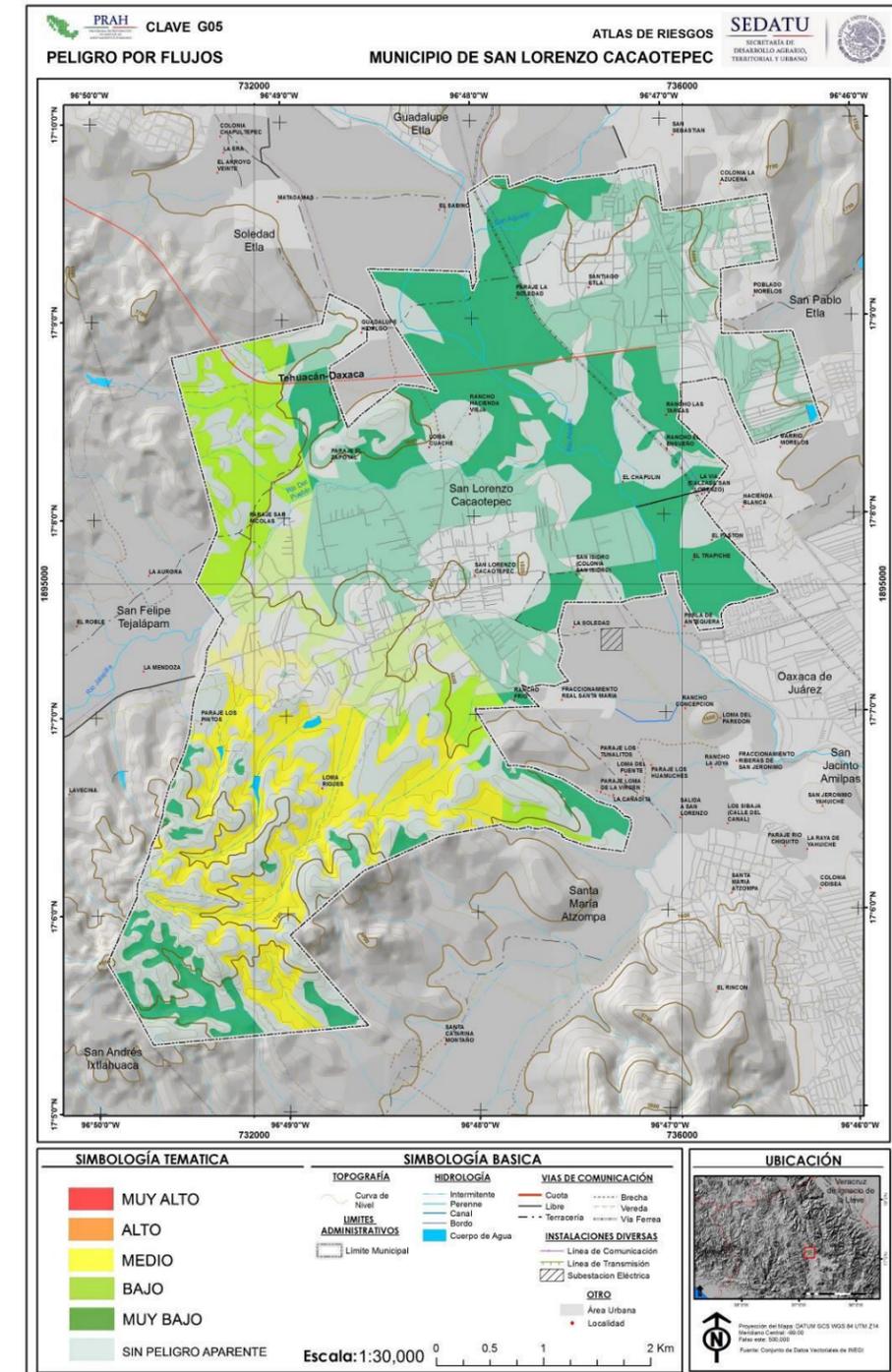
Fuente. Elaboración propia con base en SGM, INEGI y trabajo en campo

Figura 84. Uno de los cauces que cruzan al municipio, afluente del río Atoyac.



Fuente. Recorrido en campo

Figura 86. Mapa de susceptibilidad a flujos para el municipio de San Lorenzo Cacaotepec, Oaxaca.



Fuente. Elaboración propia con base en SGM, INEGI y trabajo en campo

Figura 85. Fotografía de algunos cantos rodados, material muy común en la región. Nótese la madurez de los clastos, lo que indica un transporte eficiente a lo largo de la cuenca, además del tamaño, que indica proximidad de la fuente del material. Ambos factores, son importantes al momento de considerar la facilidad de ocurrencia de los flujos en la actualidad.



Fuente. Recorrido en campo

5.1.6 Caídas o desprendimientos

Dada su alta frecuencia, los procesos gravitacionales representan en la actualidad uno de los peligros naturales que más afectan a la sociedad, por lo cual, es importante la valoración e identificación de zonas de inestabilidad con miras a la mitigación del riesgo (Armas, 2011). El área de estudio se ubica en la porción centro-sur del graben de Oaxaca, corresponde al municipio San Lorenzo Cacaotepec, localizado en la zona conurbada a la ciudad de Oaxaca.

Un proceso de remoción en masa ocurre cuando las fuerzas de tensión exceden las fuerzas de resistencia de los materiales, de esta forma, los componentes se mueven impulsados por la gravedad a manera de deslizamiento, caída libre, flujos o alguna combinación de estas (Bell, 1999). Es necesaria la división de la superficie terrestre en áreas homogéneas donde sus rangos corresponden a distintos grados de peligro actual o potencial (Varnes, 1984).

Los enfoques de clasificación de los procesos de remoción abarcan tres rubros principales: la morfología, la composición del sustrato y tipo de mecanismo (Alcántara – Ayala, 2000). La clasificación del programa EPOCH (1994), diferencia el uso genérico del nombre “deslizamientos” y delimita a las caídas como el desprendimiento y caída libre de roca, suelo o detritos.

Las caídas o desprendimiento son dinámicas de ocurrencia instantánea (Pedraza, 1996), en donde los materiales pueden ser movilizados por rodadura, rebote, deslizarse o fluir ladera abajo posteriormente. Las caídas a su vez se clasifican según el material involucrado en el proceso, se reconocen desprendimientos de roca, de detritos y de suelo. Ocurren en laderas fuertemente inclinadas en materiales con poca cohesión o fragmentados (Alcántara-Ayala, 2000).

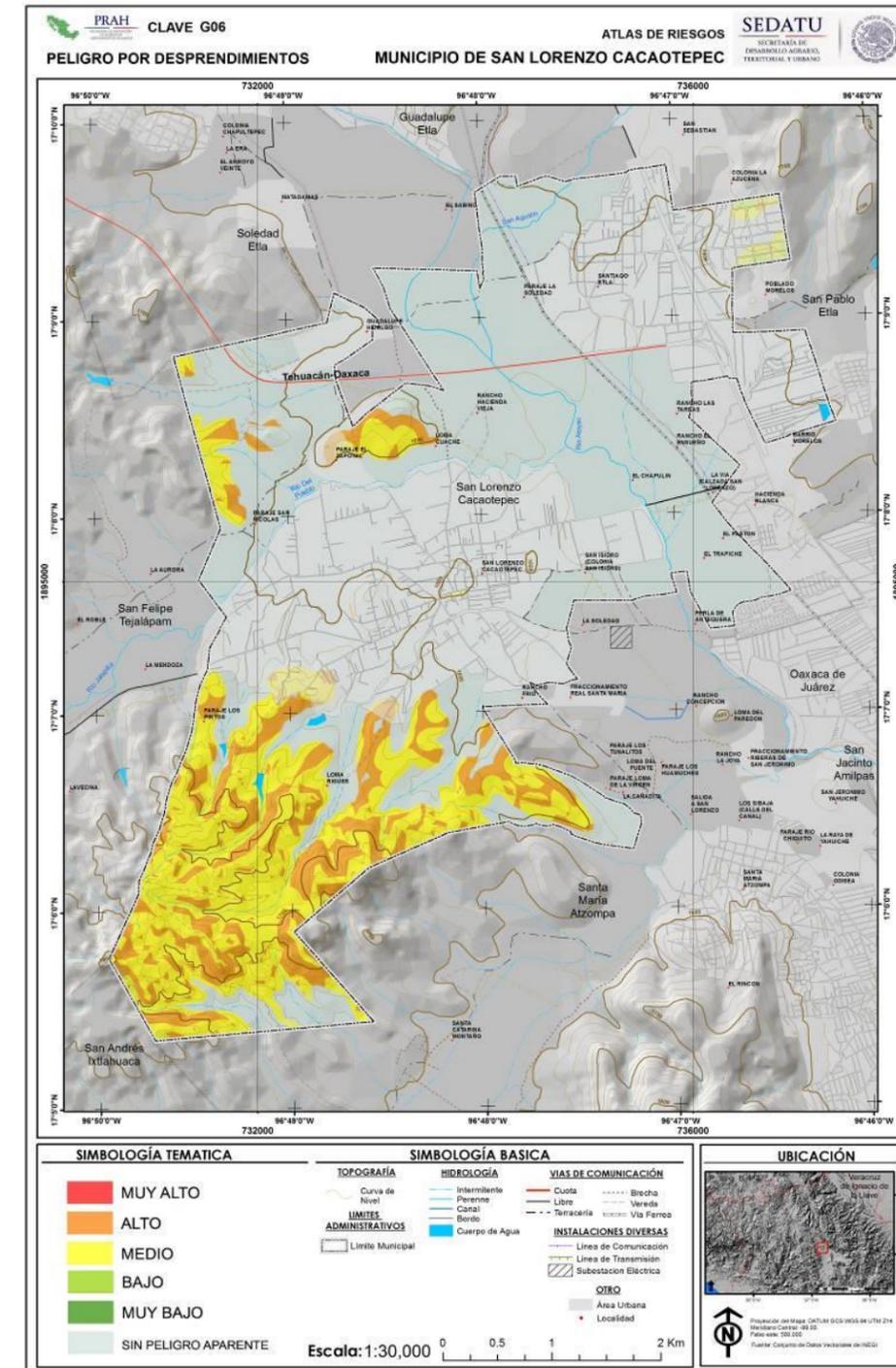
El mapa de zonas susceptibles a caídas se elaboró en el sistema de información geográfica (SIG) ArcGis 10.1 (ESRI, 2012). Se utilizaron tres variables: inclinación del terreno, litología y áreas de influencia de las corrientes fluviales. Los componentes de litología e inclinación fueron reclasificados según su importancia en el desarrollo de un desprendimiento. Los valores otorgados se encuentran en la siguiente figura:

Figura 87. Tabla con valores reclasificados

Valor reclasificado	Geología	Inclinación
0	Material aluvial	
1		<15°
10	Arenisca	15° - 35°
100	Anortosita. Ignimbrita	35° - 45°
1000		>45°

Fuente. Elaboración propia

Figura 88. Mapa de susceptibilidad a desprendimientos de roca



Fuente. Elaboración propia con base en SGM, INEGI y trabajo en campo

Los mapas reclasificados se empalmaron junto con las áreas de influencia de 20, 50, 100 y 200 metros desde el talweg. A partir del algebra de mapas se obtuvieron valores que fueron clasificados en: Nula, baja, media y alta probabilidad de ocurrencia.

El mapa resultado (Figura 89), muestra que una parte considerable del territorio es susceptible a presentar fenómenos de desprendimientos. Afortunadamente, en la actualidad la población no se ha concentrado en las zonas susceptibles a este fenómeno, otro aspecto importante, es que, en los recorridos de campo a lo largo del municipio, no se observó indicios de procesos de caída de roca o desprendimientos, incluso en las zonas más susceptibles (aunque no se visitaron todas, debido a que no presentan accesibilidad).

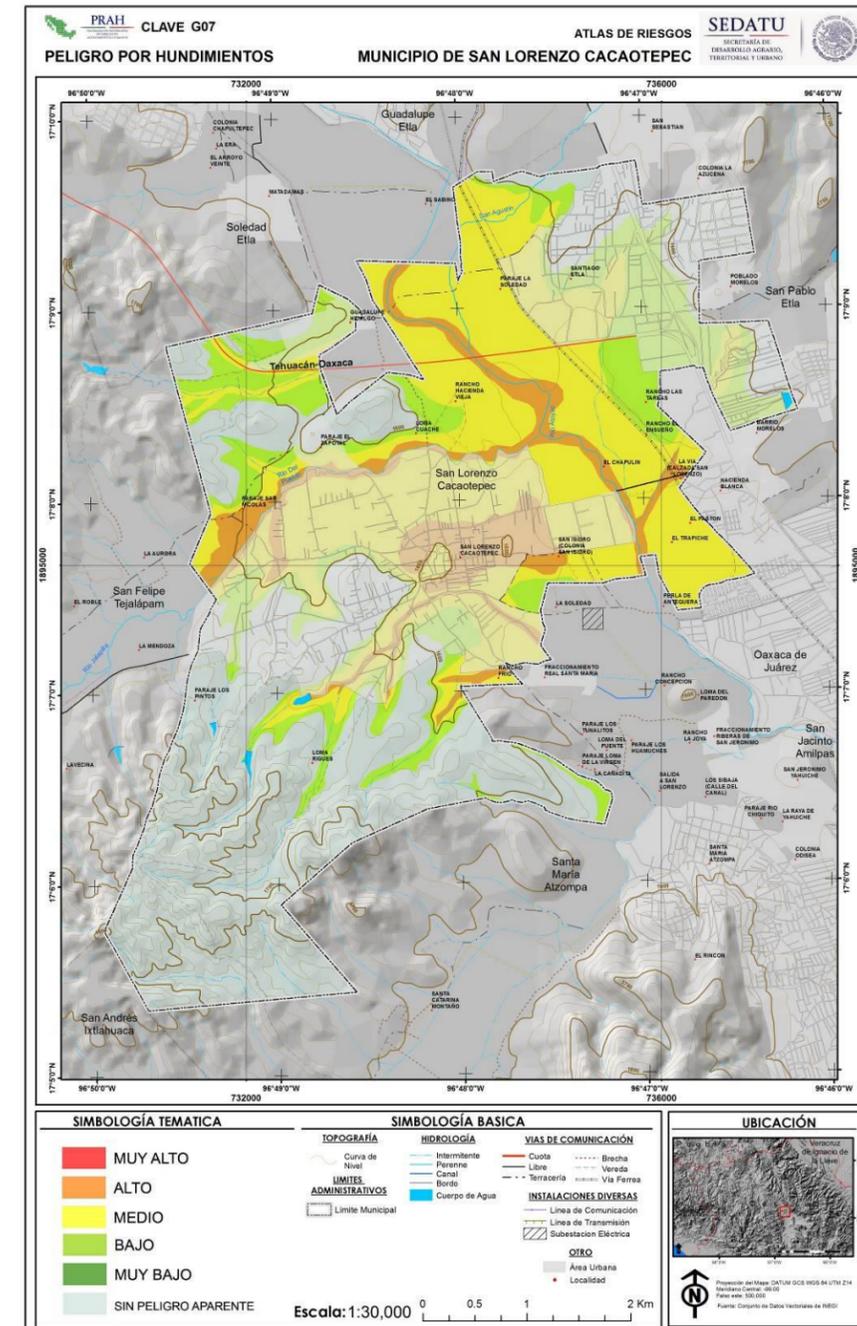
5.1.7 Hundimientos

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. A partir de la regionalización geomorfológica, la topografía, concentración de fallas y fracturas, la litología y zonas de extracción de agua, es posible generar un mapa de zonas potenciales de hundimiento para el municipio de San Lorenzo Cacaotepec.

La litología donde se constituye este tipo de procesos es en la de relleno aluvial, perteneciente a la zona de valles amplios. Por otro lado, las cavidades naturales están asociadas a materiales kársticos, donde el proceso de disolución crea huecos que generan desequilibrio e inestabilidad, dando lugar a la ruptura o hundimiento del terreno. En el municipio, no se reconoció sustratos calcáreos, mismo que facilitarían la ocurrencia de cavidades internas que ocasionarían colapsos. La susceptibilidad a presentar hundimientos se ve reflejada en el mapa (Figura 89), donde se observa que gran parte de la zona urbana se encuentra en zonas medias y bajas de susceptibilidad.

Figura 89. Mapa de susceptibilidad de hundimientos para el municipio de San Lorenzo Cacaotepec, Oaxaca.



Fuente. Elaboración propia con base en SGM, INEGI y trabajo en campo

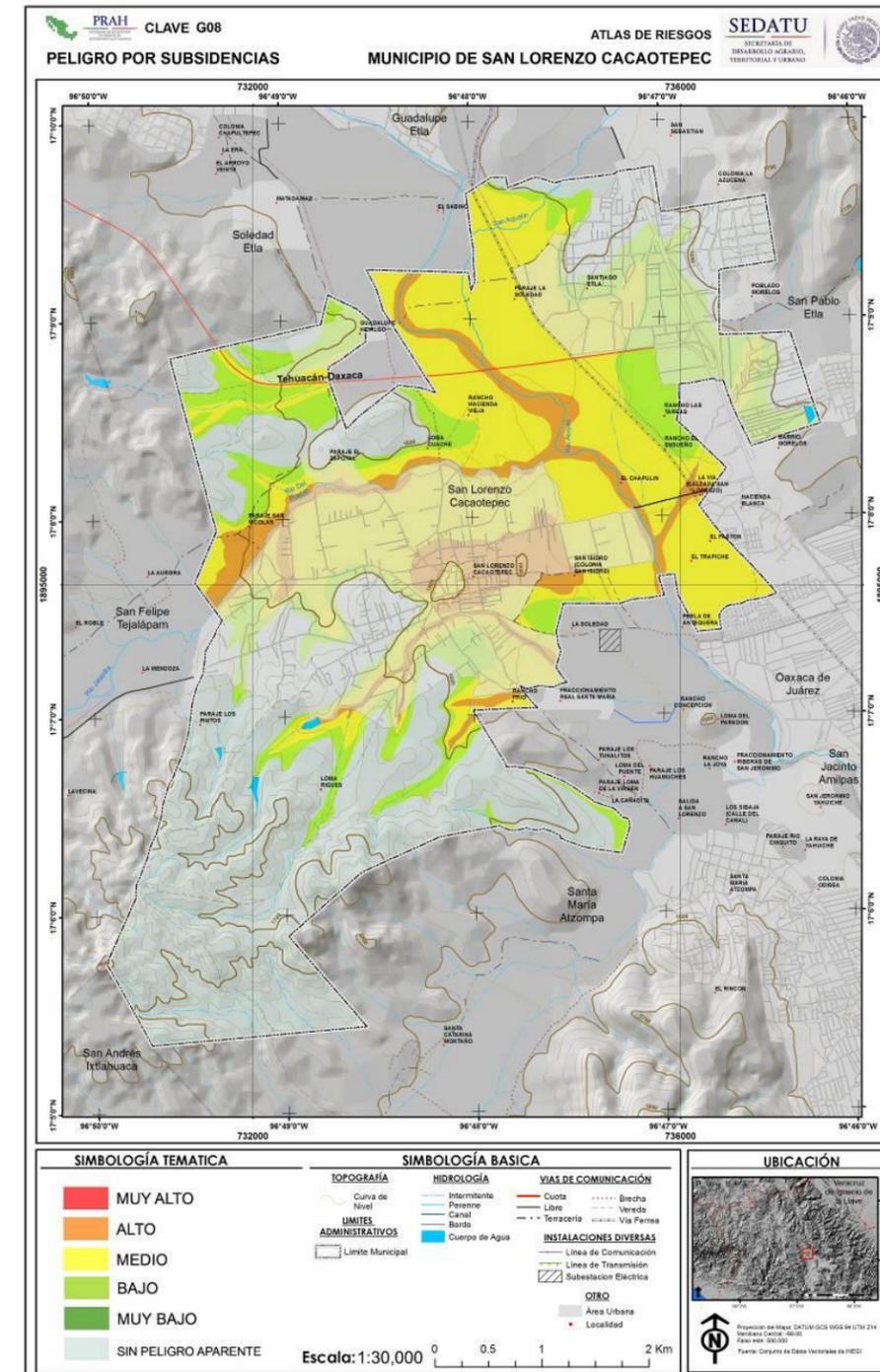
5.1.8 Subsistencia

La subsidencia es un hundimiento lento y progresivo que 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. Debido a que los hundimientos y subsidencias solo se distinguen por la velocidad del movimiento, el mapa para este peligro es similar al anterior.

La principal diferencia, ocurre en lo que se observó en campo. Durante el recorrido y al entrevistar a la población, principalmente de acuerdo con el reporte de protección civil, se reporta que una zona muy cercana a la cabecera municipal ha experimentado movimientos lentos del terreno. Los testimonios indican que las construcciones emplazadas al Este del palacio municipal, han sufrido agrietamiento y movimiento diferencial de las columnas o pilares. Reportan que es notorio el crecimiento de las mismas cuando el sustrato se encuentra hidratado. El material del que se compone esta zona es arcillo-limoso, con pedazos de precipitados de carbonatos. El material típicamente es aluvial, es decir fue depositado por el río, pero en la actualidad se encuentra hasta 20 m, por encima de la planicie de inundación. La pendiente de esta zona es baja, no mayor a los 15°. Pero se observaron claras grietas de desecación, lo cual significa que las arcillas tienden a compactarse en época seca y expandirse en temporada húmeda. Puede ser que esta sea la razón del movimiento del terreno. El movimiento puede clasificarse como reptación, pero debido a que su velocidad es reducida y no existe apartado en el atlas para este tipo de fenómeno se decidió colocar en este rubro.

Además de este fenómeno, se observó una gran cantidad de pozos de extracción en el municipio, lo que hace llamar la atención respecto a la sobreexplotación del manto freático, factor que puede acelerar la subsidencia en toda la llanura de inundación.

Figura 90. Mapa de susceptibilidad a subsidencias para el municipio de San Lorenzo Cacaotepec, Oaxaca.



Fuente. Elaboración propia con base en SGM, INEGI y trabajo en campo

Figura 91. Acercamiento de un nódulo de tierra que se encuentra en la zona con evidencias de movimiento horizontal del terreno. Nótese la formación de agregados (concentración circular de las partículas) y los manchones blanquecinos (precipitado de carbonatos)



Fuente. Recorrido en campo

Figura 92. Fotografía de las grietas de desecación en los terrenos cercanos a la planicie aluvial del río Atoyac.



Fuente. Recorrido en campo

Figura 93. Pozo de extracción, localizado en la planicie aluvial del río Santiago



Fuente. Recorrido en campo

5.1.9 Agrietamientos

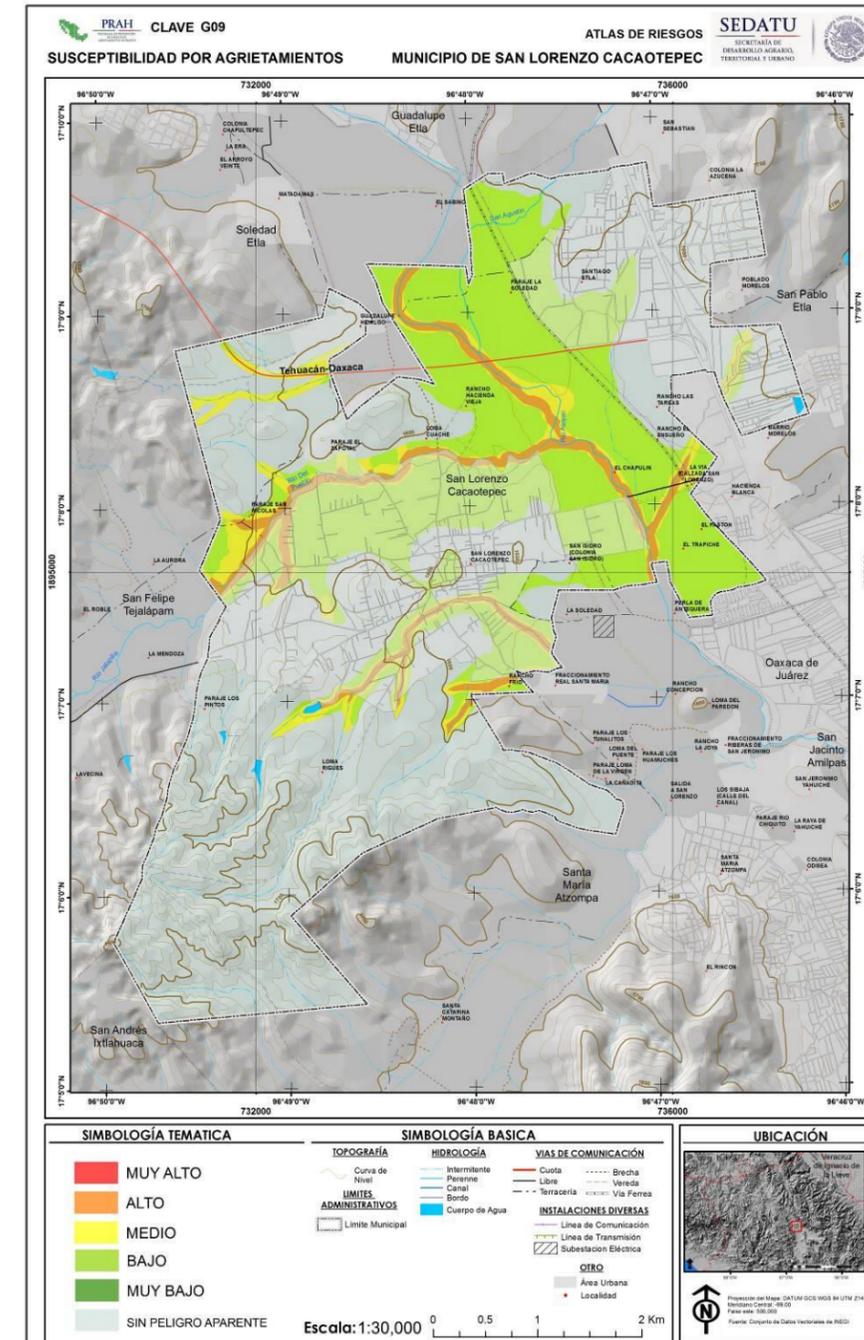
El fenómeno de agrietamiento del terreno, se ha asociado con la práctica de extracción excesiva de agua del subsuelo, ya sea para uso agrícola, industrial o de agua potable. Es un proceso muy común en localidades medias a grandes, así como en grandes ciudades. Aun así, este peligro puede tener diferentes orígenes. Comúnmente se asocia con la desecación de las arcillas o material fino. Por este motivo se asocia principalmente con la litología aluvial o proximidades de los ríos. En este sentido, el mapa de susceptibilidad de agrietamientos surca los principales ríos y su llanura aluvial.

Figura 94. Fotografía de un antiguo pozo de extracción en las inmediaciones de San Lorenzo Cacaotepec



Fuente. Recorrido en campo

Figura 95. Mapa de susceptibilidad de agrietamientos para el municipio de San Lorenzo Cacaotepec, Oaxaca.



Fuente. Elaboración propia con base en SGM, INEGI y trabajo en campo

De acuerdo con lo anterior, la naturaleza geológica y el proceso fluvial, son dos piezas fundamentales para el desarrollo del agrietamiento. Los depósitos aluviales son el lugar idóneo para la ocurrencia de esfuerzos horizontales (sin naturaleza tectónica). El material aluvial es aquel transportado y depositado por el agua. El material que constituye al aluvión varía desde la arcilla hasta las gravas, cantos y bloques. El material fino también es susceptible a presentar rotura superficial por efecto de la deshidratación, debido a que es posible alcanzar el límite de contracción. Este agrietamiento puede agruparse y formar suelos poligonales (Gutiérrez, 2008). En el municipio pudo observarse este agrietamiento por desecación (Fig.96).

Figura 96. Grietas por desecación en la llanura aluvial de San Lorenzo Cacaotepec.



Fuente. Recorrido en campo

El mapa de peligros por agrietamiento, muestra a los principales márgenes como las zonas más afectadas por este fenómeno (Fig. 96). También es posible la formación de grietas por pérdida de sustentación, Este fenómeno se debe principalmente por la erosión de los cauces en las terrazas aluviales. El fenómeno de zapa y divagación fluvial condiciona al territorio para que poco a poco los frentes fluviales, por esta razón las zonas más susceptibles de agrietamiento se encuentran en los márgenes de los principales ríos.

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.

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.

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 provocan un frente frío.

Figura 97. Cuadro 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 10

estaciones que rodean al municipio, los datos se obtuvieron de la base de datos del Sistema de Información Climatológica CLICOM, desarrollada por la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA, 2010).

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 (Inverse Distance Weighting), los datos que se obtienen de cada estación y que serán interpolados, son los siguientes:

Figura 98. Cuadro Relación Estaciones Meteorológicas con Datos Promedio Anuales de Temperatura Máxima

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

Fuente. ERIC

Con base en los análisis que se obtuvieron de los registros de temperatura de las estaciones meteorológicas de la región, se concluye que el municipio de San Lorenzo Cacaotepec, presenta un nivel de peligro muy alto ante la presencia de este fenómeno.

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

Resultados en Ondas Cálidas

En los siguientes mapas muestran la distribución de peligro por ondas cálidas en el municipio.

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).

Como se puede observar en el mapa de peligro por ondas cálidas, todo el territorio municipal esta ponderado como peligro alto la presencia de este fenómeno, registrando temperaturas del orden de 35°C.

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

Figura 99. Ponderación de afectación por localidad para ondas cálidas			
NIVEL	LOCALIDAD	POBLACION TOTAL	VIVIENDAS
ALTO	SAN LORENZO CACAOTEPEC	7351	1889
ALTO	SANTIAGO ETLA	4374	1100
ALTO	GUADALUPE HIDALGO	1228	280
ALTO	RANCHO HACIENDA VIEJA	181	45
ALTO	SAN ISIDRO (COLONIA SAN ISIDRO)	130	37
ALTO	PARAJE EL ZAPOTAL	123	33
ALTO	PARAJE SAN NICOLAS	91	22
ALTO	LOMA CUACHE	87	18
ALTO	EL PASTON	32	7
ALTO	LA VIA (CALZADA SAN LORENZO)	29	6
ALTO	RANCHO EL ENSUEDO	21	6
ALTO	PARAJE LOS PINTOS	19	7
ALTO	PARAJE LA SOLEDAD	14	4
ALTO	RANCHO FRIO	12	2
ALTO	EL TRAPICHE	10	3
ALTO	RANCHO LAS TAREAS	2	1
Total del Municipio		13704	3460

Fuente. Elaboración propia con base en ERIC

La contaminación ambiental y el incremento de las emisiones de gases de efecto invernadero que provoca el ser humano, representan un factor en la frecuencia y la intensidad de las temperaturas extremas. 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.

Figura 100. Cuadro. Temperaturas máximas asociadas a diferentes periodos de retorno [°C]

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

Fuente. Elaboración propia con base en ERIC

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.

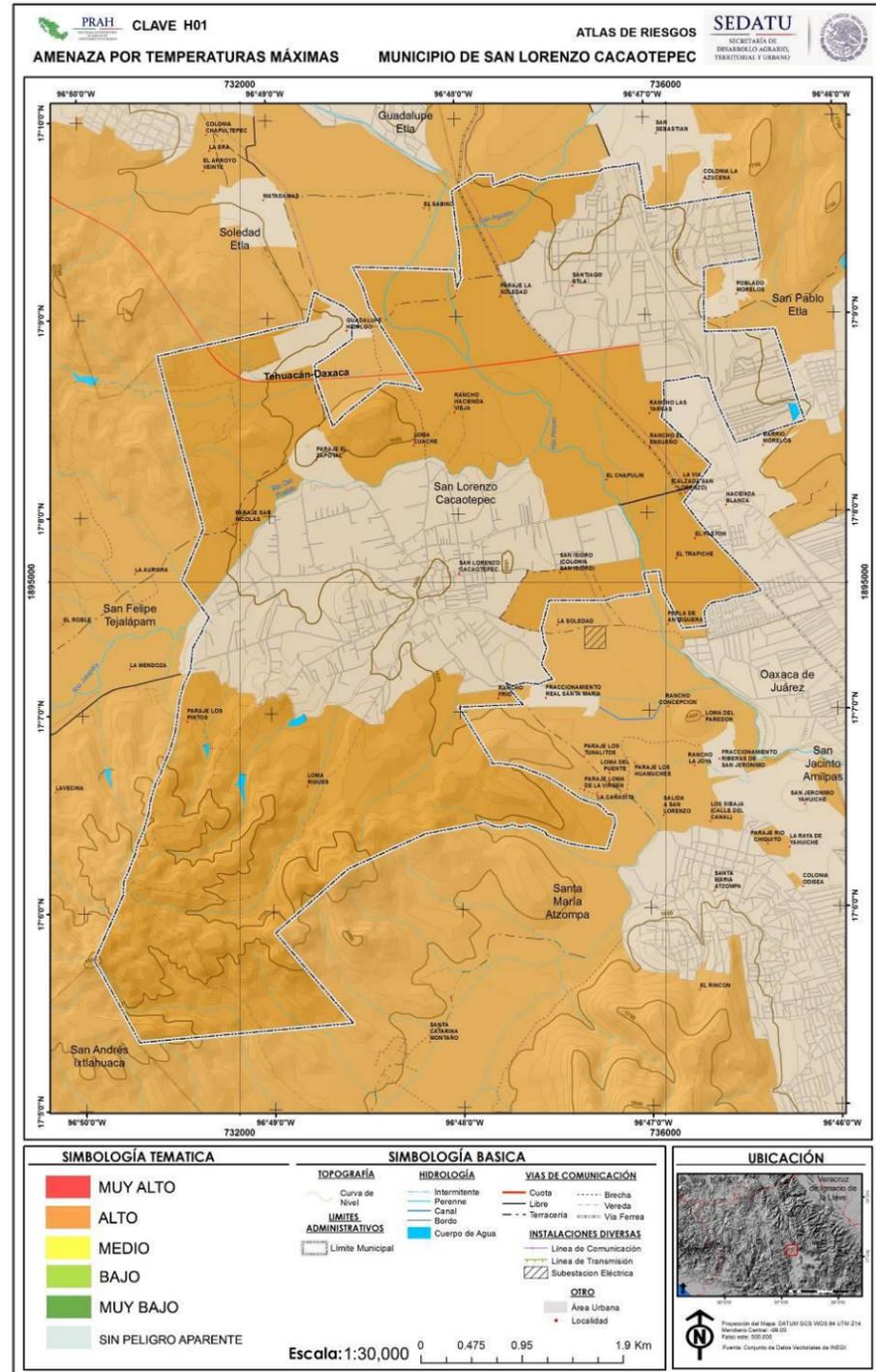
Figura 101. Cuadro. Vulnerabilidad por ondas cálidas

VULNERABILIDAD POR ONDAS CÁLIDAS				
Tr				
No. ESTACIÓN	5	10	25	50
20040	LÍMITE SUPERIOR DE TOLERANCIA			
20151	LÍMITE SUPERIOR DE TOLERANCIA			
20034	LÍMITE SUPERIOR DE TOLERANCIA			
20258	LÍMITE SUPERIOR DE TOLERANCIA			
20367	LÍMITE SUPERIOR DE TOLERANCIA			
20079	LÍMITE SUPERIOR DE TOLERANCIA			
20329	LÍMITE SUPERIOR DE TOLERANCIA			
20044	LÍMITE SUPERIOR DE TOLERANCIA			
20507	LÍMITE SUPERIOR DE TOLERANCIA			
20022	LÍMITE SUPERIOR DE TOLERANCIA			
20040	LÍMITE SUPERIOR DE TOLERANCIA			

Fuente: Elaboración propia en base a registros de CLICOM

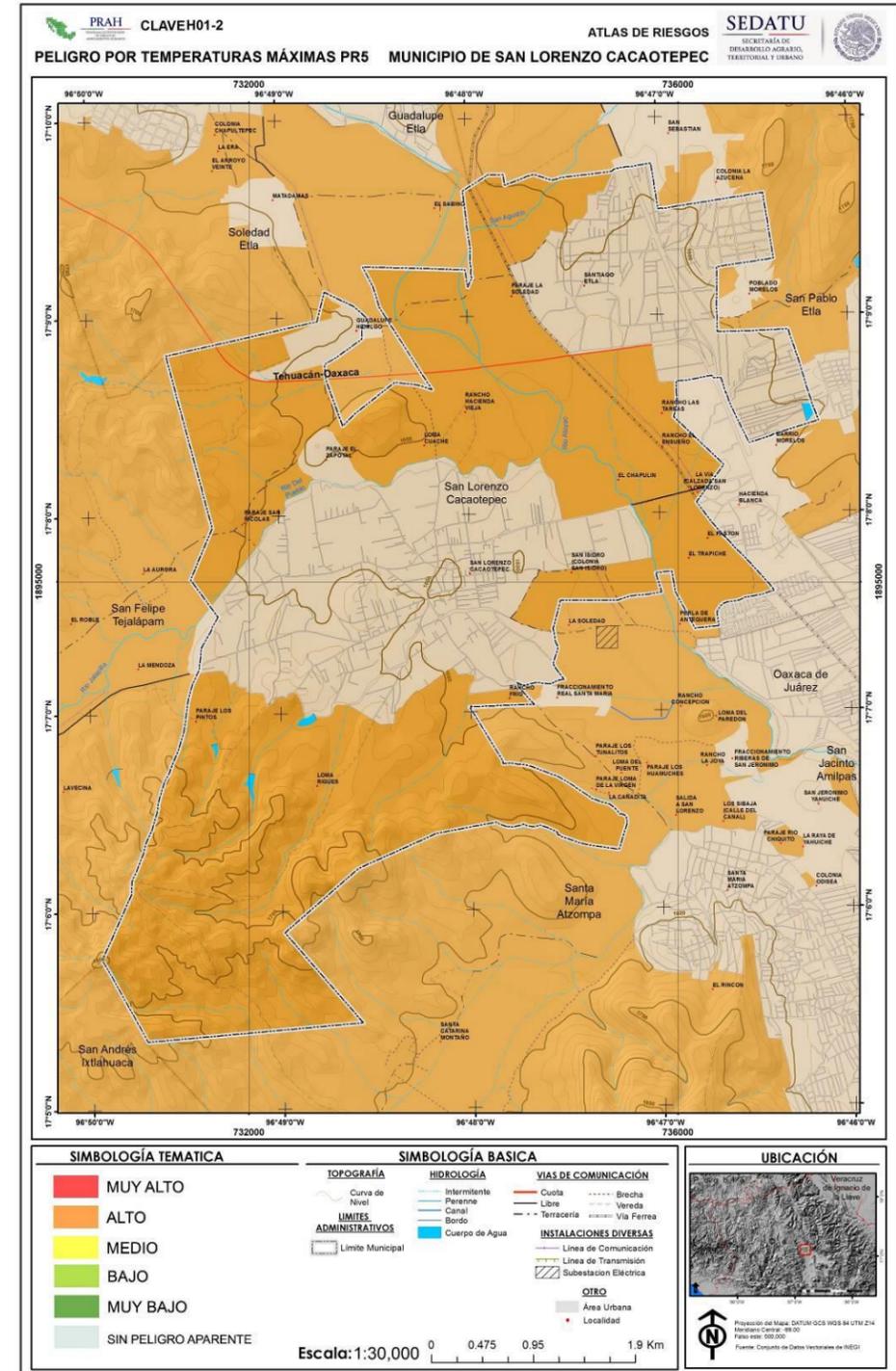
Con base en la información anterior, se concluye que en el municipio el peligro por temperaturas máximas extremas para periodos de retornos menores o iguales a 5 años es muy alto (límite superior de tolerancia) y para periodos de retorno mayores a 5 años y menores a 50 años también es muy alto (límite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

Figura 102. Mapa de amenaza por temperaturas máximas para el municipio de San Lorenzo Cacaotepec, Oax.



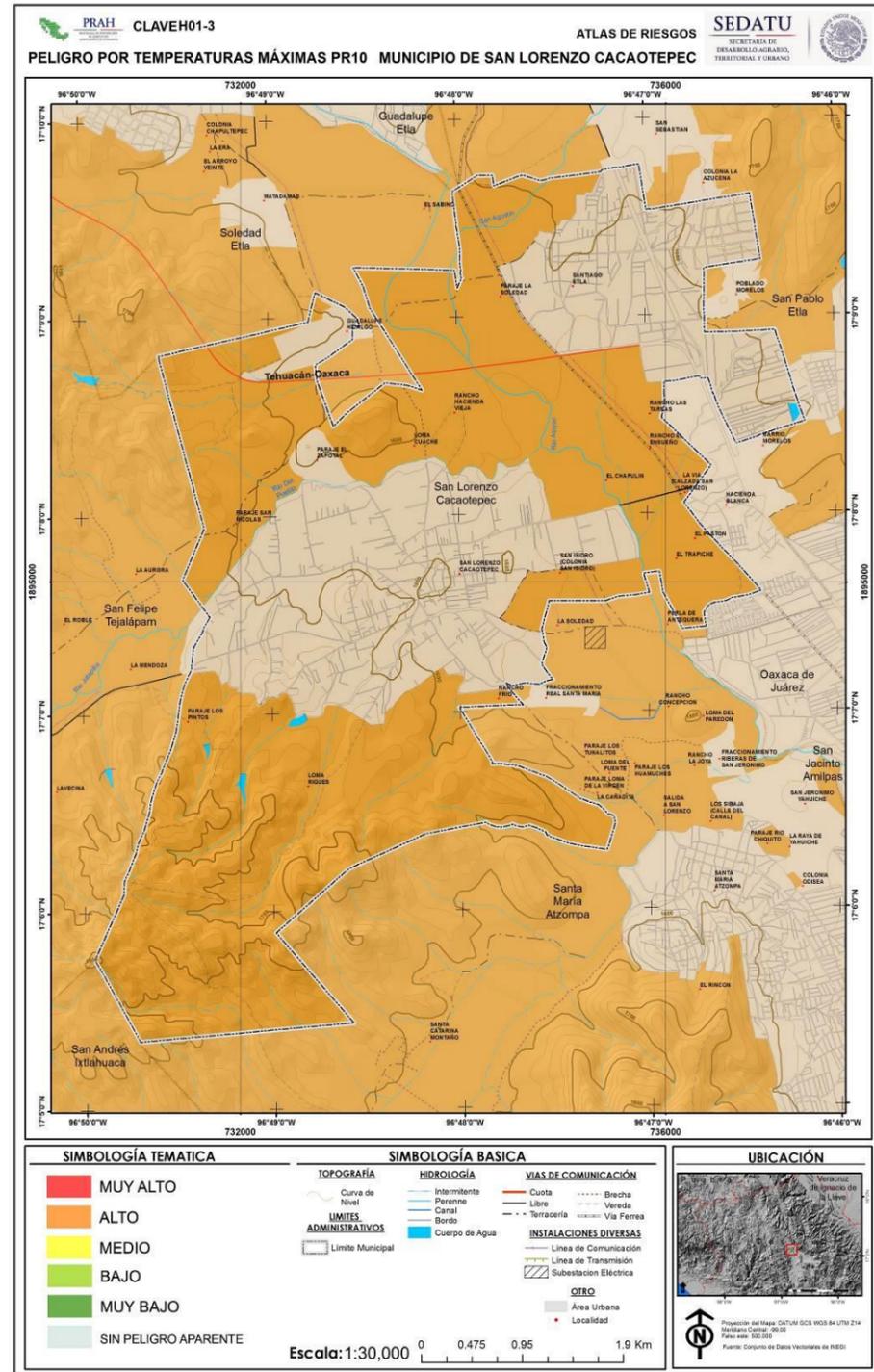
Fuente: Elaboración propia en base a registros de CLICOM

Figura 103. Mapa de peligro por temperaturas máximas con periodo de retorno de 5 años



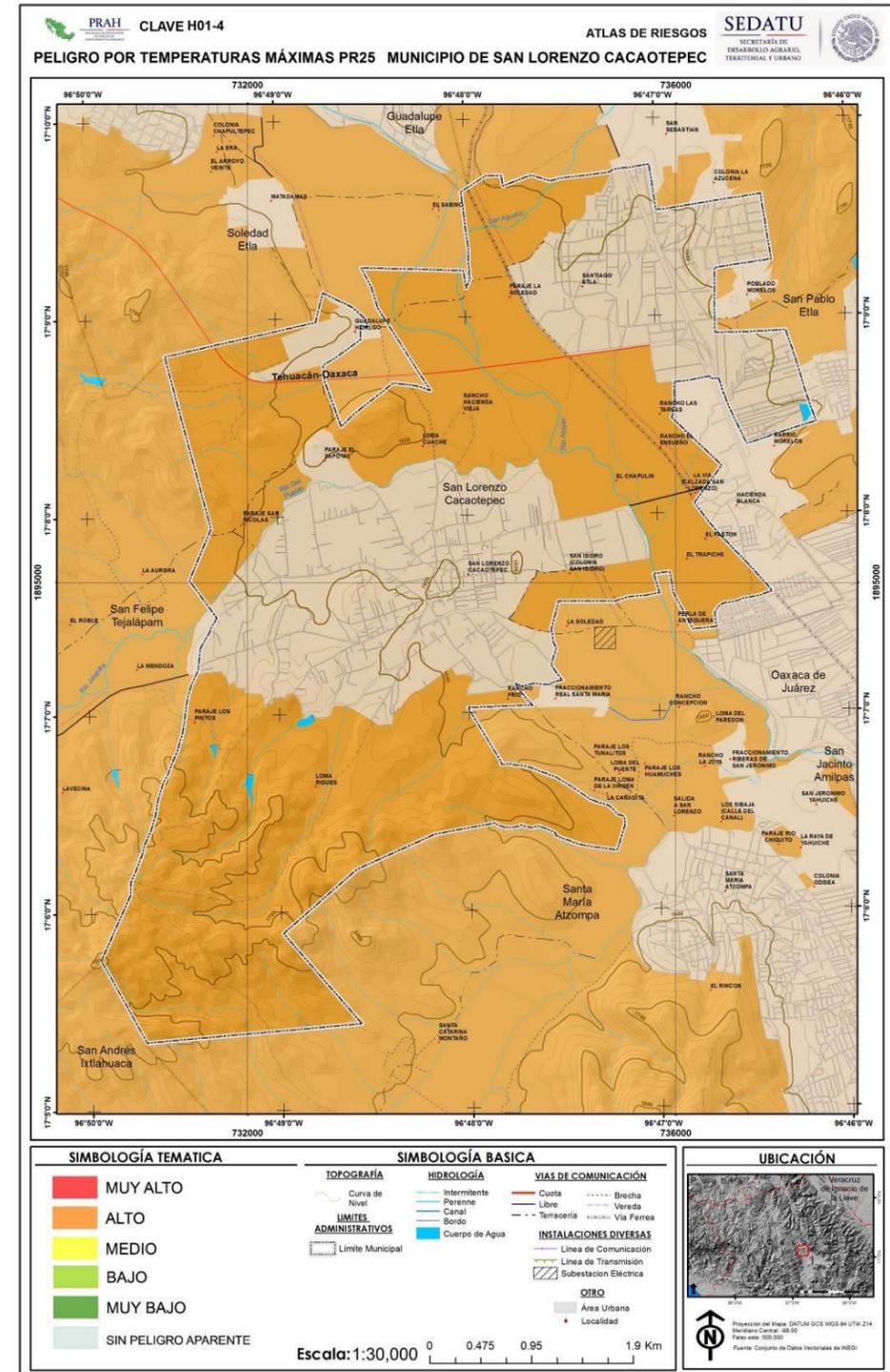
Fuente: Elaboración propia en base a registros de CLICOM

Figura 104. Mapa de peligro por temperaturas máximas con periodo de retorno de 10 años



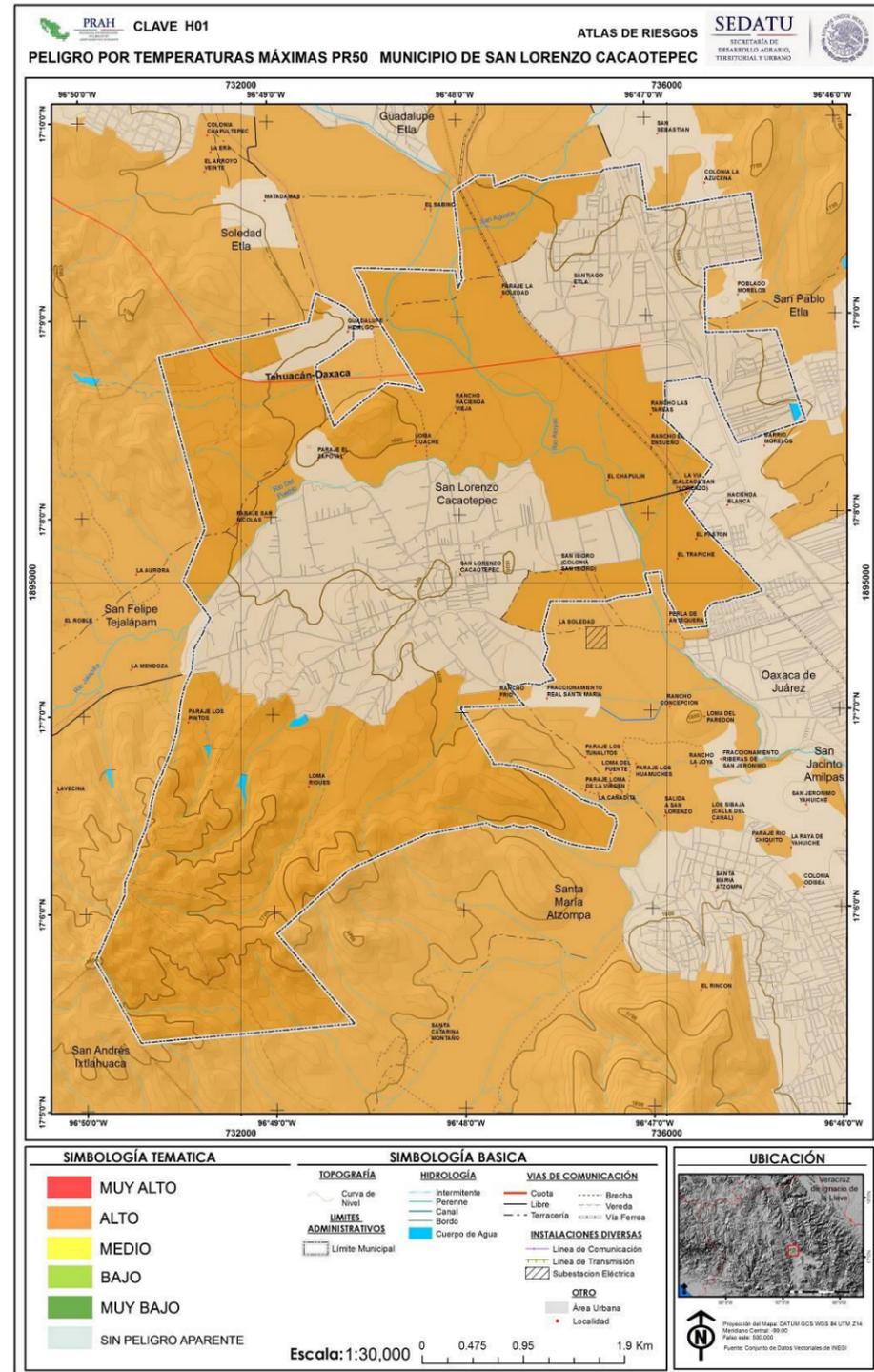
Fuente: Elaboración propia en base a registros de CLICOM

Figura 105. Mapa de peligro por temperaturas máximas con periodo de retorno de 25 años



Fuente: Elaboración propia en base a registros de CLICOM

Figura 106. Mapa de peligro por temperaturas máximas con periodo de retorno de 50 años



Fuente: Elaboración propia en base a registros de CLICOM

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 predice 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 dichas estaciones climatológicas.

Figura 107. Relación de estaciones meteorológicas con datos promedio anuales de temperaturas mínimas

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

Fuente. ERIC 3

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.

Figura 108. Cuadro. Temperaturas mínimas asociadas a diferentes periodos de retorno [°C]

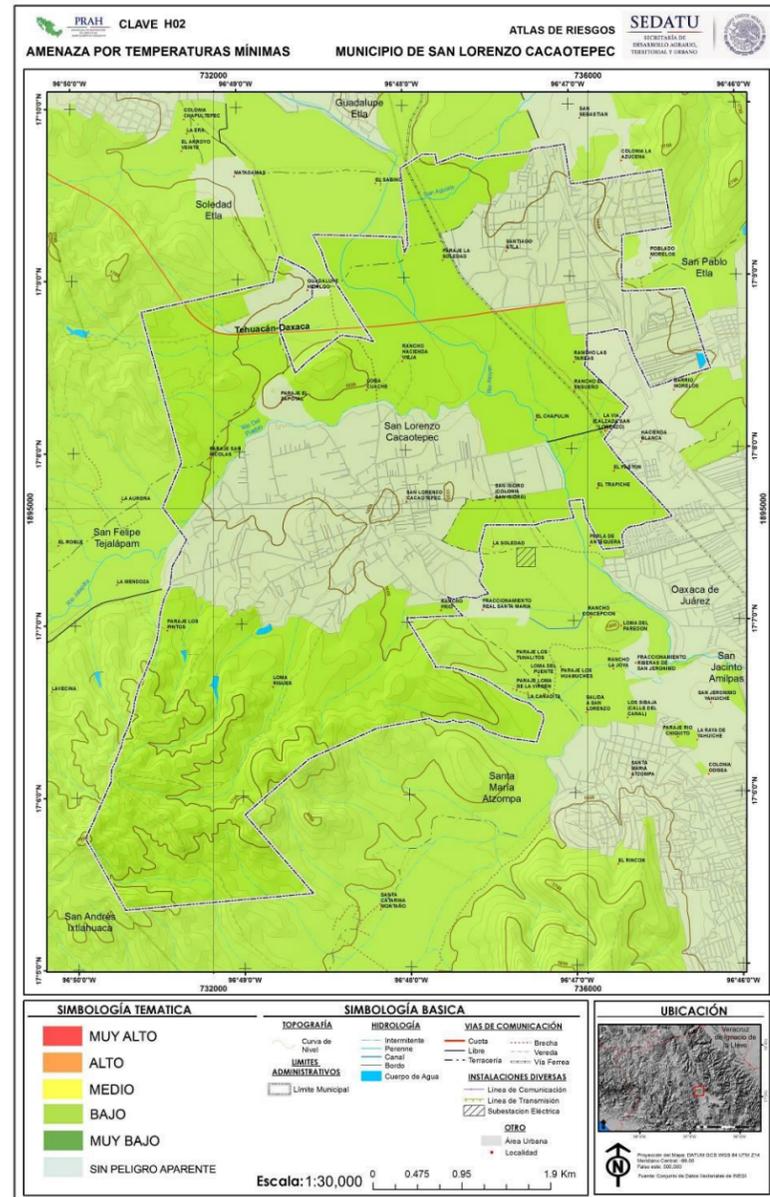
TEMPERATURAS MINIMAS ASOCIADAS A DIFERENTES PERIODOS DE RETORNO [°C]				
No. ESTACIÓN	Tr			
	5	10	25	50
20040	-0.32	-1.16	-2.33	-3.06
20151	2.48	1.5	0.25	-1.09
20034	2.09	1.44	0.37	-1.17
20258	2.59	1.94	0.68	-1.54
20367	2.64	1.85	0.76	-1.13
20079	3.52	2.32	1.06	-0.87
20329	4.15	2.79	1.36	-0.2
20044	0.97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

Fuente. ERIC 3

Resultados en Ondas Gélidas

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

Figura 109. Mapa de amenaza por temperaturas mínimas de San Lorenzo Cacaotepec, Oax.



Fuente: Elaboración propia en base a registros de CLICOM

Como se puede observar en el mapa de índice de peligro, todo el territorio municipal esta ponderado como alto para dicho fenómeno. Las temperaturas mínimas en las estaciones analizadas presentan una intensidad que va de los -0.66°C hasta los 6.16°C .

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.

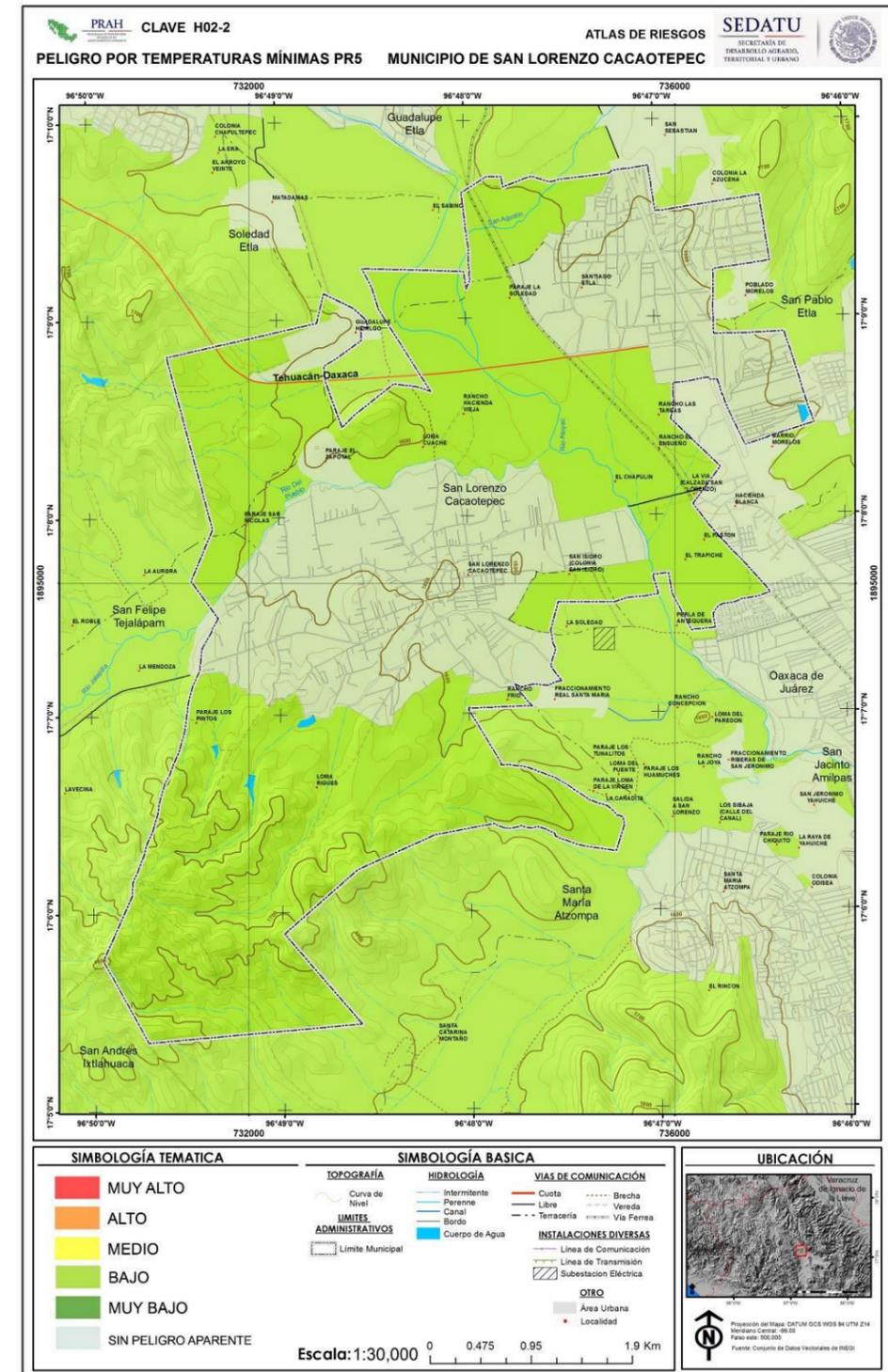
En la siguiente tabla se muestra la vulnerabilidad por ondas gélidas para cada una de las localidades.

Figura 110. Ponderación de afectación por localidad para ondas gélidas

Ponderación de afectación por localidad para ondas gélidas			
NIVEL	LOCALIDAD	POBLACION TOTAL	VIVIENDAS
BAJO	SAN LORENZO CACAOTEPEC	7351	1889
BAJO	SANTIAGO ETLA	4374	1100
BAJO	GUADALUPE HIDALGO	1228	280
BAJO	RANCHO HACIENDA VIEJA	181	45
BAJO	SAN ISIDRO (COLONIA SAN ISIDRO)	130	37
BAJO	PARAJE EL ZAPOTAL	123	33
BAJO	PARAJE SAN NICOLAS	91	22
BAJO	LOMA CUACHE	87	18
BAJO	EL PASTON	32	7
BAJO	LA VIA (CALZADA SAN LORENZO)	29	6
BAJO	RANCHO EL ENSUEÑO	21	6
BAJO	PARAJE LOS PINTOS	19	7
BAJO	PARAJE LA SOLEDAD	14	4
BAJO	RANCHO FRIO	12	2
BAJO	EL TRAPICHE	10	3
TOTAL DEL MUNICIPIO		13704	3460

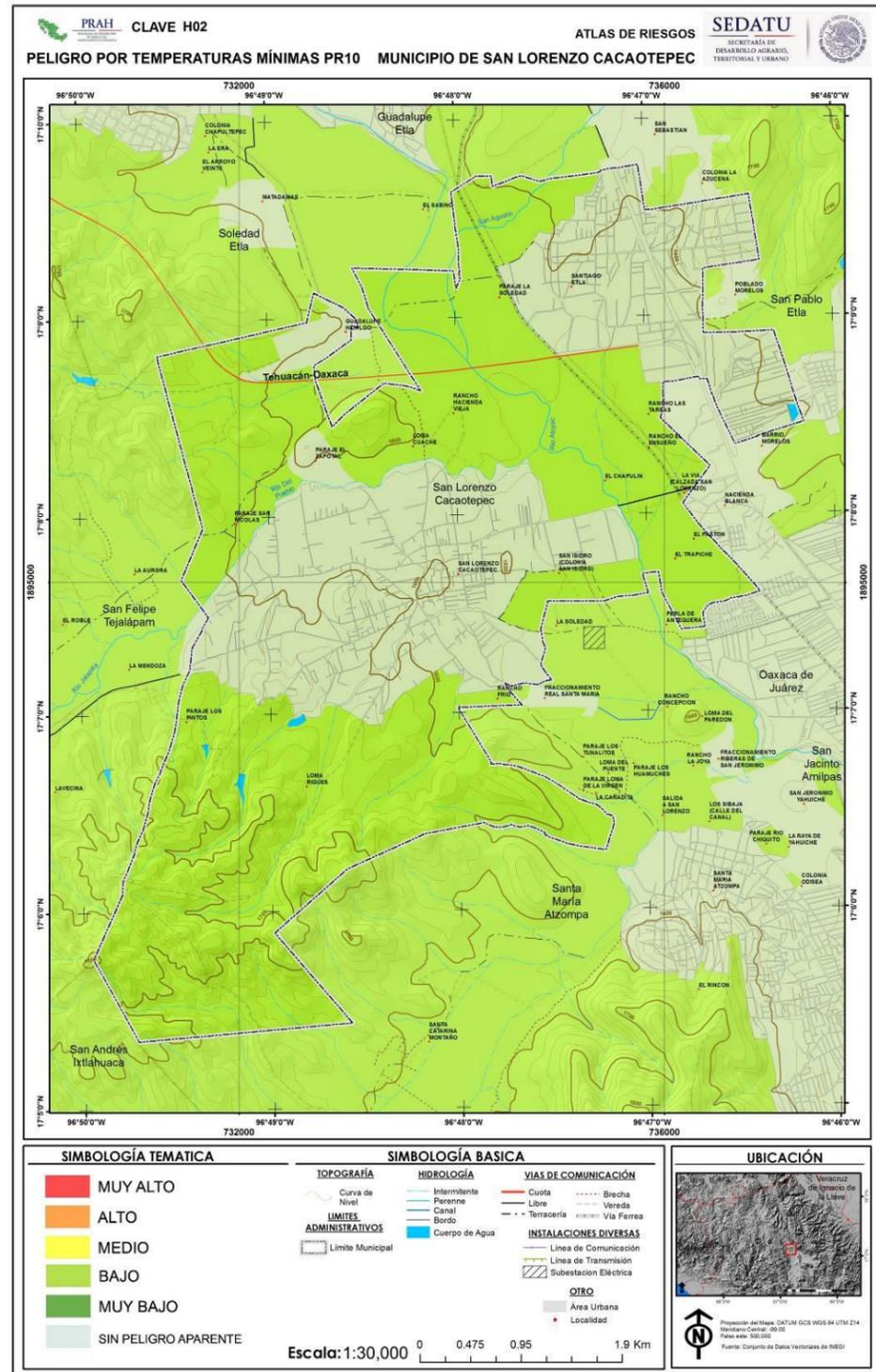
Fuente: Modelación Cartográfica.

Figura 111. Mapa de peligro por temperaturas mínimas con periodo de retorno de 5 años



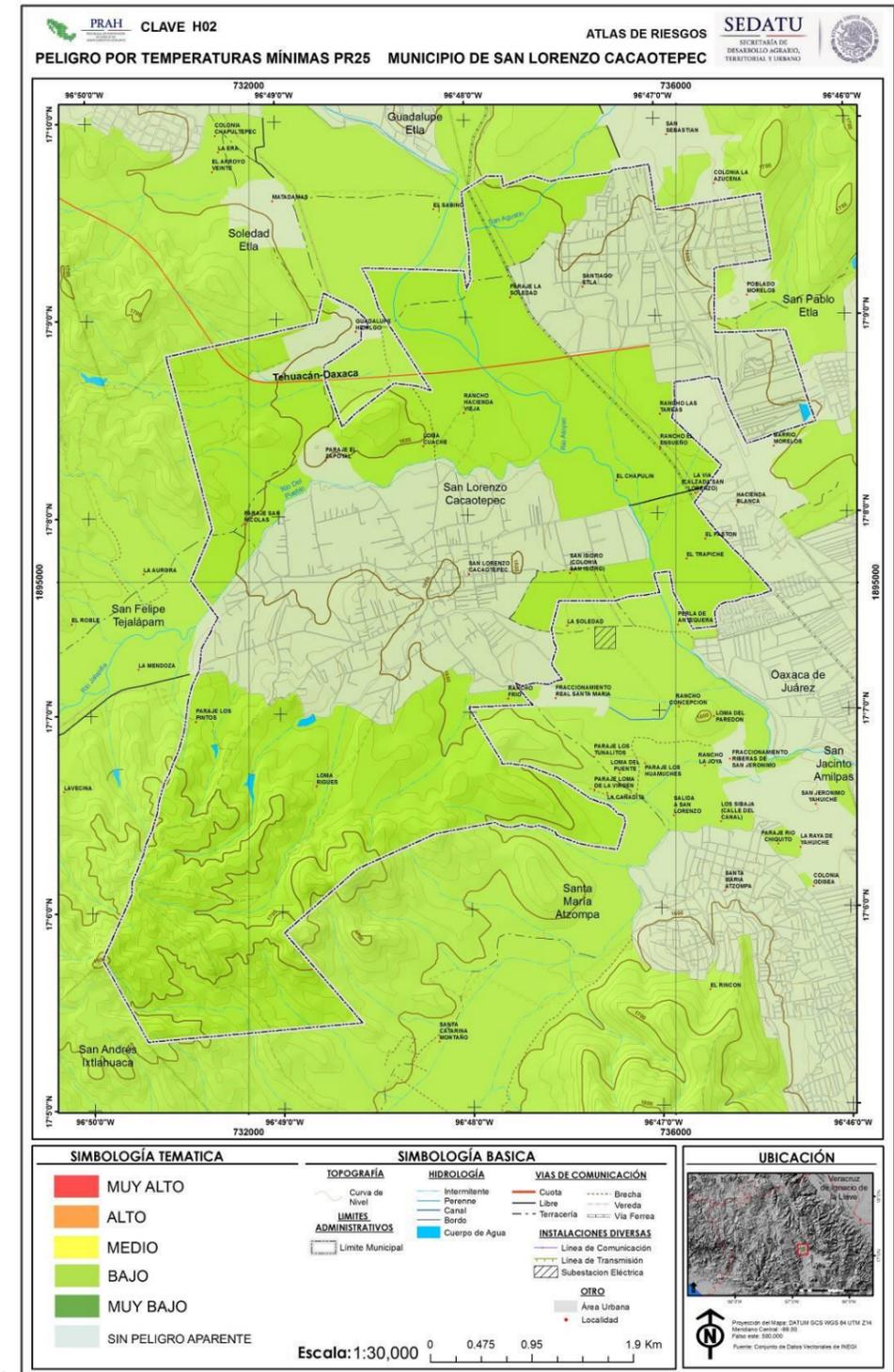
Fuente: Elaboración propia en base a registros de CLICOM

Figura 112. Mapa de peligro por temperaturas mínimas con periodo de retorno de 10 años



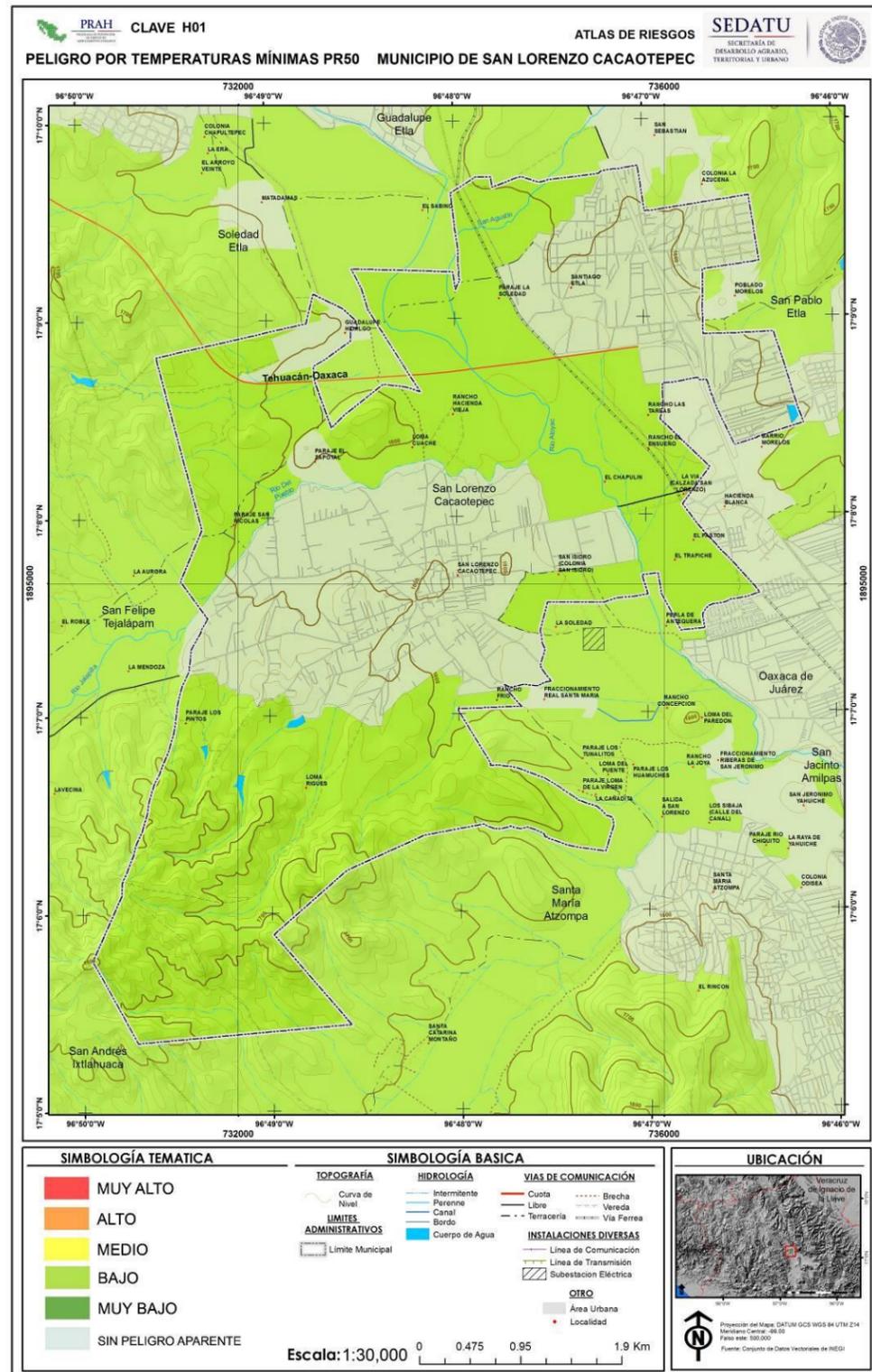
Fuente: Elaboración propia en base a registros de CLICOM

Figura 113. Mapa de peligro por temperaturas mínimas con periodo de retorno de 25 años



Fuente: Elaboración propia en base a registros de CLICOM

Figura 114. Mapa de peligro por temperaturas mínimas con periodo de retorno de 50 años



Fuente: Elaboración propia en base a registros de CLICOM

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 ligada al momento de la aparición de la escasez de precipitación, su intensidad y la duración del evento. En cuanto a sus características espaciales las zonas afectadas por las sequías se desarrollan gradualmente, como se planteaba anteriormente.

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

Impactos de la sequía

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

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

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

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

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

a) Anormalmente seco

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

b) Sequía moderada

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

c) Sequía severa

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

d) Sequía extrema

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

e) Sequía excepcional

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

La cartografía generada por el NA-DM, fue utilizada para determinar a escala estatal, los meses y años en los cuales el municipio ha presentado algún grado de sequía (Figura 116).

Figura 115. Tabla. Registro mensual de presencia de sequía en el territorio de san Lorenzo Cacaotepec (2009 - 2014)

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

Fuente. Monitor de sequía de América del Norte



Fuente. Monitor de sequía de América del Norte

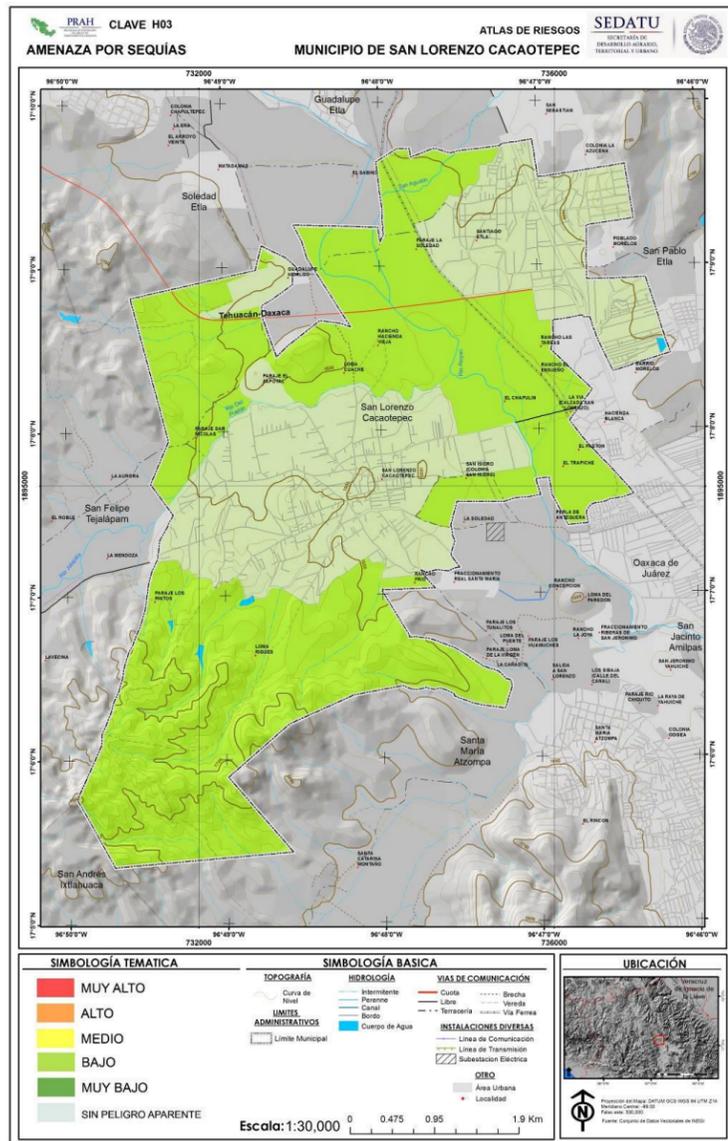
Con base en la cartografía del NA-DM del período de 2009 a septiembre 2014, el municipio de San Lorenzo Cacaotepec, es afectado por los siguientes tipos de sequias: Anormalmente seco y sequía moderada, siendo la primera la más representativa en el municipio, por lo que el peligro por éste tipo de fenómeno 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 amenaza por sequía, todo el territorio municipal esta ponderado como peligro bajo ante la presencia de este fenómeno.

Figura 116. Mapa de amenaza por sequías para el municipio de San Lorenzo Cacaotepec, Oax.



Fuente. Monitor de sequía de América del Norte

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

Figura 117. Registro de periodos, categorías máximas de sequía para el municipio de San Lorenzo Cacaotepec, con base en el monitor de sequía de América del Norte

Registro de periodos, categorías máximas de sequía para el municipio de San Lorenzo Cacaotepec		
GRADO DE SEQUIA	AÑO	MES
ANORMALMENTE SECO	2011	JUNIO
ANORMALMENTE SECO	2011	MAYO
ANORMALMENTE SECO	2011	ABRIL
SEQUIA MODERADA	2011	MARZO
ANORMALMENTE SECO	2010	MAYO
ANORMALMENTE SECO	2009	AGOSTO

Fuente: Monitor de sequía de América del Norte.

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

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

Figura 118. Tabla. Ponderación de afectación por localidad para sequia

NIVEL	LOCALIDAD	POBLACION TOTAL	VIVIENDAS
BAJO	SAN LORENZO CACAOTEPEC	7351	1889
BAJO	SANTIAGO ETLA	4374	1100
BAJO	GUADALUPE HIDALGO	1228	280
BAJO	RANCHO HACIENDA VIEJA	181	45
BAJO	SAN ISIDRO (COLONIA SAN ISIDRO)	130	37
BAJO	PARAJE EL ZAPOTAL	123	33

BAJO	PARAJE SAN NICOLAS	91	22
BAJO	LOMA CUACHE	87	18
BAJO	EL PASTON	32	7
BAJO	LA VIA (CALZADA SAN LORENZO)	29	6
BAJO	RANCHO EL ENSUEDO	21	6
BAJO	PARAJE LOS PINTOS	19	7
BAJO	PARAJE LA SOLEDAD	14	4
BAJO	RANCHO FRIO	12	2
BAJO	EL TRAPICHE	10	3
TOTAL DEL MUNICIPIO		13704	3460

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 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

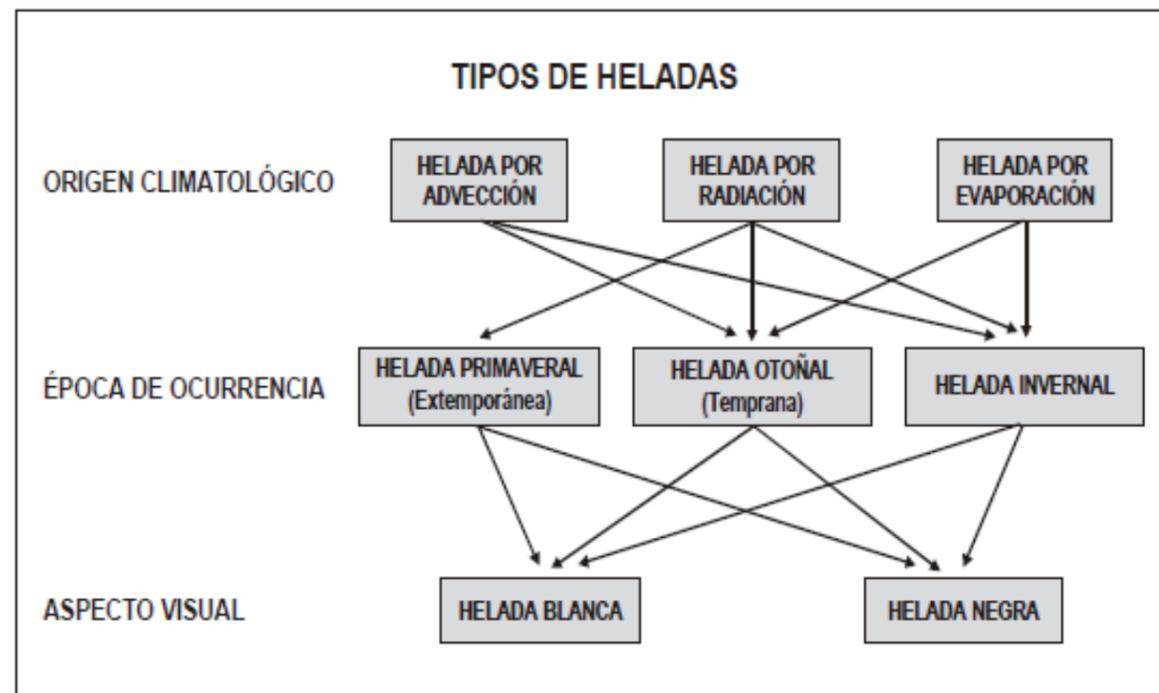
Las heladas se pueden agrupar en varias categorías de acuerdo a distintos criterios, en lo que respecta al efecto visual en los cultivos, se tienen dos tipos de heladas, la blanca y la negra. Las blancas forman una



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).

Figura 119. Tipos de heladas



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

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

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

Figura 120. Cuadro. Efectos ambientales por heladas

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 vías respiratorias. se comienza a utilizar la calefacción.
-6.5 a -11.5 °	SEVERA	los daños son fuertes en las hojas y frutos de árboles frutales. se rompen algunas tuberías de agua por aumento de volumen. se incrementan las enfermedades respiratorias. existen algunos descesos por hipotermia.
<-11.5	MUY SEVERA	muchas plantas pierden todos sus órganos. algunos frutos no protegidos se dañan totalmente. los daños son elevados en las zonas tropicales.

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

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

Figura 121. Cuadro. Relación de estaciones meteorológicas con datos promedio de temperaturas mínimas diarias

Relación de estaciones meteorológicas con datos promedio de temperaturas mínimas diarias											
No. ESTACIÓN	NOMBRE DE LA ESTACIÓN	ESTADO	TEMPERATURAS MINIMAS °C	N O V	DI C	EN E	FEB	MA R	LATITUD	LONGITUD	ALTITU D MSNM
20040	IXTEPEJI	OAXACA	0.66	-3	-6	-3	-5	-1	17°16'00" N	96°32'59" W	1,926
20151	SAN FRANCISCO TELIXTLAHUACA	OAXACA	3.76	1.2	0	-2	-2	2	17°18'00" N	96°54'00" W	2,260
20034	ETLA	OAXACA	3.33	1	1	0	0	1	17°12'26" N	96°47'59" W	1,671
20258	SANTO DOMINGO BARRIO BAJO	OAXACA	3.87	0	-2.5	-1	-2	2	17°12'00" N	96°46'48" W	1,678
20367	PRESA EL ESTUDIANTE	OAXACA	4.08	2	0	0	2	4	17°08'11" N	96°37'41" W	3,034
20079	OAXACA	OAXACA	5.08	2.5	0.5	0.5	1	3	17°04'59" N	96°42'35" W	1,594
20329	FORTIN	OAXACA	6.16	5	2	0	3	3	17°04'00" N	96°43'00" W	2,301
20044	JALAPA DEL VALLE	OAXACA	1.83	0	0	-1	0	1	17°03'57" N	96°52'42" W	1,742
20507	DIAZ ORDAZ	OAXACA	2.5	1	1	-3	-2	1	16°59'50" N	96°25'57" W	1,713
20022	COYOTEPEC	OAXACA	1.66	1	-5	-2	-3	0	16°57'24" N	96°42'02" W	1,533

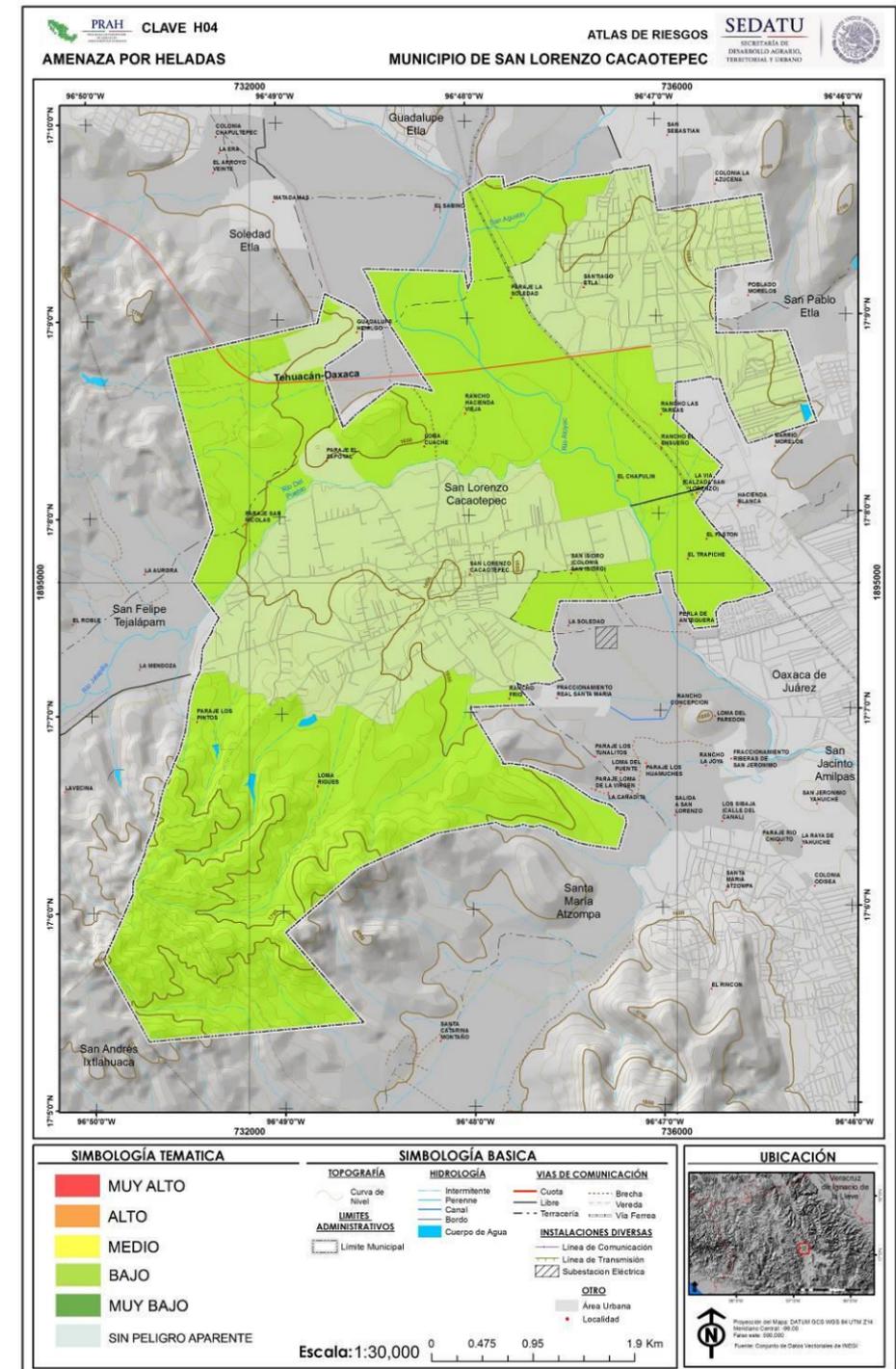
Fuente: Elaboración propia en base a registros de CLICOM y CONAGUA

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

- Rellenado de datos Faltantes.
- Filtrado de datos que afectan a la muestra.
- Obtención de valores mínimos diarios anuales históricos de temperaturas mínimas.
- Ajuste de Función de probabilidad Derivado de los análisis que se obtuvieron de los registros de temperatura de las estaciones meteorológicas de la región, se registran en promedio temperaturas mínimas entre 5°C y 6°C, por lo cual se concluye que el municipio de San Lorenzo Cacaotepec, presenta un nivel de peligro bajo y muy bajo ante la presencia de este fenómeno.

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

Figura 122. Mapa amenaza por heladas para el municipio de San Lorenzo Cacaotepec, Oax



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 amenaza por heladas, la zona ponderada como peligro bajo, cubre la parte sur del municipio y la parte norte del municipio ha sido ponderada como peligro bajo. En lo que respecta a la zona urbana de San Lorenzo Cacaotepec, la mayor parte se localiza en el polígono ponderado como peligro bajo.

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

Figura 123. Tabla. Ponderación de afectación por localidad para heladas

TABLA. Ponderación de afectación por localidad para heladas			
NIVEL	LOCALIDAD	POBLACION TOTAL	VIVIENDAS
BAJO	SAN LORENZO CACAOTEPEC	7351	1889
BAJO	SANTIAGO ETLA	4374	1100
BAJO	GUADALUPE HIDALGO	1228	280
BAJO	RANCHO HACIENDA VIEJA	181	45
BAJO	SAN ISIDRO (COLONIA SAN ISIDRO)	130	37
BAJO	PARAJE EL ZAPOTAL	123	33
BAJO	PARAJE SAN NICOLAS	91	22
BAJO	LOMA CUACHE	87	18
BAJO	EL PASTON	32	7
BAJO	LA VIA (CALZADA SAN LORENZO)	29	6
BAJO	RANCHO EL ENSUEÑO	21	6
BAJO	PARAJE LOS PINTOS	19	7
BAJO	PARAJE LA SOLEDAD	14	4
BAJO	RANCHO FRIO	12	2
BAJO	EL TRAPICHE	10	3
TOTAL DEL MUNICIPIO		13704	3460

Fuente: Modelación Cartográfica. Derivado de los análisis que se obtuvieron de los registros de temperatura de las estaciones meteorológicas de la región, se concluye que el municipio de San Lorenzo Cacaotepec, presenta un nivel de peligro bajo ante la presencia de este fenómeno.

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. (figura125). En el estado de OAXACA, se considera un área con muy bajo grado de intensidad en su superficie, debido al mínimo de ocurrencias registradas por año.

Figura 124. Número de días con granizo, al año en la República Mexicana



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

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

Figura 125. Cuadro. Relación de Estaciones Meteorológica con Datos Promedio Anuales de Granizo

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

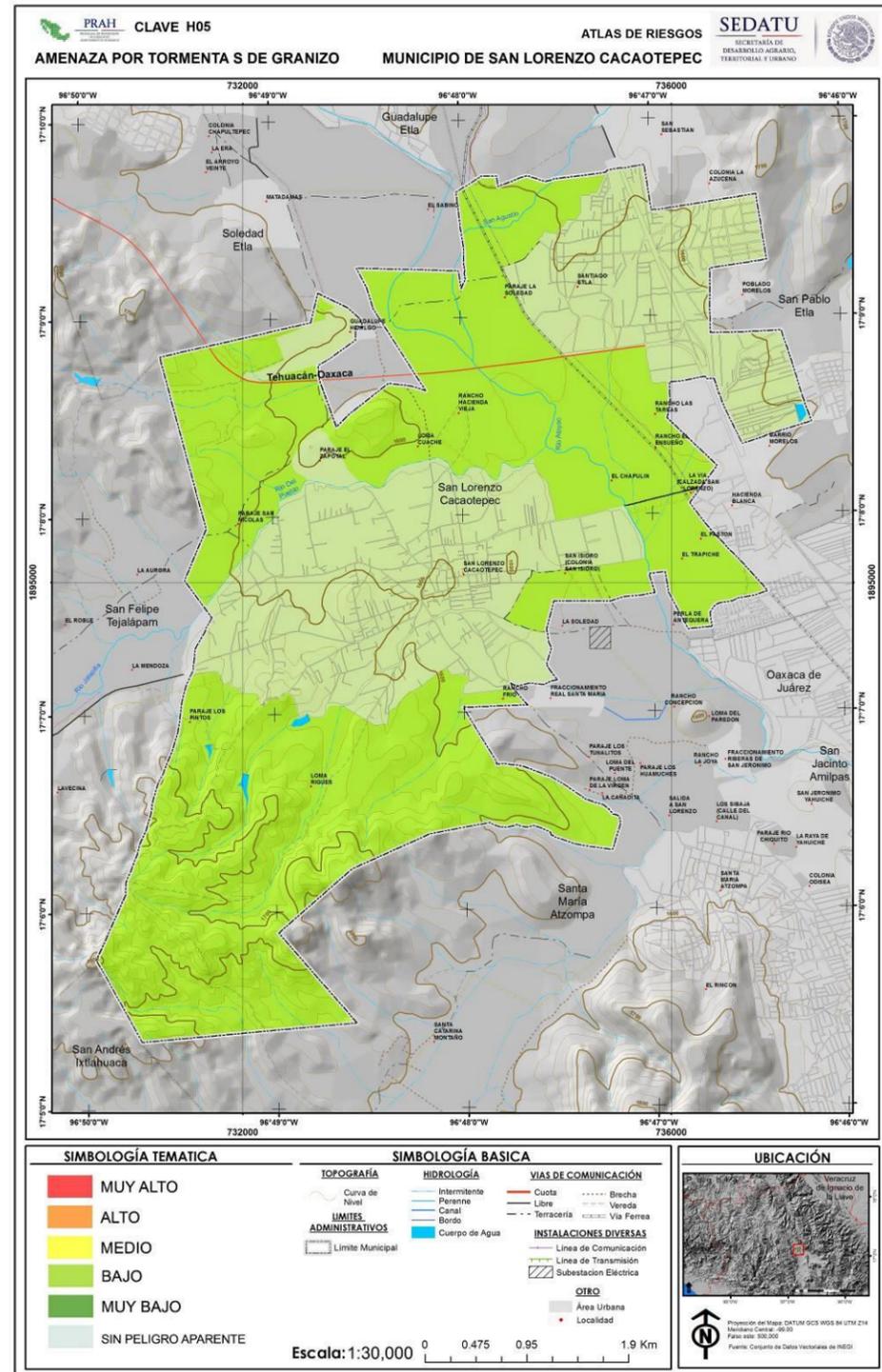
Fuente. ERIC

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.

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

Figura 126. Mapa de amenazas por Tormentas de Granizo en el municipio de San Lorenzo Cacaotepec, Oax.



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

Como se puede observar en el mapa de peligro por granizo, la zona ponderada como peligro bajo, abarca la parte norte y este del territorio municipal, dentro de este polígono se encuentra ubicada la zona urbana de San Lorenzo Cacaotepec, en lo que corresponde a la parte restante del territorio el peligro también es bajo ante la presencia de dicho fenómeno.

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

Figura 127. Cuadro. Ponderación de afectación por localidad para granizo

Ponderación de afectación por localidad para tormentas de granizo			
NIVEL	LOCALIDAD	POBLACION TOTAL	VIVIENDAS
BAJO	SAN LORENZO CACAOTEPEC	7351	1889
BAJO	SANTIAGO ETLA	4374	1100
BAJO	GUADALUPE HIDALGO	1228	280
BAJO	RANCHO HACIENDA VIEJA	181	45
BAJO	SAN ISIDRO (COLONIA SAN ISIDRO)	130	37
BAJO	PARAJE EL ZAPOTAL	123	33
BAJO	PARAJE SAN NICOLAS	91	22
BAJO	LOMA CUACHE	87	18
BAJO	EL PASTON	32	7
BAJO	LA VIA (CALZADA SAN LORENZO)	29	6
BAJO	RANCHO EL ENSUEÑO	21	6
BAJO	PARAJE LOS PINTOS	19	7
BAJO	PARAJE LA SOLEDAD	14	4
BAJO	RANCHO FRIO	12	2
BAJO	EL TRAPICHE	10	3
TOTAL DEL MUNICIPIO		13704	3460

Fuente. Elaboración propia

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

Figura 128. Mapa de amenazas por nevadas para el municipio de San Lorenzo Cacaotepec, Oax.

5.2.5 Tormentas de nieve

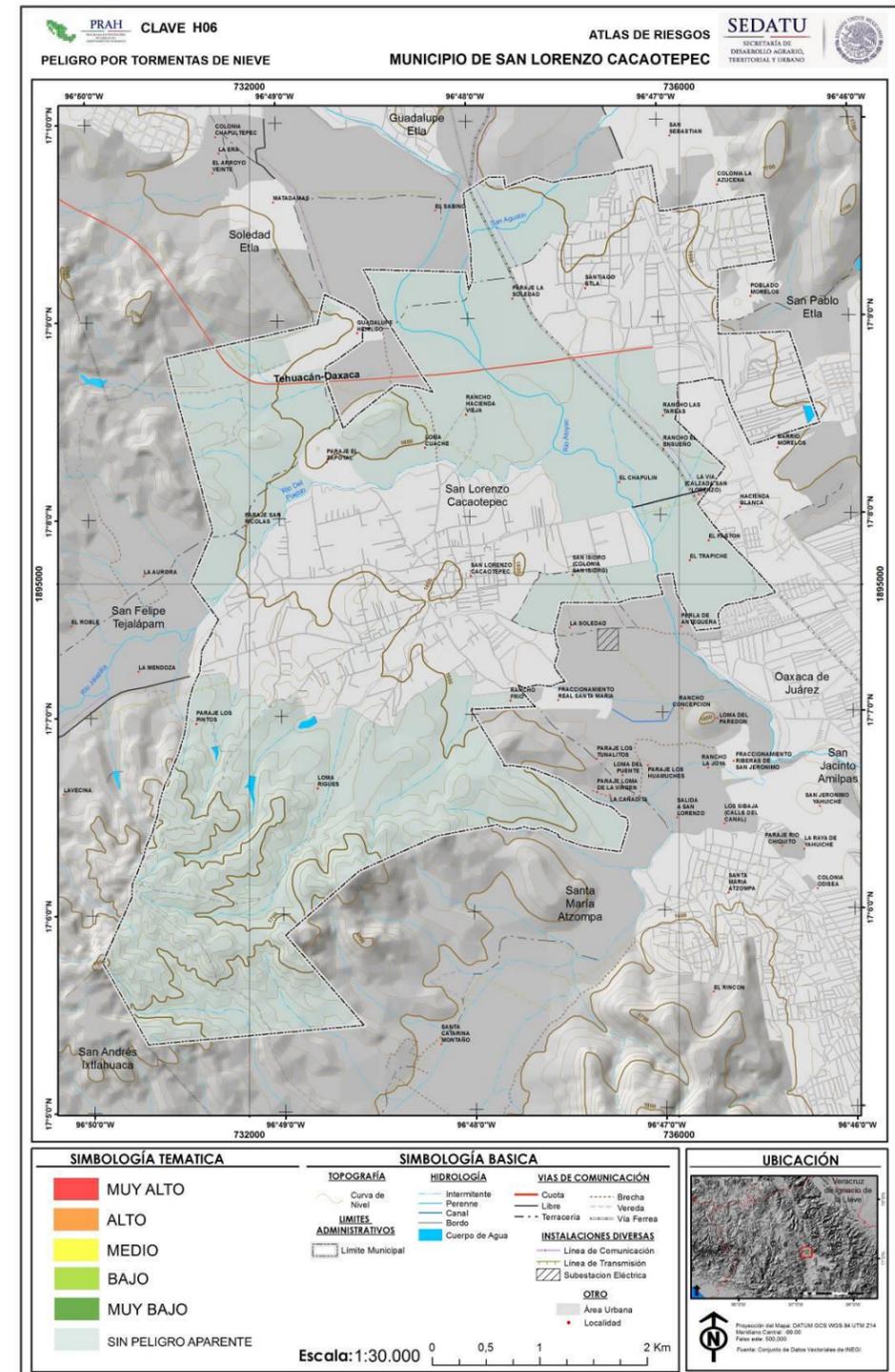
Las nevadas, también conocidas como tormentas de nieve, son una forma de precipitación sólida en forma de copos. Un copo de nieve es la aglomeración de cristales transparentes de hielo que se forman cuando el vapor de agua se condensa a temperaturas inferiores a la de solidificación del agua. La condensación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

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

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

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

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



Fuente. Elaboración propia con base en SMN, CENAPRED e INEGI

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.

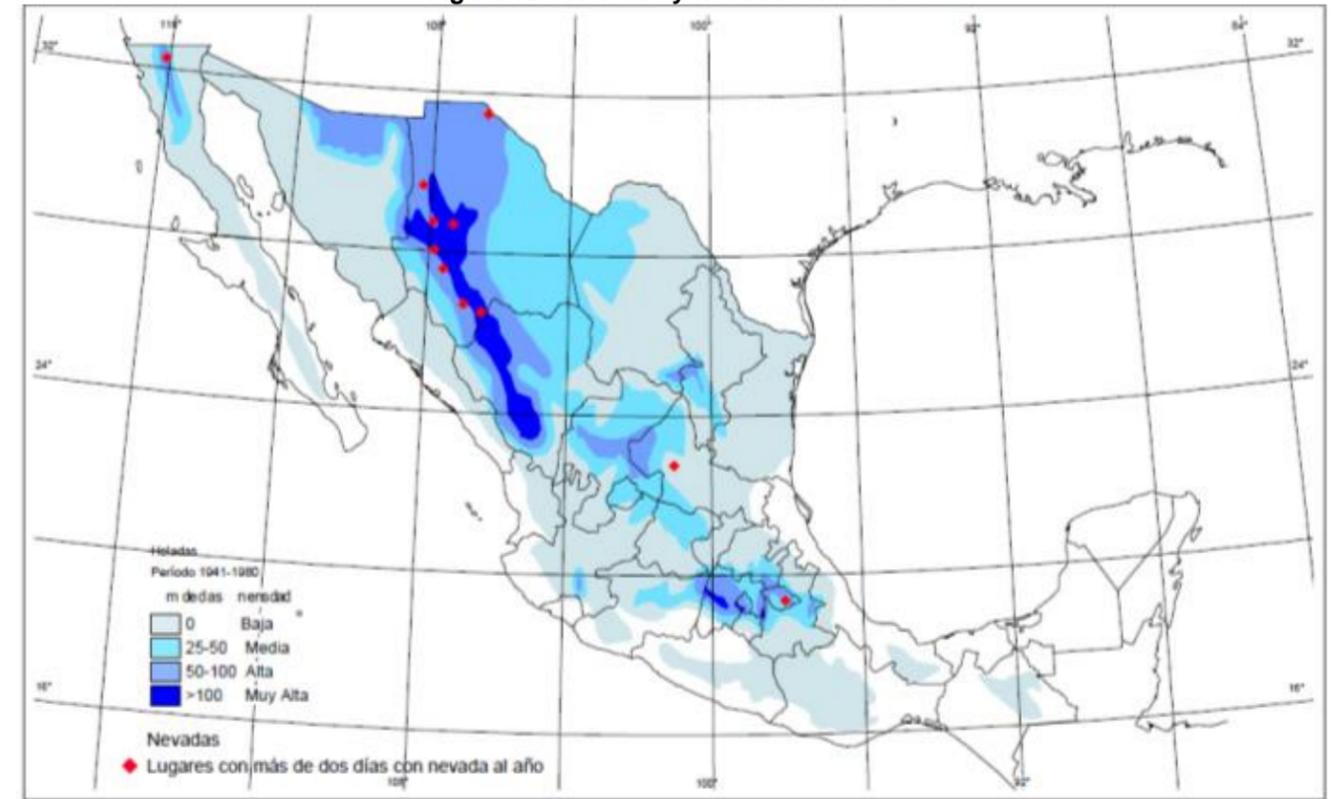
Diferencia entre helada y nevada

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)

Figura 129. Heladas y Nevadas en México



Fuente: Diagnóstico de Peligros e Identificación

Figura 130. Cuadro. Estaciones meteorológicas; temperaturas mínimas anuales.

Relación de estaciones meteorológicas con datos promedio de temperaturas mínimas diarias											
No. ESTACIÓN	NOMBRE DE LA ESTACIÓN	ESTADO	TEMPERATURAS MINIMAS	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	LATITUD	LONGITUD	ALTITUD MSNM
20040	IXTEPEJI	OAXACA	0.66	-3	-6	-3	-5	-1	17°16'00" N	96°32'59" W	1,926
20151	SAN FRANCISCO TELIXTLAHUACA	OAXACA	3.76	1.2	0	-2	-2	2	17°18'00" N	96°54'00" W	2,260
20034	ETLA	OAXACA	3.33	1	1	0	0	1	17°12'26" N	96°47'59" W	1,671
20258	SANTO DOMINGO BARRIO BAJO	OAXACA	3.87	0	-2.5	-1	-2	2	17°12'00" N	96°46'48" W	1,678
20367	PRESA EL ESTUDIANTE	OAXACA	4.08	2	0	0	2	4	17°08'11" N	96°37'41" W	3,034
20079	OAXACA	OAXACA	5.08	2.5	0.5	0.5	1	3	17°04'59" N	96°42'35" W	1,594
20329	FORTIN	OAXACA	6.16	5	2	0	3	3	17°04'00" N	96°43'00" W	2,301

20044	JALAPA DEL VALLE	OAXACA	1.83	0	0	-1	0	1	17°03'57" N	96°52'42" W	1,742
20507	DIAZ ORDAZ	OAXACA	2.5	1	1	-3	-2	1	16°59'50" N	96°25'57" W	1,713
20022	COYOTEPEC	OAXACA	1.66	1	-5	-2	-3	0	16°57'24" N	96°42'02" W	1,533

Fuente. Elaboración propia con base en SMN, CONAGUA e INEGI

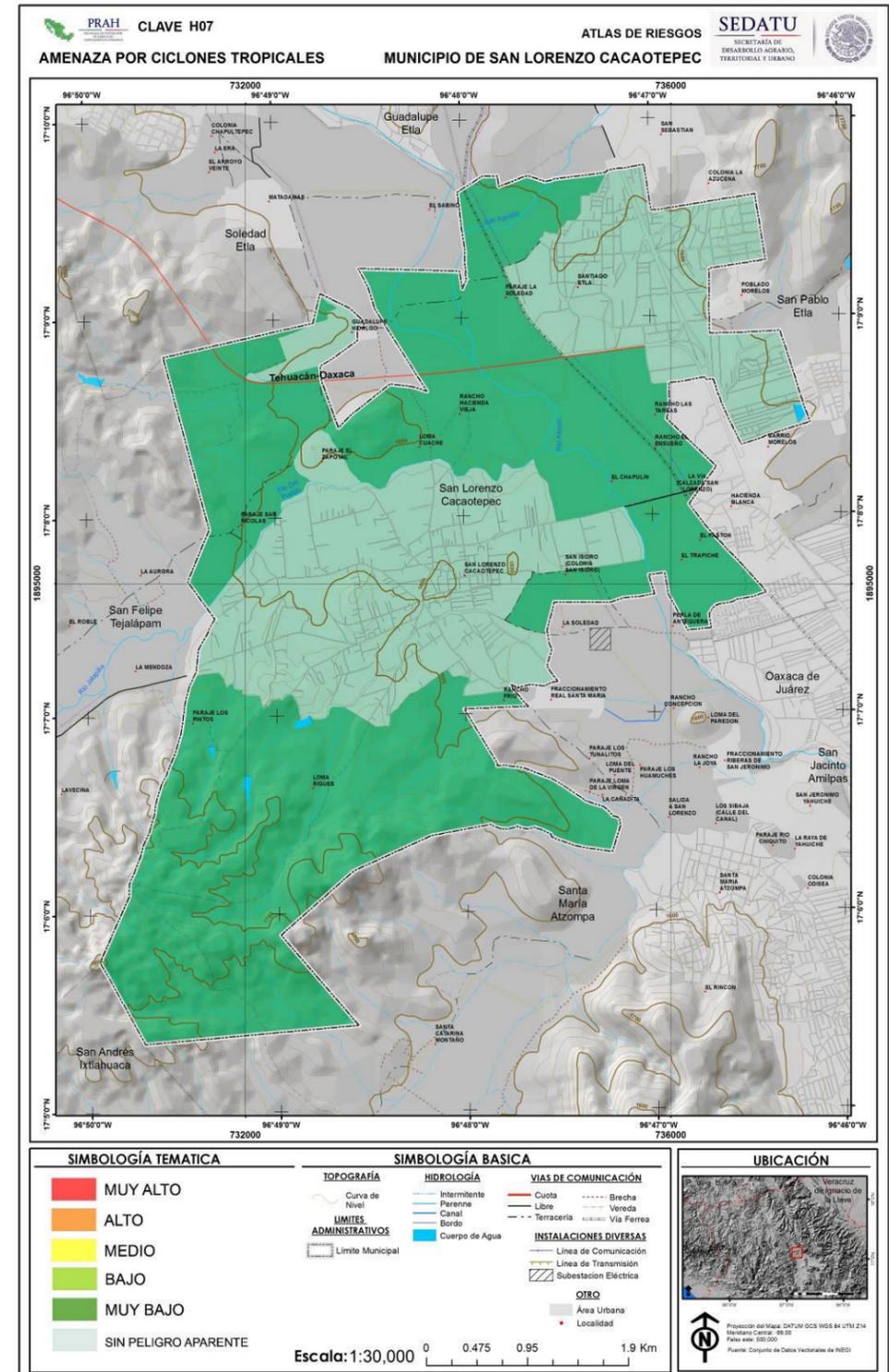
De acuerdo con lo anterior, el municipio de San Lorenzo Cacaotepec no es propenso a la ocurrencia de tormentas de nieve, no se han tenido registros al respecto de este fenómeno en el sitio ni en sus alrededores, por lo tanto, no se llevó a cabo el análisis de peligros ya que no es un agente perturbador 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 es cómo 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 cumulonimbus; 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.

Figura 131. Mapa de amenazas por ciclones tropicales para el municipio de San Lorenzo Cacaotepec, Oax



Fuente. Elaboración propia con base en SMN, CONAGUA e INEGI

Figura 132. Cuadro. Nombre de los ciclones tropicales por su formación geográfica en el mundo

Nombre de los ciclones tropicales por su formación geográfica en el mundo	
Nombre	Ubicación geográfica
Huracán	En el atlántico norte occidental, la parte central y oriental del pacífico norte, el mar caribe y el golfo de México.
Tifón	En el pacífico norte occidental
Ciclón	En la bahía de bengala y el mar arábigo
Ciclón tropical severo	En el pacífico sur occidental y el océano índico suroriental
Ciclón tropical	En el océano índico suroccidental
Baguio	En china y las islas filipinas
Willy-willy	En Australia

Fuente. Elaboración propia con base en NOAA

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 anti horariamente (en contra de las manecillas del reloj) en el hemisferio Norte, se forman en el mar en la época en que la temperatura del agua es superior a los 26 grados.

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

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

Clasificación de Huracanes:

HURACÁN CATEGORÍA I

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

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

HURACÁN CATEGORÍA II:

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

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

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

HURACÁN CATEGORÍA III:

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

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

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

HURACÁN CATEGORÍA IV:

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

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

Hay grandes daños a los pisos bajos de estructuras cerca de las costas debido al influjo de las inundaciones y el batir de las olas llevando escombros. Las rutas de escape son interrumpidas por la subida de las aguas 3 a 5 horas antes de la llegada del centro del huracán. Posiblemente se requiera

una evacuación masiva de todos los residentes dentro de un área de unas 500 yardas de la costa y también de terrenos bajos hasta 2 millas tierra adentro.

HURACÁN CATEGORÍA V:

Daños extremos, vientos de más de 155 millas por hora (135 nudos). Presión barométrica mínima por debajo de 920 mb (27.17 pulgadas).

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

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

Las principales amenazas que generan los ciclones son:

Viento

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

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

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

velocidad máxima de viento que ocurren en promedio una vez cada 50 años, mismas que se describen a continuación:

Figura 133. Cuadro. Zonificación Eólica CFE

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.

Figura 134. Nivel de Presión en Milibares

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

Fuente. Elaboración propia con base en NOAA

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

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

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

Pacífico

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

Tormenta Tropical 1958

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

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

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

Atlántico

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

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

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

que al final del día, se encontraba a 10 km al Sureste de la población de Celestún, Yuc., como depresión tropical con vientos máximos sostenidos de 55 km/h.

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

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

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

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

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

Comenzó como una onda tropical el 14 de septiembre de 1974, en la zona nor-oriental del Mar Caribe. El 16 de septiembre de ese año, la depresión se intensificó a Tormenta Tropical con nombre de seguimiento “Fifi” cerca de las costas de la Isla de Jamaica continuando ganando fuerza y extendiéndose en los días posteriores y alcanzando las costas de Honduras y Guatemala, ya con una magnitud de huracán categoría 2. Después de tocar tierra, el huracán “Fifi” se debilitó rápidamente, convirtiéndose en una depresión tropical la noche del 20 de septiembre fecha en la que tocó México, para el 21 de septiembre siguió su avance a través del territorio nacional con dirección oeste y dejando a su paso lluvias por la zona, finalmente para el 22 del mismo mes, después de haber atravesado la parte sur del territorio nacional, se disipó frente a las costas mexicanas del Pacífico.

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

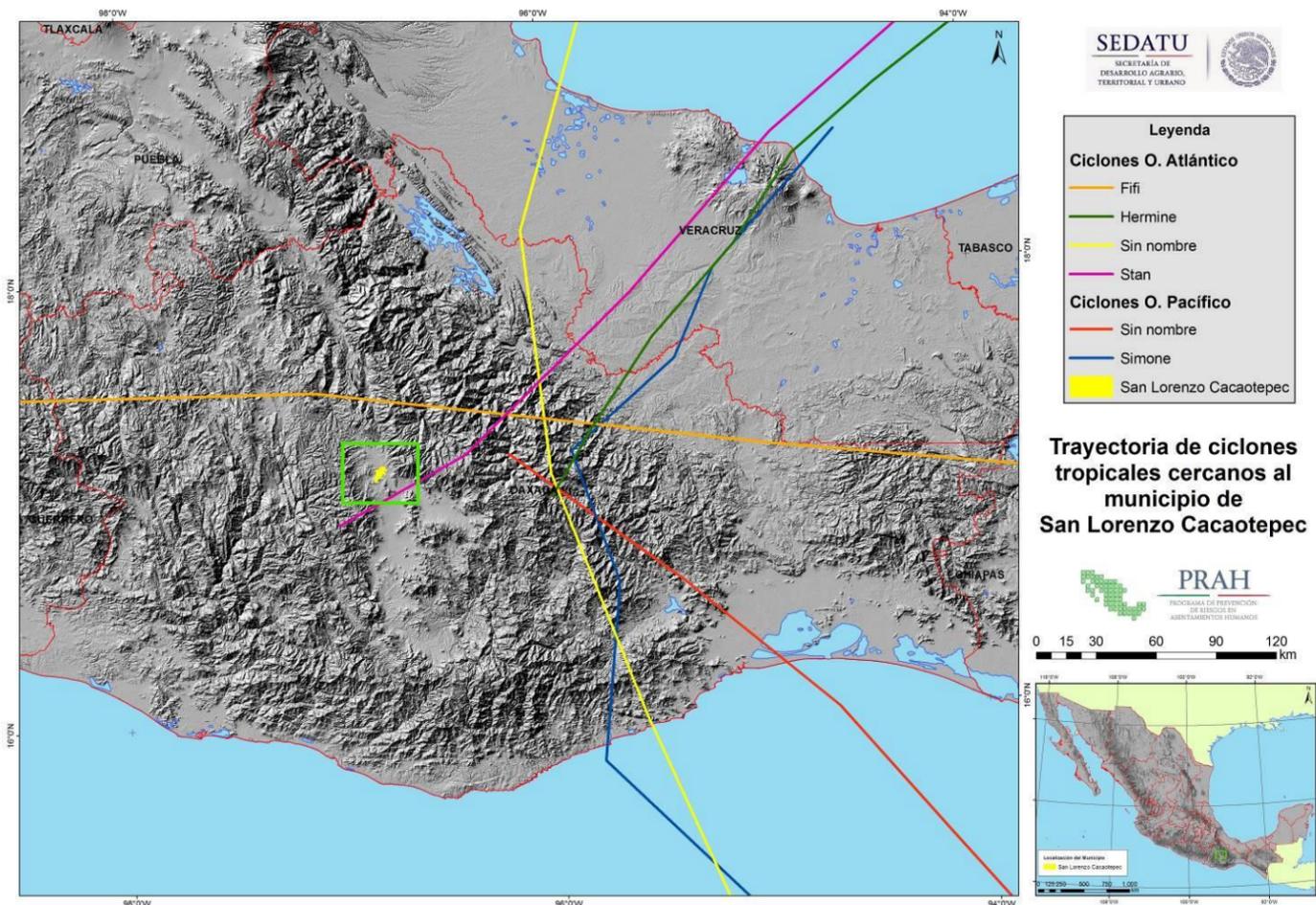
Se tiene registro referente a una Tormenta Tropical que se originó el 12 de octubre de 1923, con vientos que alcanzaron los 70 km/hr, atravesó la república pasando por los estados de Veracruz y Oaxaca dejando a su paso fuertes lluvias en la región, para finalmente disiparse el 17 de octubre de 1923.

Figura 135. Tabla. Ponderación de afectación por localidad para ciclones tropicales

Ponderación de afectación por localidad para ciclones tropicales			
NIVEL	LOCALIDAD	POBLACION TOTAL	VIVIENDAS
BAJO	SAN LORENZO CACAOTEPEC	7351	1889
BAJO	SANTIAGO ETLA	4374	1100
BAJO	GUADALUPE HIDALGO	1228	280
BAJO	RANCHO HACIENDA VIEJA	181	45
BAJO	SAN ISIDRO (COLONIA SAN ISIDRO)	130	37
BAJO	PARAJE EL ZAPOTAL	123	33
BAJO	PARAJE SAN NICOLAS	91	22
BAJO	LOMA CUACHE	87	18
BAJO	EL PASTON	32	7
BAJO	LA VIA (CALZADA SAN LORENZO)	29	6
BAJO	RANCHO EL ENSUEDO	21	6
BAJO	PARAJE LOS PINTOS	19	7
BAJO	PARAJE LA SOLEDAD	14	4
BAJO	RANCHO FRIO	12	2
BAJO	EL TRAPICHE	10	3
TOTAL DEL MUNICIPIO		13704	3460

Fuente. Elaboración propia con base en SMN, CONAGUA

Figura 136. Mapa de trayectorias de ciclones tropicales cercano al municipio de San Lorenzo Cacaotepec, Oax.



Fuente. Elaboración propia con base en SMN, CONAGUA e INEGI

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.

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.

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

Figura 137. Características más comunes de los tornados

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.

Fuente. CENAPRED

Figura 138. Cuadro. Escala de Fujita para tornados, basada en los daños causados (1971):

NÚMERO EN LA ESCALA	DENOMINACIÓN DE INTENSIDAD	VELOCIDAD DEL VIENTO KM/H	TIPO DE DAÑOS
F0	VENDAVAL	60-100	Daños en chimeneas, rotura de ramas, árboles pequeños rotos, daños en señales y rótulos.
F1	TORNADO MODERADO	100-180	Desprendimiento de algunos tejados, mueve coches y camper, arranca algunos árboles pequeños.
F2	TORNADO IMPORTANTE	180-250	Daños considerables. Arranca tejados y grandes árboles de raíz, casas débiles destruidas, así como objetos ligeros que son lanzados a gran velocidad.
F3	TORNADO SEVERO	250-320	Daños en construcciones sólidas, trenes afectados, la mayoría de los árboles son arrancados.
F4	TORNADO DEVASTADOR	320-340	Estructuras sólidas seriamente dañadas, estructuras con cimientos débiles arrancadas y arrastradas, coches y objetos pesados arrastrados.
F5	TORNADO INCREIBLE	420-550	Edificios grandes seriamente afectados o colapsados, coches lanzados a distancias superiores a los 100 metros, estructuras de acero sufren daños.

Fuente. CENAPRED

En 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.

Figura 139. Escala de Fujita para tornados, basada en los daños causados (1971)

Escala de Fujita para tornados, basada en los daños causados (1971)			
Número en la escala	Denominación de intensidad	Velocidad del viento km/h	Tipo de daños
F0	Vendaval	60-100	Daños en chimeneas, rotura de ramas, árboles pequeños rotos, daños en señales y rótulos.
F1	Tornado moderado	100-180	Desprendimiento de algunos tejados, mueve coches y camper, arranca algunos árboles pequeños.
F2	Tornado importante	180-250	Daños considerables. Arranca tejados y grandes árboles de raíz, casas débiles destruidas, así como objetos ligeros que son lanzados a gran velocidad.
F3	Tornado severo	250-320	Daños en construcciones sólidas, trenes afectados, la mayoría de los árboles son arrancados.
F4	Tornado devastador	320-340	Estructuras sólidas seriamente dañadas, estructuras con cimientos débiles arrancadas y arrastradas, coches y objetos pesados arrastrados.
F5	Tornado increíble	420-550	Edificios grandes seriamente afectados o colapsados, coches lanzados a distancias superiores a los 100 metros, estructuras de acero sufren daños.

Fuente. CENAPRED

Además de tornados, son comunes en tales tormentas, lluvias intensas, rayos, fuertes ráfagas de viento y granizo. Si bien la mayoría de los tornados, particularmente los más fuertes, se derivan de superceldas, también algunos se pueden formar a partir de otras circulaciones de aire, y por lo tanto son denominados tornados no super celulares. 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).

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.

Figura 140. Cuadro. Tornados por estado 2000-2015

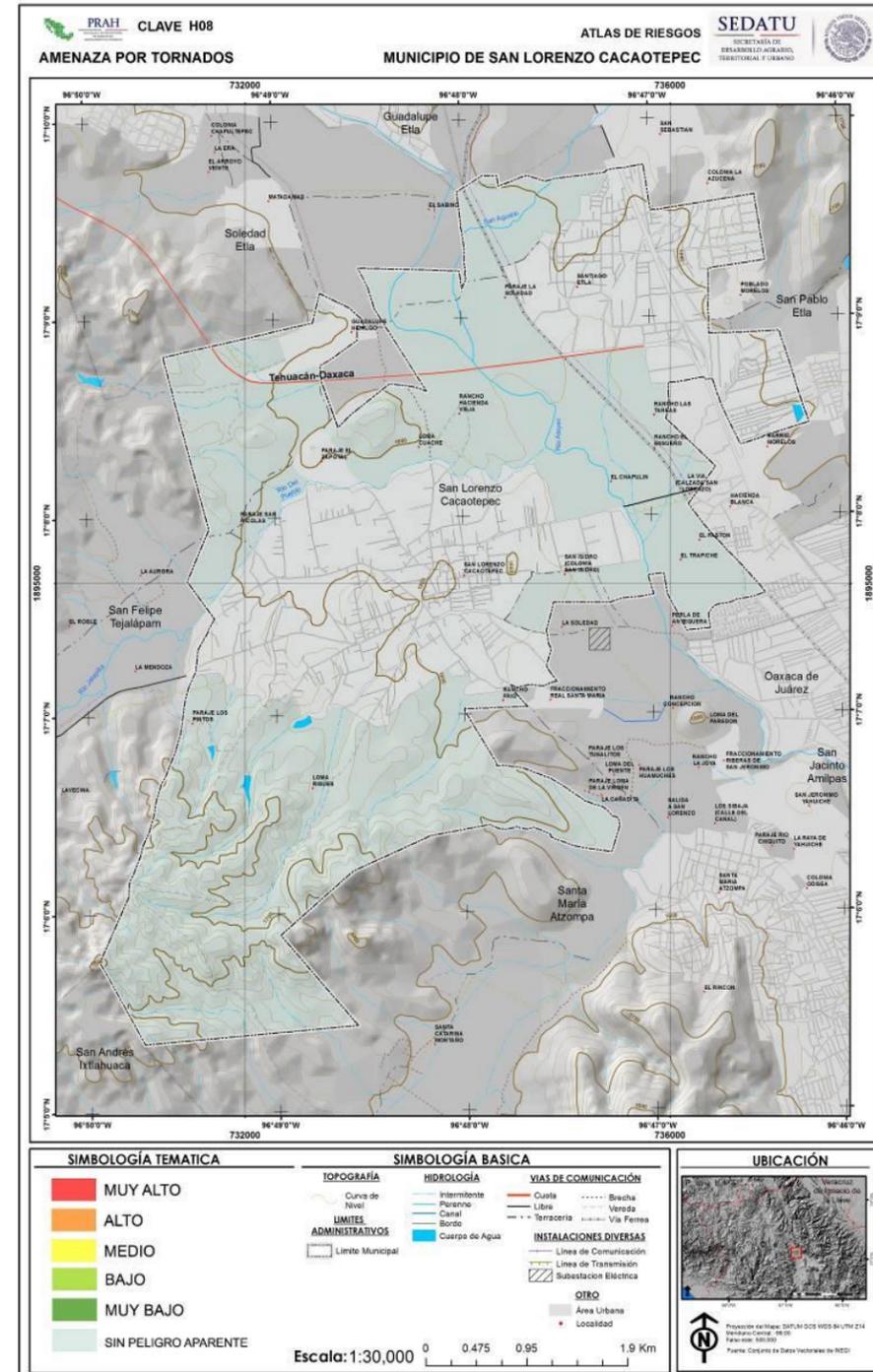
TORNADOS POR ESTADO 2000-2015					
ESTADO DE MÉXICO	14	VERACRUZ	12	TLAXCALA	11
CHIAPAS	11	TAMAULIPAS	9	CHIHUAHUA	9
NUEVO LEÓN	6	TABASCO	6	PUEBLA	5
QUINTANA ROO	5	COAHUILA	5	HIDALGO	4
YUCATÁN	3	MICHOACÁN	3	D.F	3
JALISCO	3	OAXACA	3	AGUASCALIENTES	2
SONORA	2	GUANAJUATO	1	ZACATECAS	1
NAYARIT	1	GUERRERO	1	BAJA CALIFORNIA	1
SINALOA	1	DURANGO	1	CAMPECHE	1
BAJA CALIFORNIA S.	1	COLIMA	1	COAHUILA (2015)	2

Fuente. CENAPRED

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, seguido por el del 15 de mayo del 2015 en Ciudad Acuña.

Tanto el mapa de National Geographic Society en 1998 y los datos presentados por el boletín de Investigaciones Geográficas de la UNAM de 2013, colocan al estado de Oaxaca con muy bajo peligro de ocurrencia de tornados, específicamente para el municipio de San Lorenzo Cacaotepec 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.

Figura 141. Mapa de amenaza por Tornados cercanos al municipio de San Lorenzo Cacaotepec.



Fuente. Elaboración propia con base en SMN, CONAGUA e INEGI

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.

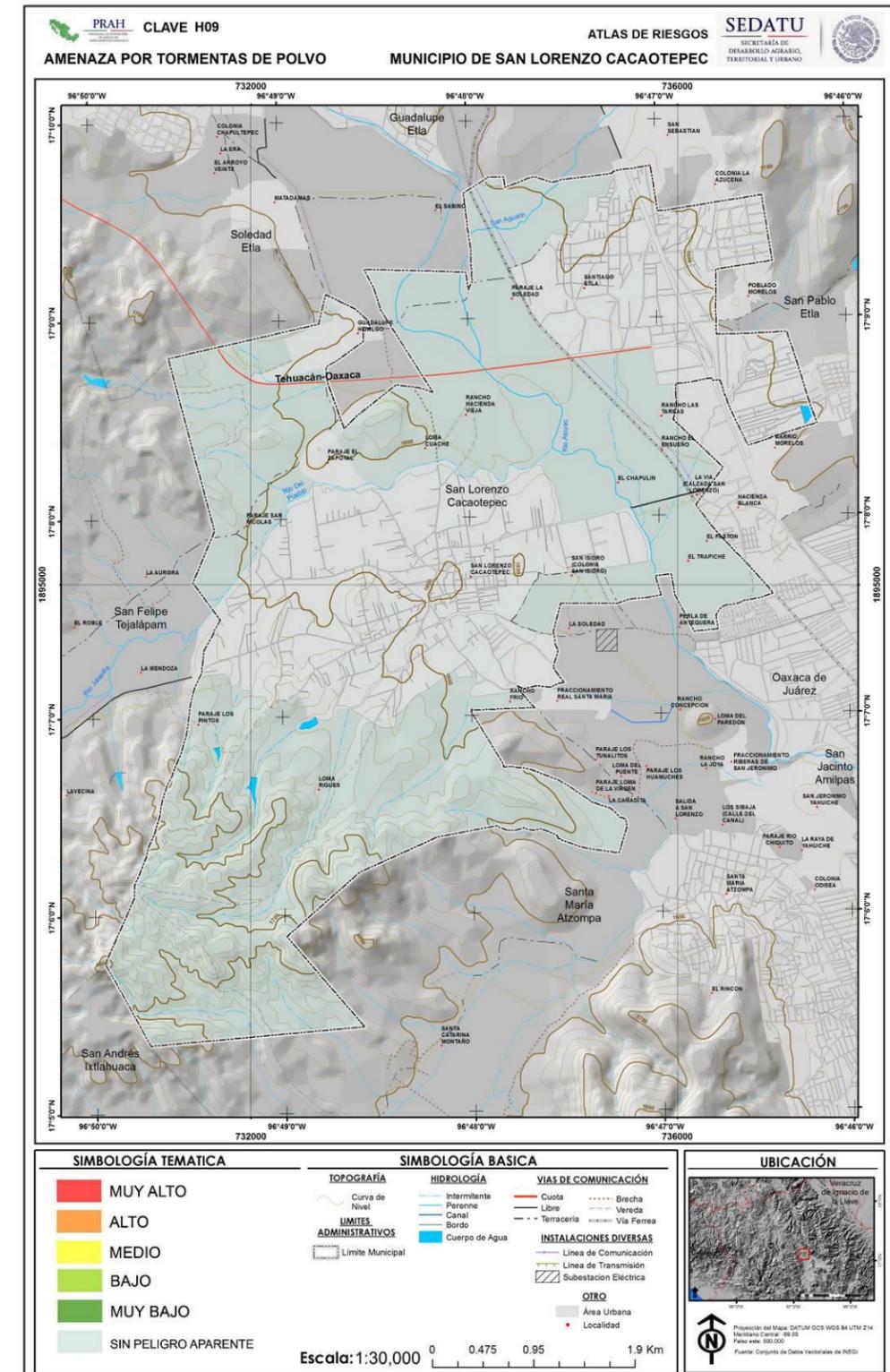
El polvo recogido en las tormentas puede trasladarse miles de kilómetros, cuando el polvo en suspensión es arrastrado por fuertes corrientes de aire hacia otros lugares, Por lo general una vez que ocurre una tormenta de polvo (se diferencia de la tormenta de arena cuando el tamaño de la partícula es 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%.

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

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

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

Figura 142. Mapa de amenaza por Tormentas de Polvo en el municipio de San Lorenzo Cacaotepec, Oax.



Fuente. Elaboración propia con base en SMN, CONAGUA e INEGI

Grupos vulnerables

- Bebes, niños, y adolescentes
- Personas ancianos
- Personas con asma, bronquitis, enfisema, u otros problemas respiratorios
- Personas con problemas cardíacos
- Mujeres embarazada• Adultos sanos que trabajan o ejercitan vigorosamente al aire libre (por ejemplo, trabajadores de agricultura y construcción, o corredores)

Factores precondicionantes

- Sequías
- Distribución de lluvias
- Índices de aridez

Factores detonadores

- Vientos fuertes
- Índices de velocidad del viento

El municipio de San Lorenzo Cacaotepec, 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 San Lorenzo Cacaotepec se utilizó como base la información del número de días con presencia de tormentas eléctricas de 10 estaciones del Servicio Meteorológico Nacional, que rodean el municipio.

Figura 143. Cuadro. Relación de estaciones meteorológicas para establecer las zonas de mayor peligrosidad por la presencia de tormentas eléctricas).

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
20040	IXTEPEJI	OAXACA	11.4	17°16'00" N	96°32'59" W	1,926
20151	SAN FRANCISCO TELIXTLAHUACA	OAXACA	0.4	17°18'00" N	96°54'00" W	2,260
20034	ETLA	OAXACA	2.06	17°12'26" N	96°47'59" W	1,671
20258	SANTO DOMINGO BARRIO BAJO	OAXACA	0.60	17°12'00" N	96°46'48" W	1,678
20367	PRESA EL ESTUDIANTE	OAXACA	3.90	17°08'11" N	96°37'41" W	3,034
20079	OAXACA	OAXACA	12.40	17°04'59" N	96°42'35" W	1,594
20329	FORTIN	OAXACA	1.60	17°04'00" N	96°43'00" W	2,301
20044	JALAPA DEL VALLE	OAXACA	1.40	17°03'57" N	96°52'42" W	1,742
20507	DIAZ ORDAZ	OAXACA	0.60	16°59'50" N	96°25'57" W	1,713
20022	COYOTEPEC	OAXACA	0.60	16°57'24" N	96°42'02" W	1,533

Fuente. ERIC

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 dos y tres tormentas eléctricas al año, por lo cual se concluye que el municipio presenta un peligro bajo ante la presencia de dicho fenómeno.

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

Nivel de afectación por tormentas eléctricas

Figura 144. Tabla. Ponderación de afectación por localidad para sequia

NIVEL	LOCALIDAD	POBLACION TOTAL	VIVIENDAS
BAJO	SAN LORENZO CACAOTEPEC	7351	1889
BAJO	SANTIAGO ETLA	4374	1100
BAJO	GUADALUPE HIDALGO	1228	280
BAJO	RANCHO HACIENDA VIEJA	181	45
BAJO	SAN ISIDRO (COLONIA SAN ISIDRO)	130	37
BAJO	PARAJE EL ZAPOTAL	123	33
BAJO	PARAJE SAN NICOLAS	91	22
BAJO	LOMA CUACHE	87	18
BAJO	EL PASTON	32	7
BAJO	LA VIA (CALZADA SAN LORENZO)	29	6
BAJO	RANCHO EL ENSUEÑO	21	6
BAJO	PARAJE LOS PINTOS	19	7
BAJO	PARAJE LA SOLEDAD	14	4
BAJO	RANCHO FRIO	12	2
BAJO	EL TRAPICHE	10	3
TOTAL DEL MUNICIPIO		13704	3460

Fuente: Modelación Cartográfica.

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

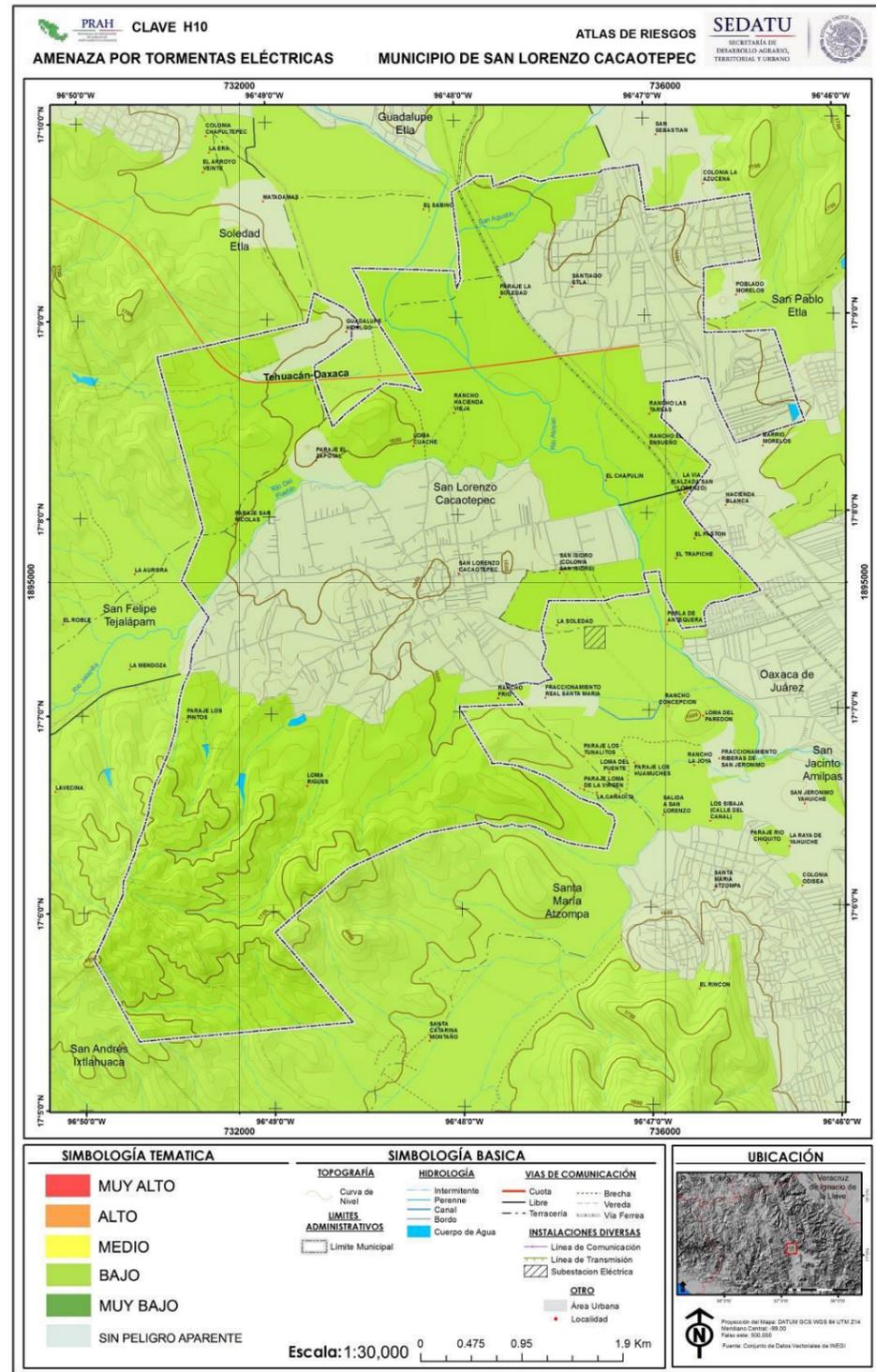
La función que presentara el menor error cuadrado era la que se utilizaba para el cálculo de los periodos de retorno antes mencionados. En la siguiente tabla se muestran las temperaturas mínimas por estación para cada uno de los periodos de retorno antes mencionados.

Figura 145. Tabla. Tormentas eléctricas asociadas a diferentes periodos de retorno

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

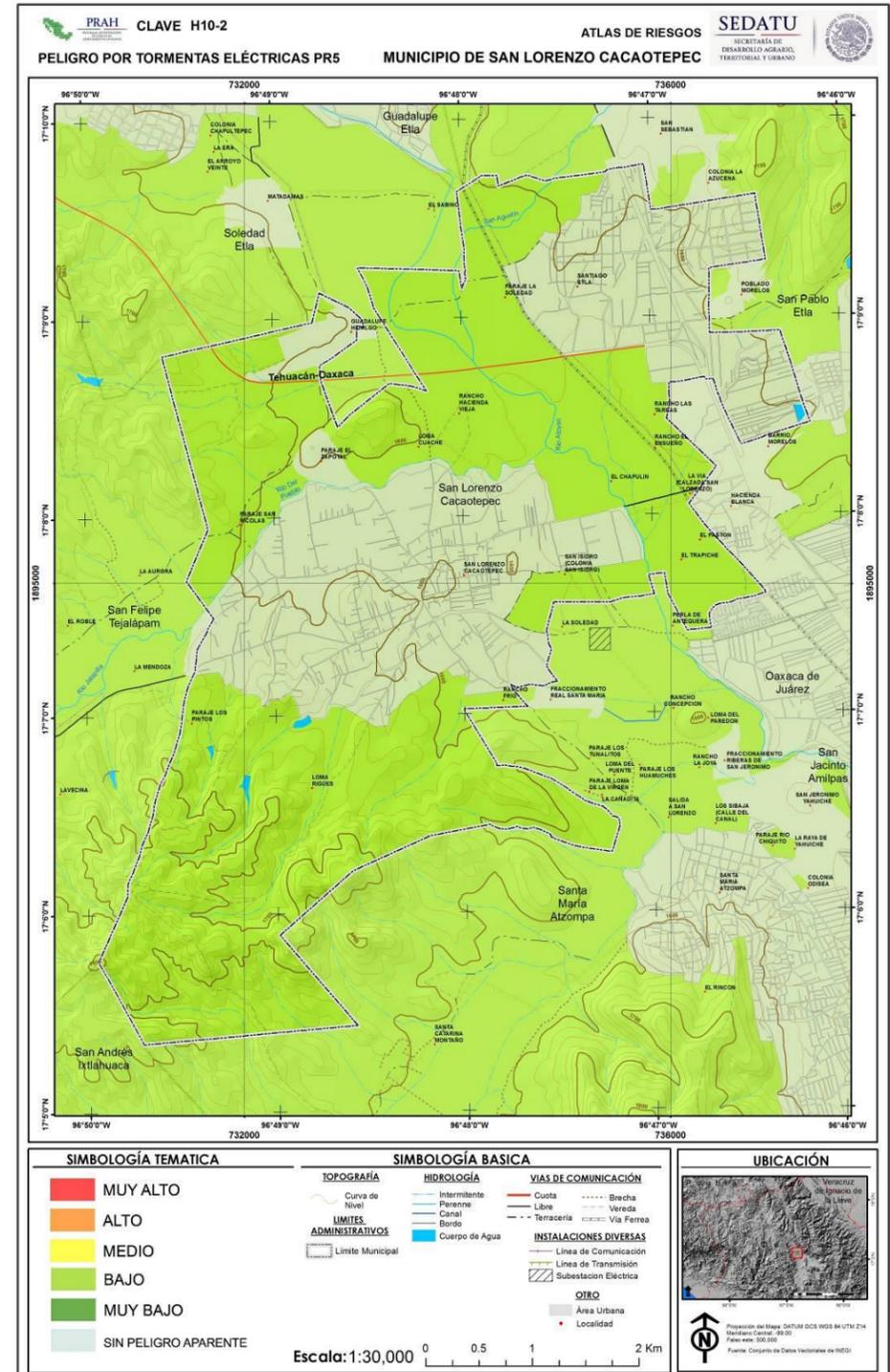
Fuente: Elaboración propia en base a registros de CLICOM

Figura 146. Mapa de amenazas por Tormentas Eléctricas en el municipio de San Lorenzo Cacaotepec



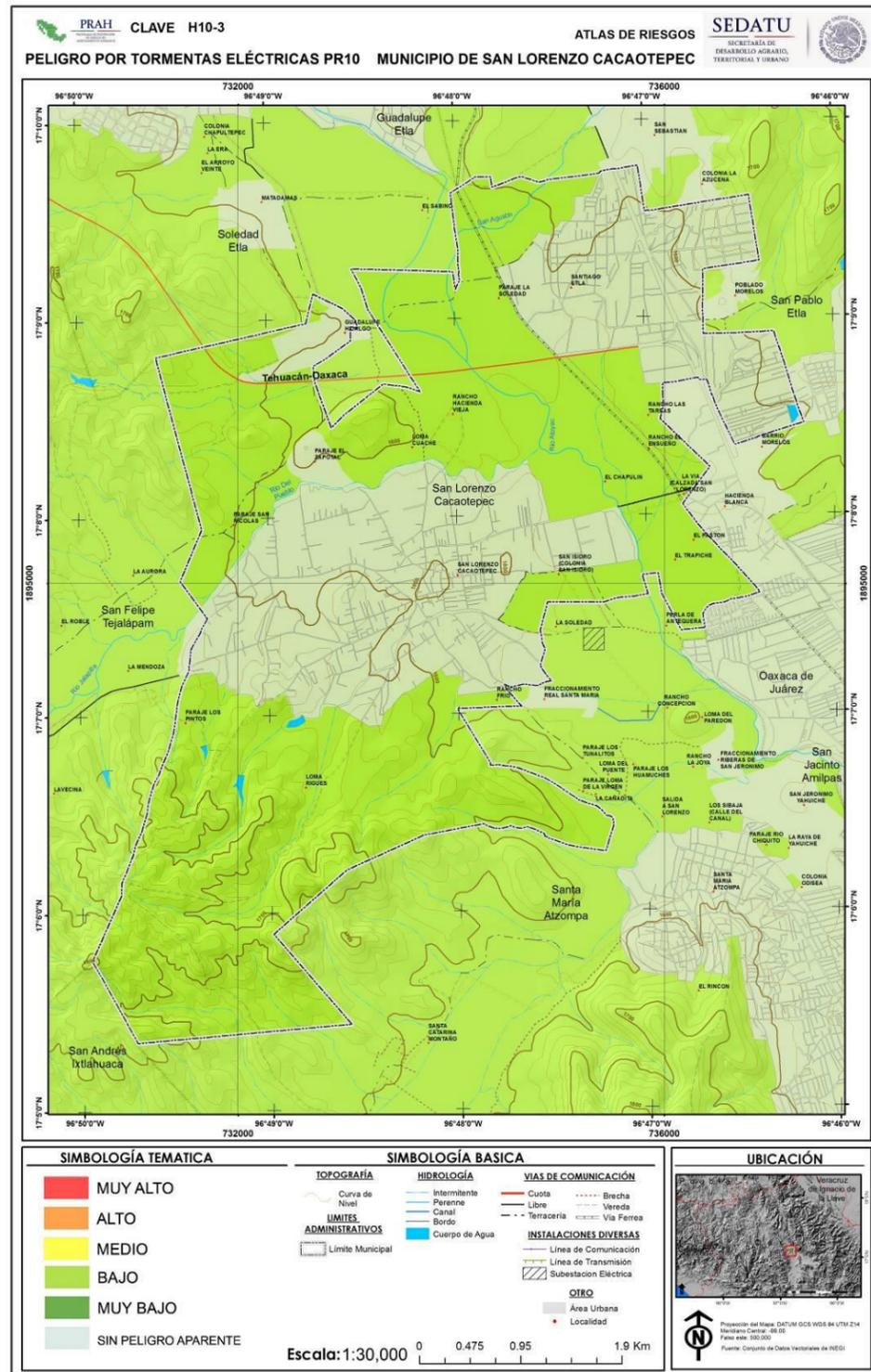
Fuente. Elaboración propia con base en SMN, CONAGUA e INEGI

Figura 147. Mapa de Peligro por Tormentas Eléctricas con Periodo de Retorno de 5 años en San Lorenzo Cacaotepec



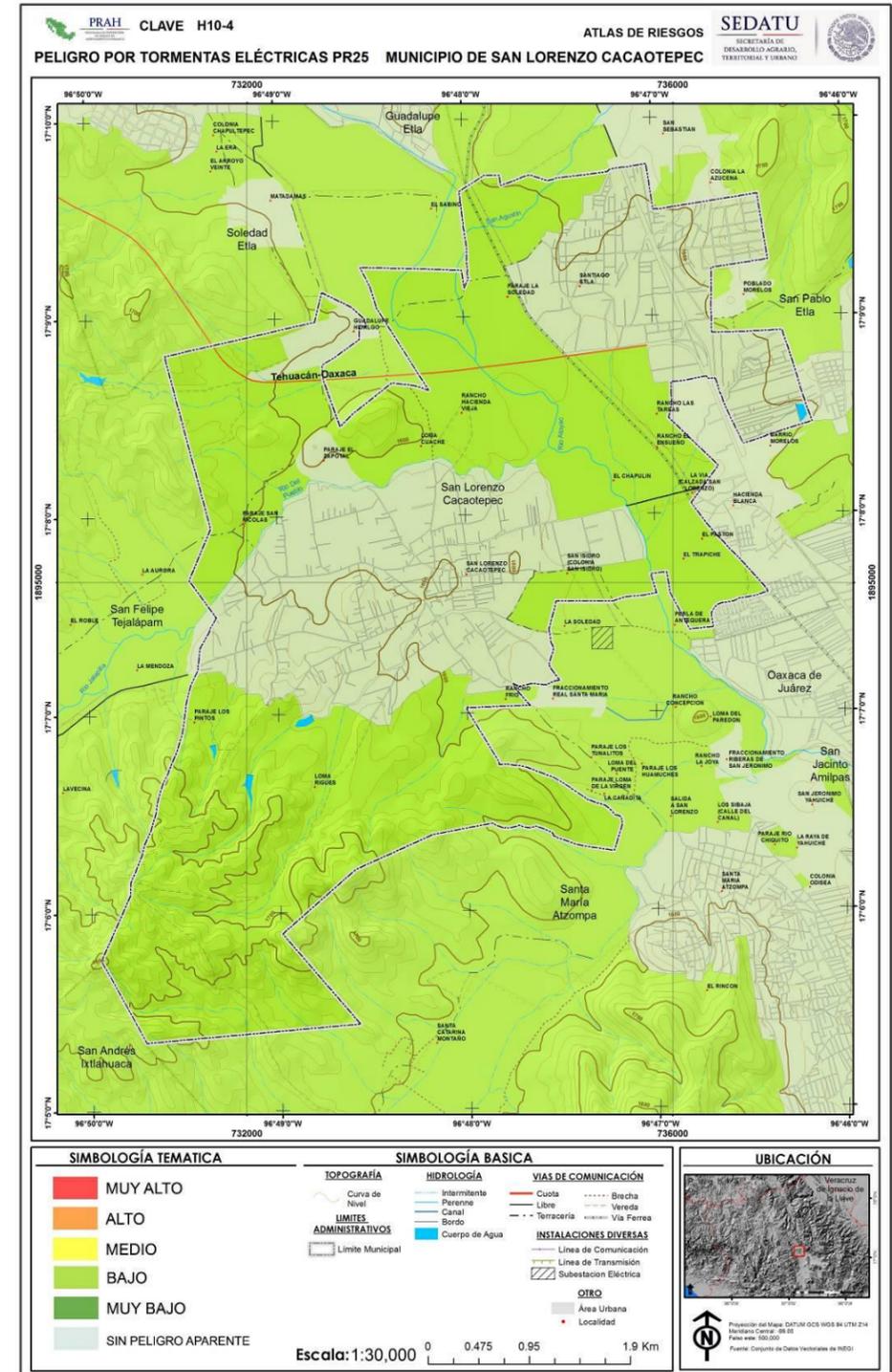
Fuente. Elaboración propia con base en SMN, CONAGUA e INEGI

Figura 148. Mapa de Peligro por Tormentas Eléctricas con Periodo de Retorno de 10 años



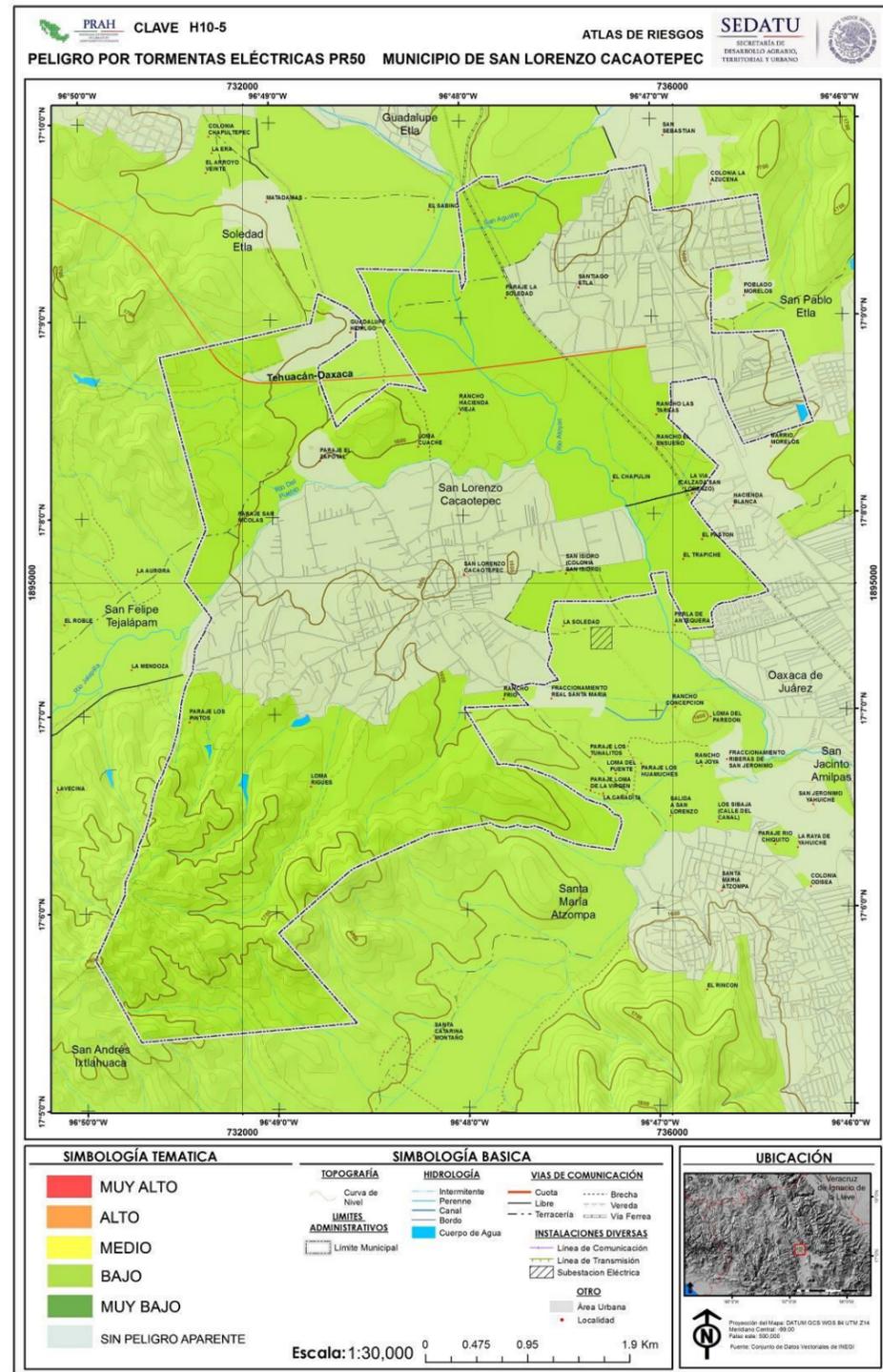
Fuente. Elaboración propia con base en SMN, CONAGUA e INEGI

Figura 149. Mapa de Peligro por Tormentas Eléctricas con Periodo de Retorno de 25 años



Fuente. Elaboración propia con base en SMN, CONAGUA e INEGI

Figura 150. Mapa de Peligro por Tormentas Eléctricas con Periodo de Retorno de 50 años



Fuente. Elaboración propia con base en SMN, CONAGUA e INEGI

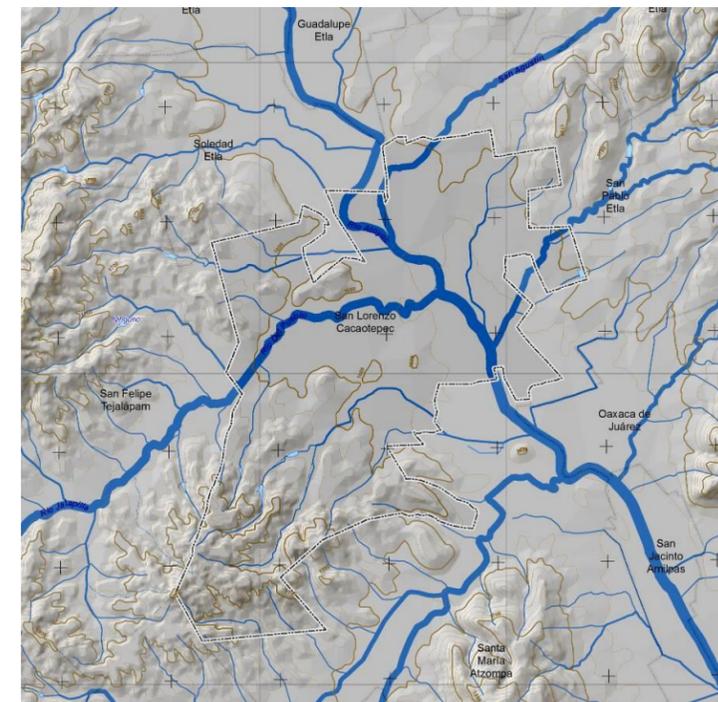
5.2.10 Inundaciones

En México han ocurrido, por efecto de desastres, alrededor de 10,000 muertes, de 1980 a 1999, aproximadamente 500 cada año. Las pérdidas económicas calculadas alcanzan 9,600 millones de dólares, con un monto promedio anual cercano a los 500 millones de dólares (Bitrán, 2000).

Una estimación de las víctimas fatales en México a consecuencia de fenómenos hidrometeorológicos arroja 2,767 personas, lo que representa un promedio cercano a los 140 individuos fallecidos anualmente. La cantidad de daños totales por este tipo de fenómenos, de 1980 a 1999, fue de 4,537 millones de dólares, lo que en promedio arroja 227 millones de dólares en pérdidas anuales.

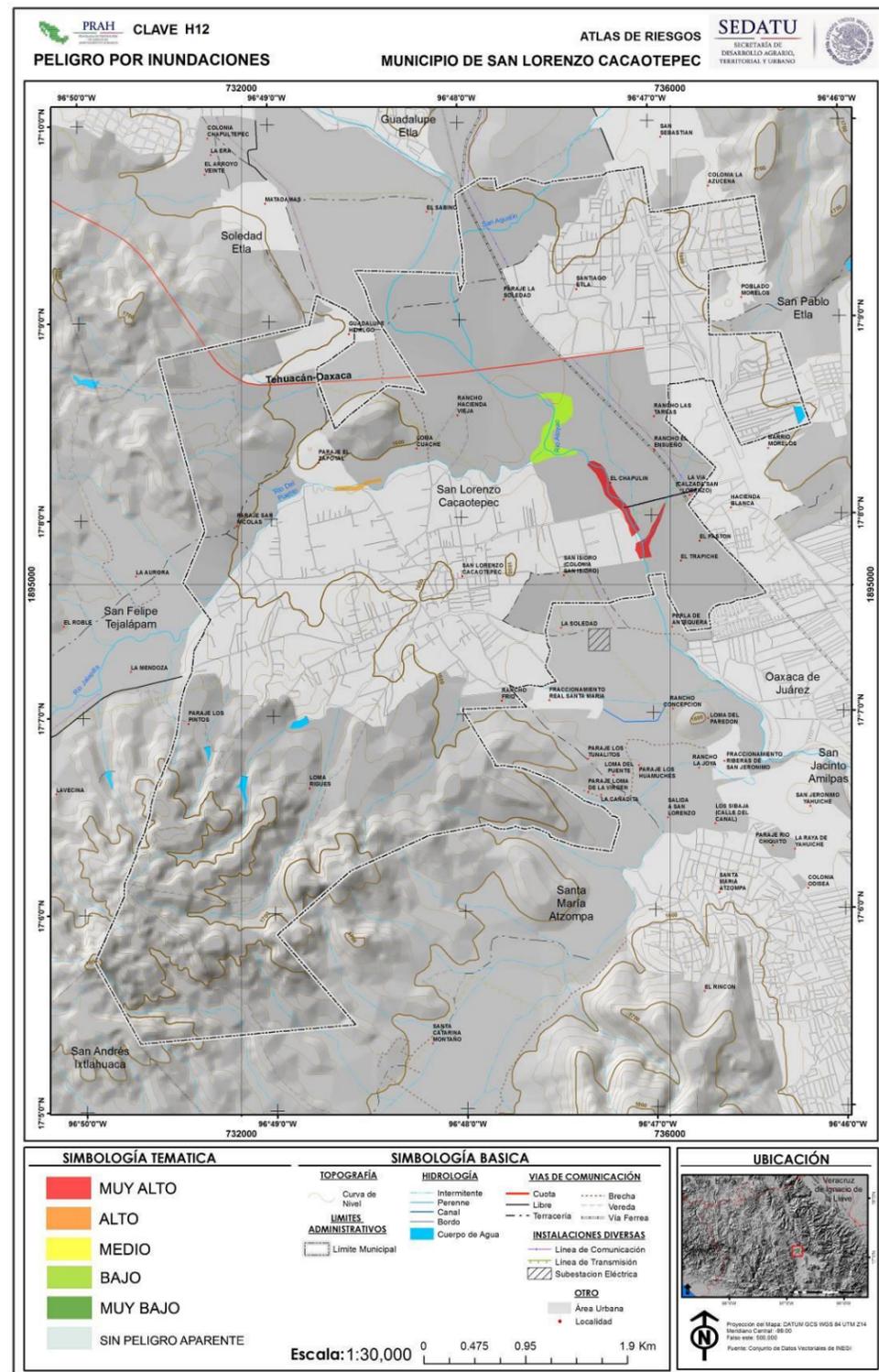
Tomamos como definición de inundación al desbordamiento del agua de su contenedor (Strahler et al., 1997:379). Para el caso del municipio de San Lorenzo Cacaotepec, existen varios arroyos perenes que cruzan por zonas urbanas.

Figura 151. Hidrografía en el Municipio de San Lorenzo Cacaotepec.



Fuente. Elaboración propia con base en INEGI 2014

Figura 152. Mapa de Peligro por Inundación en el municipio de San Lorenzo Cacaotepec., Oax.



Fuente. Elaboración propia con base en INEGI y recorridos en campo

Metodología.

Para el caso del Municipio de San Lorenzo Cacaotepec existe un Atlas de Riesgo elaborado con anterioridad,, por lo que la metodología es la siguiente en cada una de los sitios analizados.

1. Análisis de la información existente.
2. Consulta de las Isoyetas elaboradas por el CENAPRED a escala nacional con sus respectivos periodos de retorno a 5, 10, 25 y 50 años,
3. Delimitación de la cuenca,
4. Estimación del caudal asociado a los diferentes periodos de retorno.
5. Recorrido de campo.
6. Generación de la topografía por medio del Continuo del Elevaciones Mexicano 3.0 (CEM 3.0, 15m),
7. Si es posible se realiza la corrida hidráulica,
8. Si la información topográfica no refleja lo observado en campo se determinan las zonas de inundación de acuerdo al recorrido de campo con personal de Protección Civil y Bomberos del Municipio.

Memoria de cálculo.

A continuación, se muestran las características de cada uno de los sitios, que, de acuerdo a los recorridos de campo con personal de Protección Civil y Bomberos del Municipio de San Lorenzo.

Consulta de las Isoyetas generadas por CENAPRED.

A continuación, se presentan las isoyetas generadas por CENAPRED a nivel nacional para cada uno de los periodos de retorno 5, 10 20 y 50 años. (Figuras 153-156).

Figura 153. Periodo de retorno de 5 años



Figura 154. Periodo de retorno de 10 años



Figura 155. Periodo de retorno de 25 años



Figura 156. Periodo de retorno de 50 años



Fuente. Elaboración propia con base en Google Earth

Sitio Atoyac 1.

Este sitio se localiza a unos 900 metros en dirección Sureste, del puente de la autopista 350 Oaxaca – Tehuacán, en la siguiente figura se muestra la localización geográfica del sitio.

Figura 157. Localización del sitio Atoyac 1.



Fuente. Elaboración propia con base en Google Earth

En este sitio debido a la explotación de material, se ha deformado el cauce natural del río Atoyac, por lo que su curso del cauce es errático y se puede modificar de acuerdo al ritmo y a las zonas de explotación del material. Esto se puede ver en las siguientes fotografías.

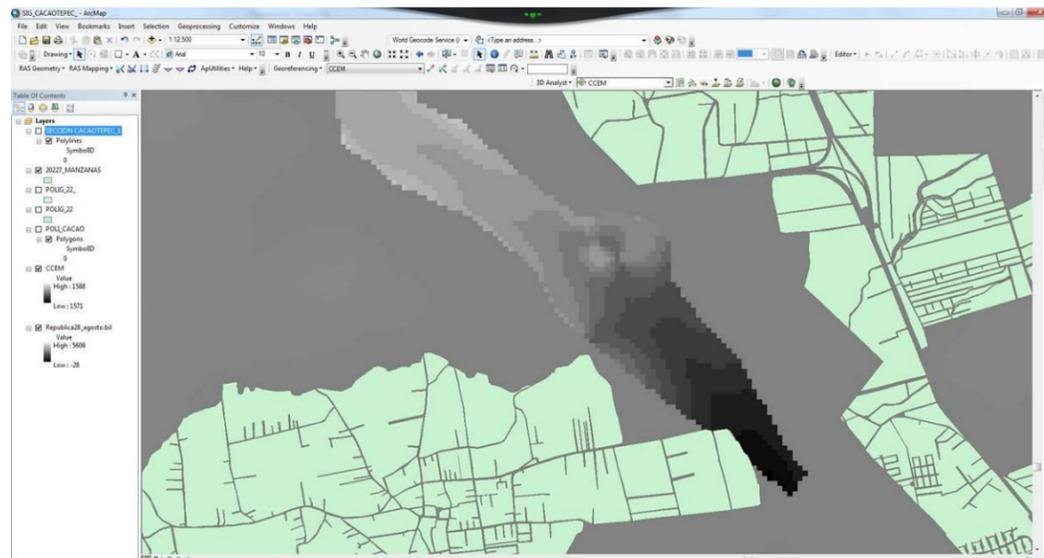
Figura 158. Cauce del río Atoyac y zona de explotación del material sobre el cauce y sus márgenes.



Fuente. Recorrido en campo

Para determinar las áreas de inundación, se utilizó como información topográfica la del Continuo del Elevaciones Mexicano 3.0 (CEM 3.0, 15m), esto se ve en la siguiente figura.

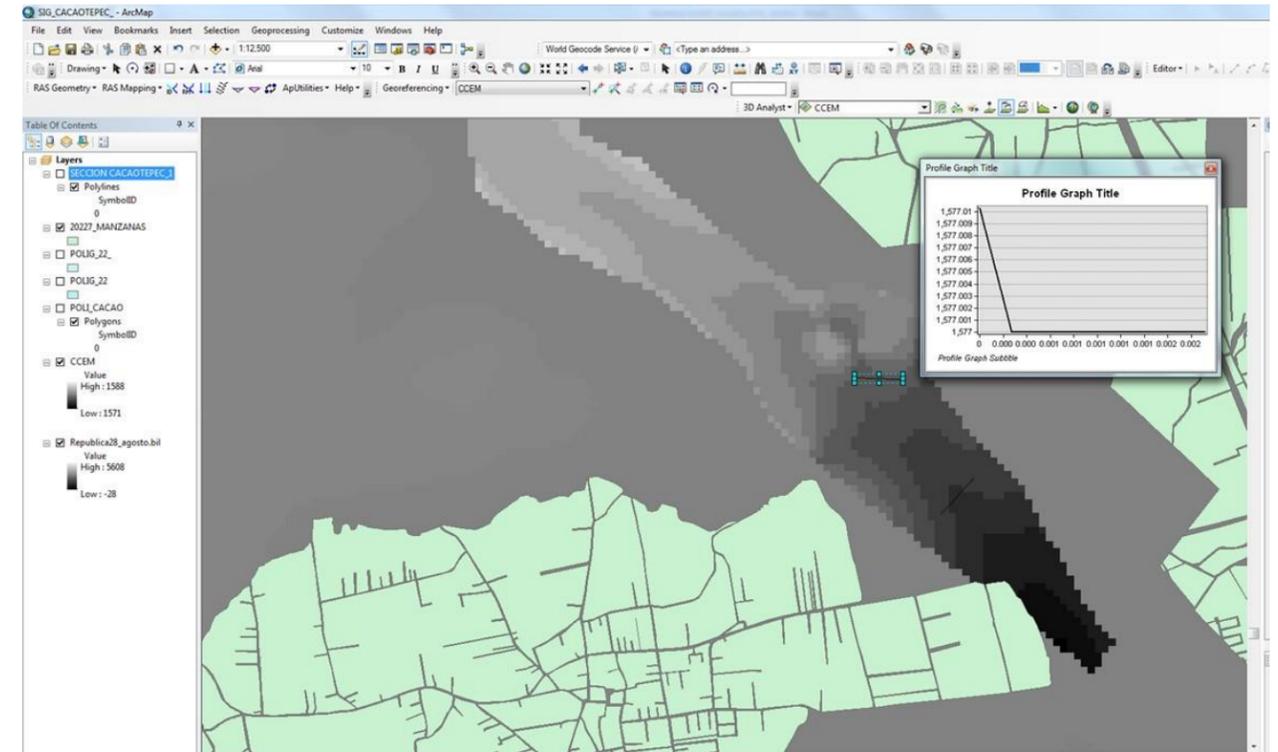
Figura 159. CEM 3.0 En zona del cauce del río Atoyac en San Lorenzo Cacaotepec.



Fuente. Elaboracion propia con base en INEGI y ArcGis.

Al intentar generar curvas de nivel no se logró obtener la geometría del cauce observada en campo, esto es debido a la resolución del CEM 3.0, 15m. Esto se puede corroborar en la siguiente figura.

Figura 160. Sección del cauce obtenida por medio del CEM 3.0, 15m para éste sitio.



Fuente. Elaboracion propia con base en INEGI y ArcGis.

Por lo anterior se decidió trazar las áreas de inundación de acuerdo a los recorridos de campo y a la información que proporcionó el personal de Protección Civil del municipio

Resultados del análisis, basados en el recorrido de campo

En las siguientes fotografías se muestra el sitio. Como se observa existe maquinaria de explotación de material entro del cauce. Esto hace que el cauce sea irregular generando sitios de erosión en las márgenes y un arrastre de sedimentos no natural.

Figura 161. Fotos de la sección del cauce modificada por la explotación de material.



Fuente. Recorrido en campo

Se recomienda establecer una política adecuada para la explotación de material y una vez realizada mitigar la transformación del territorio.

Sitio Confluencia a del río San Lucas con el río Atoyac.

Este sitio se localiza a unos 500 metros aguas abajo del sitio anterior, en la siguiente figura se muestra su localización geográfica.

Figura 162. Localización del sitio confluencia río San Lucas con el río Atoyac 1.



Fuente. Elaboración propia con base en Google Earth

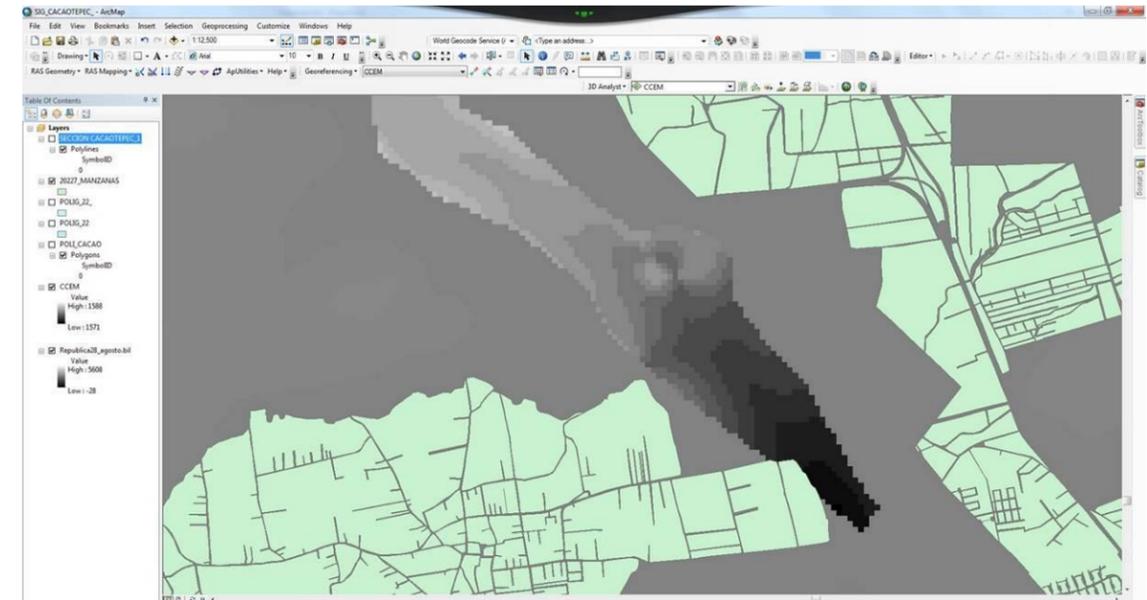
En este sitio debido a la explotación de material, se ha deformado el cauce natural del río Atoyac, Se observa que los bordos se han modificado para ser utilizados como rampas de acceso a vehículos de carga para el acarreo del material. Esto se puede ver en las siguientes fotografías.

Figura 163. Sitio de la confluencia del río San Lucas con el río Atoyac



Fuente. Recorrido en campo

Figura 164. CEM 3.0 En zona de la confluencia del río San Lucas con el río Atoyac.

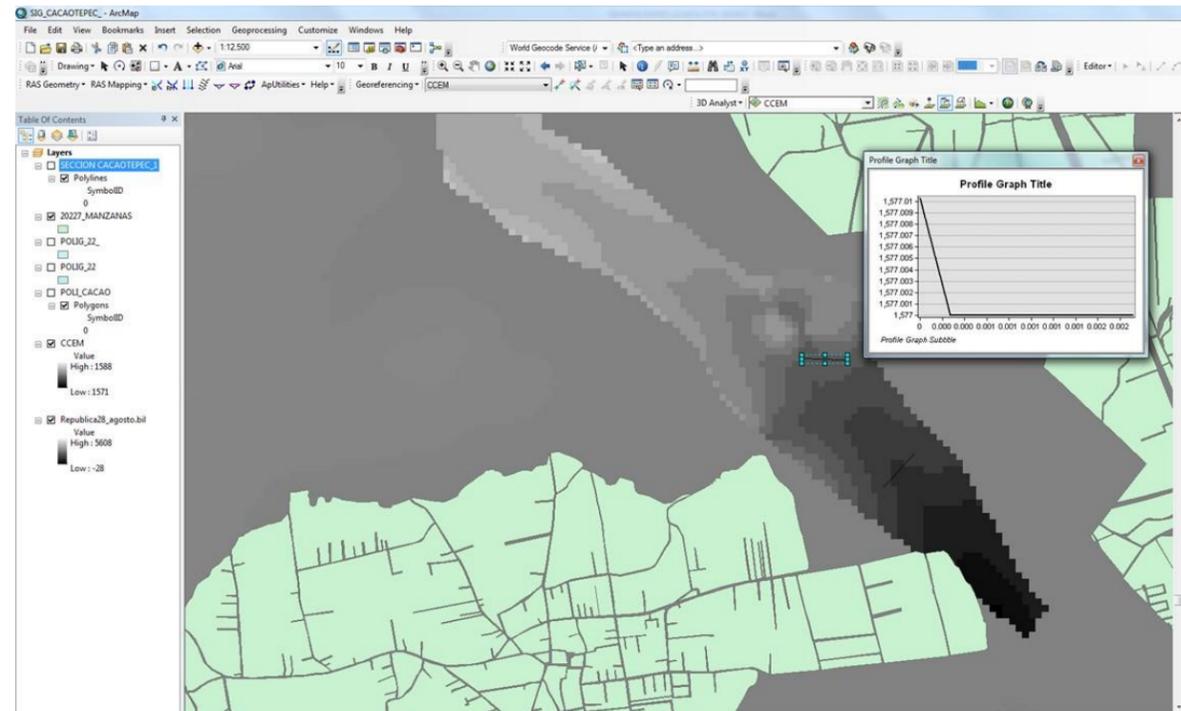


Fuente. Elaboración propia con base en INEGI y ArcGis.

Para determinar las áreas de inundación, se utilizó como información topográfica la del Continuo del Elevaciones Mexicano 3.0 (CEM 3.0, 15m), esto se ve en la siguiente figura.

Al intentar generar curvas de nivel no se logró obtener la geometría del cauce observada en campo, esto es debido a la resolución del CEM 3.0, 15m. Esto se puede corroborar en la siguiente figura.

Figura 165. Sección del cauce obtenida por medio del CEM 3.0, 15m, para éste sitio.



Fuente. Elaboracion propia con base en INEGI y ArcGis.

Figura 166. Fotos de la sección del cauce modificada por la explotación de material.



Fuente. Recorrido en campo

Sitio Río Seco.

Este sitio se localiza muy cercano a los límites del municipio, se localiza en la confluencia del río Seco con el río Atoyac, en la siguiente figura se muestra su localización geográfica.

Por lo anterior se decidió trazar las áreas de inundación de acuerdo a los recorridos de campo y a la información que proporcionó el personal de Protección Civil del municipio

Resultados del análisis, basados en el recorrido de campo

En las siguientes fotografías se muestra el sitio. Como se observa existe maquinaria de explotación de material entro del cauce. Esto hace que el cauce sea irregular generando sitios de erosión en las márgenes y un arrastre de sedimentos no natural.

Figura 167. Localización del sitio confluencia río San Lucas con el río Atoyac.



Fuente. Elaboración propia con base en Google Earth

Este sitio se ha visto sumamente afectado por la erosión hídrica, el adjunto del síndico comento que hace unos años el río Seco era de apenas unos tres metros aproximadamente, actualmente la sección es de aproximadamente 10 metros.

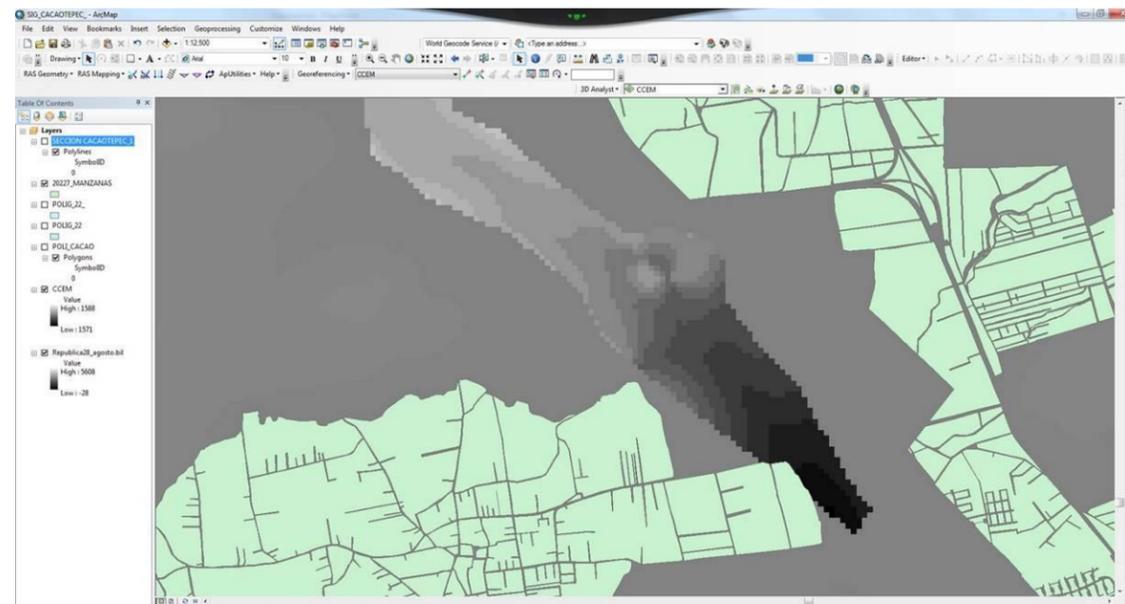
Figura 168. Sitio de la confluencia del río Seco con el río Atoyac



Fuente. Recorrido en campo

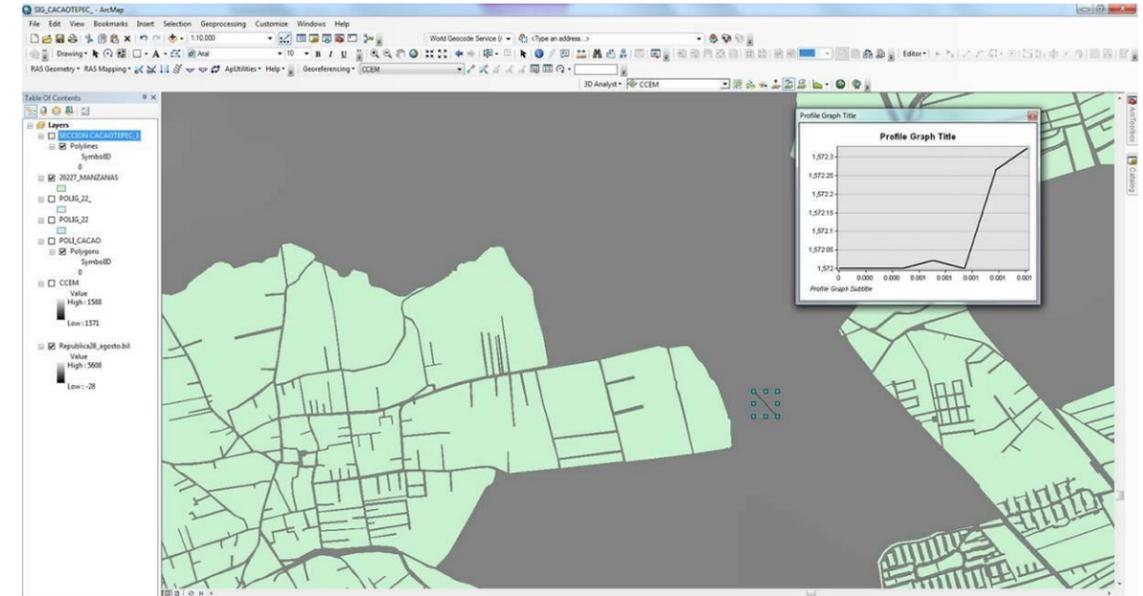
Para determinar las áreas de inundación, se utilizó como información topográfica la del Continuo del Elevaciones Mexicano 3.0 (CEM 3.0, 15m), esto se ve en la siguiente figura.

Figura 169. CEM 3.0 En zona de la confluencia del río Seco con el río Atoyac.



Fuente. Elaboración propia con base en INEGI y ArcGis.

Figura 170. Sección del cauce obtenida por medio del CEM 3.0, 15m, para éste sitio.



Fuente. Elaboración propia con base en INEGI y ArcGis.

Al intentar generar curvas de nivel no se logró obtener la geometría del cauce observada en campo, esto es debido a la resolución del CEM 3.0, 15m. Esto se puede corroborar en la siguiente figura.

Por lo anterior se decidió trazar las áreas de inundación de acuerdo a los recorridos de campo y a la información que proporcionó el personal de Protección Civil del municipio

Resultados del análisis, basados en el recorrido de campo

En las siguientes fotografías se muestra el sitio. Como se observa existe maquinaria de explotación de material entro del cauce. Esto hace que el cauce sea irregular generando sitios de erosión en las márgenes y un arrastre de sedimentos no natural.

Figura 171. Fotos de la sección del cauce modificada por la explotación de material.



Fuente. Recorrido en campo

Figura 172. Localización de la ubicación de la presa de gaviones sobre el río Atoyac



Fuente. Elaboración propia con base en Google Earth

Sitio Presa de gaviones sobre río Atoyac.

Este sitio se localiza a unos 50 metros aguas debajo de la carretera que va de la carretera San Francisco Telixtlahuaca – Oaxaca a San Lorenzo Cacaotepec, en la siguiente figura se muestra su localización geográfica.

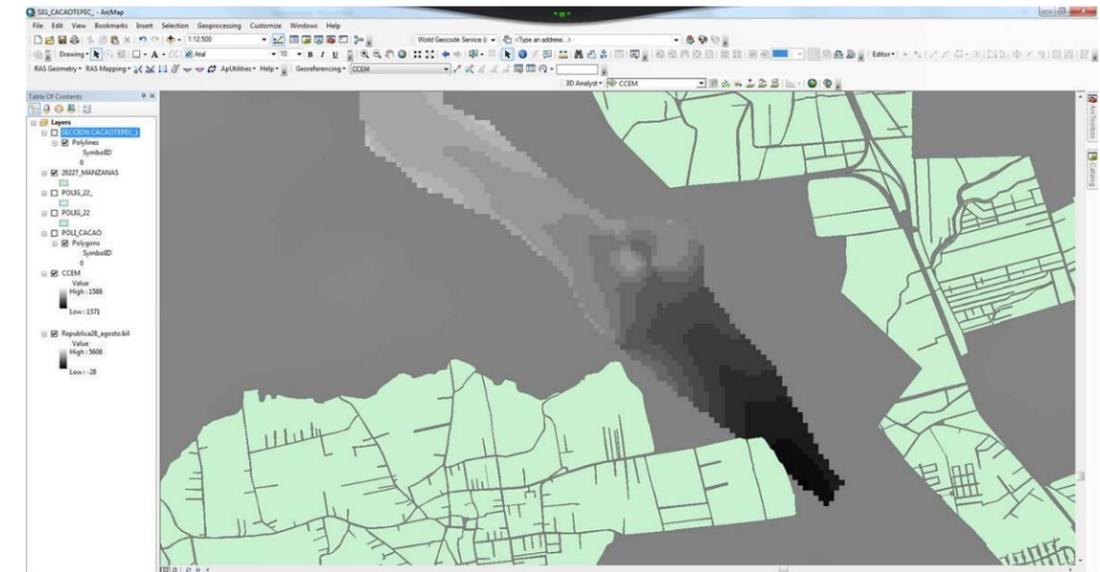
En este sitio se construyó una presa de gaviones con la finalidad de retener sedimentos, cuyo objetivo es cubrir nuevamente las columnas del puente carretero localizado en esa zona. En las siguientes fotografías se puede observar a la izquierda la presa de gaviones y a la derecha el puente carretero.

Figura 173. Sitio de la confluencia del río San Lucas con el río Atoyac



Fuente. Recorrido en campo

Figura 174. CEM 3.0 En zona de la confluencia del río San Lucas con el río Atoyac.

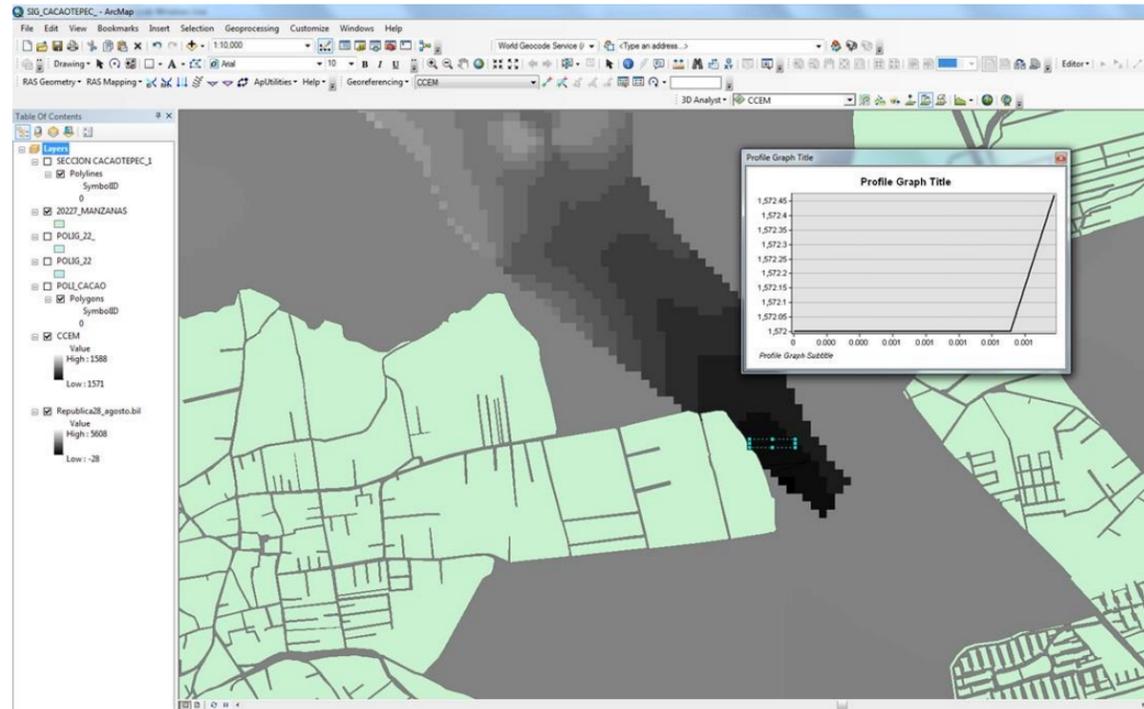


Fuente. Elaboración propia con base en INEGI y ArcGis.

Para determinar las áreas de inundación, se utilizó como información topográfica la del Continuo del Elevaciones Mexicano 3.0 (CEM 3.0, 15m), esto se ve en la siguiente figura.

Al intentar generar curvas de nivel no se logró obtener la geometría del cauce observada en campo, esto es debido a la resolución del CEM 3.0, 15m. Esto se puede corroborar en la siguiente figura.

Figura 175. Sección del cauce obtenida por medio del CEM 3.0, 15m, para éste sitio.



Fuente. Elaboración propia con base en INEGI y ArcGis.

Figura 176. Fotos de la sección del cauce modificada por la explotación de material.



Fuente. Recorrido en campo

En las siguientes fotografías se muestra la sección del río Atoyac aguas abajo de la presa de gaviones, además se muestra también la margen izquierda del cauce en la sección donde se ubica la presa de gaviones, en esta sección se informó que en avenidas el agua desborda en esta zona,

Figura 177. Fotos de la sección del cauce modificada por la explotación de material.



Fuente. Recorrido en campo

Resultados del análisis, basados en el recorrido de campo

En las siguientes fotografías se observa lo descubierto que han quedado las columnas del puente carretero.

Sitio Alcantarilla calle Constitución.

Este sitio se localiza sobre la calle Constitución y esta sobre el río San Lucas, en la siguiente figura se muestra su localización geográfica.

Figura 178. Localización de la alcantarilla sobre el río San Lucas.



Fuente. Elaboración propia con base en Google Earth

Este sitio en época de lluvias, según entrevista con la gente del sitio y del suplente de regidor, el puente se ve superado por el tirante del agua que pasa por estas secciones. En las siguientes fotografías se muestra el cauce aguas arriba del puente y aguas abajo del puente.

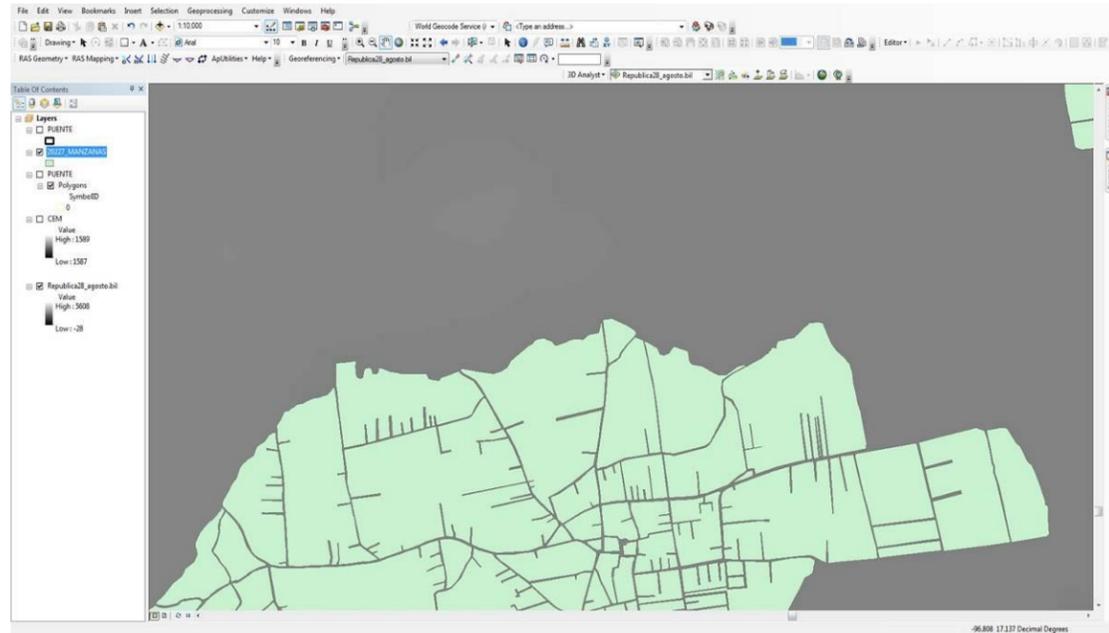
Figura 179. Cauce aguas arriba y aguas debajo de la alcantarilla de la calle Constitución.



Fuente. Recorrido en campo

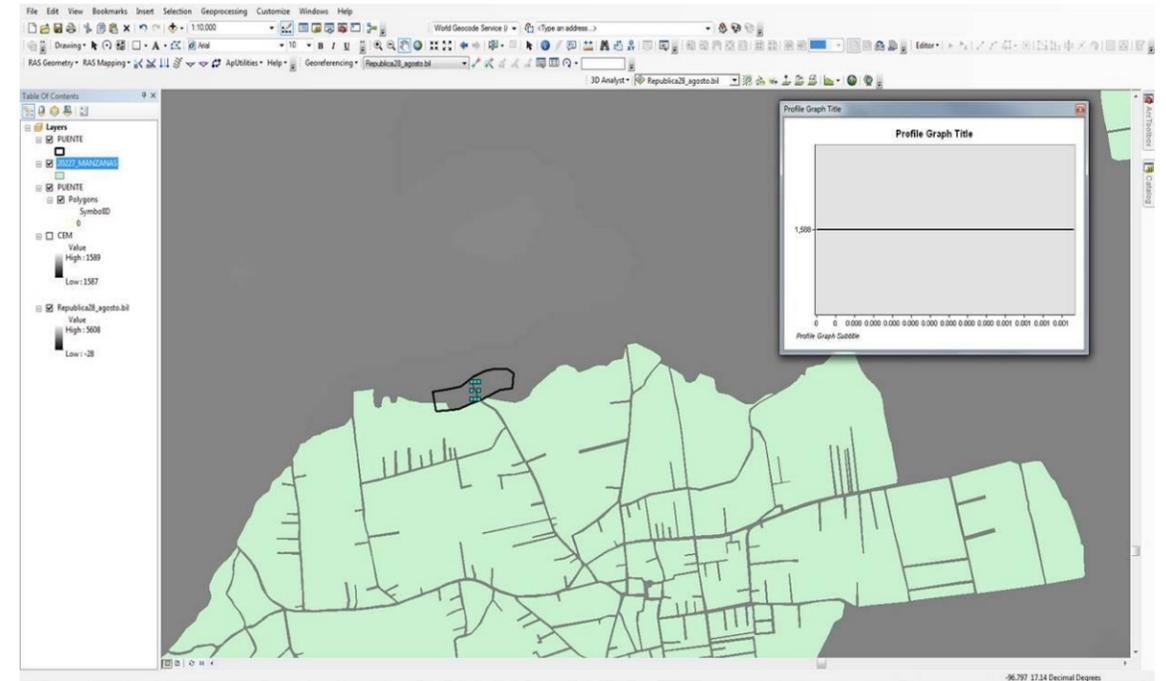
Para determinar las áreas de inundación, se utilizó como información topográfica la del Continuo del Elevaciones Mexicano 3.0 (CEM 3.0, 15m), esto se ve en la siguiente figura.

Figura 180. CEM 3.0 En zona de la alcantarilla de la Calle Constitución sobre el río San Lucas.



Fuente. Elaboración propia con base en INEGI y ArcGis.

Figura 181. Sección del cauce obtenida por medio del CEM 3.0, 15m, para éste sitio.



Fuente. Elaboración propia con base en INEGI y ArcGis.

Al intentar generar curvas de nivel no se logró obtener la geometría del cauce observada en campo, esto es debido a la resolución del CEM 3.0, 15m. Esto se puede corroborar en la siguiente figura.

Por lo anterior se decidió trazar las áreas de inundación de acuerdo a los recorridos de campo y a la información que proporcionó el personal de Protección Civil del municipio

Resultados del análisis, basados en el recorrido de campo

De acuerdo al recorrido de campo se observaron dos situaciones desfavorables en este sitio.

La sección agua arriba del puente es muy irregular, además de que es muy estrecha, además debido a la forma de constricción la alcantarilla, en las secciones pegadas a la alcantarilla se han hecho profundas, disminuyendo en esta zona la velocidad.

Figura 182. Fotos secciones del cauce aguas arriba de la alcantarilla.



Fuente. Recorrido en campo

El área hidráulica de aguas arriba en la alcantarilla presenta azolvamiento, por lo que se reduce dicha área, generando que el tirante en esa sección se incremente generando del que las aguas pasen sobre el camino dejando inhabilitado este camino.

Figura 183. Fotos azolvamiento en la sección aguas arriba en la alcantarilla.



Fuente. Recorrido en campo

Por lo observado en los recorridos de campo, en este municipio las inundaciones no ponen en peligro a la sociedad, ya que los cauces se encuentran sin invasiones.

Se observó que el problema reside en la erosión hídrica y los arrastres de sedimentos. A esto se le agrega que una parte de la población, tiene como actividad económica la venta de material para construcción, el cual es obtenido del cauce del río Atoyac y de sus bordos. Es por ello que se recomienda lo siguiente.

Realizar los estudios hidrológicos de avenidas máximas para diferentes periodos de retorno de los ríos Atoyac, San Lucas, el Seco y El Arenal.

Realizar los levantamientos topográficos a detalle, obteniendo curvas a cada 20 centímetros de los cauces de los ríos Atoyac, San Lucas, el Seco y El Arenal. Los levantamientos deben detallar toda la infraestructura hidráulica y vial existente.

En base a los dos estudios anteriores se recomienda realizar las corridas hidráulicas para cada uno de los cauces, se recomienda que en una corrida se simulen simultáneamente los ríos Atoyac, San Lucas y El Seco.

Figura 184. En la siguiente figura se muestran las zonas donde hay que realizar los levantamientos topográficos y en consecuencia el análisis hidráulico.



Fuente. Elaboración propia con base en Google Earth

Con estos estudios y actividades se podrán realizar los proyectos ejecutivos para la mitigación de las inundaciones.

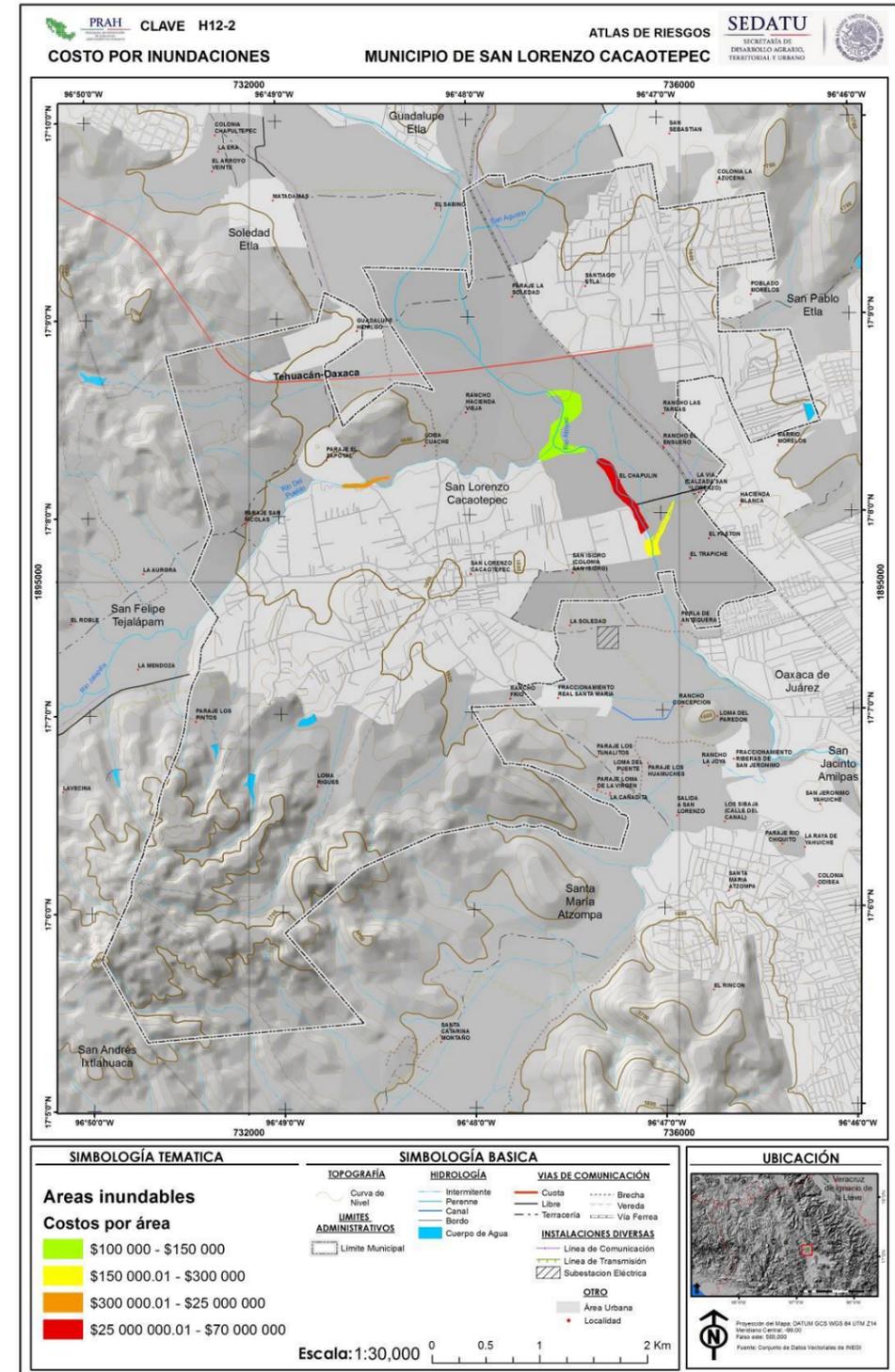
Estos estudios atenderían a los sitios Atoyac 1, Confluencia Atoyac – San Lucas, Confluencia Atoyac – Seco, Alcantarilla de la Calle Constitución.

Cabe mencionar que para el sitio de la represa de gaviones es necesario realizar el levantamiento topográfico de la represa y del puente vehicular. Se recomienda realizar un estudio de sedimentos y mecánica de suelos en el cauce y en los bordos. En el caso de la alcantarilla de la calle de Constitución se requiere realizar el levantamiento de tallado de la alcantarilla y realizar mecánica de suelos en el cauce y en los bordos.

También se recomienda realizar la delimitación de la Zona Federal de los causes con la finalidad de protegerlos de la invasión urbana y agrícola. Esto servirá de base para el Plan de Desarrollo Urbano.

Además, se recomienda reglamentar la explotación de material dentro y en los bordos del cauce del río Atoyac, para que se realice de manera que no cree irregularidades y genere puntos débiles en los bordos donde se incremente la erosión. Este reglamento debe contener las medidas de mitigación o reparación de las zonas explotadas.

Figura 185. Mapa de Costo por Inundaciones en el municipio de San Lorenzo Cacaotepec



Fuente. Elaboración propia con base en INEGI y recorridos en campo

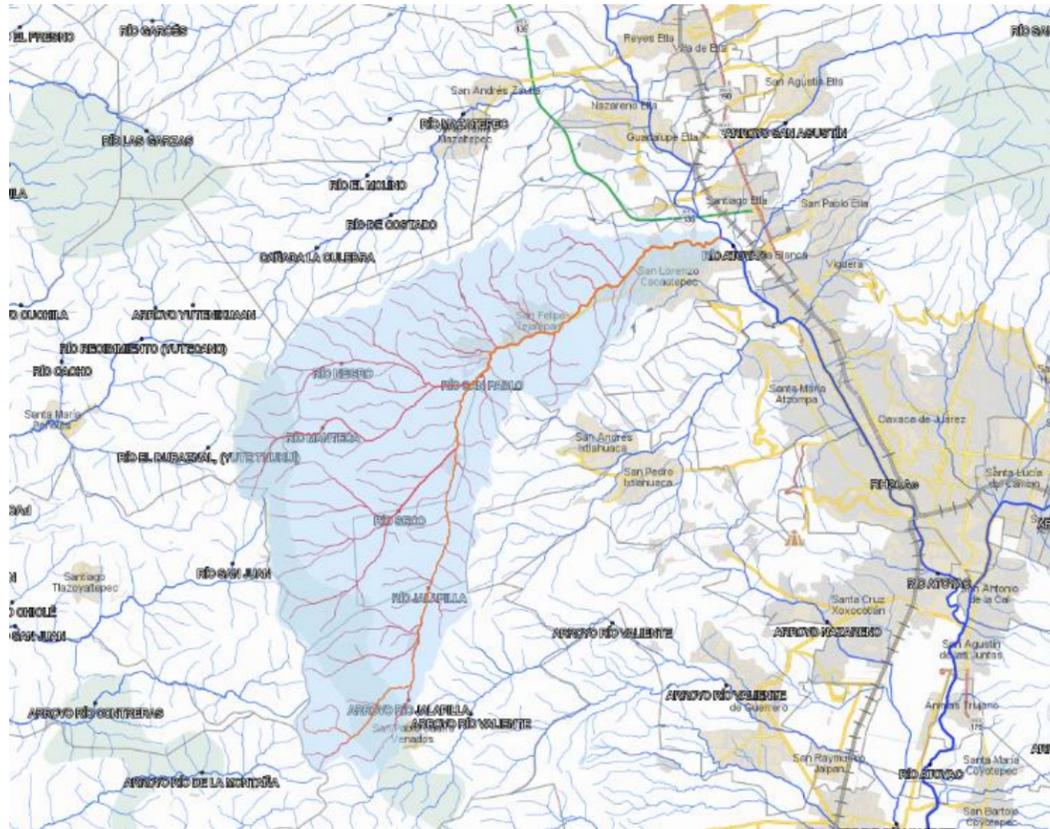
En México han ocurrido, por efecto de desastres, alrededor de 10,000 muertes, de 1980 a 1999, aproximadamente 500 cada año. Las pérdidas económicas calculadas alcanzan 9,600 millones de dólares, con un monto promedio anual cercano a los 500 millones de dólares (Bitrán, 2000).

Una estimación de las víctimas fatales en México a consecuencia de fenómenos hidrometeorológicos arroja 2,767 personas, lo que representa un promedio cercano a los 140 individuos fallecidos anualmente. La cantidad de daños totales por este tipo de fenómenos, de 1980 a 1999, fue de 4,537 millones de dólares, lo que en promedio arroja 227 millones de dólares en pérdidas anuales.

Situación Local

Tomamos como definición de inundación el desbordamiento del agua de su contenedor (Strahler et al., 1997:379), en el Municipio de San Lorenzo Cacaotepec, se localiza el río San Pablo, a continuación se muestra su cuenca de captación.

Figura 186. Cuenca de captación del río San Pablo



Fuente. Elaboración propia con base en SIATL

Estaciones Climatológicas.

Figura 187. Para el Municipio se localizaron 3 estaciones climatológicas, pero dos de ellas están fuera de operación.

CLAVE	NOMBRE	CLAVE	NOMBRE
20034	Etla	20269	Cuahtémoc
20058	Sto. Domingo	20180	Vivero Benito Juárez
20044	Jalapa del Valle		

5.3. Riesgos peligros y/o vulnerabilidad ante fenómenos de origen Químico-Tecnológico

Son un agente perturbador que se genera por la acción violenta de diferentes sustancias derivadas de su interacción molecular o nuclear. Comprende fenómenos destructivos tales como: incendios de todo tipo, explosiones, fugas tóxicas, radiaciones y derrames;

5.3.1. Incendios

El fuego es una reacción química conocida como combustión, la cual consiste en una oxidación rápida del material combustible con desprendimiento de energía en forma de luz, calor y gases, se manifiesta con desprendimientos de luz, calor, humos y gases en grandes cantidades. Puede presentarse en forma gradual o instantánea, provocando daños materiales que pueden interrumpir el proceso de producción, causar lesiones, pérdidas de vidas humanas y deterioro del ambiente (CENAPRED 2010).

El fuego en su etapa inicial que puede ser controlado o extinguido, mediante extintores portátiles, sistemas fijos contra incendio u otros medios de supresión convencionales, sin la necesidad de utilizar ropa y equipo de protección básico de bombero, tales como: chaquetón, botas, cascos o equipos de respiración. En tanto que un incendio es el proceso de fuego que se propaga de una forma incontrolada en el tiempo y en el espacio

Tipos de incendios

Los incendios de la clase “A” son los que ocurren en general en materiales que se encuentran en ese estado físico sólido tales como madera, papel, cartón y diversos plásticos, los neumáticos, las telas y otros combustibles sólidos ordinarios como trapo, viruta, papel, basura, etc. Cuando se produce un fuego al quemarse el material sólido, se agrieta, produce cenizas y brasas.

Los incendios clase “B” son aquellos que se producen en la mezcla de un gas, como gasolina, aceite, combustible y productos derivados del petróleo así como también gases como el butano, propano, etc., con el aire; o bien, de la mezcla de los vapores que se desprenden de la superficie de los líquidos inflamables, como la gasolina, aceites, grasas, solventes, etc.

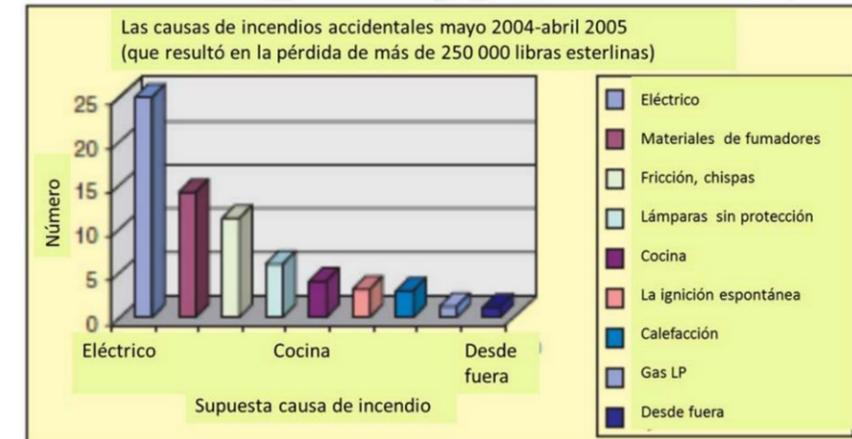
Los incendios tipo “C” son aquellos que involucran algún equipo eléctrico energizado por ejemplo: electrodoméstico de cocina, computadoras, televisores u otros tipos de equipos eléctricos

Los incendios clase “D” son los que se presentan en cierto tipo de metales combustibles, tales como polvo virutas de aleaciones de metales livianos como el magnesio, titanio, sodio, litio, potasio, aluminio, o zinc en polvo.

Los incendios clase “K” recientemente registrados por la NFPA son los generados con aceites vegetales, grasas, cochambre etc., encontrándose comúnmente en aparatos de cocinas domésticas o comerciales. Su símbolo es una letra K y su pictograma es una sartén en llamas. El agente extintor es acetato de potasio.

Durante el desarrollo del incendio se presentan otros fenómenos, los cuales pueden desarrollarse entre los primeros 3 y 10 minutos del conato, por lo que considerando el alcance de este curso si en determinado momento se pretendiera atacar el fuego con extintores portátiles, se debe tener por lo menos las mínimas nociones de la etapa del fuego y de los posibles peligros atribuidos a los fenómenos que se pueden presentar. A continuación se describirán brevemente los principales fenómenos que se pudieran presentar durante un incendio.

Figura 188. Principales causas de incendios



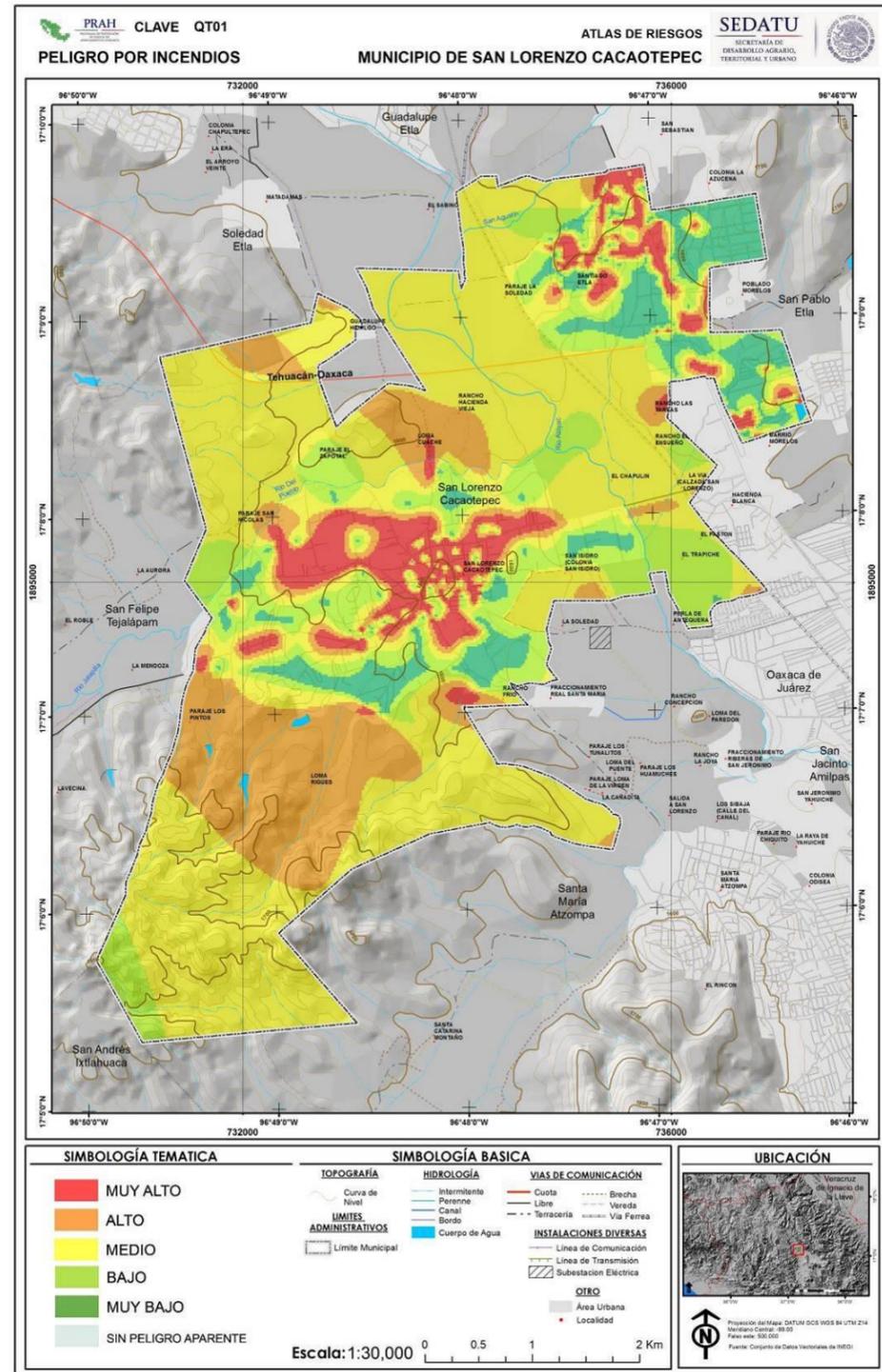
Los incendios en el municipio tienen relación directa con el manejo de material inflamable y se presentan en el siguiente mapa, en donde tienen que ver la presencia de cocinas domésticas, industria ligera y hasta matorrales incendiados a causa de quemas con fines de aprovechamiento agrícola.

Figura 189. Mapa de peligros por incendios en el municipio de San Lorenzo Cacaotepec, Oaxaca

5.3.2. Explosiones

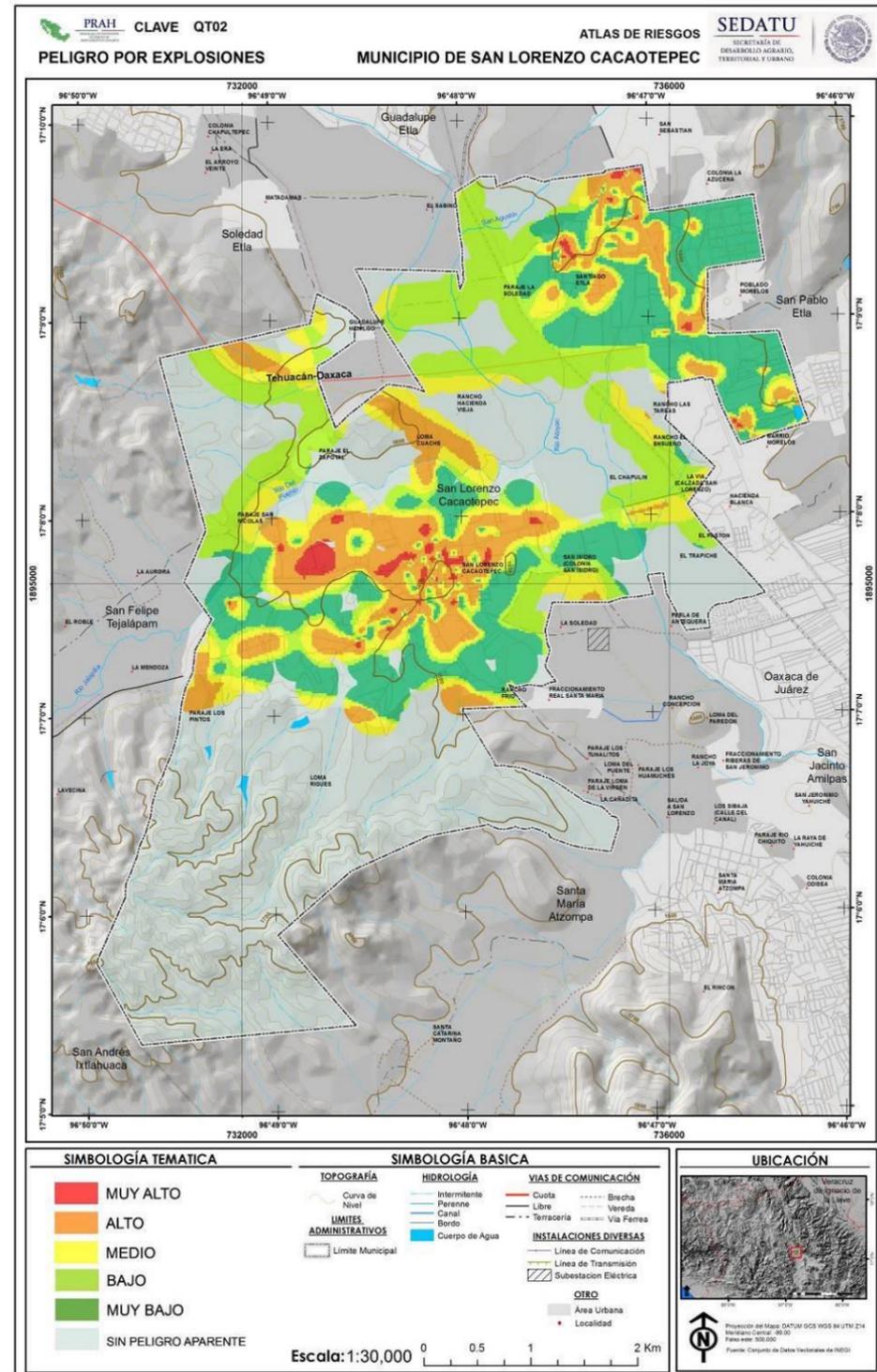
Las explosiones son fenómenos originados por la expansión violenta de gases, se produce a partir de una reacción química, o por ignición o calentamiento de algunos materiales, se manifiesta en forma de una liberación de energía y da lugar a la aparición de efectos acústicos, térmicos y mecánicos.

Los parámetros de severidad de explosión describen el potencial destructivo o la violencia para un material dado. La presión máxima de explosión, $P_{m\acute{a}x}$, es el valor más alto de presión producido por la explosión. La severidad de la explosión es comúnmente expresada por los índices $P_{m\acute{a}x}$ y el índice KG (para gases como en el caso de gas LP) o el índice KSt (para polvos), el cual se obtiene del valor máximo de presión alcanzada (dP/dt) máx. Experimentalmente, el máximo valor de presión que se obtiene en una tubería cerrada depende del volumen, V, de la tubería; por esta razón, la máxima presión, (dP/dt) máx, ha sido normalizada con respecto al volumen (TuDelf (b), 2001). La extensión del daño producido, por una nube explosiva, se puede evaluar mediante los efectos producidos por dicho evento. Como se muestra en la tabla 6.15, la información se basa en los efectos ocasionados por la presión de las ondas expansivas, pero se deben adicionar los efectos de los posibles incendios y/o explosiones subsecuentes. Este riesgo es importante ya que dentro del radio de afectación de la onda expansiva de 5 psi existe la certeza de la destrucción de tuberías. En el caso de que las tuberías transportaran alguna sustancia inflamable (como es el caso del gas LP) se añadiría al daño total dentro de la circunferencia (Beltrán, 1996)



Fuente. Elaboración propia con base en DENU e INEGI

Figura 190. Mapa de peligros por explosiones en el municipio de San Lorenzo Cacaotepec, Oaxaca



Fuente. Elaboración propia con base en DENUE e INEGI

Explosiones por Gas LP

LP El gas licuado de petróleo es un combustible usado ampliamente en México, siendo uno de los países con mayor consumo en el ámbito mundial tanto a nivel doméstico como industrial (SE (a), 1999). Su producción está registrada desde principios de siglo, aunque es hasta 1946 cuando se inicia su comercialización como una estrategia para sustituir el uso de combustibles vegetales como leña y carbón en las casas habitación (Ibarra, 1997). En los años sesenta adquiere una importancia relevante gracias al desarrollo tecnológico del proceso productivo que reduce su costo de elaboración, además de una mayor disponibilidad al mejorar su transporte y manejo, lo cual se reflejó al intensificar su uso, hasta lograr que en la actualidad tres de cada cuatro hogares mexicanos lo usen para satisfacer sus distintas necesidades (Ibarra, 1997). Este combustible está compuesto por una mezcla de propano y butano (61% y 39%, respectivamente); en condiciones normales se encuentra en estado gaseoso, aunque para fines prácticos de almacenamiento, distribución y transporte se licúa y maneja bajo presión para mantenerlo en estado líquido.

5.3.3. Derrames y Fugas Tóxicas

Las fugas de sustancias peligrosas constituyen uno de los accidentes más frecuente en las instalaciones químicas de proceso, y que suelen generar daños graves tanto a los propios equipos como a las personas expuestas. A su vez otra repercusión importante previsible es la interrupción del proceso productivo incluyendo en algunos casos el vaciado de la instalación. Las fugas suelen generarse principalmente en las conducciones. Dentro de éstas los puntos más vulnerables son las uniones entre diferentes tramos y las conexiones a los equipos. Las causas de tales fugas son múltiples pero en su mayoría se deben a fallos de proyecto. Es de resaltar que, en los equipos, las bombas de impulsión de fluidos son generadoras de muchos accidentes de esta forma. Las fugas pueden ser de varios tipos en función de las características y estado del fluido en cuestión. Las fugas en fase líquida son extremadamente peligrosas en el caso de gases licuados, debido a la gran cantidad de masa que se va a producir en un breve plazo de tiempo. Las fugas de líquidos corrosivos provocan proyecciones que pueden incidir sobre las personas situadas en áreas próximas. Las fugas de sustancias inflamables generarán atmósferas peligrosas capaces de arder dentro del rango de inflamabilidad al encontrar cualquier foco de ignición en el entorno. Las fugas de sustancias tóxicas volátiles se difundirán en el medio ambiente pudiendo afectara personas no necesariamente próximas a la instalación. Por otra parte las fugas en la fase líquida si no existen medios de control podrán contaminar a través de la red general de desagües al suelo y cauces fluviales.

Consecuencias de fugas y derrames:

- Liberación de sustancias inflamables (incendio o explosión)
- Liberación de sustancias tóxicas (formación de nubes y plumas tóxicas)
- Contaminación ambiental

Basados en la evaluación realizada de la localización y magnitud de la fuga, ésta se debe clasificar con objeto de establecer la prioridad de su reparación. La clasificación es la siguiente:

Grado 1. Son aquellas fugas que representan un peligro inminente para las personas o propiedades, por lo que, cuando se detectan deben ser reparadas inmediatamente y/o realizar acciones continuas hasta lograr que las condiciones dejen de ser peligrosas. Se considera peligrosa toda situación en la que haya probabilidad de asfixia, incendio o explosión en el área afectada por la fuga.

Grado 2. Esta clase de fugas no son peligrosas cuando se detectan, pero representan un riesgo probable para el futuro, por lo que se requiere programar su reparación para prevenir que se vuelvan peligrosas.

Grado 3. Esta clase de fugas no son peligrosas cuando se detectan y tampoco representan un riesgo probable para el futuro, por lo que, sólo es necesario reevaluarlas periódicamente hasta que sean reparadas.

Fugas de gas LP

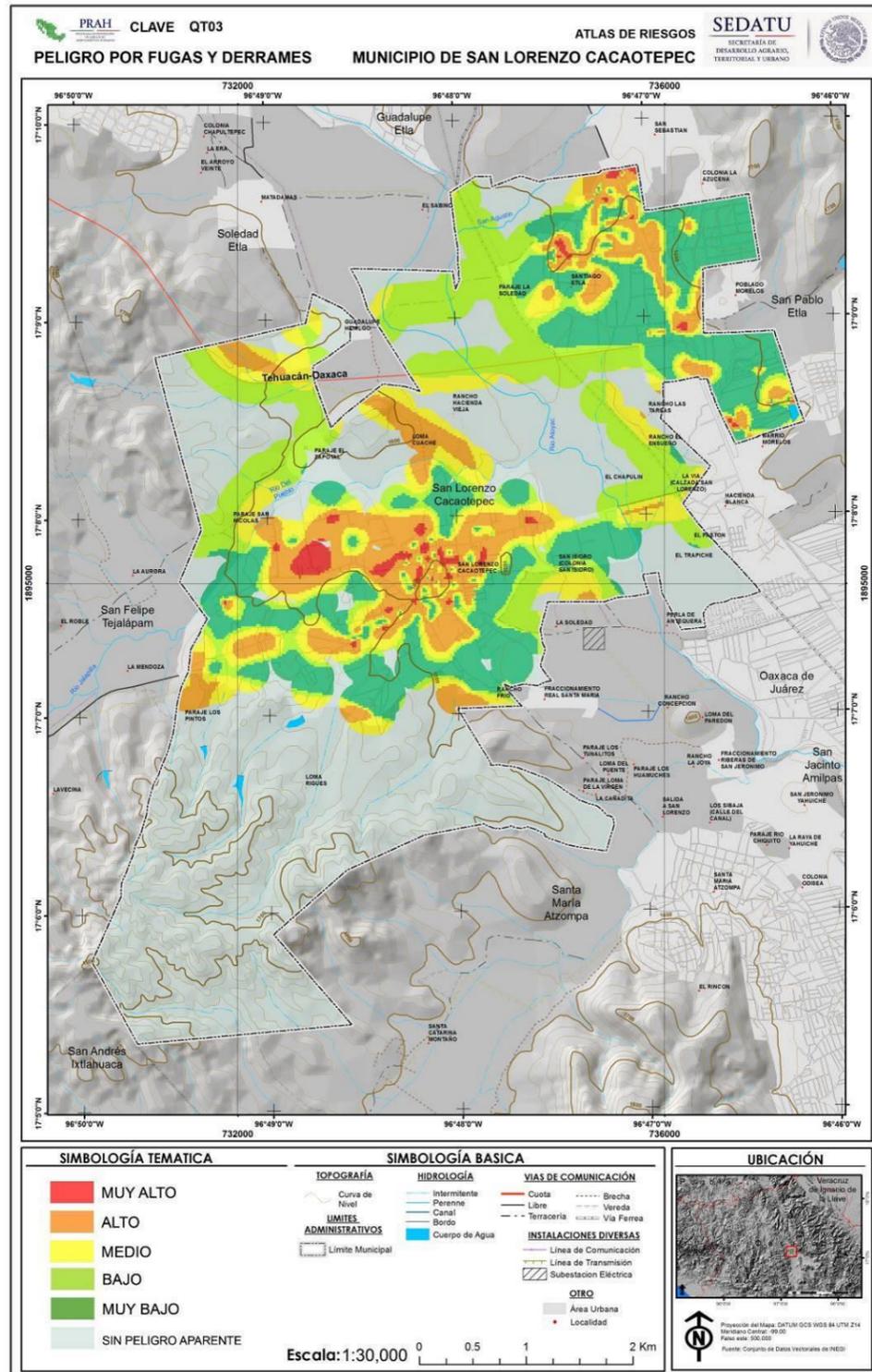
Las diferentes propiedades físicas y químicas de las sustancias peligrosas pueden ocasionar efectos adversos al hombre y al entorno donde se fugan, descargan o disponen; para este tipo de sustancias el daño ocasionado puede ser muy difícil de cuantificar, ya que los efectos observados varían en función de la concentración, tiempo y forma de exposición, así como de la toxicidad específica. El uso de gas natural y gas licuado de petróleo (o gas LP) se ha incrementado en los últimos años. Hasta hace poco tiempo el uso de estos combustibles se había limitado a aplicaciones domésticas e industriales, pero con el desarrollo y crecimiento de instalaciones en sitios de producción, la construcción de nuevas redes de tuberías de distribución y la diversificación en su uso, el riesgo asociado con estos materiales obliga a mejorar las medidas de seguridad existentes. En el caso particular de la industria dedicada a la producción, transporte, manejo y distribución de gas LP, el riesgo se ha visto incrementado en los últimos años debido a la ubicación de zonas habitacionales en áreas que en inicio de las operaciones de muchas empresas, se encontraban totalmente deshabitadas y que funcionaban como “cinturones de seguridad” en caso de que se presentara algún accidente.

La identificación de los factores de riesgo en las instalaciones permite establecer las medidas de seguridad necesarias y específicas a aplicar, además de que es uno de las tareas esenciales para la elaboración de planes de emergencia que permitan salvaguardar la seguridad, tanto de los individuos como de las instalaciones que se encuentran expuestas a eventos como fugas, incendios y explosiones.

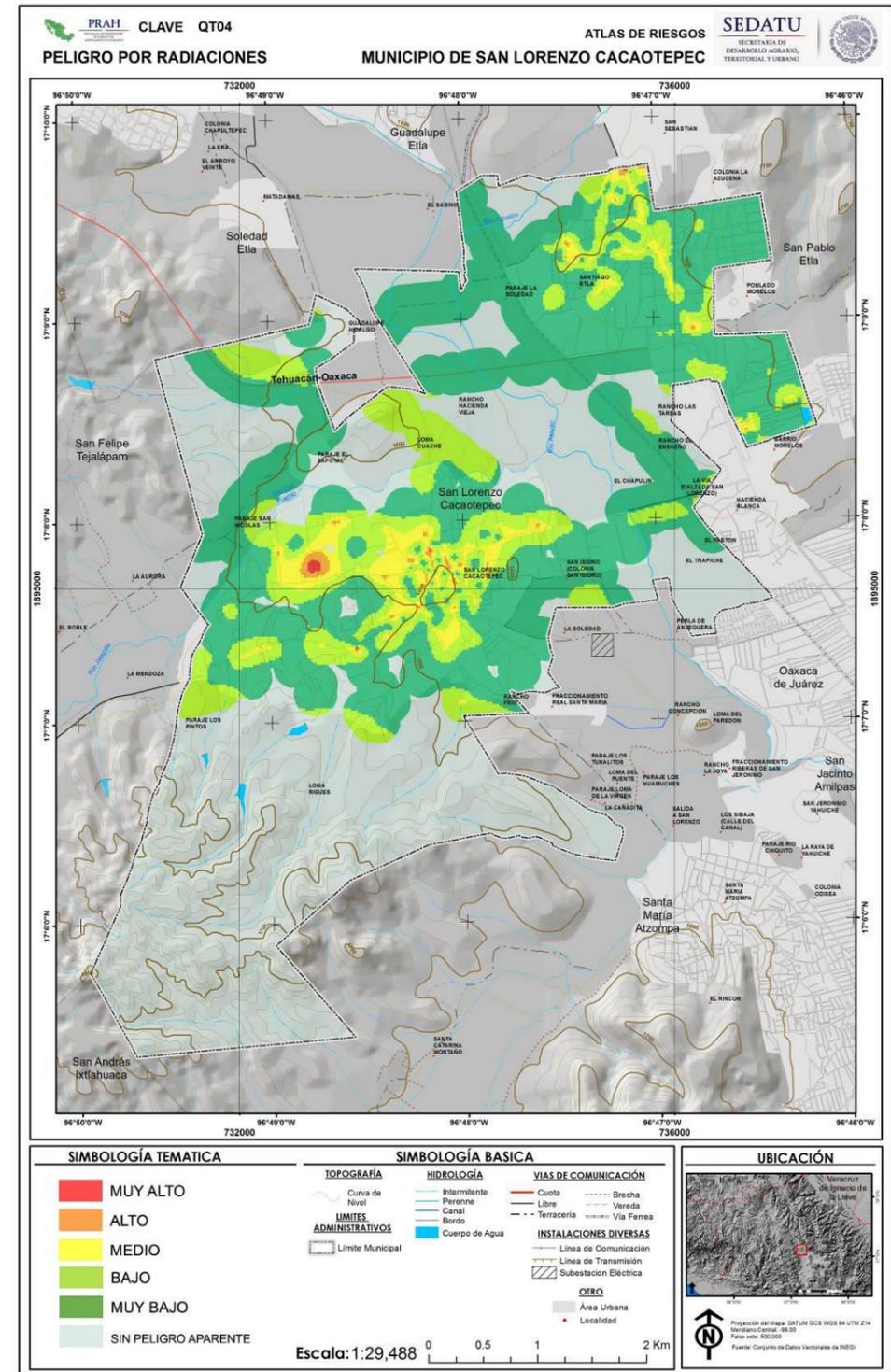
En el municipio de Culiacán, la mayor peligrosidad relacionada a una fuga es la explosión ya que el gas LP es la sustancia con mayor uso y por tanto mayor posibilidad de fuga. El gas por sí mismo puede intoxicar a seres vivos y concentrar vapores explosivos. Para generar el mapa se consideró como un vector de riesgo la actividad industrial que maneja grandes cantidades de gas y sustancias que pueden resultar dañinas a la salud o podrían generar siniestros de gran magnitud.

Figura 191. Mapa de peligros por derrames y fugas tóxicas en el municipio de San Lorenzo Cacaotepec, Oaxaca

Figura 192. Mapa de peligros por radiaciones en el municipio San Lorenzo Cacaotepec, Oaxaca.



Fuente. Elaboración propia con base en DENUe e INEGI



Fuente. Elaboración propia con base en DENUe e INEGI

5.3.1.Radiaciones

Las radiaciones son emisiones que pueden ser nocivas a la salud, son generadas por el movimiento de cargas eléctricas o por transiciones electrónicas energéticas entre diversos estados cuánticos de átomos, moléculas o núcleos. Comprenden una extremada gama de radiaciones diversas, las cuales difieren únicamente en su longitud de onda; en orden decreciente de esta longitud, entran en este grupo las ondas hertzianas, las infrarrojas, la luz visible, las ondas ultravioletas, los rayos X y la radiación gamma.

Para este documento se consideró a la radiactividad como el fenómeno que podría afectar al municipio. La propiedad de radiactividad consiste en la emisión de partículas alfa, electrones, positrones y radiación electromagnética, que proceden de la desintegración espontánea de determinados núcleos que la forman.

FASE III

Vulnerabilidad

En esta fase se incluirá la información respecto a los resultados de la vulnerabilidad en el sistema afectable del municipio.

CAPÍTULO VI. Vulnerabilidad

6.1. Índice de vulnerabilidad social

Metodología

La determinación de la vulnerabilidad social aplicada a la zona de estudio, se basa en una variante de la metodología desarrollada por el CENAPRED¹, actualizada a nivel de AGEB y con los indicadores socioeconómicos y demográficos del Censo de Población y Vivienda, 2010, así como los datos obtenidos en campo y con las autoridades respectivas.

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

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

6.1.1 Indicadores socioeconómicos.

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.

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

Figura 193. Indicadores socioeconómicos

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
			51.6 a 100.0	Muy Alta	1.00
Educación	3	Porcentaje de Población de 6 a 14 años que no asiste a la escuela	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

	8	Porcentaje de viviendas particulares con piso de tierra	49.9 a 74.6	Alta	0.75
			74.6 a 100.0	Muy Alta	1.00
			0 a 2.5	Muy baja	0.00
			2.5 a 6.9	Baja	0.25
			6.9 a 14.9	Media	0.50
	9	Porcentajes de viviendas particulares con hacinamiento	14.9 a 31.1	Alta	0.75
			31.1 a 100.0	Muy Alta	1.00
			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
Calidad de vida	10	Razón de dependencia por cada cien personas activas	41.3 a 53.9	Alta	0.75
			53.9 a 95.9	Muy Alta	1.00
			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
	11	Densidad (hab/ha)	85.6 a 156.3	Alta	0.75
			156.3 y más	Muy Alta	1.00
			0 a 25.7	Muy baja	0.00
			25.7 a 62.3	Baja	0.25
			62.3 a 117.5	Media	0.50
12	Porcentaje de viviendas particulares sin refrigerador	117.5 a 213.5	Alta	0.75	
		213.5 y más	Muy Alta	1.00	
		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

Fuente. Elaboración a partir de información censal² y corroborada en campo

6.1.2 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.

² Respecto a los indicadores que señala la Guía básica se ajustaron para este estudio en relación con los datos disponibles a nivel de AGEB urbana del Censo de Población y Vivienda 2010.

Figura 194. Capacidad de prevención y respuesta del municipio

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

Fuente. Elaboración a partir de información censal³ y corroborada en campo

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



- a) 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.

Figura 195. Percepción local de los peligros

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 dónde se encuentra la unidad de Protección Civil de la localidad?	Si	0.0	
		No	1.0	
		No sabe	0.5	

Fuente. Elaboración a partir de información censal⁴ y corroborada en campo

Estimación

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

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

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

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

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

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

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

Donde:

GVS = Es el grado de Vulnerabilidad Social

R1 = Promedio de indicadores socioeconómicos

R2 = Promedio de indicadores de prevención de riesgos y respuesta

R3 = Promedio de percepción local de riesgo

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

⁴ 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.

Figura 196. Grado de vulnerabilidad social

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

Fuente Elaboración propia.

Estimación del grado de vulnerabilidad para el municipio de San Lorenzo

Para el caso del municipio de San Lorenzo Cacaotepec en el Estado de Oaxaca, se encuentran AGEB, las cuales se evaluaron de acuerdo con la metodología presentada. Para este efecto se obtuvieron los siguientes resultados:

a) Indicadores socioeconómicos

Salud

Figura 197. Servicios de 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	
2022700010040	2,385	2.9	0.50	43.8	0.75	0.63
2022700010055	2,916	2.8	0.50	33.0	0.50	0.50
202270001006A	2,035	3.0	0.50	30.5	0.50	0.50
2022700030089	2,057	1.4	0.25	34.5	0.50	0.38
2022700030093	1,123	1.9	0.25	33.8	0.50	0.38
2022700030110	498	4.7	0.75	46.5	0.75	0.75
2022700030125	696	1.9	0.25	42.7	0.75	0.50

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

Educación

Figura 198. Servicios educativos

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	
2022700010040	6.4	1.00	45.8	0.75	0.88
2022700010055	1.4	0.25	42.1	0.75	0.50

202270001006A	2.2	0.25	30.9	0.50	0.38
2022700030089	1.1	0.25	23.2	0.25	0.25
2022700030093	3.6	0.75	26.2	0.50	0.63
2022700030110	1.3	0.25	31.3	0.50	0.38
2022700030125	3.0	0.25	35.5	0.50	0.38

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

Vivienda

Figura 199. Características de la 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	
2022700010040	89.8	1.00	37.9	0.75	64.6	1.00	9.5	0.50	35.8	0.50	0.75
2022700010055	53.9	0.75	16.0	0.50	59.0	1.00	7.3	0.50	29.7	0.25	0.60
202270001006A	71.1	0.75	14.8	0.50	50.8	0.75	4.0	0.25	30.2	0.50	0.55
2022700030089	20.5	0.25	0.4	0.00	23.5	0.25	4.7	0.25	28.3	0.25	0.20
2022700030093	42.2	0.50	4.1	0.25	31.5	0.50	4.5	0.25	34.6	0.50	0.40

2022700030110	88.8	1.00	11.3	0.25	56.0	1.00	12.0	0.50	36.0	0.50	0.65
2022700030125	100.0	1.00	15.3	0.50	78.8	1.00	9.1	0.50	46.7	0.75	0.75
2022700010040	89.8	1.00	37.9	0.75	64.6	1.00	9.5	0.50	35.8	0.50	0.75

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

Calidad de vida

Figura 200. Indicadores de la 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	
2022700010040	55.0	0.3	7.6	0.0	22.4	0.5	0.25
2022700010055	50.2	0.3	21.1	0.0	18.5	0.5	0.25
202270001006A	51.8	0.3	11.8	0.0	9.8	0.3	0.17
2022700030089	47.3	0.3	39.9	0.3	8.9	0.3	0.25
2022700030093	54.9	0.3	7.7	0.0	8.2	0.3	0.17
2022700030110	48.2	0.3	5.8	0.0	18.5	0.5	0.25
2022700030125	50.0	0.3	9.2	0.0	25.6	0.5	0.25

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

Figura 201. Resumen indicadores socioeconómicos

AGEB	PROMEDIO
2022700010040	0.63
2022700010055	0.46
202270001006A	0.40
2022700030089	0.27
2022700030093	0.39
2022700030110	0.51
2022700030125	0.47

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

b) Capacidad municipal de prevención y respuesta

Capacidad de prevención

Figura 202. Capacidad de prevención

Municipio	El municipio cuenta con unidad de Protección Civil, comité u organización	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
20227	Si	Si	Si	Si	0.50

comunitaria									
	SI / NO	Valor							
20227	Si	1.0	No	0.0	Si	1.0	Si	1.0	0.75

Fuente: Elaboración propia con base en trabajo en campo.

Capacidad de respuesta

Figura 203. Capacidad de respuesta

Municipio	El municipio cuenta con canales de comunicación para alertas en situación de peligro	El municipio cuenta con rutas de evacuación y acceso	El municipio cuenta con refugios temporales	El municipio cuenta con convenios para la operación de albergues y distribución de alimentos	El municipio cuenta con personal capacitado para comunicar en caso de emergencias	El municipio cuenta con equipo de comunicación móvil	PROMEDIO						
	SI / NO	Valor	SI / NO	Valor	SI / NO	Valor	SI / NO	Valor	SI / NO	Valor	SI / NO	Valor	
20227	Si	1.0	SI	1.0	SI	1.0	No	0.0	No	0.0	No	0.0	0.50

Fuente: Elaboración propia con base en trabajo en campo.

Figura 204. Resumen indicadores capacidad de prevención y respuesta

Municipio	PROMEDIO
20227	0.63

Fuente: Elaboración propia con base en trabajo en campo.

2022700030110		1			1.0			1.0		1.0
2022700030125	0.0	1			1.0			1.0		1.0

Fuente: Elaboración propia con base en trabajo en campo.

6.1.3 Percepción local

Incluye el análisis de algunos factores que evalúa la población para conocer si reconoce peligros en su entorno y la capacidad de respuesta ante un desastre

Figura 205. 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	
2022700010040	0.0			1				1.0		0.7
2022700010055		1			1.0			1.0		1.0
202270001006A		1			1.0			1.0		1.0
2022700030089		1			1.0			1.0		1.0
2022700030093		1			1.0			1.0		1.0

Mecanismos de prevención local

Figura 206. 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 dónde 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	
2022700010040	0.0				1.0			1.0			1.0			1	
2022700010055	0.0	1			1.0			1.0			1.0		0.0	1	
202270001006A	0.0	1			1.0			1.0			1.0		0.0	1	
2022700030089	0.0	1			1.0			1.0			1.0		0.0	1	
2022700030093	0.0	1			1.0			1.0			1.0		0.0	1	
2022700030110	0.0	1			1.0			1.0			1.0		0.0	1	
2022700030125	0.0	1			1.0			1.0			1.0		0.0	1	

Fuente: Elaboración propia con base en trabajo en campo.

Resumen indicadores de percepción local

Figura 207. Resumen indicadores de percepción local

AGEB	Promedio
2022700010040	0.8
2022700010055	0.8
202270001006A	0.8
2022700030089	0.8
2022700030093	0.8
2022700030110	0.8
2022700030125	0.8

Fuente: Elaboración propia con base en trabajo en campo.

Índice de vulnerabilidad social por AGEB

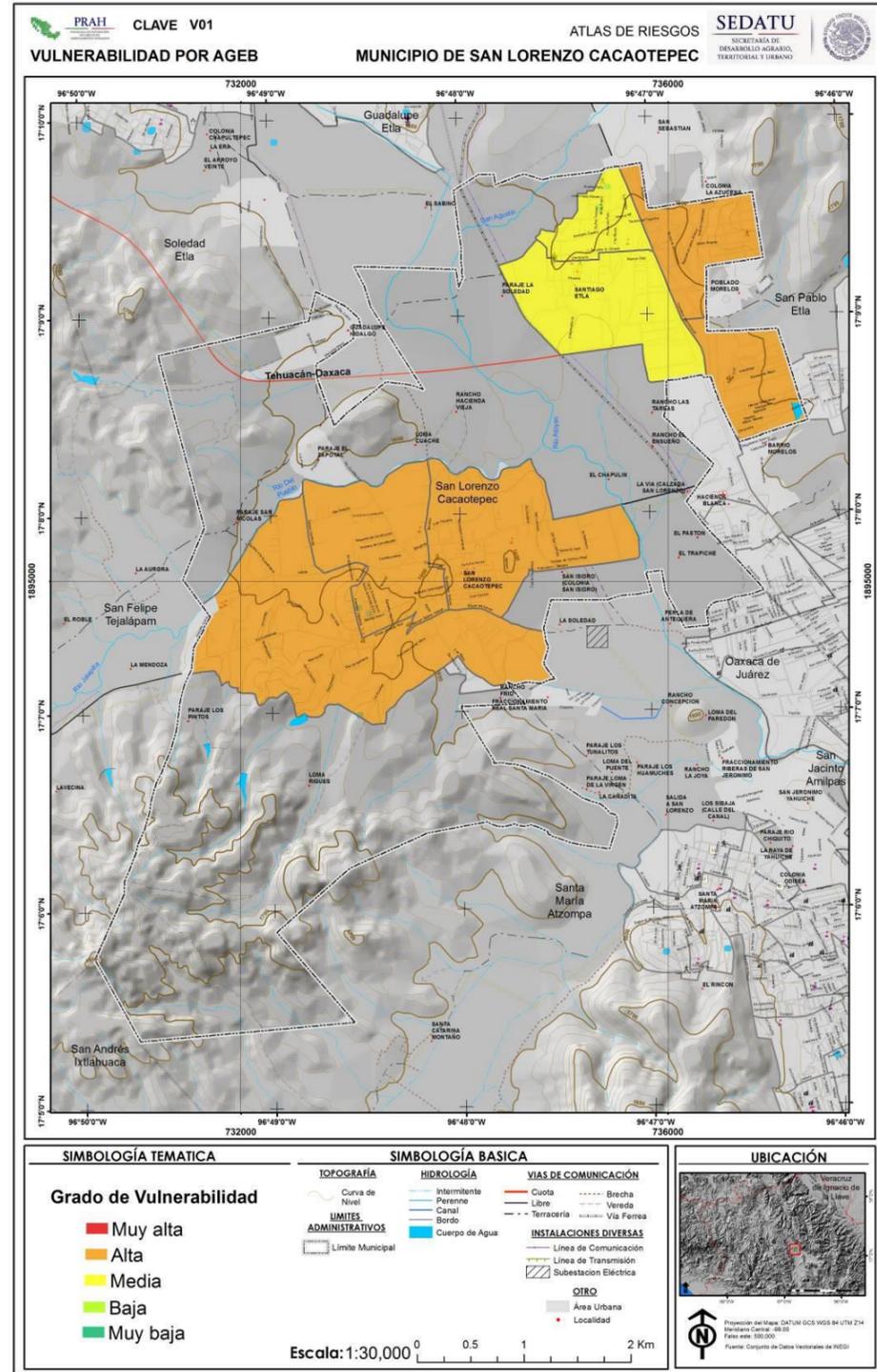
De acuerdo con los resultados obtenidos, se observa que de las 7 Áreas Geoestadísticas Básicas, donde residen 11.7 mil personas, 2 AGEB tienen un valor medio en vulnerabilidad, donde residen 3.1 mil habitantes (27.2%), y 5 tienen alto grado de vulnerabilidad con 8.5 mil personas.

Figura 208. Índice de vulnerabilidad social por AGEB

AGEB	Socioeconómicos	Capacidad prevención y respuesta	Percepción local	Índice de vulnerabilidad social	Grado de vulnerabilidad social
2022700010040	0.50	0.13	0.15	0.78	Alto
2022700010055	0.37	0.13	0.16	0.66	Alto
202270001006A	0.32	0.13	0.16	0.60	Alto
2022700030089	0.22	0.13	0.16	0.50	Medio
2022700030093	0.27	0.13	0.16	0.56	Medio
2022700030110	0.41	0.13	0.16	0.69	Alto
2022700030125	0.38	0.13	0.16	0.66	Alto

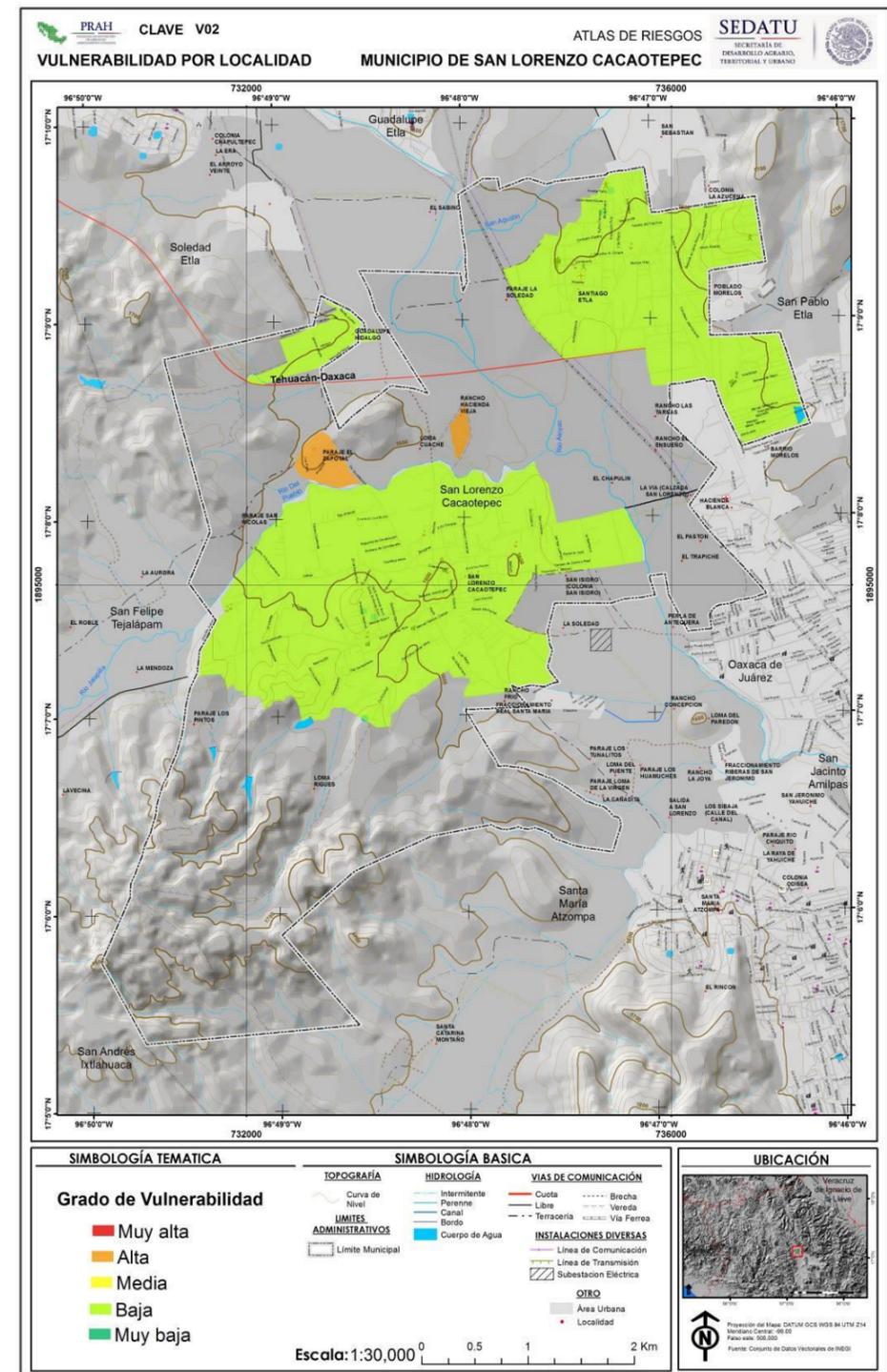
Fuente: Elaboración propia con base en el Censo de Población y Vivienda, 2010 y trabajo en campo.

Figura 209. Índice de Vulnerabilidad Social por AGEB, 2010



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

Figura 210. Índice de Vulnerabilidad Social por localidad, 2010



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

Figura 211. Resumen del grado de vulnerabilidad social

Grado de Vulnerabilidad Social	Total		Alto		Medio		Bajo	
	Abs.	%	Abs.	%	Abs.	%	Abs.	%
AGEB	7	100.0	5	71.4	2	28.6	0	0.0
Población	11,710	100.0	8,530	72.8	3,180	27.2	0	0.0

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

Figura 212. Índice de vulnerabilidad física por inundaciones

AGEB	Índice de vulnerabilidad física
2022700010040	0.78
2022700010055	0.66
202270001006A	0.60
2022700030089	0.50
2022700030093	0.56
2022700030110	0.69
2022700030125	0.66

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

En particular, las AGEB que se encuentran más alejadas de la cabecera municipal son las que presentan mayores condiciones de vulnerabilidad, mientras que las cercanas al Centro presentan menor grado de vulnerabilidad.

Índice de vulnerabilidad física para inundaciones

Para definir la vulnerabilidad física de las viviendas, se usaron las funciones de vulnerabilidad propuestas para edificación de vivienda y sus componentes ante la incidencia de inundaciones partiendo de los índices antes vistos a nivel de AGEB y se les asignaron valores prorrateados del tipo de construcciones en el municipio; se evaluó la vulnerabilidad física de la vivienda de bajo costo, obteniendo como resultado final el porcentaje de destrucción esperado para una vivienda, un caserío, un poblado o una ciudad.

A continuación se presenta la tabla con los valores de vulnerabilidad física ante inundaciones empleados en el análisis de este estudio.

FASE IV

Riesgo / Exposición

Esta fase consiste en que con los resultados del análisis de la amenaza-peligro de los fenómenos perturbadores junto con su vulnerabilidad, se estimarán las pérdidas o daños probables sobre los agentes afectables y su distribución

CAPÍTULO VII. Riesgo/Exposición

El desarrollo de esta fase consiste en que una vez analizada la amenaza-peligro de cada fenómeno perturbador presente en el municipio de estudio y su vulnerabilidad, se procede a estimar y valorar las pérdidas o daños probables sobre los agentes afectables y su distribución geográfica.

7.1. Riesgos Geológicos

Riesgo volcánico

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

Riesgo sismos

La delimitación de áreas de riesgo por sismicidad se elabora con base en una matriz, en la cual las zonas con diferente grado de peligro son empalmadas y multiplicadas aritméticamente con los espacios vulnerables. El peligro se refiere a la probabilidad de ocurrencia, en este caso de eventos sísmicos, el índice de vulnerabilidad se estima según condiciones de la población referentes a su capacidad de respuesta ante dinámicas que puedan resultar adversas a sus actividades diarias o en ciertos casos propiciar un desastre.

Matriz de riesgo cualitativa.

Figura 213. Matriz de riesgo cualitativa

Peligro	Vulnerabilidad	Riesgo
Muy alto	Muy alto	Muy alto
	Alto	Muy alto
	Medio	Alto
	Baio	Alto
	Muy baio	Medio
Alto	Muy alto	Muy alto
	Alto	Alto
	Medio	Alto
	Baio	Medio
	Muy baio	Medio
Medio	Muy alto	Alto
	Alto	Alto
	Medio	Medio
	Baio	Medio
	Muy baio	Baio
Bajo	Muy alto	Alto
	Alto	Medio
	Medio	Medio
	Baio	Baio
	Muy baio	Baio
MUY BAJO	Muy alto	Medio
	Alto	Medio
	Medio	Baio
	Baio	Baio
	Muy baio	Muy Baio

Fuente. Elaboración propia

Cada categoría de peligro y vulnerabilidad se pondera según su jerarquía. La multiplicación se elabora con el uso de Sistemas de Información Geográfica (SIG) a partir de álgebra de mapas, donde los elementos poligonales de peligro y vulnerabilidad son intersectados para generar nuevos componentes espaciales que contengan el resultado numérico de la operación, para posteriormente asignarles el nivel de riesgo. Las zonas sin peligro aparente y carente de población se denominaron con riesgo nulo.

Figura 214. Matriz de riesgo ponderada aritméticamente.

Peligro	Valor asignado (P)	Vulnerabilidad	Valor asignado (V)	Riesgo	Resultado (P x V)
Muy alto	5	Muy alto	10000	Muy alto	50000
		Alto	1000	Muy alto	5000
		Medio	100	Alto	500
		Bajo	10	Alto	50
		Muy bajo	1	Medio	5
Alto	4	Muy alto	10000	Muy alto	40000
		Alto	1000	Alto	4000
		Medio	100	Alto	400
		Bajo	10	Medio	40
		Muy bajo	1	Medio	4
Medio	3	Muy alto	10000	Alto	30000
		Alto	1000	Alto	3000
		Medio	100	Medio	300
		Bajo	10	Medio	30
		Muy bajo	1	Bajo	3
Bajo	2	Muy alto	10000	Alto	20000
		Alto	1000	Medio	2000
		Medio	100	Medio	200
		Bajo	10	Bajo	20
		Muy bajo	1	Bajo	2
Muy Bajo	1	Muy alto	10000	Medio	10000
		Alto	1000	Medio	1000
		Medio	100	Bajo	100
		Bajo	10	Bajo	10
		Muy bajo	1	Muy Bajo	1

Fuente. Elaboración propia

Figura 215. Resultados obtenidos de la operación de Riesgo por AGEB urbana.

Peligro	Valor asignado (P)	Vulnerabilidad	Valor asignado (V)	Riesgo	Resultado (P x V)	AGEBS con zonas en la categoría
Alto	4	Alto	1000	Alto	4000	4
		Medio	100	Alto	400	2
Medio	3	Alto	1000	Alto	3000	5
		Medio	100	Medio	300	2
Bajo	2	Alto	1000	Medio	2000	2
		Medio	100	Medio	200	2

Fuente. Elaboración propia

Figura 216. Resultados obtenidos de la operación de Riesgo por localidad.

Peligro	Valor asignado (P)	Vulnerabilidad	Valor asignado (V)	Riesgo	Resultado (P x V)	Localidades con zonas en la categoría
Alto	4	Alto	1000	Alto	4000	2
		Bajo	10	Medio	40	3
Medio	3	Alto	1000	Alto	3000	2
		Bajo	10	Medio	30	3
Bajo	2	Alto	1000	Medio	2000	1
		Bajo	10	Bajo	20	2

Fuente. Elaboración propia

La intensidad de peligro en el caso del municipio de San Lorenzo Cacaotepec es “Baja”, “Media” y “Alta”; la vulnerabilidad fue estimada según las delimitaciones de AGEB urbana y localidades, por AGEB se identifican los rangos “Medio” y “Alto”, mientras que por localidad se identifican zonas con grado “Bajo” y “Alto”. Los resultados obtenidos se muestran en las figuras 204 y 205.

Riesgo tsunamis

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

Riesgo por inestabilidad de laderas

Se valoró el riesgo con la multiplicación de peligro por vulnerabilidad, los resultados se ponderan según la matriz de riesgo. El peligro se obtiene a partir de la evaluación de elementos inmersos en la dinámica de inestabilidad de laderas que permitan reconocer zonas probables a desencadenar estos procesos. La vulnerabilidad se refiere a la respuesta ante una amenaza específica, evaluada según condiciones económicas, políticas y sociales de los poblados del área de estudio.

Figura 217. Matriz de riesgo cualitativa

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

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

Fuente. Elaboración propia

Para su procesamiento aritmético, las variables nominales, es decir, cada categoría de peligro y vulnerabilidad, se ponderan según su grado. La multiplicación se elabora con el uso de Sistemas de Información Geográfica (SIG) con el uso de álgebra de mapas, donde los polígonos de peligro y vulnerabilidad son intersectados para generar nuevos componentes espaciales que contengan el resultado numérico de la operación, para posteriormente asignarles la categoría de Riesgo. Las zonas sin peligro aparente y carente de población se denominaron con riesgo nulo.

Figura 218. Matriz de riesgo ponderada aritméticamente.

Peligro	Valor asignado (P)	Vulnerabilidad	Valor asignado (V)	Riesgo	Resultado (P x V)
Muy alto	5	Muy alto	10000	Muy alto	50000
		Alto	1000	Muy alto	5000
		Medio	100	Alto	500
		Bajo	10	Alto	50
		Muy bajo	1	Medio	5
Alto	4	Muy alto	10000	Muy alto	40000
		Alto	1000	Alto	4000
		Medio	100	Alto	400
		Bajo	10	Medio	40
		Muy bajo	1	Medio	4
Medio	3	Muy alto	10000	Alto	30000
		Alto	1000	Alto	3000
		Medio	100	Medio	300
		Bajo	10	Medio	30
		Muy bajo	1	Bajo	3
Bajo	2	Muy alto	10000	Alto	20000
		Alto	1000	Medio	2000
		Medio	100	Medio	200
		Bajo	10	Bajo	20
		Muy bajo	1	Bajo	2
Muy Bajo	1	Muy alto	10000	Medio	10000
		Alto	1000	Medio	1000
		Medio	100	Bajo	100
		Bajo	10	Bajo	10
		Muy bajo	1	Muy Bajo	1

Fuente. Elaboración propia

San Lorenzo Cacaotepec, presenta grados de peligro “Bajo”, “Medio”, “Alto” y existen zonas sin peligro aparente que corresponden a superficies sub-horizontales. La vulnerabilidad fue medida en dos escalas: por Área Geoestadística Básica (AGEB) urbana y por Localidad Geoestadística. Los grados de vulnerabilidad por AGEB urbano del municipio son “Medio” y “Alto”, mientras que por localidad se

identifican zonas con grado “Bajo” y “Alto”. Los resultados obtenidos se muestran en las figuras siguientes.

Figura 219. Resultados obtenidos de la operación de Riesgo por AGEB urbana.

Peligro	Valor asignado (P)	Vulnerabilidad	Valor asignado (V)	Riesgo	Resultado (P x V)	AGEBS con zonas en la categoría
Alto	4	Alto	1000	Alto	4000	1
		Medio	100	Alto	400	0
Medio	3	Alto	1000	Alto	3000	4
		Medio	100	Medio	300	0
Bajo	2	Alto	1000	Medio	2000	2
		Medio	100	Medio	200	0

Figura 220. Resultados obtenidos de la operación de Riesgo por localidad.

Peligro	Valor asignado (P)	Vulnerabilidad	Valor asignado (V)	Riesgo	Resultado (P x V)	Localidades con zonas en la categoría
Alto	4	Alto	1000	Alto	4000	0
		Bajo	10	Medio	40	1
Medio	3	Alto	1000	Alto	3000	1
		Bajo	10	Medio	30	2
Bajo	2	Alto	1000	Medio	2000	1
		Bajo	10	Bajo	20	2

Fuente. Elaboración propia

Riesgo por flujos

Para la zonificación de riesgo por flujos de lodo, tierra, rocas o escombros; se utiliza la información de peligro y vulnerabilidad, empalmada y multiplicada a partir de la matriz de riesgo. El peligro se reconoce como la probabilidad de ocurrencia, es obtenido en este caso por la interrelación de la concavidad del terreno, características físicas de los materiales y las condiciones hídricas de la zona; mientras que el índice de vulnerabilidad se obtiene a partir de la capacidad de respuesta ante eventos que puedan resultar contraproducentes a sus actividades.

Figura 221. Matriz de riesgo cualitativa

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

Fuente. Elaboración propia

El tratamiento de la información se realiza con Sistemas de Información Geográfica (SIG), mediante la ponderación numérica de cada uno de los rangos de peligro y vulnerabilidad que al multiplicarse a partir del álgebra de mapas dan como resultado una expresión aritmética del riesgo.

Figura 222. Matriz de riesgo ponderada aritméticamente.

Peligro	Valor asignado (P)	Vulnerabilidad	Valor asignado (V)	Riesgo	Resultado (P x V)
Muy alto	5	Muy alto	10000	Muy alto	50000
		Alto	1000	Muy alto	5000
		Medio	100	Alto	500
		Bajo	10	Alto	50
		Muy bajo	1	Medio	5
Alto	4	Muy alto	10000	Muy alto	40000
		Alto	1000	Alto	4000
		Medio	100	Alto	400
		Bajo	10	Medio	40
		Muy bajo	1	Medio	4
Medio	3	Muy alto	10000	Alto	30000
		Alto	1000	Alto	3000
		Medio	100	Medio	300
		Bajo	10	Medio	30
		Muy bajo	1	Bajo	3
Bajo	2	Muy alto	10000	Alto	20000
		Alto	1000	Medio	2000
		Medio	100	Medio	200
		Bajo	10	Bajo	20
		Muy bajo	1	Bajo	2
Muy Bajo	1	Muy alto	10000	Medio	10000
		Alto	1000	Medio	1000
		Medio	100	Bajo	100
		Bajo	10	Bajo	10
		Muy bajo	1	Muy Bajo	1

Fuente. Elaboración propia

Esta dinámica en el municipio presenta grados de peligro “Muy bajo”, “Bajo”, “Medio” así como zonas sin peligro aparente por su convexidad que no permiten la captación e impiden el fluido. La vulnerabilidad es cuantificada según dos delimitaciones administrativas: por AGEB urbana y por localidad; Los grados de vulnerabilidad por AGEB urbano del municipio son “Medio” y “Alto”, mientras que por localidad se identifican zonas con grado “Bajo” y “Alto”. Los resultados obtenidos se muestran en las figuras siguientes. Las áreas sin peligro aparente y sin población se les asignó un valor de riesgo nulo.

Figura 223. Resultados obtenidos de la operación de Riesgo por AGEB urbana.

Peligro	Valor asignado (P)	Vulnerabilidad	Valor asignado (V)	Riesgo	Resultado (P x V)	AGEBS con zonas en la categoría
Medio	3	Alto	1000	Alto	3000	1
		Medio	100	Medio	300	0
Bajo	2	Alto	1000	Medio	2000	3
		Medio	100	Medio	200	2
Muy Bajo	1	Alto	1000	Medio	1000	2
		Medio	100	Bajo	100	2

Fuente. Elaboración propia

Figura 224. Resultados obtenidos de la operación de Riesgo por localidad.

Peligro	Valor asignado (P)	Vulnerabilidad	Valor asignado (V)	Riesgo	Resultado (P x V)	Localidades con zonas en la categoría
Medio	3	Alto	1000	Alto	3000	0
		Bajo	10	Medio	30	0
Bajo	2	Alto	1000	Medio	2000	0
		Bajo	10	Medio	20	2
Muy Bajo	1	Alto	1000	Medio	100	2
		Bajo	10	Bajo	10	5

Fuente. Elaboración propia

Riesgo por derrumbes

El riesgo por desprendimiento se calcula al multiplicar el peligro y la vulnerabilidad, el resultado se categoriza según la matriz de riesgo. El peligro se refiere a la zonificación de áreas susceptibles a desprendimientos, obtenidas a partir de la interacción de elementos relacionados a la inestabilidad de laderas como lo son la inclinación del terreno, geología e influencia fluvial. Las zonas vulnerables

corresponden a áreas pobladas que según su capacidad de respuesta ante dinámicas naturales se les asigna un rango.

Figura 225. Matriz de riesgo cualitativa

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

Fuente. Elaboración propia

La información se procesó en Sistemas de Información Geográfica (SIG), se jerarquizaron las categorías aritméticamente para elaborar la operación algebraica que intersecta el peligro y la vulnerabilidad, los números resultantes se les asigna una nueva clase que corresponde al Riesgo.

Figura 226. Matriz de riesgo ponderada aritméticamente.

Peligro	Valor asignado (P)	Vulnerabilidad	Valor asignado (V)	Riesgo	Resultado (P x V)
Muy alto	5	Muy alto	10000	Muy alto	50000
		Alto	1000	Muy alto	5000
		Medio	100	Alto	500
		Bajo	10	Alto	50
		Muy bajo	1	Medio	5
Alto	4	Muy alto	10000	Muy alto	40000
		Alto	1000	Alto	4000
		Medio	100	Alto	400
		Bajo	10	Medio	40
		Muy bajo	1	Medio	4
Medio	3	Muy alto	10000	Alto	30000
		Alto	1000	Alto	3000
		Medio	100	Medio	300
		Bajo	10	Medio	30
		Muy bajo	1	Bajo	3
Bajo	2	Muy alto	10000	Alto	20000
		Alto	1000	Medio	2000
		Medio	100	Medio	200
		Bajo	10	Bajo	20
		Muy bajo	1	Bajo	2
Muy Bajo	1	Muy alto	10000	Medio	10000
		Alto	1000	Medio	1000
		Medio	100	Bajo	100
		Bajo	10	Bajo	10
		Muy bajo	1	Muy Bajo	1

Fuente. Elaboración propia

En el presente municipio se localizaron zonas con grados de peligro “Bajo”, “Medio”, “Alto” y áreas nulas ubicadas en la región La vulnerabilidad fue medida en dos escalas: por Área Geoestadística Básica (AGEB) urbana y por Localidad Geoestadística. Los grados de vulnerabilidad por AGEB urbano del municipio son “Medio” y “Alto”, mientras que por localidad se identifican zonas con grado “Bajo” y “Alto”. Los resultados obtenidos se muestran en las figuras siguientes.

Figura 227. Resultados obtenidos de la operación de Riesgo por AGEB urbana.

Peligro	Valor asignado (P)	Vulnerabilidad	Valor asignado (V)	Riesgo	Resultado (P x V)	AGEBS con zonas en la categoría
Alto	4	Alto	1000	Alto	4000	2
		Medio	100	Alto	400	0
Medio	3	Alto	1000	Alto	3000	4
		Medio	100	Medio	300	0
Bajo	2	Alto	1000	Medio	2000	1
		Medio	100	Medio	200	0

Fuente. Elaboración propia

Figura 228. Resultados obtenidos de la operación de Riesgo por localidad.

Peligro	Valor asignado (P)	Vulnerabilidad	Valor asignado (V)	Riesgo	Resultado (P x V)	Localidades con zonas en la categoría
Alto	4	Alto	1000	Alto	4000	1
		Bajo	10	Medio	40	2
Medio	3	Alto	1000	Alto	3000	1
		Bajo	10	Medio	30	2
Bajo	2	Alto	1000	Medio	2000	0
		Bajo	10	Bajo	20	1

Fuente. Elaboración propia

Riesgo por hundimientos

La evaluación del riesgo a hundimientos se elabora a partir del peligro que es la probabilidad de que el proceso ocurra en un espacio determinado según características relacionadas a la presente dinámica (inclinación del terreno, cercanía a pozos de extracción, influencia fluvial, proximidad litoral y geología),

en relación con la vulnerabilidad que se refiere a la capacidad de respuesta de la población ante la presente amenaza, se valora conforme a diferentes dimensiones económicas y sociales. La estimación de la jerarquía de riesgo se realiza según la siguiente matriz.

Figura 229. Matriz de riesgo cualitativa

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

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

Fuente. Elaboración propia

Se asigna un número a cada uno de los grados de peligro y vulnerabilidad según su orden jerárquico para su procesamiento en un Sistema de Información Geográfica (SIG) donde se multiplican espacialmente con el fin de obtener valores de riesgo categorizados según la matriz.

Figura 230. Matriz de riesgo ponderada aritméticamente.

Peligro	Valor asignado (P)	Vulnerabilidad	Valor asignado (V)	Riesgo	Resultado (P x V)
Muy alto	5	Muy alto	10000	Muy alto	50000
		Alto	1000	Muy alto	5000
		Medio	100	Alto	500
		Bajo	10	Alto	50
		Muy bajo	1	Medio	5
Alto	4	Muy alto	10000	Muy alto	40000
		Alto	1000	Alto	4000
		Medio	100	Alto	400
		Bajo	10	Medio	40
		Muy bajo	1	Medio	4
Medio	3	Muy alto	10000	Alto	30000
		Alto	1000	Alto	3000
		Medio	100	Medio	300
		Bajo	10	Medio	30
		Muy bajo	1	Bajo	3
Bajo	2	Muy alto	10000	Alto	20000
		Alto	1000	Medio	2000
		Medio	100	Medio	200
		Bajo	10	Bajo	20
		Muy bajo	1	Bajo	2
Muy Bajo	1	Muy alto	10000	Medio	10000
		Alto	1000	Medio	1000
		Medio	100	Bajo	100
		Bajo	10	Bajo	10
		Muy bajo	1	Muy Bajo	1

Fuente. Elaboración propia

Los rangos de peligro por hundimiento en Culiacán son “bajo”, “medio”, “alto” así como zonas sin peligro aparente. La vulnerabilidad es cuantificada según dos delimitaciones administrativas: por AGEB urbana y por localidad; Los grados de vulnerabilidad por AGEB urbano del municipio son “Medio” y “Alto”, mientras que por localidad se identifican zonas con grado “Bajo” y “Alto”. Los resultados obtenidos se muestran en las figuras siguientes. Las áreas en donde no se encontró evidencia ni se delimitaron como

susceptibles a hundimientos, así como las zonas carentes de población, se les asigno el valor de riesgo nulo.

Figura 231. Resultados obtenidos de la operación de Riesgo por AGEB urbana.

Peligro	Valor asignado (P)	Vulnerabilidad	Valor asignado (V)	Riesgo	Resultado (P x V)	AGEBS con zonas en la categoría
Alto	4	Alto	1000	Alto	4000	3
		Medio	100	Alto	400	0
Medio	3	Alto	1000	Alto	3000	4
		Medio	100	Medio	300	0
Bajo	2	Alto	1000	Medio	2000	4
		Medio	100	Medio	200	2

Fuente. Elaboración propia

Figura 232. Resultados obtenidos de la operación de Riesgo por localidad.

Peligro	Valor asignado (P)	Vulnerabilidad	Valor asignado (V)	Riesgo	Resultado (P x V)	Localidades con zonas en la categoría
Alto	4	Alto	1000	Alto	4000	1
		Bajo	10	Medio	40	1
Medio	3	Alto	1000	Alto	3000	2
		Bajo	10	Medio	30	3
Bajo	2	Alto	1000	Medio	2000	2
		Bajo	10	Bajo	20	3

Fuente. Elaboración propia

Riesgo por subsidencia

La ecuación del riesgo consiste en la multiplicación espacial del peligro por la vulnerabilidad. El peligro es la probabilidad de ocurrencia de un proceso, en este caso la subsidencia, en un espacio determinado según características relacionadas a la deformación vertical del terreno (inclinación del terreno, cercanía a pozos de extracción, influencia fluvial, proximidad litoral y geología), la vulnerabilidad se refiere a la capacidad de respuesta de la población ante esta amenaza, ponderada según diferentes parámetros económicos, políticos y sociales. La estimación se elabora a partir de la matriz de riesgo.

Figura 233. Matriz de riesgo cualitativa

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

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

Fuente. Elaboración propia

Con base en la matriz anterior, se asigna un número a cada uno de los grados de peligro y vulnerabilidad según su orden jerárquico, posteriormente se procesa en un Sistema de Información Geográfica (SIG) donde se intersectan espacialmente con el fin de obtener valores de riesgo categorizados según la matriz.

Figura 234. Matriz de riesgo ponderada aritméticamente.

Peligro	Valor asignado (P)	Vulnerabilidad	Valor asignado (V)	Riesgo	Resultado (P x V)
Muy alto	5	Muy alto	10000	Muy alto	50000
		Alto	1000	Muy alto	5000
		Medio	100	Alto	500
		Bajo	10	Alto	50
		Muy bajo	1	Medio	5
Alto	4	Muy alto	10000	Muy alto	40000
		Alto	1000	Alto	4000
		Medio	100	Alto	400
		Bajo	10	Medio	40
		Muy bajo	1	Medio	4
Medio	3	Muy alto	10000	Alto	30000
		Alto	1000	Alto	3000
		Medio	100	Medio	300
		Bajo	10	Medio	30
		Muy bajo	1	Bajo	3
Bajo	2	Muy alto	10000	Alto	20000
		Alto	1000	Medio	2000
		Medio	100	Medio	200
		Bajo	10	Bajo	20
		Muy bajo	1	Bajo	2
Muy Bajo	1	Muy alto	10000	Medio	10000
		Alto	1000	Medio	1000
		Medio	100	Bajo	100
		Bajo	10	Bajo	10
		Muy bajo	1	Muy Bajo	1

Fuente. Elaboración propia

San Lorenzo Cacaotepec, presenta rangos de peligro “Bajo”, “Medio”, “Alto” y áreas sin peligro aparente según el mapa de susceptibilidad elaborado y el recorrido en campo. La vulnerabilidad fue medida en dos escalas: por Área Geoestadística Básica (AGEB) urbana y por Localidad Geoestadística. Los

grados de vulnerabilidad por AGEB urbano del municipio son “Medio” y “Alto”, mientras que por localidad se identifican zonas con grado “Bajo” y “Alto”. Las figuras siguientes muestran los resultados obtenidos, excluyendo las zonas carentes de población y peligro que se delimitaron como nulas.

Figura 235. Resultados obtenidos de la operación de Riesgo por AGEB urbana.

Peligro	Valor asignado (P)	Vulnerabilidad	Valor asignado (V)	Riesgo	Resultado (P x V)	AGEBS con zonas en la categoría
Alto	4	Alto	1000	Alto	4000	3
		Medio	100	Alto	400	0
Medio	3	Alto	1000	Alto	3000	4
		Medio	100	Medio	300	2
Bajo	2	Alto	1000	Medio	2000	4
		Medio	100	Medio	200	2

Fuente. Elaboración propia

Figura 236. Resultados obtenidos de la operación de Riesgo por localidad.

Peligro	Valor asignado (P)	Vulnerabilidad	Valor asignado (V)	Riesgo	Resultado (P x V)	Localidades con zonas en la categoría
Alto	4	Alto	1000	Alto	4000	1
		Bajo	10	Medio	40	1
Medio	3	Alto	1000	Alto	3000	2
		Bajo	10	Medio	30	3
Bajo	2	Alto	1000	Medio	2000	2
		Bajo	10	Bajo	20	3

Fuente. Elaboración propia

Riesgo por agrietamiento

El riesgo por agrietamiento en construcciones consiste en la intersección de valores de peligro y vulnerabilidad. El peligro se obtiene de la probabilidad de agrietamientos en las construcciones determinada por la inclinación del terreno, cercanía a pozos de extracción, influencia fluvial, proximidad litoral, geología e información recabada en campo. El índice de vulnerabilidad está constituido por la capacidad de respuesta de la población ante cualquier evento que pueda alterar su cotidianidad y en

ciertos casos pueda desencadenar un desastre. Los resultados obtenidos se ponderan según la matriz de riesgo.

Figura 237. Matriz de riesgo cualitativa

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

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

Fuente. Elaboración propia

Las operaciones se realizaron en Sistemas de Información Geográfica (SIG) para el cruce de la información espacial y obtener el resultado numérico de riesgo, el cual es posteriormente clasificado.

Figura 238. Matriz de riesgo ponderada aritméticamente.

Peligro	Valor asignado (P)	Vulnerabilidad	Valor asignado (V)	Riesgo	Resultado (P x V)
Muy alto	5	Muy alto	10000	Muy alto	50000
		Alto	1000	Muy alto	5000
		Medio	100	Alto	500
		Bajo	10	Alto	50
		Muy bajo	1	Medio	5
Alto	4	Muy alto	10000	Muy alto	40000
		Alto	1000	Alto	4000
		Medio	100	Alto	400
		Bajo	10	Medio	40
		Muy bajo	1	Medio	4
Medio	3	Muy alto	10000	Alto	30000
		Alto	1000	Alto	3000
		Medio	100	Medio	300
		Bajo	10	Medio	30
		Muy bajo	1	Bajo	3
Bajo	2	Muy alto	10000	Alto	20000
		Alto	1000	Medio	2000
		Medio	100	Medio	200
		Bajo	10	Bajo	20
		Muy bajo	1	Bajo	2
Muy Bajo	1	Muy alto	10000	Medio	10000
		Alto	1000	Medio	1000
		Medio	100	Bajo	100
		Bajo	10	Bajo	10
		Muy bajo	1	Muy Bajo	1

Fuente. Elaboración propia

En el municipio de San Lorenzo Cacaotepec se presenta grados de peligro “Bajo”, “Medio”, “Alto” y zonas sin peligro aparente que corresponden a los lugares más estables y sin evidencia de agrietamientos. La vulnerabilidad fue medida por Área Geoestadística Básica (AGEB) urbana y por Localidad Geoestadística. Los grados de vulnerabilidad por AGEB urbano del municipio son “Medio” y “Alto”, mientras que por localidad se identifican zonas con grado “Bajo” y “Alto”. Los resultados obtenidos se muestran en las figuras siguientes.

Figura 239. Resultados obtenidos de la operación de Riesgo por AGEB urbana.

Peligro	Valor asignado (P)	Vulnerabilidad	Valor asignado (V)	Riesgo	Resultado (P x V)	AGEBS con zonas en la categoría
Alto	4	Alto	1000	Alto	4000	3
		Medio	100	Alto	400	0
Medio	3	Alto	1000	Alto	3000	4
		Medio	100	Medio	300	0
Bajo	2	Alto	1000	Medio	2000	4
		Medio	100	Medio	200	2

Fuente. Elaboración propia

Figura 240. Resultados obtenidos de la operación de Riesgo por localidad.

Peligro	Valor asignado (P)	Vulnerabilidad	Valor asignado (V)	Riesgo	Resultado (P x V)	Localidades con zonas en la categoría
Alto	4	Alto	1000	Alto	4000	1
		Bajo	10	Medio	40	1
Medio	3	Alto	1000	Alto	3000	1
		Bajo	10	Medio	30	3
Bajo	2	Alto	1000	Medio	2000	2
		Bajo	10	Bajo	20	3

Fuente. Elaboración propia

7.2. Riesgos Hidrometeorológicos

La valoración el 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.

Figura 241. Matriz de riesgo cualitativa

Peligro	Vulnerabilidad	Riesgo
Muy alto	Muy alto	Muy alto
	Alto	Muy alto
	Medio	Alto
	Bajo	Alto
	Muy bajo	Medio
Alto	Muy alto	Muy alto
	Alto	Alto
	Medio	Alto
	Bajo	Medio
	Muy bajo	Medio
Medio	Muy alto	Alto
	Alto	Alto

	Medio	Medio
	Bajo	Medio
	Muy bajo	Bajo
Bajo	Muy alto	Alto
	Alto	Medio
	Medio	Medio
	Bajo	Bajo
MUY BAJO	Muy bajo	Bajo
	Muy alto	Medio
	Alto	Medio
	Medio	Bajo
	Bajo	Bajo
	Muy bajo	Muy Bajo

Fuente. Elaboración propia

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

Figura 242. Evaluación del riesgo por ondas cálidas

Localidad	Peligro	Vulnerabilidad	Riesgo	Población	Viviendas
SAN LORENZO CACAOTEPEC	Alto	Bajo	Medio	7351	1889
SANTIAGO ETLA	Alto	Bajo	Medio	4374	110
GUADALUPE HIDALGO	Alto	Bajo	Medio	1228	280
RANCHO HACIENDA VIEJA	Alto	Alto	Alto	181	45
SAN ISIDRO (COLONIA SAN ISIDRO)	Alto	Alto	Alto	130	37
PARAJE EL ZAPOTAL	Alto	Alto	Alto	123	33
PARAJE SAN NICOLAS	Alto	Alto	Alto	91	22
LOMA CUACHE	Alto	Alto	Alto	87	18
EL PASTON	Alto	Bajo	Medio	32	7
LA VIA (CALZADA SAN LORENZO)	Alto	Alto	Alto	29	6
RANCHO EL ENSUEÑO	Alto	Alto	Alto	21	6
PARAJE LOS PINTOS	Alto	Alto	Alto	19	7
PARAJE LA SOLEDAD	Alto	Medio	Alto	14	4
RANCHO FRIO	Alto	Alto	Alto	12	2
EL TRAPICHE	Alto	Bajo	Medio	10	3
RANCHO LAS TAREAS	Alto	Bajo	Medio	2	1
Total del Municipio				13740	3460

Fuente. Elaboración propia

Figura 243. Evaluación del riesgo por ondas cálidas

AGEB	Peligro	Vulnerabilidad	Riesgo	Población
2022700010040	Alto	Alto	Alto	2385
2022700010055	Alto	Alto	Alto	2916
202270001006A	Alto	Alto	Alto	2035
2022700030089	Alto	Medio	Alto	2057
2022700030093	Alto	Medio	Alto	1123
2022700030110	Alto	Alto	Alto	498
2022700030125	Alto	Alto	Alto	696

Ondas Gélidas

Figura 244. Evaluación del riesgo por ondas gélidas

Localidad	Peligro	Vulnerabilidad	Riesgo	Población	Viviendas
SAN LORENZO CACAOTEPEC	Alto	Bajo	Medio	7351	1889
SANTIAGO ETLA	Alto	Bajo	Medio	4374	110
GUADALUPE HIDALGO	Alto	Bajo	Medio	1228	280
RANCHO HACIENDA VIEJA	Alto	Alto	Alto	181	45
SAN ISIDRO (COLONIA SAN ISIDRO)	Alto	Alto	Alto	130	37
PARAJE EL ZAPOTAL	Alto	Alto	Alto	123	33
PARAJE SAN NICOLAS	Alto	Alto	Alto	91	22
LOMA CUACHE	Alto	Alto	Alto	87	18
EL PASTON	Alto	Bajo	Medio	32	7
LA VIA (CALZADA SAN LORENZO)	Alto	Alto	Alto	29	6
RANCHO EL ENSUEÑO	Alto	Alto	Alto	21	6
PARAJE LOS PINTOS	Alto	Alto	Alto	19	7
PARAJE LA SOLEDAD	Alto	Medio	Alto	14	4
RANCHO FRIO	Alto	Alto	Alto	12	2
EL TRAPICHE	Alto	Bajo	Medio	10	3
RANCHO LAS TAREAS	Alto	Bajo	Medio	2	1
Total del Municipio				13740	3460

Fuente. Elaboración propia

Figura 245. Evaluación del riesgo por ondas gélidas

AGEB	Peligro	Vulnerabilidad	Riesgo	Población
2022700010040	Alto	Alto	Alto	2385
2022700010055	Alto	Alto	Alto	2916
202270001006A	Alto	Alto	Alto	2035
2022700030089	Alto	Medio	Alto	2057
2022700030093	Alto	Medio	Alto	1123
2022700030110	Alto	Alto	Alto	498
2022700030125	Alto	Alto	Alto	696

Figura 247. Evaluación del riesgo por heladas

AGEB	Peligro	Vulnerabilidad	Riesgo	Población
2022700010040	Alto	Alto	Alto	2385
2022700010055	Alto	Alto	Alto	2916
202270001006A	Alto	Alto	Alto	2035
2022700030089	Alto	Medio	Alto	2057
2022700030093	Alto	Medio	Alto	1123
2022700030110	Alto	Alto	Alto	498
2022700030125	Alto	Alto	Alto	696

Fuente. Elaboración propia

Heladas

Figura 246. Evaluación del riesgo por Heladas

Localidad	Peligro	Vulnerabilidad	Riesgo	Población	Viviendas
SAN LORENZO CACAOTEPEC	Alto	Bajo	Medio	7351	1889
SANTIAGO ETLA	Alto	Bajo	Medio	4374	110
GUADALUPE HIDALGO	Alto	Bajo	Medio	1228	280
RANCHO HACIENDA VIEJA	Alto	Alto	Alto	181	45
SAN ISIDRO (COLONIA SAN ISIDRO)	Alto	Alto	Alto	130	37
PARAJE EL ZAPOTAL	Alto	Alto	Alto	123	33
PARAJE SAN NICOLAS	Alto	Alto	Alto	91	22
LOMA CUACHE	Alto	Alto	Alto	87	18
EL PASTON	Alto	Bajo	Medio	32	7
LA VIA (CALZADA SAN LORENZO)	Alto	Alto	Alto	29	6
RANCHO EL ENSUEDO	Alto	Alto	Alto	21	6
PARAJE LOS PINTOS	Alto	Alto	Alto	19	7
PARAJE LA SOLEDAD	Alto	Medio	Alto	14	4
RANCHO FRIO	Alto	Alto	Alto	12	2
EL TRAPICHE	Alto	Bajo	Medio	10	3
RANCHO LAS TAREAS	Alto	Bajo	Medio	2	1
Total del Municipio				13740	3460

Fuente. Elaboración propia

Sequias

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 **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 **BAJO**.

Tornado

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**.

Riesgo por inundaciones

De acuerdo a los recorridos en campo y las estimaciones generadas en los mapas de peligros, se estimó que al obtener la vulnerabilidad de estas zonas el riesgo por inundación queda como se muestra en la siguiente tabla.

Figura 248. Riesgo por inundaciones súbitas (pluviales)			
Zona	Riesgo	Ha afectadas	Pérdidas esperadas
Río Atoyac – San Lucas	Bajo	12	100,000
Atoyac – Gaviones	Muy alto	6.6	70,000,000
Río Seco	Muy alto	3.5	300,000
Alcantarilla de río San Lucas	Alto	1.6	25,000,000

Fuente. Elaboración propia

FASE V

Obras y acciones preventivas (propuesta)

Esta fase propone obras y acciones de prevención/mitigación en las zonas de peligro y/o riesgo que previenen o disminuyen el riesgo.

CAPITULO VIII. Propuesta de estudios, obras y acciones.

8.1. Planteamiento de propuestas

Recomendaciones, obras y/o estudios.

Por lo observado en los recorridos de campo, en este municipio las inundaciones no ponen en peligro a la sociedad, ya que los cauces se encuentran sin invasiones.

Se observó que el problema reside en la erosión hídrica y los arrastres de sedimentos. A esto se le agrega que una parte de la población, tiene como actividad económica la venta de material para construcción, el cual es obtenido del cauce del río Atoyac y de sus bordos. Es por ello que se recomienda lo siguiente.

Realizar los estudios hidrológicos de avenidas máximas para diferentes periodos de retorno de los ríos Atoyac, San Lucas, el Seco y El Arenal.

Realizar los levantamientos topográficos a detalle, obteniendo curvas a cada 20 centímetros de los cauces de los ríos Atoyac, San Lucas, el Seco y El Arenal. Los levantamientos deben detallar toda la infraestructura hidráulica y vial existente.

En base a los dos estudios anteriores se recomienda realizar las corridas hidráulicas para cada uno de los cauces, se recomienda que en una corrida se simulen simultáneamente los ríos Atoyac, San Lucas y El Seco.

Figura 249. En la siguiente figura se muestran las zonas donde hay que realizar los levantamientos topográficos y en consecuencia el análisis hidráulico.



Fuente. Elaboracion propia con base en Google Earth

Con estos estudios y actividades se podrán realizar los proyectos ejecutivos para la mitigación de las inundaciones.

Estos estudios atenderían a los sitios Atoyac 1, Confluencia Atoyac – San Lucas, Confluencia Atoyac – Seco, Alcantarilla de la Calle Constitución.

Cabe mencionar que para el sitio de la represa de gaviones es necesario realizar el levantamiento topográfico de la represa y del puente vehicular. Se recomienda realizar un estudio de sedimentos y mecánica de suelos en el cauce y en los bordos. En el caso de la alcantarilla de la calle de Constitución se requiere realizar el levantamiento de tallado de la alcantarilla y realizar mecánica de suelos en el cauce y en los bordos.

También se recomienda realizar la delimitación de la Zona Federal de los cauces con la finalidad de protegerlos de la invasión urbana y agrícola. Esto servirá de base para el Plan de Desarrollo Urbano.

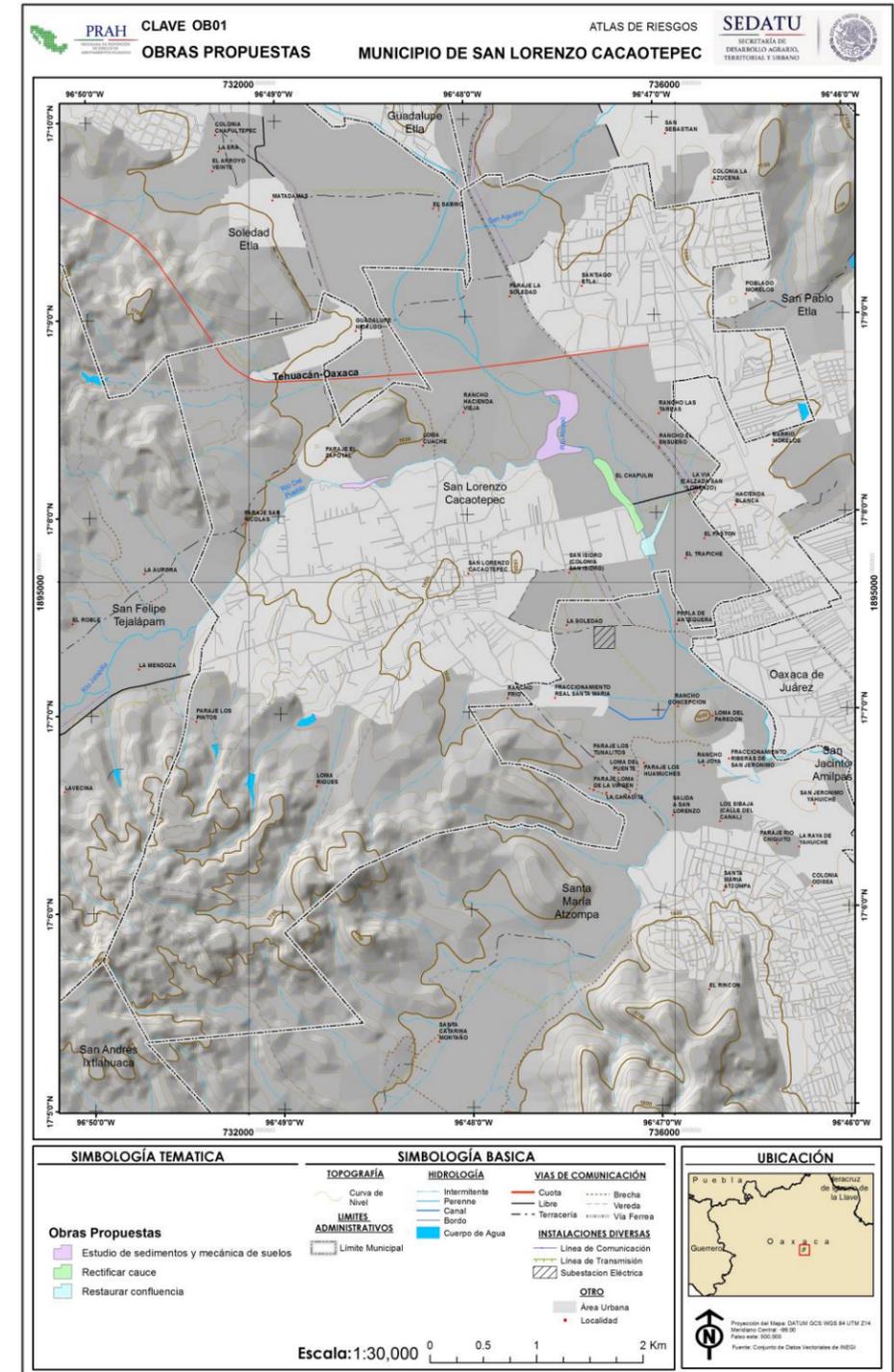
Además, se recomienda reglamentar la explotación de material dentro y en los bordos del cauce del río Atoyac, para que se realice de manera que no cree irregularidades y genere puntos débiles en los bordos donde se incremente la erosión. Este reglamento debe contener las medidas de mitigación o reparación de las zonas explotadas.

Figura 250. Cuadro de estudios, obras y acciones.

Fenómeno	Ubicación	Causa	Obra o acción propuesta	Observaciones	Costo millones de pesos	Pob. Beneficiada
Desprendimientos	Zona sur del municipio	Procesos de remoción en masa	Reforzamiento de laderas inestables, terrazo de taludes o, en su caso, reubicación de viviendas ubicadas en zonas de derrumbes inminentes en Loma Los Pintos y Loma Rigues.		02	300
Derrumbes y flujos	Ver mapa de flujos	Procesos de remoción en masa	Reforzamiento de laderas inestables, terrazo de taludes o, en su caso, reubicación de viviendas ubicadas en zonas de derrumbes inminentes.		3	1200
Ondas cálidas	Todo el territorio	Climáticos	Revisión de boletines meteorológicos para estimar los frentes fríos y heladas.		1	municipal
Inundación	Río Atoyac – San Lucas	Desbordamiento	Restaurar confluencia		1.8	1000
Inundación	Atoyac – Gaviones	Desbordamiento	Rectificar cauce		1.9	3000
Inundación	Río Seco	Desbordamiento	Estudio de sedimentos y mecánica de suelos		1.3	800
Inundación	Alcantarilla de río San Lucas	Desbordamiento	Estudio de sedimentos y mecánica de suelos		0.9	1800

Fuente. Elaboración propia

Figura 251. Mapa de obras propuestas



Fuente. Elaboración propia con base en INEGI y recorrido en campo

Bibliografía.

- Alcántara Ayala, I. (2000). Landslides: ¿deslizamientos o movimientos del terreno? Definición, clasificaciones y terminología. *Investigaciones geográficas*, (41), 7-25.
- Armaş, I. (2011). An analytic multicriteria hierarchical approach to assess landslide vulnerability. Case study: Cornu village, Subcarpathian Prahova Valley/Romania. *Zeitschrift für Geomorphologie*, 55(2), 209-229.
- Ávila Barrientos, L., 2011. Uso de registros de aceleración de la red del Servicio Sismológico Nacional para la caracterización del Peligro Sísmico en México. Tesis de doctorado. Posgrado en Ciencias de la Tierra, Instituto de Geofísica, UNAM. 188 pp.
- Bell, F. G. (1999). Geological hazards. *Their assessment, avoidance and mitigation*. E & FN Spon, London, 648.
- Casale, R., Fantechi, R., & Flageollet, J. C. (Eds.). (1994). *Temporal occurrence and forecasting of landslides in the European Community: Final Report*. European Commission.
- Carrara, A., Cardinali, M., Guzzetti, F., & Reichenbach, P. (1995). GIS-based techniques for mapping landslide hazard. <http://deis158.deis.unibo.it>.
- Dikau, R. (1996). *Landslide recognition: identification, movement, and causes* (No. 1). Wiley.
- EPOCH (European Community Programme, 1993). Temporal occurrence and forecasting of landslides In the European Community, Flageollet, J. C. (ed.), 3 volumes, Contract no 90 0025.
- ESRI, (2012) ArcGis version 10.1. Environmental System Research Institute, Inc.
- Figueroa, J.A., 1974. Isosistas de Grandes temblores ocurridos en la República Mexicana. Instituto de Ingeniería, UNAM.
- Huggett, R. (2007). *Fundamentals of geomorphology*. Routledge.
- Pedraza Gilsanz, J. (1996). *Geomorfología: principios, métodos y aplicaciones*. Editorial Rueda. España.
- Rosenfeld, C. L. (1994). The geomorphological dimensions of natural disasters. *Geomorphology*, 10(1), 27-36.
- Terzaghi, K. (1951). *Mechanism of landslides* (p. 41). Harvard University, Department of Engineering.
- Varnes, D. J. (1984). *Landslide hazard zonation: a review of principles and practice*.
- Zuñiga, R., Suárez, G., Ordáz, M., García-Acosta, V., 1997. Peligro sísmico en Latinoamérica y el Caribe: México. Instituto Panamericano de Geografía e Historia. 82 pp.