

ATLAS DE RIESGOS NATURALES DEL MUNICIPIO DE TEZIUTLÁN, PUEBLA, 2014



Teziutlán
es de todos
AYUNTAMIENTO 2014 ■ 2018

ICA_{FO}

2014
Número de avance: Avance final
Número de obra: 421174PP047236
Número de expediente: PP014/21174/AE/1/0068
Municipio de Teziutlán, Puebla
"Inmobiliaria Constructora Agropecuaria de Paso de Ovejas" S.A de C.V.
Calle Los Pinos N°. 3, Fraccionamiento Los Pinos de Las Animas, Xalapa, Ver.
Tel. 012288126819 (icapo@live.com.mx)

TABLA DE CONTENIDO

CAPÍTULO I. Introducción y Antecedentes	6	4.1.5. Densidad de población	35
1.1. Introducción	6	4.1.6. Mortalidad	35
1.2. Antecedentes	7	4.2. Características sociales	37
Estudios previos al Atlas de Riesgos	7	4.2.1. Escolaridad y analfabetismo	37
De los Tipos de Desastres Naturales ocurridos en el Municipio	7	4.2.2. Servicios médicos	38
Declaratorias de Emergencia y Desastres del Municipio de Teziutlán.	9	4.2.3. Hacinamiento	38
Publicación de Diarios de afectaciones	11	4.2.4. Población con discapacidad	40
Derrumbes	12	4.2.5. Marginación y pobreza	43
1.3. Objetivos	12	4.2.6. Características de la vivienda	44
Objetivo general	12	4.3. Principales actividades económicas en la zona	46
Objetivos particulares	12	Por sector de actividad económica	46
CAPÍTULO II. Determinación de niveles de análisis y escalas de representación cartográfica	14	Por división ocupacional.	46
2.1. Determinación de niveles de análisis y escalas de representación cartográfica	14	4.4. Características de la población económicamente activa	46
CAPÍTULO III. Caracterización de los elementos del medio natural	19	4.5. Reserva Territorial	46
3.1. Fisiografía	19	CAPÍTULO V. Identificación de peligros, vulnerabilidad y riesgos ante fenómenos perturbadores de origen natural	48
Provincias y Subprovincias Fisiográficas.	19	Erupciones Volcánicas	48
3.2. Geomorfología	20	Peligro	48
3.3. Geología	22	Sismos	49
3.4. Edafología	24	Peligro	49
3.5. Hidrología	25	Periodos de retorno	51
3.6. Cuencas y Subcuencas	26	Periodo de Retorno para Aceleraciones de 15% de g o mayores.	51
3.7. Clima	27	Fallas y fracturas	52
3.8. Uso de suelo y vegetación	28	Tsunamis	53
3.9. Áreas naturales protegidas	29	Peligro	53
CAPÍTULO IV. Caracterización de los elementos sociales, económicos y demográficos	31	Inestabilidad de laderas	53
4.1. Elementos demográficos	31	Peligro	53
4.1.1. Crecimiento histórico de la población	31	1. Inestabilidad de laderas	61
4.1.2. Estructura de la población	32	a) Metodología	61
4.1.3. Población perteneciente a algún grupo étnico	33	Análisis Multicriterio aplicado para definir zonas de susceptibilidad por inestabilidad de laderas	61
4.1.4. Distribución de la población	33	a) Memoria de cálculo	63
		c) Resultado del análisis	63
		Ponderación de peligro	63
		2. Creep	70
		a) Metodología	70
		Análisis Multicriterio aplicado para definir zonas de susceptibilidad a movimientos de creep	70
		b) Memoria de cálculo	71
		c) Resultado del análisis	71
		Ponderación de peligro	71

Flujos	74
Peligro	74
a) Metodología	74
b) Memoria de cálculo	75
c) Resultado del análisis	75
Ponderación de peligro	75
Caídos o Derrumbes	82
Peligro	82
a) Metodología	82
b) Memoria de cálculo	83
c) Resultado del análisis	83
Ponderación de peligro	83
Determinación en campo del peligro por inestabilidad de laderas	90

Hundimientos	91
Peligro	91
Subsidencia	91
Peligro	91
Agrietamientos	92
Peligro	92

ATLAS DE RIESGOS NATURALES DEL MUNICIPIO DE TEZIUTLÁN, PUEBLA 2014

CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN Y ANTECEDENTES



CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN Y ANTECEDENTES

1.1. INTRODUCCIÓN

El Atlas de Riesgos Naturales del Municipio de Teziutlán, Puebla se realizó a petición del Ayuntamiento de dicho municipio, con financiamiento del Programa Prevención de Riesgos en Asentamientos Humanos de la Secretaría de Desarrollo Agrario, Territorial y Urbano Social del Gobierno Federal, ya que el programa en sus reglas de operación considera al municipio como de muy alto riesgo.

De acuerdo a los términos, el Atlas de Riesgos permitirá contar con un documento cartográfico y escrito que represente y zonifique cada uno de los fenómenos naturales perturbadores de manera clara y precisa. Sentando las bases para definir un esquema de prevención, planeación y gestión del riesgo, integrando la información y hacerla disponible a un amplio número de usuarios, a través del Atlas Municipal, agregando cartografía digital, sistemas informáticos modernos para la representación de peligros y riesgos de origen natural, a diferentes escalas y detalles.

Por consecuencia, se desarrolló y fundamentó una base de datos homologada para cada uno de los fenómenos naturales perturbadores presentes.

La interpretación de la cartografía contribuye a detectar, clasificar y zonificar las áreas de riesgo; identificar una correlación entre las zonas propensas al desarrollo de fenómenos perturbadores y el espacio físico vulnerable considerando aspectos tales como la infraestructura, la vivienda, el equipamiento, factores socioeconómicos.

De esta manera con este documento se pretende conocer las condiciones de riesgo por zonas y de acuerdo a su vulnerabilidad para evitar en lo posible alterar las condiciones de equilibrio de los agentes naturales causantes de daños potenciales y en caso de existir el riesgo se proponen medidas de mitigación, que sean generadas tras haber realizado el diagnóstico de peligros a nivel municipal

Existe una serie de preocupaciones por parte de las autoridades y de la población en general, debido a la tendencia del crecimiento demográfico exagerado de la mancha urbana, poniendo en riesgo a los asentamientos humanos irregulares que por irresponsabilidad de anteriores autoridades inconscientes e irresponsables permitieron las mencionadas construcciones en barrancas y laderas.

Esta misma ubicación geográfica de nuestro municipio en la sierra nororiental, nos hace altamente propensos a sufrir el impacto de los ciclones tropicales y huracanes haciendo con ello que se genere mayor riesgo a la población.

El documento está dividido en ocho capítulos que muestra, mediante cartografía temática, las características geográficas municipales y los peligros de origen natural, clasificados en geológicos e hidrometeorológicos, presentes en el municipio durante el 2014.

Capítulo I. Antecedentes e Introducción. Se definen los antecedentes históricos relacionados con peligros de origen natural.

Capítulo II. Determinación de niveles de análisis y escalas de representación cartográfica. Se identifica y localiza al municipio y se describen la escala y metodología de análisis de cada peligro.

Capítulo III. Caracterización de los elementos del medio natural. Se describen los elementos que conforman al medio físico de la zona de estudio asociando a cada uno de ellos su cartografía respectiva.

Capítulo IV. Caracterización de los elementos sociales, económicos y demográficos. Características de la situación demográfica, social y económica del territorio municipal, con indicadores básicos que muestran las condiciones generales del municipio.

Capítulo V. Identificación de peligros, vulnerabilidad y riesgos ante fenómenos perturbadores de origen natural. Se analizan los fenómenos perturbadores de origen natural, identificando su área de ocurrencia y grado o nivel de impacto sobre el sistema afectable, señalando la metodología. En la cartografía asociada se identifican las zonas de peligros, vulnerabilidad y riesgo. Propuestas de obras y acciones de mitigación ante los fenómenos de mayor riesgo, elaboradas en conjunto con autoridades municipales.

De forma general, la metodología empleada para elaborar el Atlas de Riesgos Naturales del Municipio de Teziutlán 2014, consistió en interpretación y generación cartográfica mediante el uso de sistemas de información geográfica (SIG), observando detalle en los siguientes aspectos:

- Investigación de fuentes documentales históricas y actuales
- Análisis cartográfico y de teledetección.
- Generación y procesamiento de información cartográfica.
- Análisis estadístico de datos socio-económicos y demográficos.
- Análisis multicriterio y sobreposición cartográfica.
- Desarrollo de sistemas de SIG con apoyo de técnicas de campo y uso de GPS.
- Trabajo de campo, entrevistas con autoridades y población.

1.2. ANTECEDENTES

Estudios previos al Atlas de Riesgos

En el caso del municipio de Teziutlán, Puebla, existe un Atlas de Riesgos elaborado pero dentro del programa HABITAT de la Secretaría de Desarrollo Social del Gobierno Federal, en el año 2005, el cual fue una herramienta para detectar las zonas de riesgos principalmente de la cabecera municipal, con el propósito que los recursos que se aplicaran de dicho programa no se realizaran en zonas susceptibles de sufrir algún fenómeno natural perturbador.

Cabe señalar que dicho estudio se tomó en cuenta, en relación a que representa un antecedente de los estudios que se han realizado respecto a los peligros naturales del municipio, sin embargo, el mismo no fue elaborado conforme a un estándar, es decir, que en su momento no existían las Bases para la Estandarización en la Elaboración de los Atlas de Riesgos.

De una revisión al estudio mencionado, el mismo se tomaron algunos antecedentes sobre fenómenos naturales perturbadores que tuvieron presencia en el municipio.

En su caso se tomara los datos relativos a los periodos de retorno, y algunos otros aspectos que sirvan para documentar principalmente afectaciones a la cabecera municipal.

El citado estudio, no identifica la totalidad de los peligros naturales a que puede estar sujeta la población del municipio de Teziutlán, no llega a identificar la vulnerabilidad y el riesgo, además de no considerar el estudio de la totalidad de fenómenos perturbadores que prevén las Bases para la Estandarización en la elaboración de los Atlas de Riesgos.

De los Tipos de Desastres Naturales ocurridos en el Municipio

Derivado del crecimiento de la población y aunado al fenómeno de inmigración de zonas rurales a la Ciudad de Teziutlán, se establecen asentamientos irregulares en zonas de alta fragilidad ante fenómenos naturales como los hidrológicos, tectónicos y geológicos, así, se pueden observar asentamientos humanos sobre laderas, barrancas o bordes y bases de cerros.

Durante los meses de septiembre y octubre de 1999, se registraron en la región intensas lluvias extraordinarias producidas por variaciones en los fenómenos del Niño y la Niña, originando en el mes de octubre una gran cantidad de deslizamientos, fallas de laderas, erosión de suelos, inundaciones, desgajamiento de cerros, represamiento de ríos que al romperse súbitamente a pocas horas de su formación enterraron bajo lodo varias poblaciones. Esto trajo consigo pérdidas económicas y humanas en más de 80 comunidades de la región norte y nororiental. Las pérdidas materiales ascendieron a más de 2,000 millones de pesos, causaron 44,000 damnificados y afectaron a muchos sectores productivos: vivienda, educación, salud, infraestructura agrohidráulica, electricidad, carreteras y puentes, agricultura, ganadería, forestal, acuícola, etc.

La problemática en las regiones Norte y Nororiental de Puebla es muy compleja e incluye fenómenos como deslizamientos rotacionales y traslacionales de laderas, erosión de suelos y caídas de rocas, lo que dio origen a flujos de suelos y rocas que arrasaron todo tipo de construcciones, pérdidas de importantes superficies de terreno y destrucción de comunidades por impacto de fragmentos de rocas.

Los deslizamientos rotacionales y traslacionales se presentaron fundamentalmente en rocas frágiles y deleznable como lutitas y limolitas, cuyo intemperismo produce suelos finos arcillosos y/o limosos que forman la capa de cobertura superficial (suelo), en buena parte de las fallas observadas, correspondía al material que deslizó a lo largo de un plano que delimita el contacto de suelo y del estrato rocoso que no está o está poco afectado por los efectos de intemperismo: cambios estacionales, cambios térmicos, humedad, etcétera. La erosión de suelo por escurrimiento de agua superficial se observó fundamentalmente en materiales granulares volcánicos no consolidados como arenas pumíticas que contienen limos. La caída de rocas se presentó en zonas de cierta resistencia que presentaban discontinuidades como grietas, fracturas o fisuras, incluyendo calizas de origen sedimentario, tobas ignimbritas de origen volcánico y rocas de origen metamórfico como esquistos.

La inestabilidad y fallas que sufrieron varias laderas se debieron a una combinación de los siguientes factores naturales: la morfología y topografía de la zona, la geología y características de los suelos de cobertura vegetal, la precipitación pluvial y el escurrimiento superficial; además, los factores antrópicos que incluyen la deforestación, la construcción de obras y el cambio en el uso del suelo.

El presente Atlas de Peligros Naturales del Municipio de Teziutlán, Pue., describe los factores de riesgo natural, delimitando las diferentes zonas susceptibles a contingencias derivadas de los fenómenos naturales, plantea estrategias para la prevención de desastres, la reducción de riesgos y la mitigación de los efectos producidos, así mismo este atlas pretende ingerir en la toma de decisiones para la integración del Programa de Desarrollo Urbano y la Estrategia de Protección Civil de este Municipio.

De acuerdo a los antecedentes que existen en el municipio de Teziutlán, Pue, respecto a la presencia de fenómenos naturales perturbadores hidrometereológicos en los últimos cincuenta años, se advierte una serie de afectaciones que han provocado los mismos, tanto a la población, como afectaciones que han sufrido la infraestructura civil y urbana.

El dato que tenemos presente sobre afectaciones que ha sufrido nuestro municipio, es el ocurrido hace aproximadamente quince años, que la tormenta tropical No. 11, que se registró los días 4 y 5 de octubre del año 1999, donde hubo 100 muertos, a los que en su momento se le denominó "los 100 caídos de lo que fue considerado por el entonces presidente de la república, Ernesto Zedillo Ponce de León, como "la tragedia de la década".

El 5 de octubre de 1999 ocurrió un gran deslave que se cobró la vida de más de 107 personas, más de 45 casas fueron arrastradas por un gran talud dejando a más de 500 personas sin hogar. Esto ocurrió detrás del panteón municipal de la ciudad, en el barrio de La Aurora. Los principales factores fueron:

- Durante el mes de septiembre se presentaron precipitaciones más intensas de lo habitual.
- Entre el 4 y 5 de octubre cayeron 743 mm de lluvia que es más de la mitad de lo que llueve en un año.
- El barrio de la Aurora es un asentamiento irregular ubicado en una ladera.
- Días antes ocurrió un sismo de una magnitud de más de 5° Richter.
- Ocurrió otro pequeño sismo la mañana del día del desastre.
- Toda la Ciudad de Teziutlán está asentada sobre depósitos piroclásticos provenientes de la caldera del volcán Los Humeros, por lo que no hay la suficiente estabilidad para este tipo de asentamientos.
- La mayor parte de los habitantes del municipio estaban en sus casas porque la ciudad estaba incomunicada debido a los deslaves, las clases estaban suspendidas y las maquilas que es donde trabajaba la mayor parte de la población estaban cerradas.
- La lluvia fue ininterrumpida desde el 30 de septiembre al 13 de octubre debido a la interacción entre la depresión tropical No. 11 y el Frente frío No. 5 (**Fotografía 1**).



Fotografía 1. Octubre de 1999, la Colonia La Aurora.

Los trágicos hechos tuvieron un impacto sobre la infraestructura del municipio, como son carreteras, caminos, escuelas y viviendas, además de más de 107 muertes, principalmente en una parte de la colonia Aurora de Teziutlán, el 5 de octubre de 1999 marcó mucho dolor y tristeza al desatar la naturaleza su furia, que fue traducida en desolación, pero sobresalió la solidaridad de la sociedad para rescatar a quienes murieron y al apoyar en lo que más pudieron a las familias damnificadas de esa fecha.

Nuestro municipio por su orografía, existe asentamientos humanos sobre laderas y zonas que consideramos con de riesgo, por lo cual se realiza el presente estudio para determinar las amenazas, los peligros, la vulnerabilidad y los riesgos de la población, que pudiera sufrir ante la presencia de fenómenos naturales perturbadores.

Consideramos que como municipio los datos históricos, lo demuestra estamos ubicados en una zona de riesgo, ante la presencia principalmente de fenómenos naturales de tipo

hidrometeorológicos, por lo cual es importante saber qué población está asentada en dichas zonas, por lo que, en su caso se considerara su reubicación, o en su caso establecer conforme al Plan de Desarrollo Urbano prohibiciones para que los asentamientos humanos no se establezca en zonas vulnerables, que les genere condiciones de inseguridad ante la eventualidad de un desastre.

Además es importante se realice una planeación de las obras prevención y mitigación que debe realizar el municipio en los próximos años, para evitar que cuando exista el impacto de fenómenos naturales tengan un menor grado de afectación, por lo cual resulta importante este estudio.

Otros eventos naturales, que se dieron en el municipio fue el día 9 de agosto de 2012 ante la presencia del quinto huracán de la temporada 2012 en el pacífico denominado como Ernesto y con categoría 1 en la escala de Saffir – Simpson, el Sistema de Alerta temprana (SIAT) de los sistemas nacional y Estatal de protección civil ponen en alerta amarilla a la población de Teziutlán, ya que se considera de alto riesgo por la gran cantidad de lluvia que se previó generarían en esta región las bandas nubosas del sistema.

Asimismo, se tuvo la presencia el día 10 de Agosto de 2012 el centro de baja presión de dicho sistema ya degradado a Tormenta tropical se encontraba a 55 km al sur – sureste de Tehuacán, Puebla, pero sus bandas nubosas afectaban directamente el territorio de Teziutlán y los municipios vecinos, lo que aunado a los fuertes vientos provocó la caída de árboles, luminarias, cables de energía eléctrica, hundimientos, deslaves e incomunicación con algunas de las comunidades adyacentes al municipio por el corte de caminos y carreteras.

Estas situaciones la comprobamos con las declaratorias de desastres y de emergencia que se han emitido por parte de la Secretaría de Gobernación, del municipio de Teziutlán, de las cuales se puede apreciar que los fenómenos naturales perturbadores por lluvias severas y heladas, han provocados daños severos.

Declaratorias de Emergencia y Desastres del Municipio de Teziutlán.

DECLARATORIA DE EMERGENCIA POR LAS LLUVIAS EXTREMAS OCASIONADAS POR LA TORMENTA TROPICAL JOSE Y SUS EFECTOS EN LOS DIVERSOS MUNICIPIOS DEL ESTADO DE PUEBLA.

Artículo 1o.- Se declara en emergencia a los municipios de Ahuacatlán, Amixtlán, Ayotoxco de Guerrero, Cuautempan, Cuetzalan del Progreso, Cuyoaco, Francisco Z. Mena, Huauchinango, Hueytamalco, Hueytalpan, Juan Galindo, Jonotla, Pahuatlan, San

Sebastián Tlacotepec, Tetela de Ocampo, **Teziutlán**, Zapotitlán de Méndez, Zacapoaxtla y Zongozotla del Estado de Puebla.

Artículo 2o.- La presente se expide para acceder a los recursos del Fondo Revolvente del FONDEN que la Secretaría de Gobernación tiene asignado para el año 2005.

Publicado en el Diario Oficial de la Federación de fecha 8 de septiembre de 2005.

DECLARATORIA DE EMERGENCIA CON MOTIVO DE LA AFECTACION POR EL PASO DEL HURACAN "DEAN, EN 74 MUNICIPIOS DEL ESTADO DE PUEBLA

Artículo 1o.- Se declara en emergencia a los municipios de Ahuacatlán, Acateno, Ahuazotepec, Amixtlán, Aquixtla, Atempan, Ayotoxco de Guerrero, Camocuautla, Caxhuacan, Coatepec, Coyomeapan, Cuautempan, Cuetzalan del Progreso, Cuyoaco, Chalchicomula de Sesma, Chiconcuautla, Chichiquila, Chignahuapan, Chignautla, Tepeyahualco, Ocoatepec, Chilchotla, Honey, Eloxochitlan, Francisco Z. Mena, Hermenegildo Galeana, Huauchinango, Huehuetla, Hueyapan, Hueytamalco, Hueytlalpan, Huitzilán de Serdán, Atlequizayan, Ixtacamaxtitlan, Ixtepec, Jalpan, Jonotla, Jopala, Juan Galindo, Naupan, Nauzontla, Olintla, Pahuatlán, Pantepec, Quimixtlan, San Felipe Tepatlán, San Sebastián Tlacotepec, Tenampulco, Tepango de Rodríguez, Tepetzintla, Tetela de Ocampo, Teteles de Avila Castillo, **Teziutlán**, Tlacuilotepec, Tlaola, Tlapacoya, Tlatlauquitepec, Tlaxco, Tuzamapan de Galeana, Venustiano Carranza, Xicotepec, Xiutetelco, Xochiapulco, Xochitlan de Vicente Suárez, Yaonahuac, Zacapoaxtla, Zacatlan, Zapotitlan de Méndez, Zaragoza, Zautla, Zihuateutla, Zongozotla, Zoquiapan, Zoquitlan del Estado de Puebla.

Artículo 2o.- La presente se expide para que el Estado de Puebla pueda acceder a los recursos del Fondo Revolvente del FONDEN de la Secretaría de Gobernación.

Artículo 3o.- La determinación de los apoyos a otorgar se hará en los términos de los LINEAMIENTOS y con base en las necesidades prioritarias e inmediatas de la población para salvaguardar su vida y su salud.

Publicado en el Diario Oficial de la Federación del día 28 de agosto del año 2007.

DECLARATORIA DE EMERGENCIA POR LA OCURRENCIA DE LLUVIAS INTENSAS, EL DIA 28 DE SEPTIEMBRE 2007, EN 41 MUNICIPIOS DEL ESTADO DE PUEBLA

Artículo 1o.- Se declara en emergencia a los municipios de: Acateno, Atempan, Atlequizayan, Ayotoxco de Guerrero, Caxhuacan, Cuetzalan del Progreso, Chiconcuautla, Chignautla, Francisco Z. Mena, Hermenegildo Galeana, Honey, Huauchinango, Huehuetla,

Hueyapan, Hueytamalco, Hueytlalpan, Ixtepec, Jalpan, Jopala, Jonotla, Juan Galindo, Naupan, Olintla, Pahuatlán, Pantepec, San Felipe Tepatlán, Tenampulco, Teteles de Avila Castillo, **Teziutlán**, Tlacuilotepec, Tlaola, Tlapacoya, Tlatlauquitepec, Tlaxco, Tuzamapan de Galeana, Venustiano Carranza, Xicotepec, Xiutetelco, Yaonáhuac, Zihuateutla y Zoquiapan del Estado de Puebla.

Artículo 2o.- La presente se expide para que el Estado de Puebla pueda acceder a los recursos del Fondo Revolvente del FONDEN de la Secretaría de Gobernación.

Publicado en el Diario Oficial de la Federación del día 27 de octubre de 2007.

Declaratoria de Desastre Naturales.

DECLARATORIA DE DESASTRE NATURAL PARA EFECTOS DE LAS REGLAS DE OPERACION DEL FONDO DE DESASTRES NATURALES (FONDEN), EN VIRTUD DE LOS DAÑOS PROVOCADOS POR LAS HELADAS ATIPICAS QUE SE PRESENTARON EL 30 Y 31 DE MARZO DE 2003, EN LOS MUNICIPIOS DE CHIGNAUTLA, TEZIUTLÁN, TLATLAUQUITEPEC, XIUTETELCO, ZARAGOZA Y ZAUTLA DEL ESTADO DE PUEBLA

Artículo 1o.- Para efectos de las Reglas de Operación del Fondo de Desastres Naturales (FONDEN) vigentes, se declara como zona de desastre, afectados por las heladas atípicas que se presentaron el 30 y 31 de marzo de 2003, a los municipios de Chignautla, **Teziutlán**, Tlatlauquitepec, Xiutetelco, Zaragoza y Zautla del Estado de Puebla, mismos que una vez que sean evaluados los daños, se precisarán por cada una de las dependencias y entidades federales participantes.

Artículo 2o.- La presente Declaratoria de Desastre Natural se expide exclusivamente para efectos de acceder a los recursos con cargo al presupuesto autorizado al FONDEN, así como a los recursos fideicomitidos en el Fideicomiso FONDEN, conforme al Presupuesto de Egresos de la Federación para el ejercicio fiscal de 2003, a la Ley General de Protección Civil y a las Reglas de Operación vigentes de dicho Fondo.

Publicada en el Diario Oficial de la Federación de fecha 28 de abril de 2003.

DECLARATORIA DE DESASTRE NATURAL POR LA OCURRENCIA DE LLUVIA SEVERA DEL 12 AL 16 DE SEPTIEMBRE DE 2013, EN 31 MUNICIPIOS DEL ESTADO DE PUEBLA.

Artículo 1o.- Se declara como zona de desastre a los municipios de Ahuazotepec, Aquixtla, Atempan, Chiconcuautla, Chignautla, Francisco Z. Mena, Honey, Huauchinango, Hueyapan, Huitzilán de Serdán, Jalpan, Jopala, Juan Galindo, Naupan, Nauzontla,

Pahuatlán, Pantepec, Teteles de Avila Castillo, Tetela de Ocampo, **Teziutlán**, Tlacuilotepec, Tlaola, Tlapacoya, Tlaxco, Xicotepec, Xiutetelco, Xochiapulco, Xochitlán de Vicente Suárez, Zacapoaxtla, Zaragoza y Zihuateutla del Estado de Puebla, por la ocurrencia de lluvia severa del 12 al 16 de septiembre de 2013.

Artículo 2o.- La presente Declaratoria de Desastre Natural se expide para efectos de poder acceder a los recursos del Fondo de Desastres Naturales, de acuerdo con lo dispuesto por la Ley General de Protección Civil, y las Reglas Generales.

Publicada en Diario Oficial de la Federación 25 de septiembre de 2013.

Publicación de Diarios de afectaciones

Buscan en 25 municipios de Puebla declarar desastre natural por Ingrid

REPORTERA: Patricia Méndez

Martes, Septiembre 17, 2013 - 21:13

Deslaves de severos a moderados, caminos bloqueados, desbordamientos de ríos y cinco personas muertas es el saldo de las tormentas **Fotografía 2 y 3.**

Fotografía 2 y 3. Deslaves de severos a moderados, caminos bloqueados



Un total de 25 municipios afectados por deslaves, derrumbes y desbordamientos de ríos - susceptibles de recibir la declaratoria de desastre natural-, así como cinco fallecimientos son los daños provocados por el paso de la tormenta tropical "Ingrid" por la entidad.

Un primer cálculo de los recursos que se requieren por afectaciones es de 387 millones de pesos para restablecer infraestructura dañada.

Sin embargo, hasta el mediodía de este martes la Dirección de Protección Civil estatal contabilizó únicamente tres decesos, mismos que se registraron el fin de semana a causa del derrumbe en una propiedad privada del municipio de Tlatlauquitepec.

Este lunes se registró un fallecimiento más: el de un una persona que fue arrastrada por la creciente del río Frijolito, ubicado en el municipio de Francisco Z. Mena.

Este se suma a los decesos ocurridos en Tlatlauquitepec y el de un pescador que cayó a las aguas de la presa de Tenango el pasado 14 de septiembre.

Derrumbes

El director de Protección Civil en el estado, Jesús Morales Rodríguez, refirió que los deslaves más severos provocados por el reblandecimiento de cerros se presentaron principalmente en la Sierra Norte, en las comunidades de Pantepec, Xicotepec, Bienvenido Hermenegildo Galeana; además se registraron deslaves menores y escurrimientos en la Sierra Nororiental, en los municipios de Tlatlauquitepec y **Teziutlán**.

También se presentaron derrumbes severos en el tramo La Cumbre en la región de Zacapoaxtla-Cuetzalan, concretamente en la comunidad de Apulco, que pudo haber bloqueado la comunicación entre esos dos municipios. Este problema ya fue atendido, así como otro en el kilómetro 129-131 de la carretera Teziutlán-Veracruz, que también pudo provocar incomunicación con el estado vecino si no se hubiera atendido a tiempo, dijo el funcionario.

Además se presentó otro derrumbe de relevancia en la carretera hacia Tetela de Ocampo, el cual también se atendió de manera inmediata. **Objetivos**

Objetivo general

- Diagnosticar, ponderar y detectar los riesgos, peligros y/o vulnerabilidad en el espacio geográfico municipal.

Objetivos particulares

La identificación de los peligros geológicos, hidrometeorológicos, la interpretación de la zona de peligros mediante la regionalización de las variables de peligros y su relación de extensión geográfica con respecto al territorio municipal, con especial énfasis en la zona urbana, así como la propuesta de acciones y obras en zonas identificadas como mitigables y los criterios para la determinación de zonas no mitigables.

- Presentar los elementos mínimos cartografiables que se deben considerar en la elaboración del Atlas.
- Proporcionar los lineamientos para la generación, validación y representación cartográfica de la información temática de las Zonas de Riesgo.
- Homologar el diccionario de datos con la finalidad de obtener instrumentos confiables y capaces de integrarse a una base de datos nacional.
- Hacer posible la consulta y análisis de la información de los diferentes peligros de origen natural que afectan al territorio municipal
- Entre los objetivos esperados en la elaboración del Atlas de Riesgo se considera fundamental que el municipio sea capaz de ubicar e identificar el tipo y grado de riesgos existentes de acuerdo con el origen natural de los mismos.
- La interpretación de la cartografía contribuirá a detectar, clasificar y zonificar las áreas de riesgo; identificar una correlación entre las zonas propensas al desarrollo de fenómenos perturbadores y el espacio físico vulnerable considerando aspectos tales como la infraestructura, la vivienda, el equipamiento, factores socioeconómicos.
- La correlación evidenciará diferentes niveles de vulnerabilidad desde una perspectiva cualitativa y/o cuantitativa; con ello permitirá establecer las prioridades aplicables a la realización de acciones de ordenamiento territorial, prevención de desastres, reducción de riesgos y todas aquellas relacionadas con el desarrollo sustentable de los asentamientos humanos.
- Por tanto, el Atlas de Riesgos Naturales del municipio de Teziutlán, se convertirán en una herramienta rectora para definir acciones programáticas y presupuestales enfocadas a guiar el desarrollo territorial en espacios seguros, ordenados y habitables.

CAPÍTULO II

DETERMINACIÓN DE NIVELES DE ANÁLISIS Y ESCALAS DE REPRESENTACIÓN CARTOGRÁFICA



CAPÍTULO II. DETERMINACIÓN DE NIVELES DE ANÁLISIS Y ESCALAS DE REPRESENTACIÓN CARTOGRÁFICA

2.1. DETERMINACIÓN DE NIVELES DE ANÁLISIS Y ESCALAS DE REPRESENTACIÓN CARTOGRÁFICA

El Municipio de Teziutlán se encuentra a 177 kilómetros de la Ciudad de Puebla, en la región socioeconómica Sierra Nororiental del Estado de Puebla (*Imagen 1 y 2*), el clima dominante es húmedo, entre templado y frío, según las estaciones del año. Se ubica en las coordenadas geográficas de Lat. Norte 19°49'01" y Long. Oeste 97°21'37", dentro de la cuenca hidrológica Tuxpan-Nautla (Región Hidrológica RH-27) en la vertiente marítima de la Sierra Madre Oriental, El municipio de Teziutlán es bañado por los ríos El Calvario, Xóloatl y Xoloco, Teziutlán es la ciudad más importante del nororiente del Estado de Puebla.

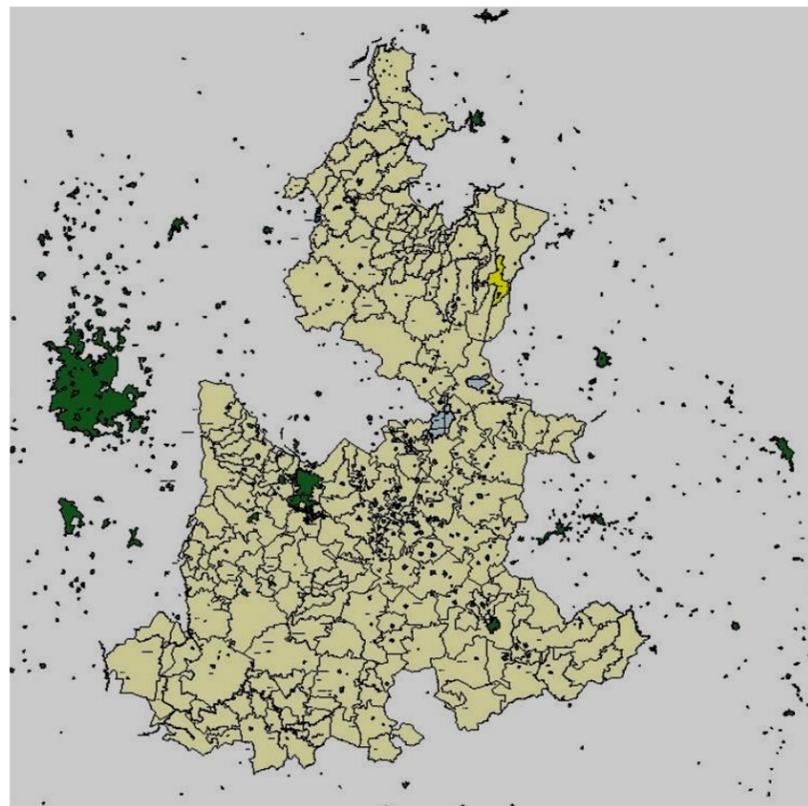


Imagen 1 Estado de Puebla y zonas urbanas del centro País



Imagen 2. Región socioeconómica Sierra Nororiental del Estado de Puebla

Colindancias:

- Al Norte: Con Hueyapan y Hueytamalco.
- Al Este: Con Xiutetelco y Jalacingo, Veracruz.
- Al Sur: Con Atempan y Chignautla.
- Al Oeste: Con Yaonáhuac.

Tiene una superficie de 84.20 kilómetros cuadrados que lo ubica en el 134º lugar con respecto a los demás municipios del Estado.

Considerando los datos geoestadísticos, se consideran los límites geográficos de INEGI que identifican al municipio Teziutlán, se acompaña de un documento que explica las principales

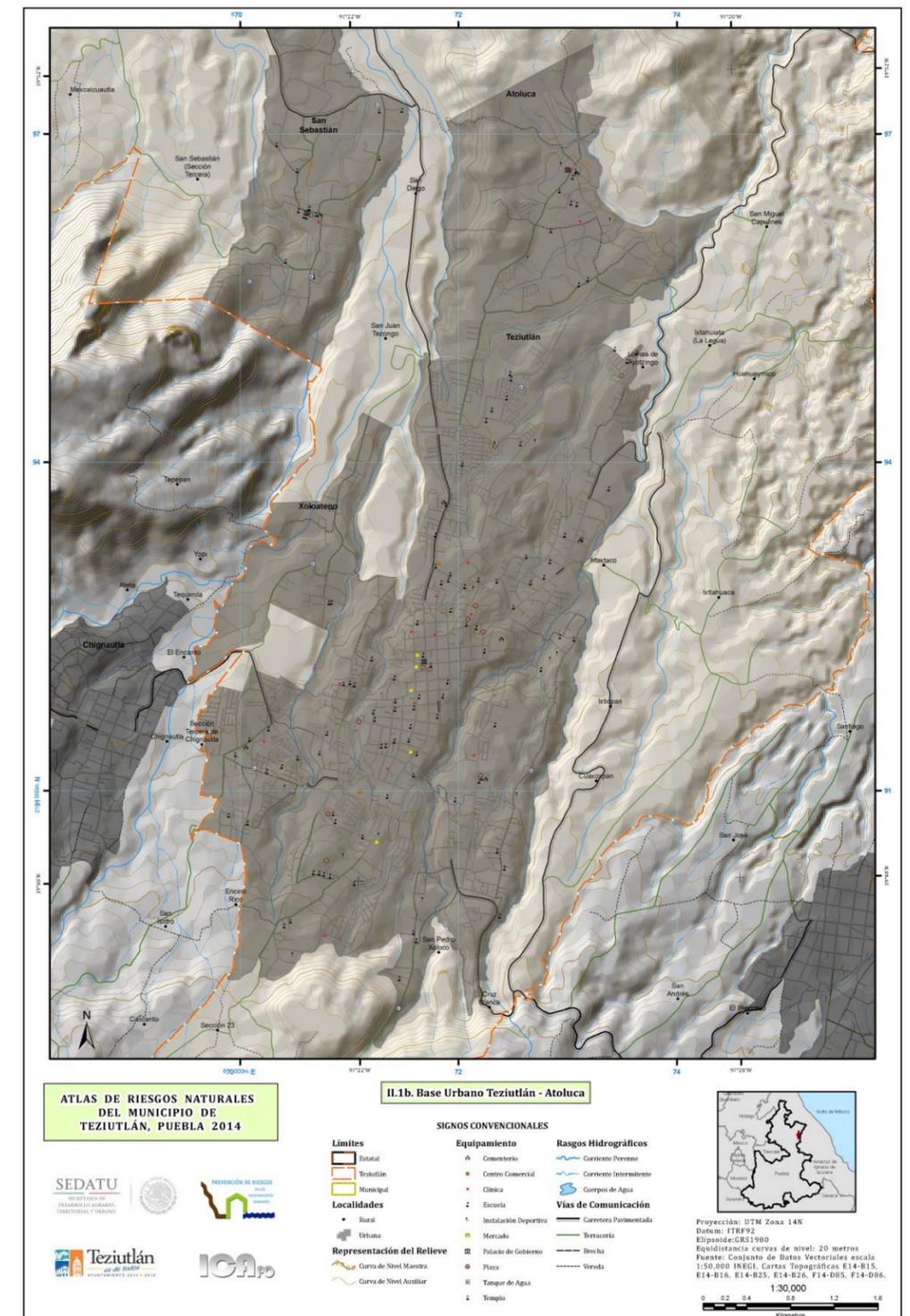
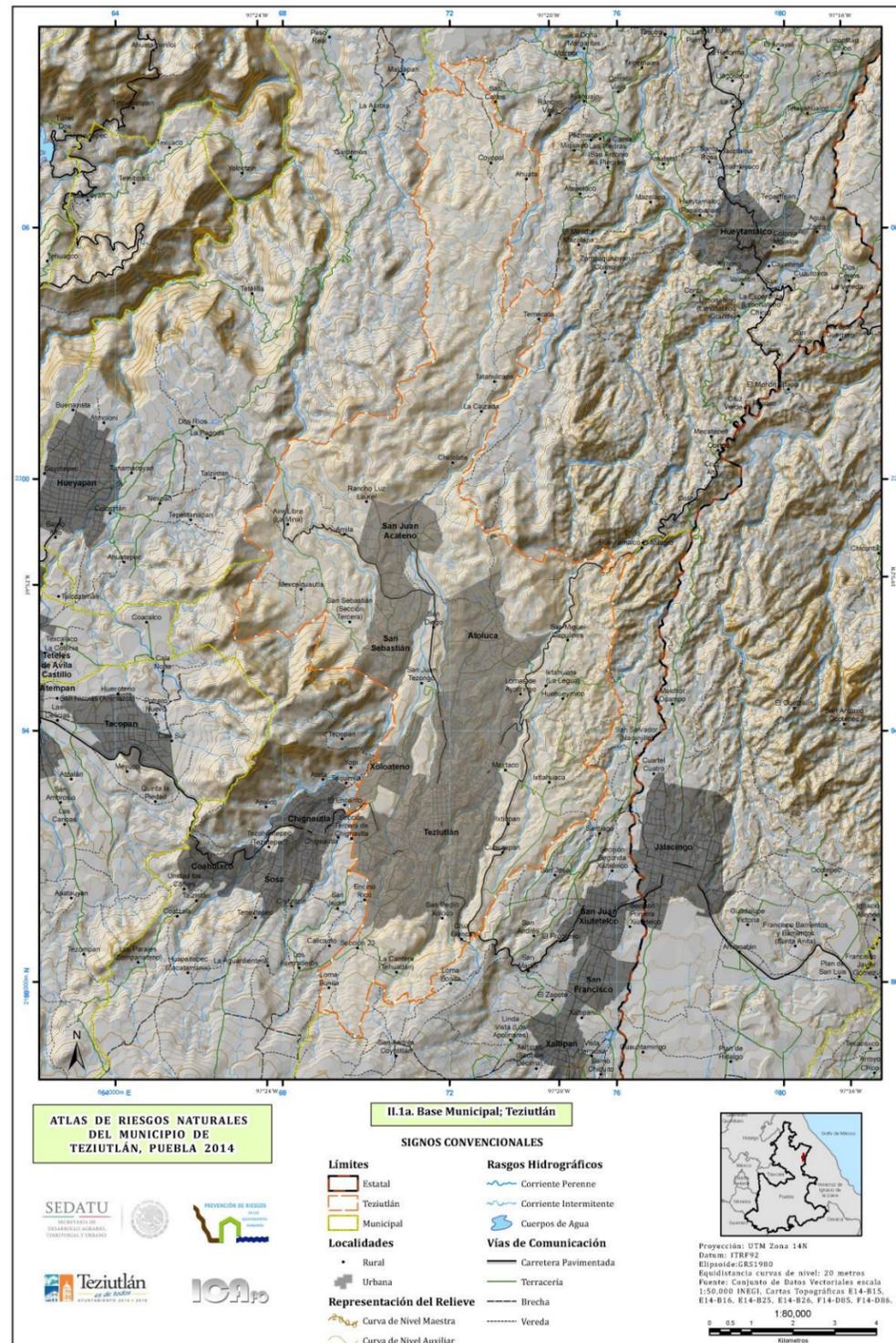
características de la localización física tales como límites, principales accidentes geográficos, territorios en litigio e información general (**Tabla 1**).

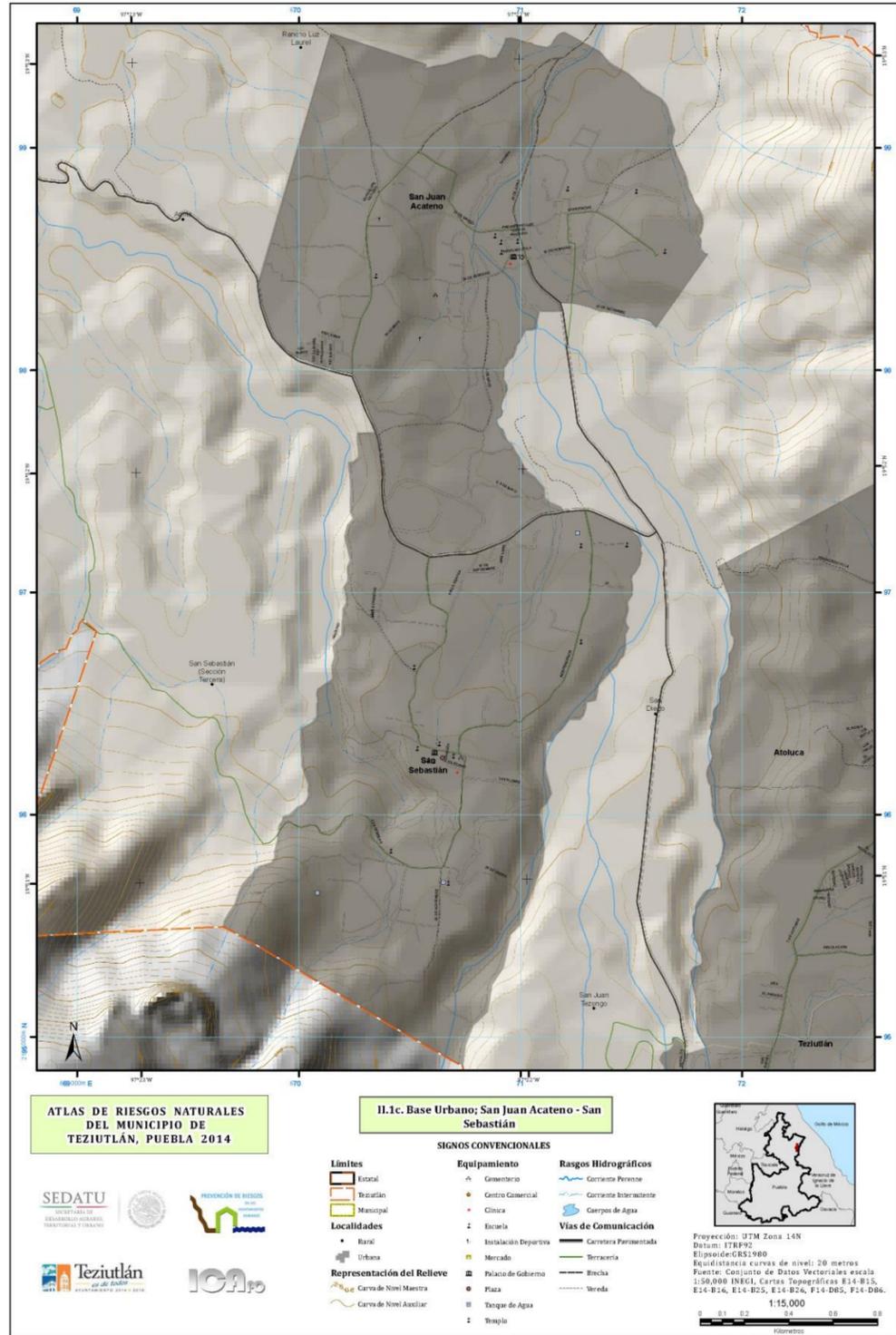
Tabla 1. Escalas y nivel de análisis desarrollado en el Atlas de Riesgos Naturales del Municipio de Teziutlán 2014.

FENÓMENOS	NIVEL DE ANÁLISIS	ESCALA DE ESTUDIO	METODOLOGÍAS (Fuente bases de SEDATU 2014)
GEOLÓGICO			
Vulcanismo	1	Regional	Se ubicará la localidad en estudio, en la cartografía geológica de la República Mexicana, a fin de determinar si ésta se encuentra en o cercana a un campo volcánico, o cerca de un volcán considerado activo o peligroso.
Sismos	2	Regional - Municipal	Se realizará la ubicación de la zona, en mapas de Aceleración Máxima del Terreno y Periodos de Retorno de 10, 100 y 500 años publicados por el CENAPRED.
Tsunamis	No aplica	No aplica	No aplica
Inestabilidad de laderas	3	Municipal-Urbana	Análisis multicriterio con base en cartografía temática (Cartografía geológica, geomorfológica, edafológico, morfométrica, uso del suelo) y trabajo de campo para la validación de la cartografía generada por análisis multicriterio.
Flujos			
Caídos o Derrumbes			
Hundimientos	No aplica	No aplica	No aplica
Subsistencia			
Agrietamientos			
HIDROMETEOROLÓGICO			
Ondas cálidas y gélidas	2	Municipal	Con los datos obtenidos a partir del nivel 1 señalado en las bases de SADATU, 2014, se ajustará la distribución de probabilidad de valores extremos para cada una de las variables, mencionando el método por el que se determinaron los estimadores, determinando periodos de retorno a 5, 10, 25 y 50 años.
Sequías	2	Municipal	Cálculo del Índice de Severidad de Sequía Meteorológica (IS) recomendado por SEDATU, 2014.
Heladas	2	Municipal	Se trazaran isolíneas de cada altitud mediante una interpolación usando un sistema de información geográfica. Determinar las zonas de peligro de heladas de acuerdo a los gradientes obtenidos.
Tormentas de granizo	2	Municipal	Se trazaran isolíneas de cada altitud mediante una interpolación usando un sistema de información geográfica. Determinar las zonas de peligro de tormentas de granizo de acuerdo a los gradientes obtenidos. Se determinaran periodos de retorno a 5, 10, 25 y 50 años.
Tormentas de nieve	No aplica	No aplica	No aplica
Ciclones Tropicales	1	Regional	Se investigará la trayectoria de los eventos históricos y mapearan los eventos históricos que han afectado a la entidad.
Tornados	No aplica	No aplica	No aplica
Tormentas de polvo	No aplica	No aplica	No aplica
Tormentas eléctricas	2	Municipal	Ajuste de una distribución de probabilidad adecuada para la concurrencia de tormentas eléctricas. Determinar periodos de retorno a 5, 10, 25 y 50 años.
Lluvias extremas	2	Municipal	Determinación de periodos de retorno a 5, 10, 25 y 50 años.
Inundaciones pluviales, fluviales, costeras y lacustres	No aplica	No aplica	No aplica

Se presenta a continuación la cartografía base;

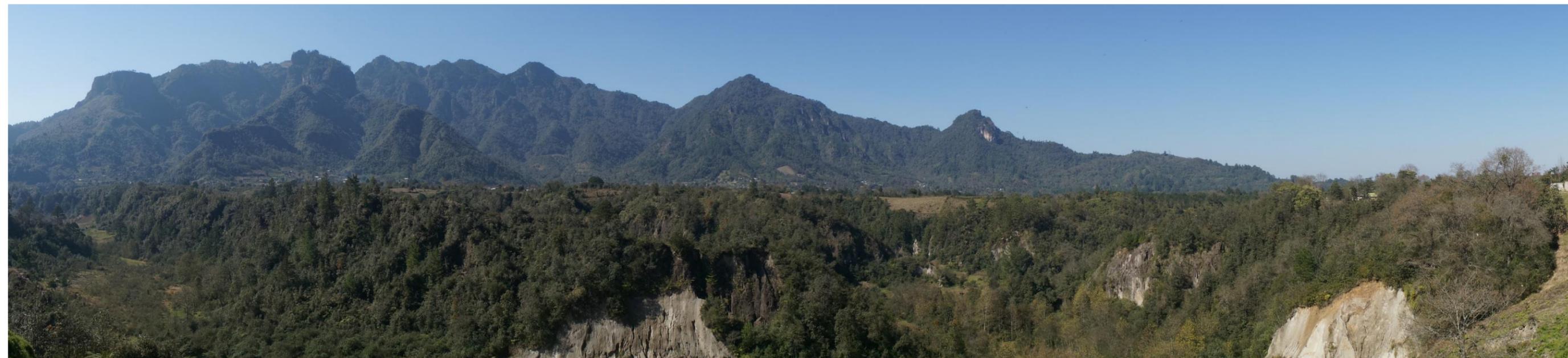
- II.1a. Base municipal; Teziutlán**
- II.1b. Base urbano; Teziutlán - Atoluca**
- II.1c. Base urbano; San Juan Acateno - San Sebastián**





CAPÍTULO III

CARACTERIZACIÓN DE LOS ELEMENTOS DEL MEDIO NATURAL



CAPÍTULO III. CARACTERIZACIÓN DE LOS ELEMENTOS DEL MEDIO NATURAL

3.1. FISIOGRAFÍA

El municipio de Teziutlán se ubica dentro de la Sierra Norte de Puebla (SNP), la cual es una zona de transición entre un la Sierra Madre Oriental y el Eje Neovolcánico, así como una porción de la Llanura Costera del Golfo.

En síntesis, La Sierra Madre Oriental consiste fundamentalmente en un conjunto de sierras formadas por estratos plegados, constituidos de rocas sedimentarias calcáreas y arcillosas de edad mesozoica, predominantemente de origen marino las altitudes de las cumbres de la Sierra Madre Oriental varían entre 2,000 y 3,000 m. El Eje Neovolcánico, este está constituido por grandes sierras volcánicas, coladas lávicas, conos cineríticos dispersos, amplios escudovolcanes de basalto, depósitos de arenas y cenizas, dando origen a cuencas endorreicas con el consecuente desarrollo de lagos y planicies rodeadas de sierras. Este volcanismo ha sido asociado a la subducción de la placa de Cocos en la placa de Norteamérica. Dicho fenómeno debió iniciarse durante el período Plioceno. Finalmente, la Llanura Costera del Golfo es una región definida por una costa de emersión evidenciada, entre otros rasgos, por la dominancia de materiales sedimentarios marinos no consolidados (arcillas, arenas, conglomerados), cuya edad aumenta conforme se alejan de la costa. Su formación se debe a la acumulación de una gran cantidad de sedimentos detríticos, producto de la erosión de los terrenos occidentales que comenzaron a levantarse desde finales del período Cretácico, Esta provincia presenta un relieve principalmente de lomeríos y mesetas en las cercanías a la Sierra Madre Oriental, y tiende a hacerse plano en dirección a la costa.

En cuanto a la Sierra Norte de Puebla, esta región se extiende desde el municipio de Huauchinango, en el oeste, justo hasta Teziutlán, aunque también se extiende hacia los Estados de Hidalgo y Veracruz en menor extensión. Esta región también se considera parte de las subprovincias fisiográficas Karst Huasteco, Chiconquiaco y Provincia Lagos y Volcanes de Anahuac. La SNP se caracteriza por profunda depresiones y laderas inclinadas y escarpadas, particularmente en materiales sedimentarios; asimismo, presenta fallas normales, junto con largos anticlinales, separados por sinclinales más o menos afallados. Algunas de las sierras regionales más importantes son Teziutlán, Zacapoxtla, Chignahuapan, Zacatlan y Huauchinango. Finalmente, existen regiones semiplanas, en forma de rampa, de material piroclástico. El relieve de la SNP tiende a descender su altitud en dirección suroeste a noreste, misma orientación hacia la cual se dirigen los cauces más importantes, cuya actividad erosiva origina valles y barrancos alineados en trayectoria similar. Su altitud oscila entre los 300 msnm, en los municipios de Jopala y Huehuetla, hasta los 3000 msnm, con máximos en algunas montañas de calizas en Teziutlán y Tlatlauquitepec.

Provincias y Subprovincias Fisiográficas.

La subprovincia de Karst Huasteco en Teziutlán se caracteriza por una alta disección, debido a la influencia de los cauces regionales, cuya actividad erosiva llega a formar profundos barrancos; como su nombre lo indica, esta subprovincia está constituida principalmente por rocas calizas, aunque no toda la región presenta características propias del Karst; algunas de estas rocas han sido cubiertas por materiales volcánicos cuaternarios. En cuanto a la subprovincia de Chiconquiaco, asociada a la provincia del Eje Volcánico, predominan lomeríos de material volcánico, laderas constituidas de material piroclástico y llanuras de menor tamaño, con bajos rangos de disección, aunque con notable actividad erosiva fluvial, dada la baja consolidación de los materiales.

La porción sur de Teziutlán aun pertenece a la provincia de Lagos y Volcanes de Anáhuac, la más extensa del Estado de Puebla, que se caracteriza por contener en ella las estructuras volcánicas más importantes de la entidad, así como regiones semiplanas de extensión considerable, todas ellas conformadas por materiales volcánicos cuaternarios, ejemplo de ello la porción municipal señalada. Regionalmente, la Caldera de Los Humeros pertenece a esta subprovincia, cuyos materiales emitidos conforman la mayor parte de los materiales volcánicos predominantes en Teziutlán (*III.1. Fisiografía – Tabla Tabla 2.*).

Tabla 2. Provincias fisiográficas.

PROVINCIA	ÁREA (KM2)	% DEL TERRITORIO MUNICIPAL
KARST HUASTECO	13.8	14.9
CHICONQUIACO	78.7	85.1

3.2. GEOMORFOLOGÍA

El municipio presenta una morfología de tipo montañoso y escarpado, que incluye cerros con elevaciones de hasta 3,200 msnm (Sierra de Teziutlán y Zacapoaxtla), y algunas planicies o valles; en ambos sitios existen comunidades y poblaciones que están asentadas en laderas muy abruptas o en zonas de inundación próximas a ríos y corrientes de agua. Debido a que las elevaciones presentan pendientes muy pronunciadas y alturas de varios cientos de metros, las fuerzas gravitacionales tienen marcada influencia en su estabilidad, afectando el comportamiento de las masas de roca o suelos que constituyen las laderas naturales.

Las Sierras volcánicas definen el relieve endógeno del municipio, el cual es determinado en alto porcentaje por la actividad de la Caldera de Los Humeros, tanto de carácter efusivo como explosivo, dando origen a depósitos de material piroclástico, acompañados de derrames andesíticos y basálticos. Estos materiales volcánicos se asientan sobre un relieve preexistente, mayoritariamente sedimentario, el cual condiciona en primera instancia la distribución del material volcánico. La topografía semiplana de estas formas morfogénicas volcánicas, ha sido factor para ser ocupadas por los asentamientos y actividades humanas en gran parte de su extensión.

La Sierra Alta Escarpada está asociada a un relieve estructural denudativo, el cual está representado por materiales sedimentarios, principalmente del Jurásico, y por conjuntos montañosos con alto grado de erosión, principalmente fluvial. Los complejos montañosos estructurales están constituidos preferencialmente por calizas, intercaladas con lutitas y areniscas del Cretácico y del Jurásico, con notables pliegues, alta disección generalizada. La presencia de barrancos en las laderas de estas montañas es constante y en continuo desarrollo, como resultado de la erosión fluvial de los múltiples escurrimientos, tanto perennes como intermitentes, mismos que se pueden considerar como el principal componente modelador de estas unidades morfogénicas. La erosión descrita en combinación con la actividad orogénica explica la formación de escarpes y laderas con pendientes superiores a los 50°, especialmente en las partes altas de las montañas, aunque no precisamente en los parteaguas. Como parte de este ciclo erosivo, los sedimentos son arrastrados formando acumulaciones lacustres. Las unidades estructurales denudativas no conservan una continuidad espacial, pues la presencia de materiales volcánicos acumulados, interrumpe la continuidad montañosa o al menos suavizan la pendiente de las laderas.

Finalmente, el relieve de tipo exógeno erosivo está representado por Lomeríos de aluvión Antiguo con llanuras, originados por las corrientes fluviales, ubicadas en el centro y sur del municipio, mientras que en el norte estas formas se estrechan ante los complejos montañosos. Es importante destacar que entre las unidades morfogénicas presentes en el municipio, las formas exógeno-erosivas son las más activas y su modificación es notablemente más rápida (**Tabla 3**).

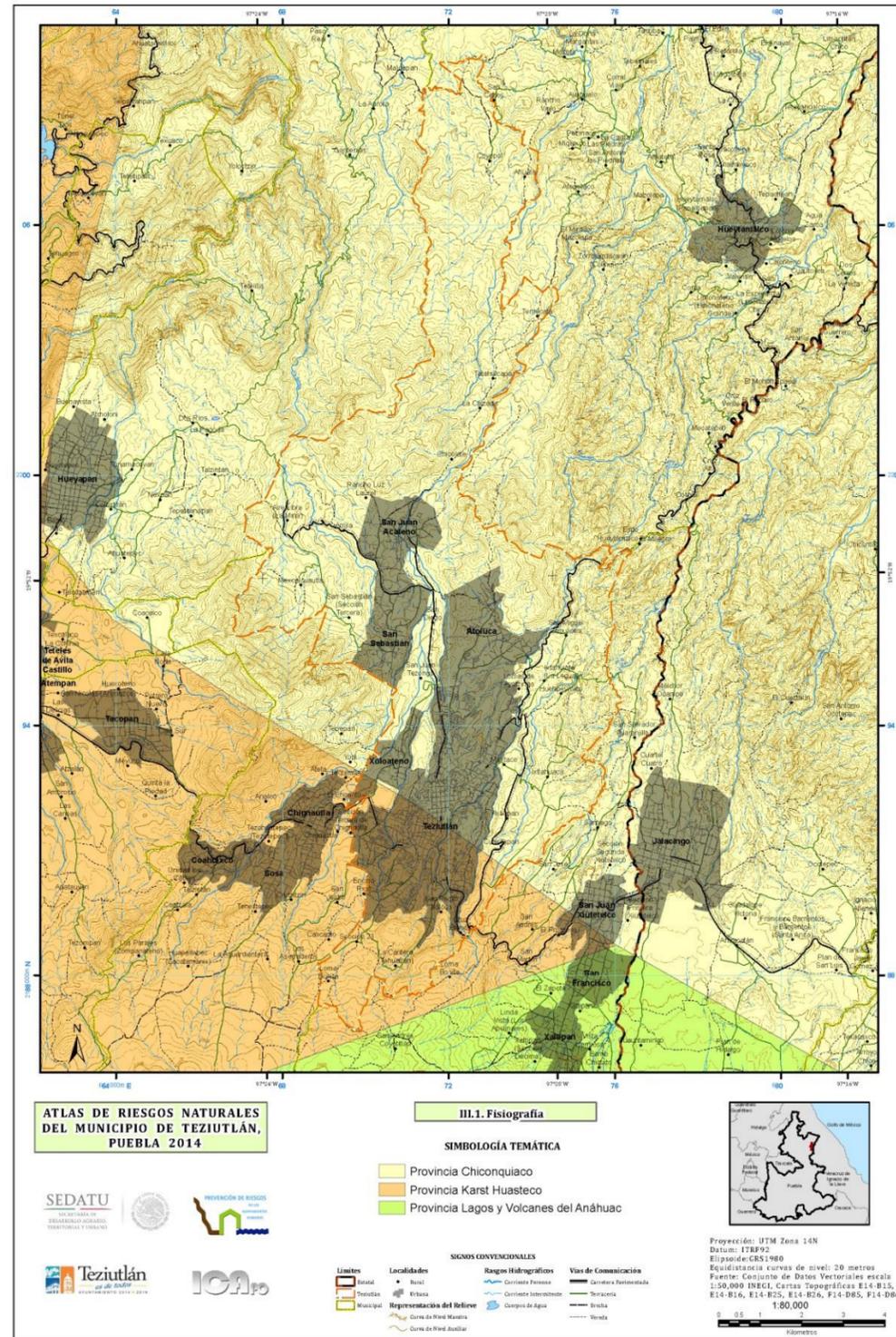
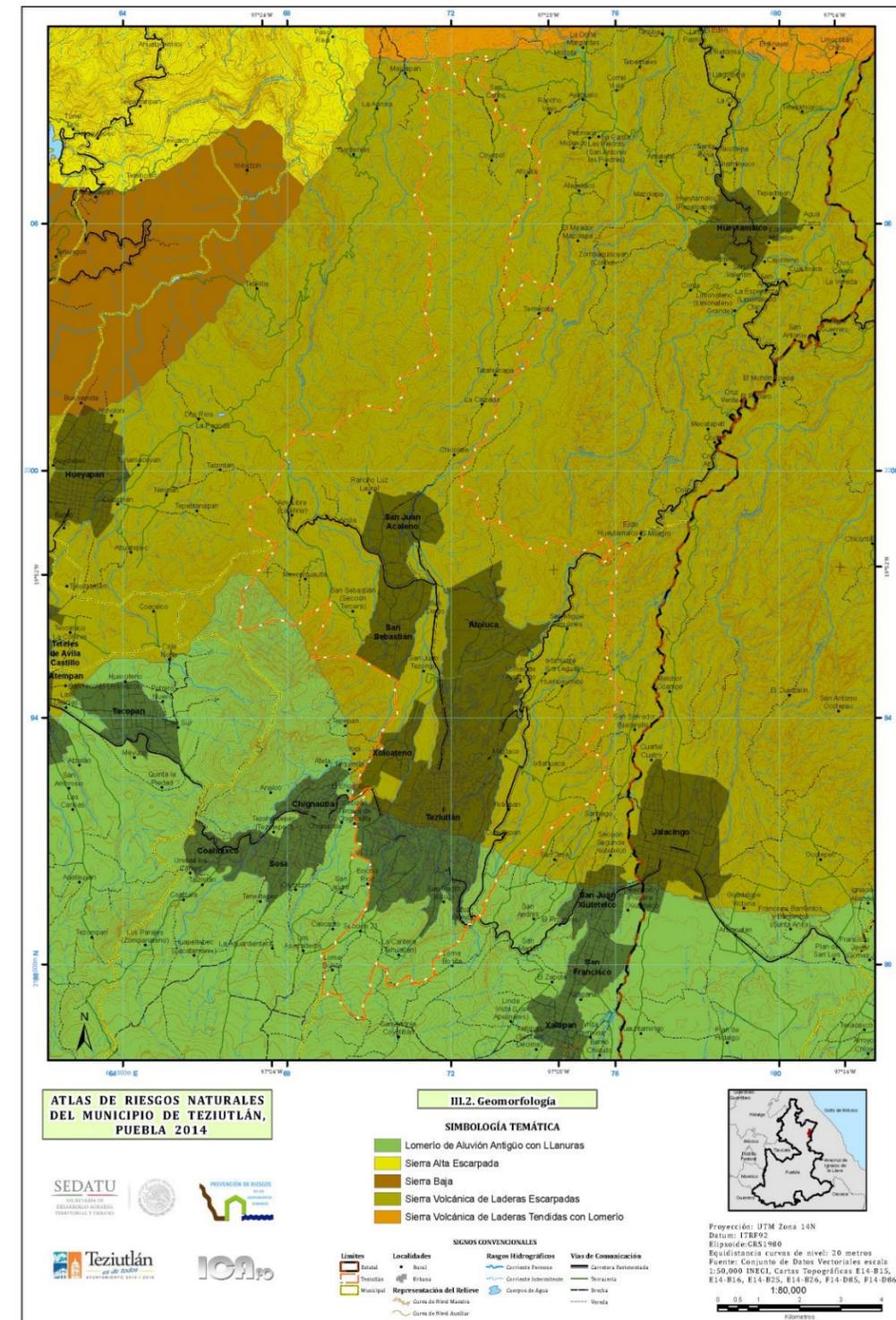


Tabla 3. Geomorfología.

GEOFORMA	AREA (KM2)	% DEL TERRITORIO MUNICIPAL
SIERRA VOLCÁNICA DE LADERAS ESCARPADAS	79.6	86.0
LOMERÍO DE ALUVIÓN ANTIGUO CON LLANURAS	12.9	14.0

Mapa III.2. Geomorfología



3.3. GEOLOGÍA

La Sierra Norte de Puebla es un sector de la Sierra Madre Oriental constituida principalmente por rocas sedimentarias mesozoicas plegadas, cubiertas parcialmente por rocas volcánicas pliocénicas y cuaternarias, entre las más jóvenes las de la caldera de los Humeros y asociadas al sistema Volcánico Transversal. El origen de las rocas sedimentarias se remonta al Jurásico Tardío y el Cretácico, tiempo en el cual la región permaneció casi en su totalidad sumergida. Durante el Jurásico Medio y Tardío ocurrieron varias etapas transgresivas en el territorio mexicano, las cuales procedieron de la Provincia del Pacífico Oriental, a través de Oaxaca, en el sur de México, hasta cubrir casi todo el país en el Jurásico Tardío (Cantú-Chapa, 1998). Posteriormente, y como resultado de fuerzas con origen en el suroeste, se inició el levantamiento tectónico. Las rocas metamórficas de la región se formaron en el Paleozoico y están representadas principalmente por esquistos y, en menor proporción, por dioritas y conglomerados que conforman el basamento regional sobre el cual se asientan las rocas sedimentarias.

Por otro lado, las rocas pertenecientes a la era Cenozoica son de origen volcánico continental, mismas que se depositaron sobre sedimentos marinos mesozoicos, que sobreyacen, a su vez, a rocas pre-mesozoicas que constituyen el antipaís de la Sierra Madre Oriental (López-Ramos, 1982). Durante el levantamiento orogénico se desarrollaron fracturas y fallas, mismas que sirvieron a la actividad volcánica del Terciario para formar macizos andesíticos. Las unidades de rocas ígneas cuyo origen se remonta al Terciario están constituidas por derrames andesíticos volcánicos con un espesor que llega a alcanzar los 300 metros, mismos que están intercalados con tobas y aglomerados; a este período se remontan (en orden cronológico) las unidades Teziutlán y Cruz Blanca. Por su parte, las unidades más jóvenes, correspondientes al Cuaternario, sobreyacen tanto a rocas volcánicas terciarias, como rocas sedimentarias de origen marino originadas en los períodos antecedentes; estas unidades cuaternarias están representadas por materiales piroclásticos de composición dacítica y riolítica, cuya fuente principal es la Caldera de Los Humeros.

Regionalmente, a partir de la ciudad de Zaragoza, donde se pasa de zona de valle al sistema montañoso de la sierra, existe una gran variedad de rocas y suelos que conforman la serranía. Entre las rocas encontramos las calizas, lutitas, limolitas y areniscas, todas ellas de origen sedimentario marino, razón por la cual se pueden encontrar entre su estructura fósiles de animales marinos que existieron hace millones de años; también aparecen rocas magmáticas y volcánicas producto de emisiones de lava, lapillis y ceniza arrojados en diferentes eventos por los volcanes cercanos al sitio (Caldera de Los Humeros). Este último tipo de rocas incluye basalto, tanto masivo como vesicular, además de tobas, las cuales cuando aparecen consolidadas dan origen a materiales que se han utilizado comúnmente en la construcción de fachadas; son rocas suaves y fáciles de labrar. Los materiales anteriores cuando no están consolidados dan origen a suelos granulares pumíticos conocidos en la región con el nombre de hormigón o cacahuatillo (material extrusivo), estos materiales son

utilizados como agregados en la elaboración de concreto hidráulico o en la fabricación de block.

El municipio de Teziutlán presenta una geología muy variada, que incluye rocas sedimentarias de la era mesozoica como calizas, conglomerados, areniscas, lutitas y limolitas; entre estas rocas y cubriéndolas, se encuentran rocas de tipo volcánico de la era cenozoica como basaltos, andesitas, riolitas y tobas ignimbritas. Los suelos que cubren a las montañas han sido originados por los agentes de intemperismo y desintegración, de los cuales la temperatura, la humedad y la vegetación han sido determinantes en la descomposición de los minerales que integran las rocas subyacentes, dando origen a suelos cohesivos arcillosos y limosos, y suelos friccionantes como gravas, arenas y limos inorgánicos.

En cortes efectuados para la construcción de las carreteras en la región, se observan rocas de origen metamórfico, como esquistos y pizarras, que corresponden al basamento más antiguo de materiales existentes en el Estado de Puebla, con edad estimada en más de 900 millones de años.

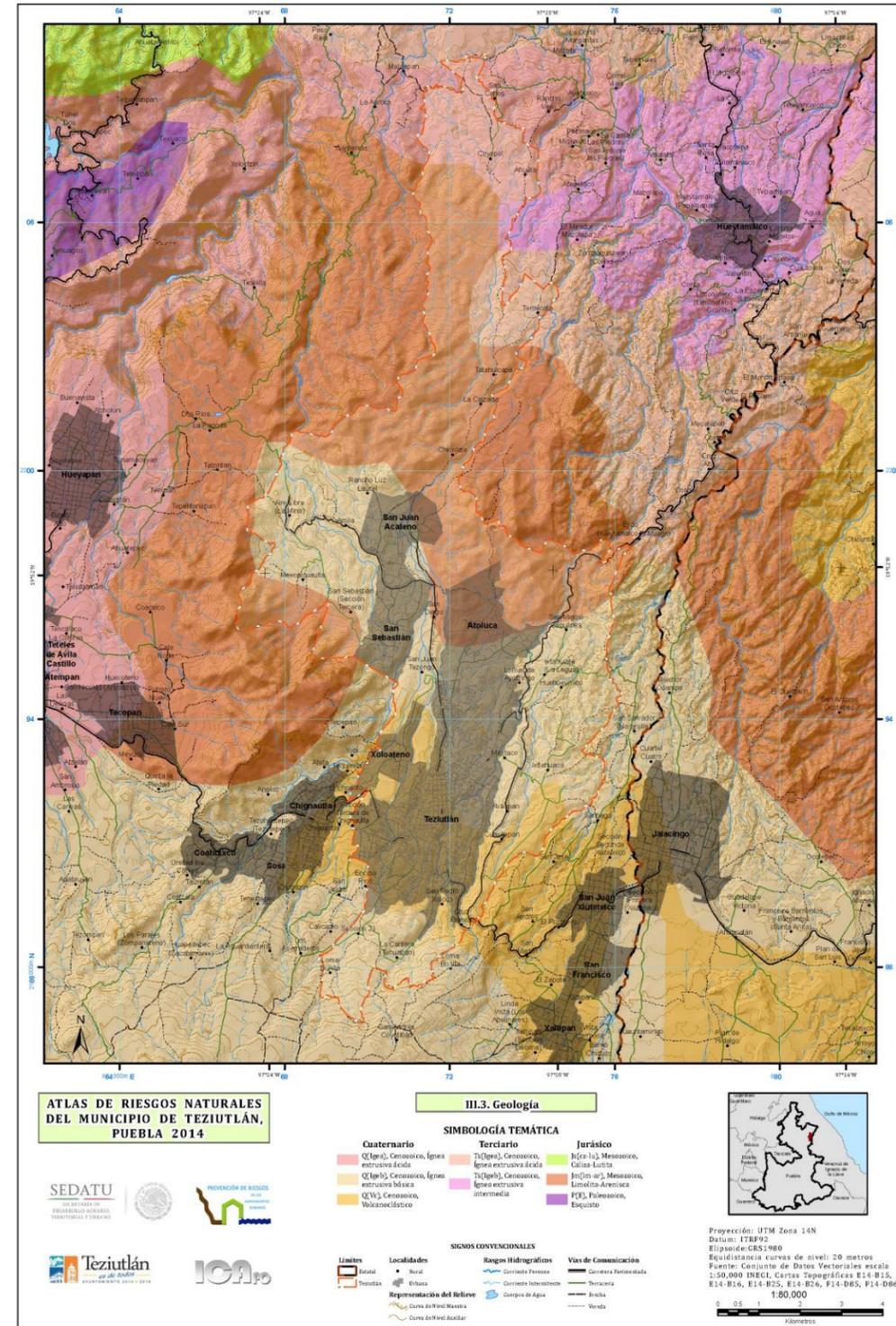
Las rocas sedimentarias presentes en el municipio son básicamente de origen marino, que se formaron en el Jurásico y Cretácico, están representadas en la mayoría de las montañas, con un alto grado generalizado de erosión, principalmente fluvial, con estratos de profundidad variable. En una gran parte de la región, las rocas calizas presentan planos de estratificación que delimitan espesores de material variable entre 20 cm y 1 m; estas formaciones son estables cuando la inclinación de la ladera es contraria al buzamiento de los planos estratigráficos. La estabilidad de las laderas conformadas por lutitas y limolitas es precaria, ya que estos materiales presentan planos de foliación con espesores de unos cuantos centímetros, y son rocas muy deleznales y frágiles.

En cuanto a las expresiones volcánicas en el relieve, en su mayoría del Cuaternario, están representadas por una serie de estructuras volcánicas menores y depósitos piroclásticos, mismos que cubren parcialmente las rocas sedimentarias. Los suelos friccionantes como gravas, arenas y limos inorgánicos, que cubren principalmente a rocas de tipo volcánico, son susceptibles de erosión provocada por escurrimientos de agua, además presentan inestabilidad cuando la inclinación del talud es mayor que su ángulo de fricción interna. Con relación a los suelos finos cohesivos limosos y arcillosos, y sus mezclas con suelos gruesos (grava y arena), su comportamiento depende de su cohesión, que a su vez es un parámetro de resistencia en función de su contenido de agua; suelos de este tipo en estado seco pueden ser resistentes como un tabique, en cambio, si poseen altos contenidos de agua pueden fluir como un líquido viscoso (**Tabla 4**).

Tabla 4. Geología.

NOMENCLATURA	TIPO DE ROCA	AREA (KM2)	% DEL TERRITORIO MUNICIPAL
Q(Vc)	VOLCANOCLÁSTICO	14.3	15.4
Q(Igea)	ÍGNEA EXTRUSIVA ÁCIDA (CUATERNARIO)	5.5	5.9
Q(Igeb)	ÍGNEA EXTRUSIVA BÁSICA (CUATERNARIO)	38.3	41.4
Ts(Igea)	ÍGNEA EXTRUSIVA ÁCIDA (NEÓGENO)	3.0	3.2
Ts(Igeb)	ÍGNEA EXTRUSIVA INTERMEDIA (NEÓGENO)	0.4	0.5
Jm(Im-ar)	LIMOLITA-ARENISCA (JURÁSICO MEDIO)	31.0	33.5

Mapa III.3. Geología



3.4. EDAFOLOGÍA

El entorno físico de la Sierra Norte de Puebla favorece el desarrollo de diversos tipos de suelos, por ejemplo variación climática, relieve, material parental y diversidad de microorganismos, además de los altos regímenes de precipitación. El material parental es definitivo en la distribución de las unidades de suelo, por ejemplo en los materiales volcánicos se han desarrollado Andosoles. Complementando, los suelos en relieve montañoso tienden a ser menos profundos y más jóvenes en materiales Cuaternarios.

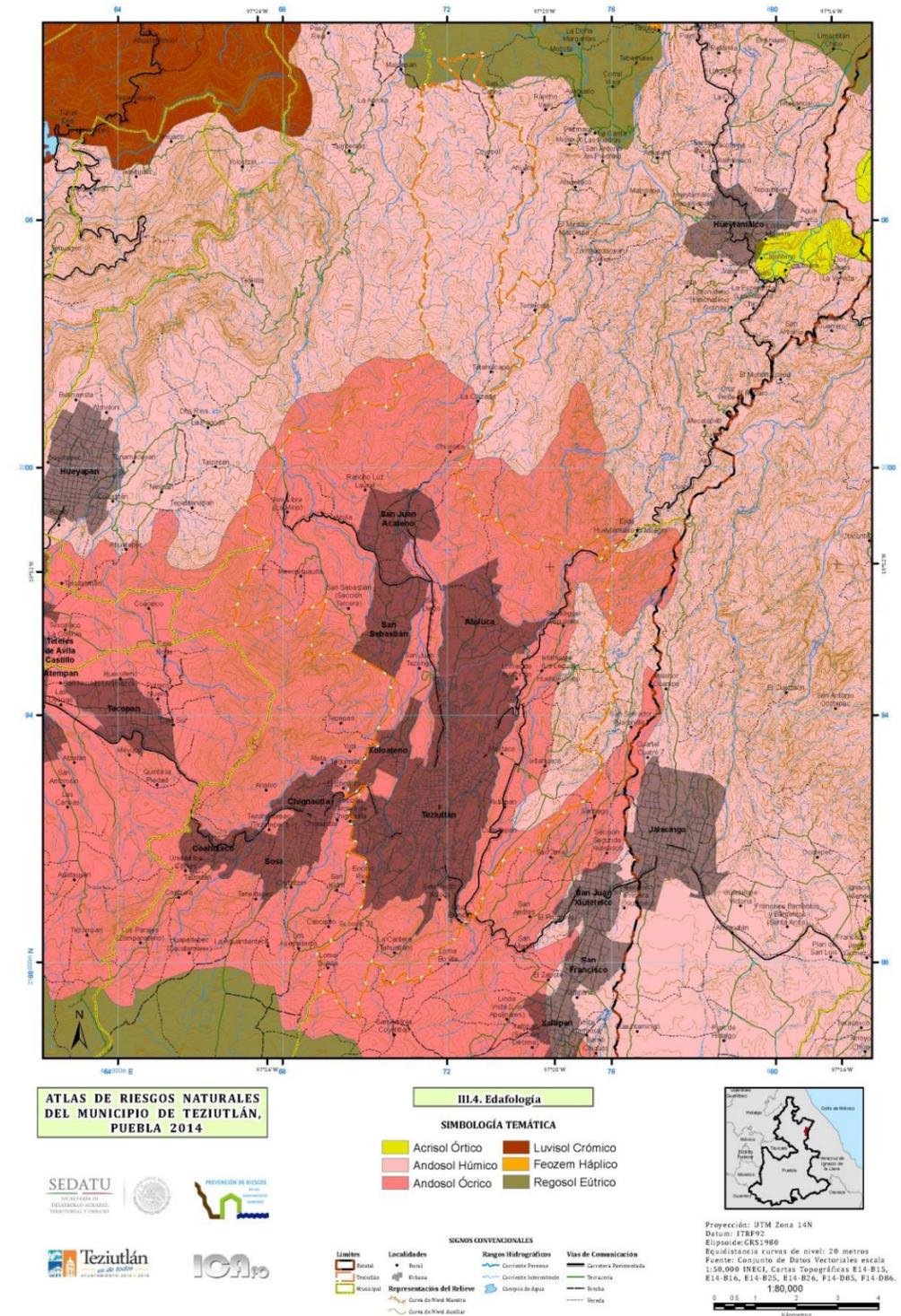
La parte de Teziutlán asociada al Sistema Volcánico Transversal se caracteriza por tener suelos someros con texturas de medias a gruesas y bajo contenido de materia orgánica. Los suelos Andosoles recubren una gran extensión de la región, por la influencia de los materiales volcánicos depositados en esta zona, caracterizados por una textura media. El área correspondiente a la Sierra Madre Oriental presenta suelos de medios a profundos del tipo Cambisol preferentemente, asociados con Regosoles.

Los luvisoles regionales se caracterizan por bajo contenido de materia orgánica, generalmente poco profundos, con estratos rocosos a los 50 cms. en promedio, aunque favorables para la agricultura. En cuanto a los suelos Regosoles, estos son suelos poco evolucionados, que frecuentemente son etapas previas de otras unidades edáficas, relacionados a material acumulado por la actividad erosiva y de transporte provenientes de zonas más altas, por lo que su profundidad es muy variable, dependiente de los procesos de acarreo; en la región son empleados en diversas actividades y, al ser poco consolidados, son fácilmente erosivos. Los suelos Feozem son poco profundos, aunque regionalmente se consideran como fértiles. Por su parte, los suelos Acrisoles en Teziutlán son altamente erosionables y poco fértiles en términos de productividad agrícola (**Tabla 5**).

Tabla 5. Edafología

NOMENCLATURA	DESCRIPCIÓN	TEXTURA	AREA (KM2)	% DEL TERRITORIO MUNICIPAL
Re	REGOSOL EUTRICO	GRUESA	0.4	0.4
Th	ANDOSOL HUMICO	MEDIA	22.8	24.7
To	ANDOSOL OCRICO	MEDIA	67.8	73.3
IC	POBLADO	ND	1.5	1.6

Mapa III.4. Edafología



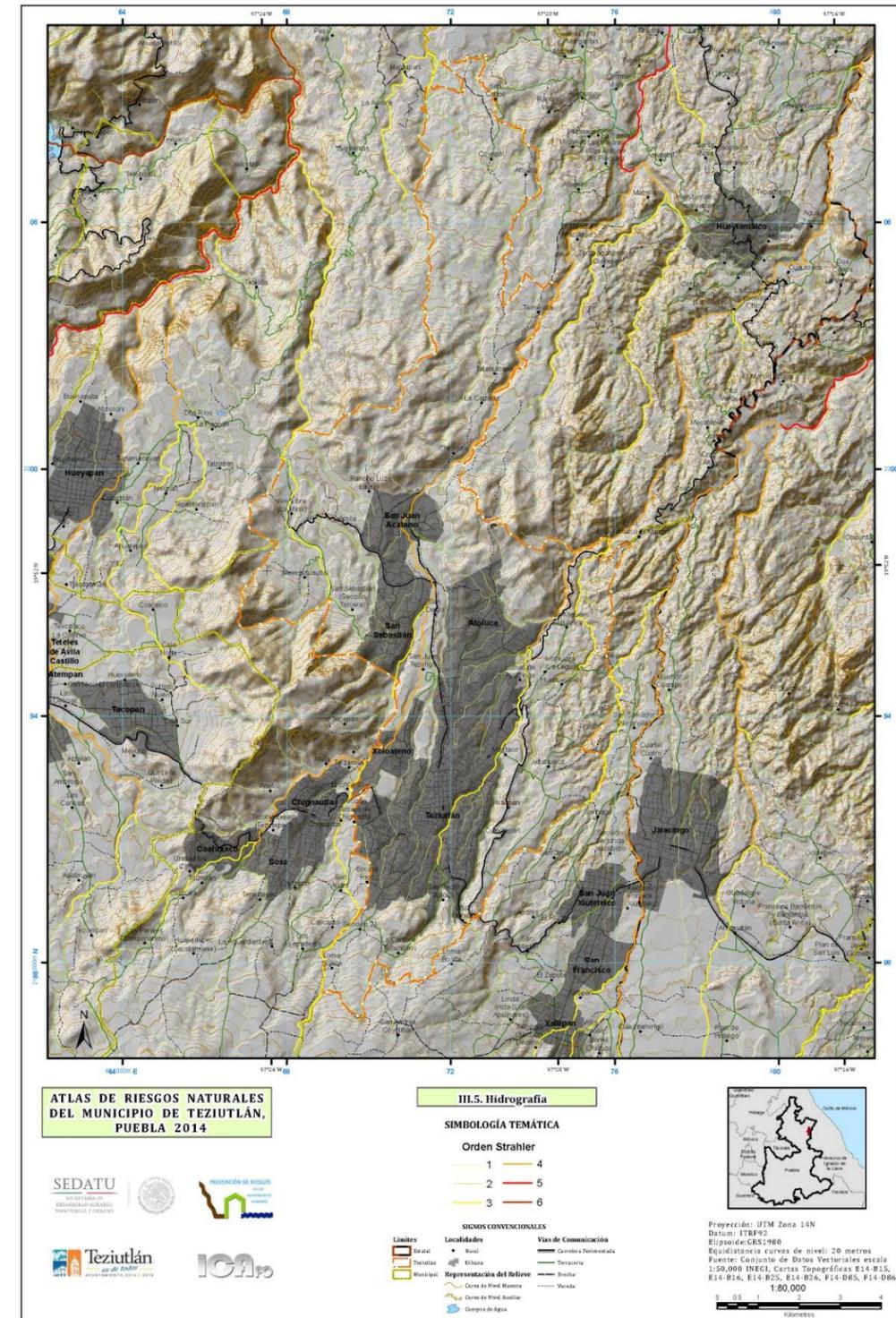
3.5. HIDROLOGÍA

La red fluvial de la Sierra Norte de Puebla es amplia en cuanto al número de cauces, no así por el volumen de agua transportado en su caudal. Dicha red fluvial está condicionada por el alto volumen de agua asociada a la precipitación, principalmente de verano, que está entre los niveles más altos de México, en conjunto con la complejidad litológica que favorece la bifurcación de cauces en materiales volcánicos y la alta infiltración en rocas sedimentarias, en particular las calizas, que al aflorar ladera abajo incrementa la erosión fluvial y permite cauces de longitud importante.

Las condiciones del medio físico favorecen la configuración de un sistema fluvial complejo, bien desarrollado y con una acción erosiva importante. La red fluvial del municipio es de tipo consecuente, es decir, sigue la dirección de la pendiente en la mayoría de los cauces, orientada de suroeste a noreste.

La red fluvial del municipio tiene un incidencia directa en la configuración de las formas del relieve por medio de la disección, tal es el caso de las formas más jóvenes de la entidad, que corresponden a los valles erosivos, formados posterior a la actividad volcánica cuaternaria por la acción de las corrientes fluviales superficiales, mientras que el modelado de los conjuntos montañosos del norte es resultado de la erosión vertical de los ríos que nacen en las partes altas de dichas elevaciones, determinando la presencia de numerosos barrancos.

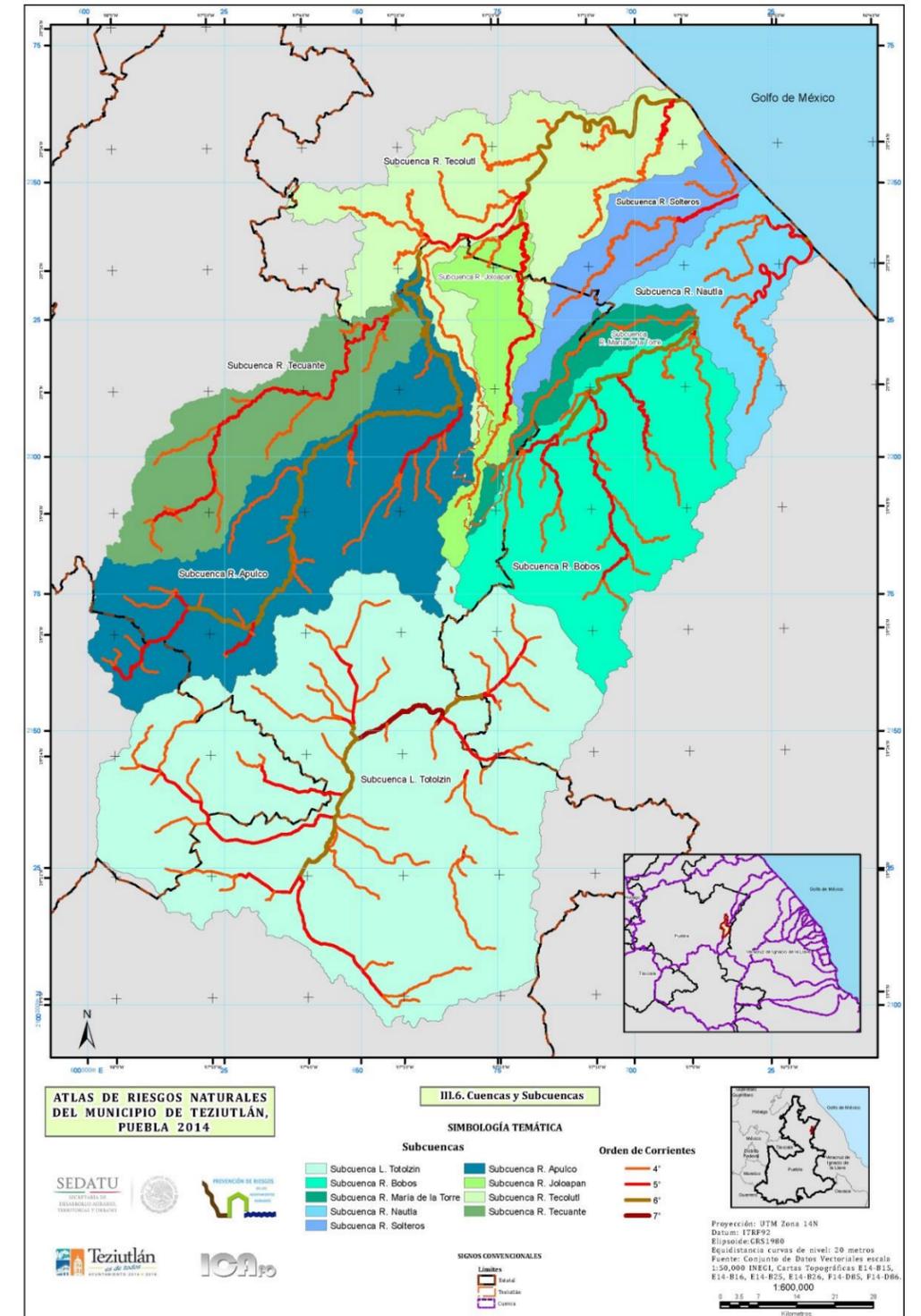
Mapa III.5. Hidrografía



3.6. CUENCAS Y SUBCUENCAS

El Municipio de Teziutlán se encuentra ubicado en la Cuenca Hidrológica Tuxpan-Nautla (Región Hidrológica (RH-27), esta cuenca se extiende en la Planicie Costera del Golfo Norte, y parte de la vertiente este de la Sierra Madre Oriental; ocupa casi toda la parte norte del estado de Puebla (24.56% de la superficie de la entidad). Dentro del estado, el límite sur de la región está constituido por el parteaguas que forman las estribaciones más meridionales de la sierra Norte y que se extiende al noroeste de los poblados de Libres y Cuyoaco, así como al sur de Zaragoza y Teziutlán, sobre la vertiente norte de la caldera de los Humeros.

Mapa III.6. Cuencas y Subcuencas



Clima

La fisiografía de la Sierra Norte de Puebla juega un papel determinante en la configuración del clima regional, con dos grandes regiones principales. La primera de éstas es de tipo húmedo subtropical, con influencia directa del Golfo de México, en rangos de altitud entre los 200 y los 1200 msnm y temperatura media de 24° C. Existe una región semiseca, orientada hacia el interior de la SNP, con temperatura promedio de 14°C, heladas poco frecuentes y diversa franjas áridas de norte a sur. Inmersos en estas zonas principales existen diversos microclimas, asociados a la influencia de sierras y cambios altitudinales, que en ocasiones llegan a ser de más de mil metros en menos de 20 km de distancia en plano

El clima de Teziutlán es predominantemente templado con lluvias todo el año, con una precipitación media anual de 1,593 mm, siendo el mes más seco enero con 52.1 mm de media mensual y el mes más húmedo septiembre, donde se alcanzan en promedio 383.4 mm. La variación térmica es de 13.1°C, en enero y la máxima media mensual es de 18.6°C, en mayo, lo que implica que la variación de temperatura es mínima durante todo el año en Teziutlán, y sólo los cambios drásticos se observan en la precipitación.

Al norte existen zonas con clima Semicálido húmedo del grupo C, cuya temperatura más baja es inferior a los 18°, mientras que el mes más cálido, mayo, supera frecuentemente los 22°C en todo el mes.

En cuanto a la precipitación, Teziutlán se asienta en la región más lluviosa del estado; se registran precipitaciones de lluvia entre 1 500 a 3 000 mm al año; en el área de Cuetzalan se tienen medias anuales de más de 4 000 mm, pero se han llegado a registrar hasta 6,000 mm.

El coeficiente de escurrimiento alcanza en general, valores altos, dadas las abruptas pendientes y la creciente deforestación; fluctúa del 10 a más del 30% para la mayor parte de la región. Estas condiciones propician un escurrimiento anual en esta área de aproximadamente 6,697 Mm3, que es casi 60% del escurrimiento virgen de toda la entidad. La precipitación pluvial de 1999, originada por las depresiones tropicales, causó serios daños e inundaciones en Puebla, así como en Veracruz, Tabasco, Campeche y Chiapas. En las sierras Norte y Nororiental del Estado de Puebla se registraron precipitaciones del orden de 1,500 mm en tres meses, provocando que los ríos, arroyos y corrientes tributarias aumentaran significativamente su caudal, arrastrando partículas mucho más grandes y en mayor volumen, incrementando su velocidad, su régimen de flujo que durante y después de una tormenta se vuelve turbulento, por lo que aumenta su fuerza erosiva. Esto tuvo un gran impacto en las cuencas pequeñas de esta zona, las cuales por su fisiografía son mucho más sensibles a lluvias de alta intensidad y corta duración (**Tabla 6**).

Tabla 6. Climas.

CLIMA	TEMPERATURA	PRECIPITACIÓN	AREA (km2)	% DEL TERRITORIO MUNICIPAL
(A)C(fm)	Semicálido húmedo 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 mayor a 40 mm; lluvias entre verano e invierno y porcentaje de lluvia invernal menor al 18% del total anual.	11.9	12.9
C(m)(f)	Templado, húmedo, temperatura media anual entre 12°C y 18°C, temperatura del mes más frío entre -3°C y 18°C y temperatura del mes más caliente bajo 22°C.	Precipitación en el mes más seco menor de 40 mm; lluvias de verano y porcentaje de lluvia invernal mayor al 10.2% del total anual.	16.8	18.1
C(f)	Templado, húmedo, temperatura media anual entre 12°C y 18°C, temperatura del mes más frío entre -3°C y 18°C y temperatura del mes más caliente bajo 22°C.	Precipitación en el mes más seco mayor de 40 mm; lluvias todo el año y porcentaje de lluvia invernal mayor al 18% del total anual.	63.8	69.0

Mapa III.7. Climas

3.7. USO DE SUELO Y VEGETACIÓN

La vegetación de la SNP ha presentado una disminución constante desde la segunda mitad del siglo XX, disminución asociada principalmente al crecimiento poblacional, las necesidades de los nuevos asentamientos y el incremento paralelo de las actividades económicas. Dicha tendencia, al igual en el resto del país, se ha incrementado en los últimos años. Más aún, las modificaciones en la hidrología y la fauna regionales son evidentes, junto con la consecuente aceleración de la actividad erosiva.

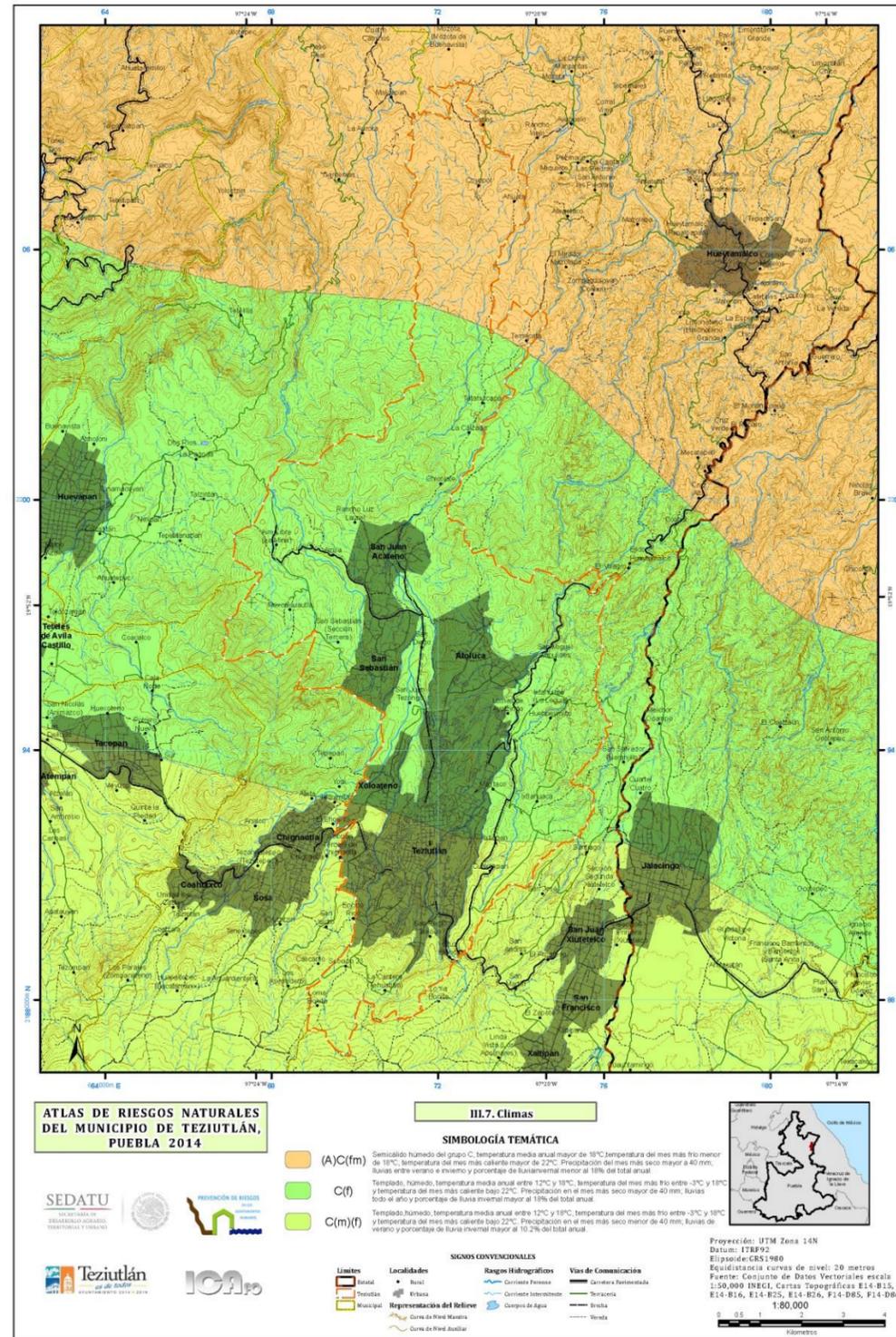
La vegetación estructural de la Sierra Norte de Puebla está dominada por bosques, en sus diferentes modalidades, primordialmente en el norte y centro de la región, mientras en el sur prevalece vegetación característica de la sabana y semidesértica. Sin embargo, la cobertura real no es total, principalmente del bosque, y el grado de alteración es alto. Las especies predominantes en la SNP son de bosque (oyamel, pino, pino-encino, mesófilo de montaña), pastizales y, en porciones menores, selva -alta y mediana perennifolia.

El Municipio de Teziutlán cuenta con una superficie de 84.2 Km², ocupando el 0.25% del territorio estatal, actualmente se establece una población de 89,582 habitantes (extrapolación de la población a partir del XII censo de población y vivienda 2000, CONAPO), los efectos derivados de los sistemas económicos, aunados a los fenómenos naturales y a la falta de planeación para regular el crecimiento urbano en base a las características naturales de la zona han dado origen a que en este municipio se tenga una superficie de 1,425 hectáreas con alto grado de alteración o perturbación, siendo la superficie que guarda una cubierta arbolada 1,378 hectáreas, de los cuales 4 fueron dañadas por incendios forestales en el 2005 y una superficie reforestada de 218 hectáreas.

El tipo de vegetación original pertenece a las estructuras de Bosque de Encino, Bosque de Pino, y asociaciones de pino-encino, se observan amplias zonas de vegetación inducida como el caso de pastizales y áreas agrícolas, donde se cultivan principalmente: maíz, café, frutales como manzana y durazno.

La selva perennifolia presente en la región favorece la distribución de los climas cálidos y precipitación alta, acompañados de altos índices de evapotranspiración; se desarrolla en suelos someros, de tipo Rendzina y Regosol principalmente, y con buen drenaje, en rocas preferencialmente sedimentarias.

Los bosques de coníferas se desarrollan en pendientes superiores a los 15°, en suelos profundos y en variada edafología. Los bosques de Encino se extienden en suelos poco profundos, en todo tipo de roca. Actualmente, este tipo de vegetación está acompañado de vegetación secundaria en grandes extensiones.



Donde las condiciones físicas los permiten, se han establecido pastizales inducidos, ocupados en ganadería incipiente; complementando, la agricultura continua ganando espacios antes forestales, lo que tiene por resultado la mayor presencia de vegetación secundaria en la región; paralelamente, los incendios provocados para tener espacios cultivables o más fértiles aún, son una actividad habitual. Asimismo, la explotación forestal ha favorecido el deterioro de la cobertura vegetal, debido a la mínima planeación de la actividad (**Tabla 7**).

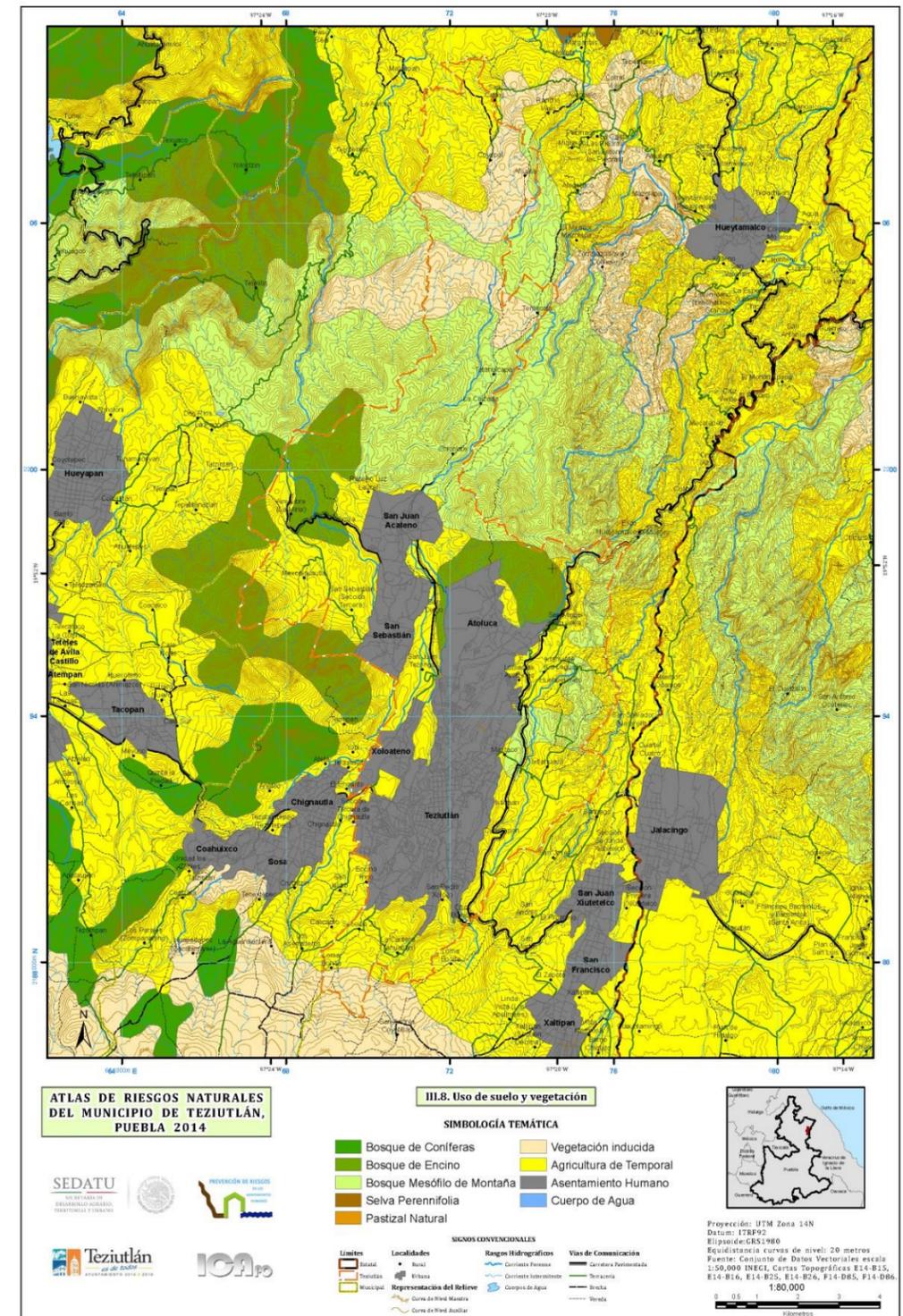
Tabla 7. Vegetación y uso de suelo.

USO DE SUELO	ÁREA (KM2)	% DEL TERRITORIO MUNICIPAL
AGRICULTURA DE TEMPORAL	53.4	57.8
ASENTAMIENTO HUMANO	1.6	1.7
BOSQUE DE ENCINO	11.0	11.8
BOSQUE MESÓFILO DE MONTAÑA	19.1	20.7
VEGETACIÓN INDUCIDA	7.4	8.0

Mapa III.8. Uso de suelo y vegetación

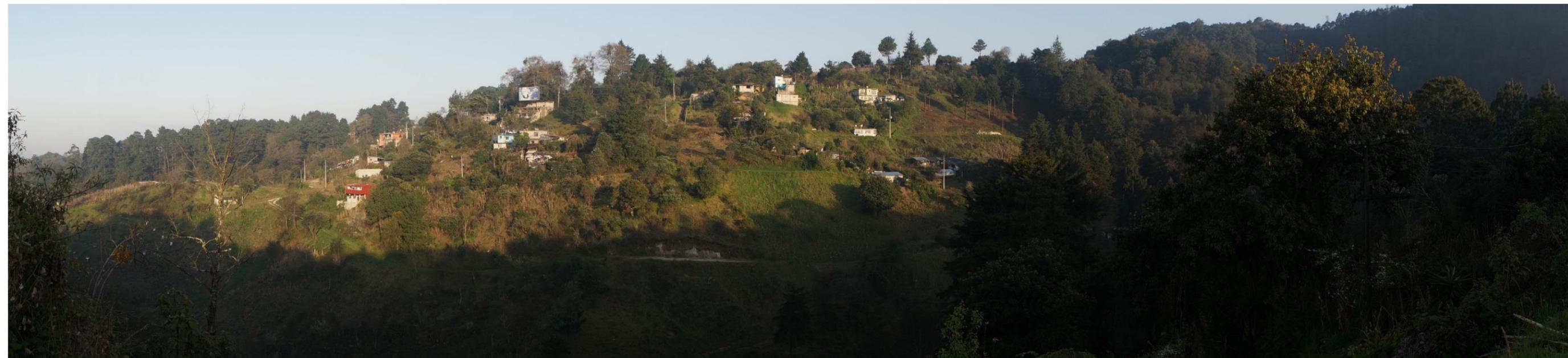
3.8. ÁREAS NATURALES PROTEGIDAS

No existen zonas sujetas a protección en el municipio.



CAPÍTULO IV

CARACTERIZACIÓN DE LOS ELEMENTOS SOCIALES, ECONÓMICOS Y DEMOGRÁFICOS



CAPÍTULO IV. CARACTERIZACIÓN DE LOS ELEMENTOS SOCIALES, ECONÓMICOS Y DEMOGRÁFICOS

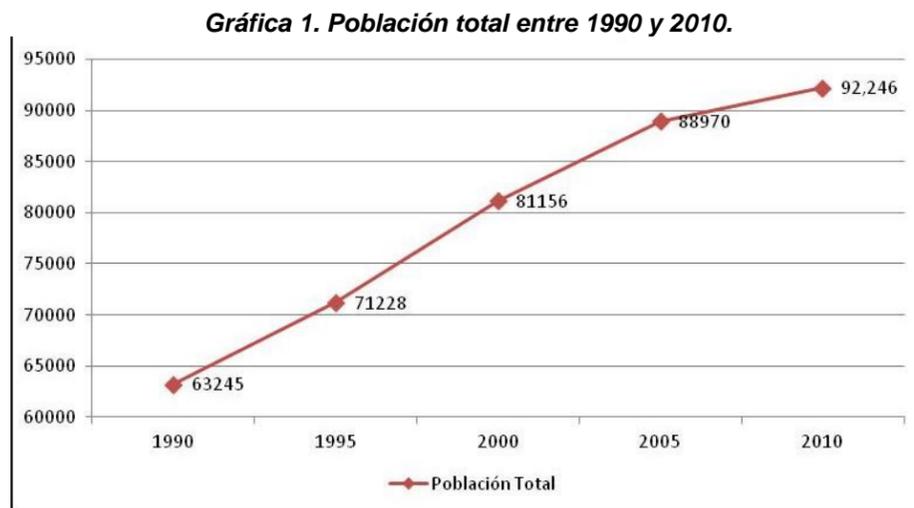
4.1. ELEMENTOS DEMOGRÁFICOS

4.1.1. Crecimiento histórico de la población

Con base en el XIII Censo de Población y Vivienda (2010), el Municipio de Teziutlán contaba con una población de 92,246 habitantes, los cuales representaban el 1.6% respecto del total estatal, mismo que era de 5,779,829 habitantes (**Gráfica 8a**). Durante el periodo contemplado, la tasa de crecimiento promedio es de 1.9, el mayor incremento se presentó entre 1995 y 2010, existiendo un crecimiento gradual en los años siguientes (**Gráfica 1**); no obstante, se observa una disminución entre el 2005 y 2010 asociado a factores como migración y reducción en la tasa de natalidad.

Tabla 8a. Comparación de población estatal y municipal 2010.

Población Teziutlán	Población Estado de Puebla
92246 Hab.	5779829 Hab.



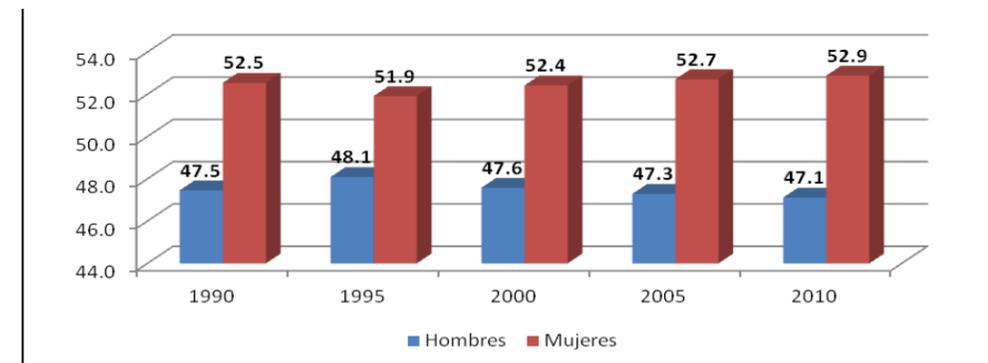
FUENTES: INEGI, XI Censo de población y vivienda 1990; INEGI, I Conteo de población y vivienda 1995; INEGI, II Censo de población y vivienda 2000; INEGI, II Conteo de población y vivienda 2005; INEGI, XII Censo de población y vivienda 2010.

Respecto al crecimiento por género, la población femenina se ha mantenido por encima de los cincuenta puntos porcentuales con relación al total municipal (**Gráfica 2**), presentando el mayor incremento entre 1995 y 2000 con un total de 5,565; por otra parte, el género masculino también registra en ese periodo el mayor aumento con un total de 4,363 habitantes (**Tabla 8b**). En el año 2010 en el municipio habitaban 48,784 mujeres (52.9%) y 43,462 (47.1%) hombres, lo que da una relación hombre-mujer de 89.1.

Tabla 8b. Población por género en el Municipio de Teziutlán (1990-2010)

AÑO	HOMBRES	%	MUJERES	%	TOTAL
1990	30,013	47.5	33,232	52.5	63,245
1995	34,250	48.1	36,978	51.9	71,228
2000	38,613	47.6	42,543	52.4	81,156
2005	42,072	47.3	46,898	52.7	88,970
2010	43,462	47.1	48,784	52.9	92,246

FUENTES: INEGI, XI Censo de población y vivienda 1990; INEGI, I Conteo de población y vivienda 1995; INEGI, II Censo de población y vivienda 2000; INEGI, II Conteo de población y vivienda 2005; INEGI, XII Censo de población y vivienda 2010.



Gráfica 2. Porcentaje por género en municipio de Teziutlán (1990-2010).

Fuente: Elaboración propia con datos de INEGI, XII Censo de población y vivienda 2010.

4.1.2. Estructura de la población

Con base en las proyección realizadas por el Consejo Nacional de Población (CONAPO), el municipio de Teziutlán aumentará su población en 15,096 habitantes entre el 2010 y 2030, lo que representa una tasa de crecimiento de 0.75, de esta forma, se busca cumplir con la política nacional de reducir el crecimiento natural de la población (**Gráfica 3a - Tabla 9a**).

Gráfica 3a. Proyección de población para el municipio de Teziutlán 2010-2030 según CONAPO.

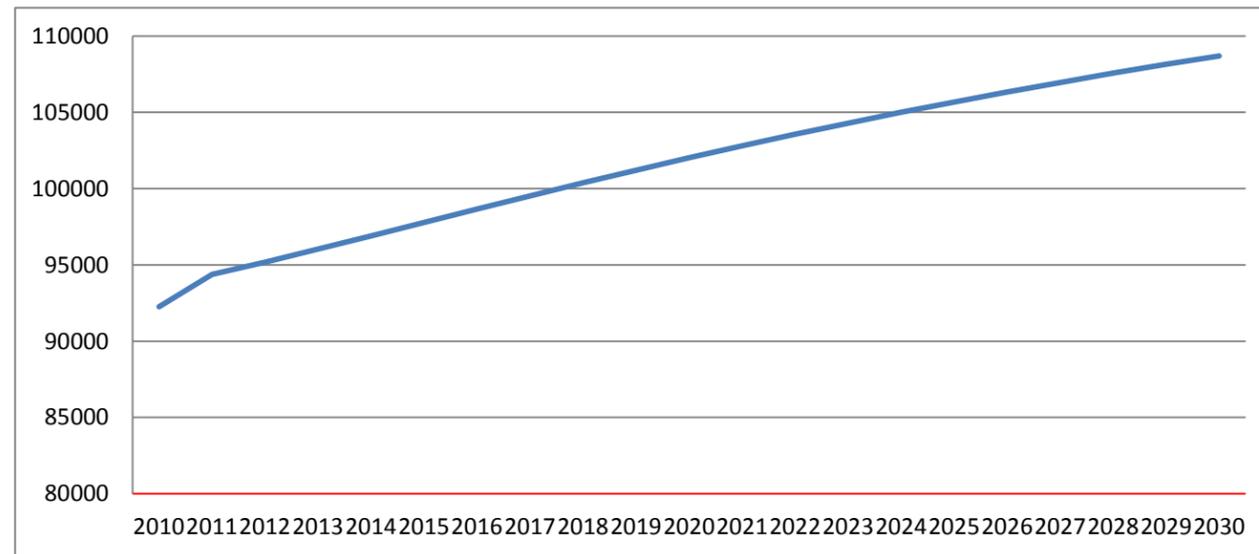


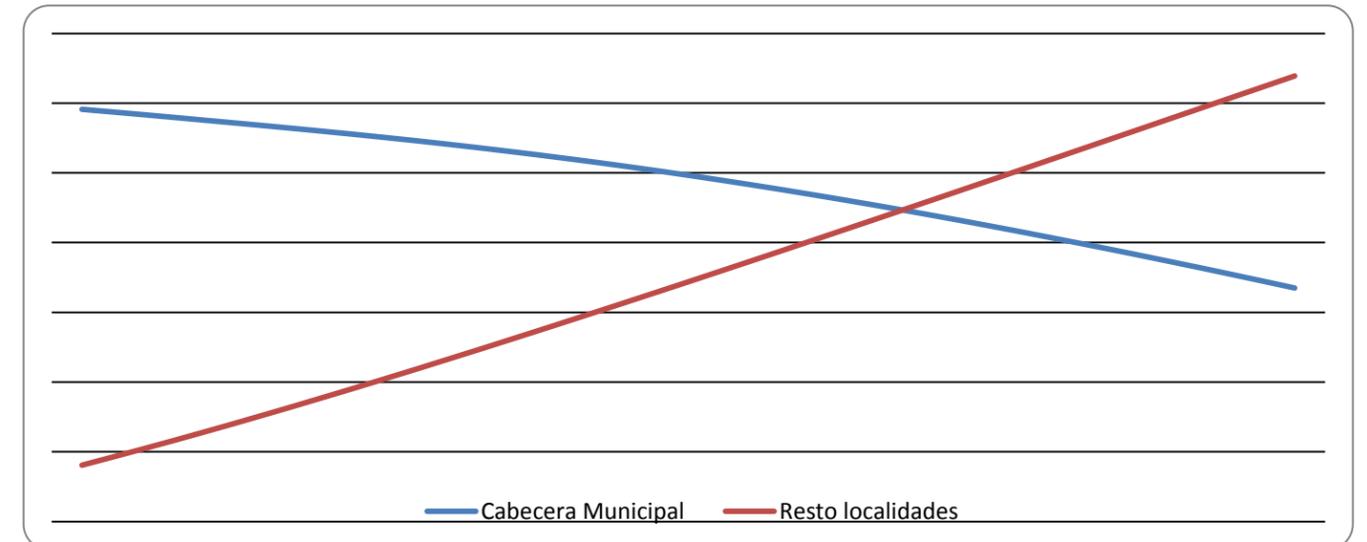
Tabla 9a. Proyección de población para el municipio de Teziutlán 2010-2030 según CONAPO.

AÑO	PROYECCIÓN DE POBLACIÓN	AÑO	PROYECCIÓN DE POBLACIÓN
2010	92246	2021	102800
2011	94379	2022	103559
2012	95184	2023	104292
2013	96030	2024	104997
2014	96899	2025	105675
2015	97779	2026	106328
2016	98657	2027	106956
2017	99526	2028	107561
2018	100380	2029	108141
2019	101212	2030	108694
2020	102019		

Estas estimaciones indican que para la Cabecera Municipal, existe una tendencia hacia la reducción de habitantes, teniendo 58,699 para 2010 y terminando con 46,745 en el 2030, respecto a las localidades restantes, el comportamiento muestra el crecimiento de la población (**Gráfica 3b**); esta dinámica será el resultado de la descentralización y distribución más uniforme de los habitantes en las comunidades, no obstante, el cumplimiento de las proyecciones estará en función del tipo de estrategias que implemente la administración municipal.

Comunidades como Atoluca, Mexcalcuautla, San Diego, San Juan Acatenco San Sebastián, Xoloateno y Coaxoxpan, se catalogarán como urbanas considerando el criterio de población total (mayor a 2,500), asimismo se convertirán en nuevos polos de desarrollo que satisfagan las necesidades de las poblaciones aún rurales.

Gráfica 3b. Proyecciones de población para las localidades y cabecera municipal de Teziutlán.



Fuente: CONAPO, Proyecciones de crecimiento poblacional 2010-2030.

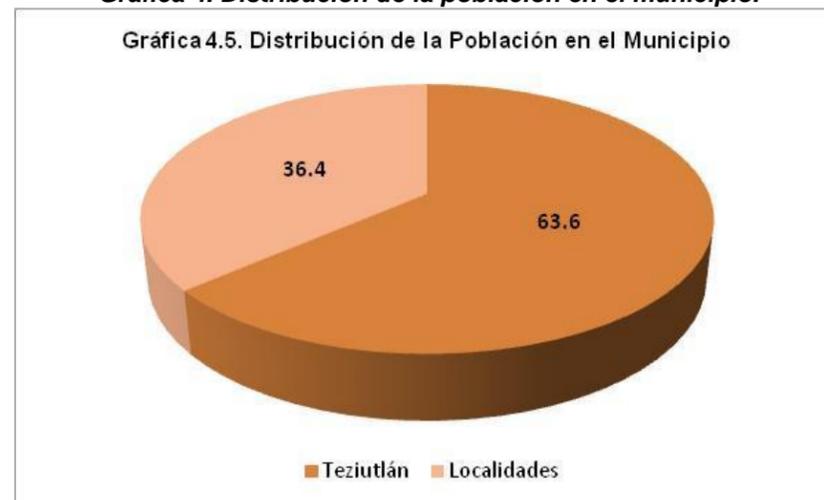
4.1.3. Población perteneciente a algún grupo étnico

En Teziutlán no se registran grupos indígenas, la población mayor a 3 años que habla alguna lengua indígena es de 6,512 habitantes, de los cuales 6,132 también habla español.

4.1.4. Distribución de la población

Los habitantes se concentran principalmente en la Cabecera Municipal con un 63.6% que corresponde a 58,699 (**Gráfica 4**), el porcentaje restante se localiza en las 32 localidades que integran el territorio municipal (33,577). Este comportamiento es producto de la importancia como centro de población que ejerce la cabecera, debido a que posee el equipamiento relacionado con las necesidades básicas, asimismo es punto importante para la actividad comercial que se realiza en la región.

Gráfica 4. Distribución de la población en el municipio.



Fuente: Elaboración propia con datos de INEGI, XII Censo de población y vivienda 2010.

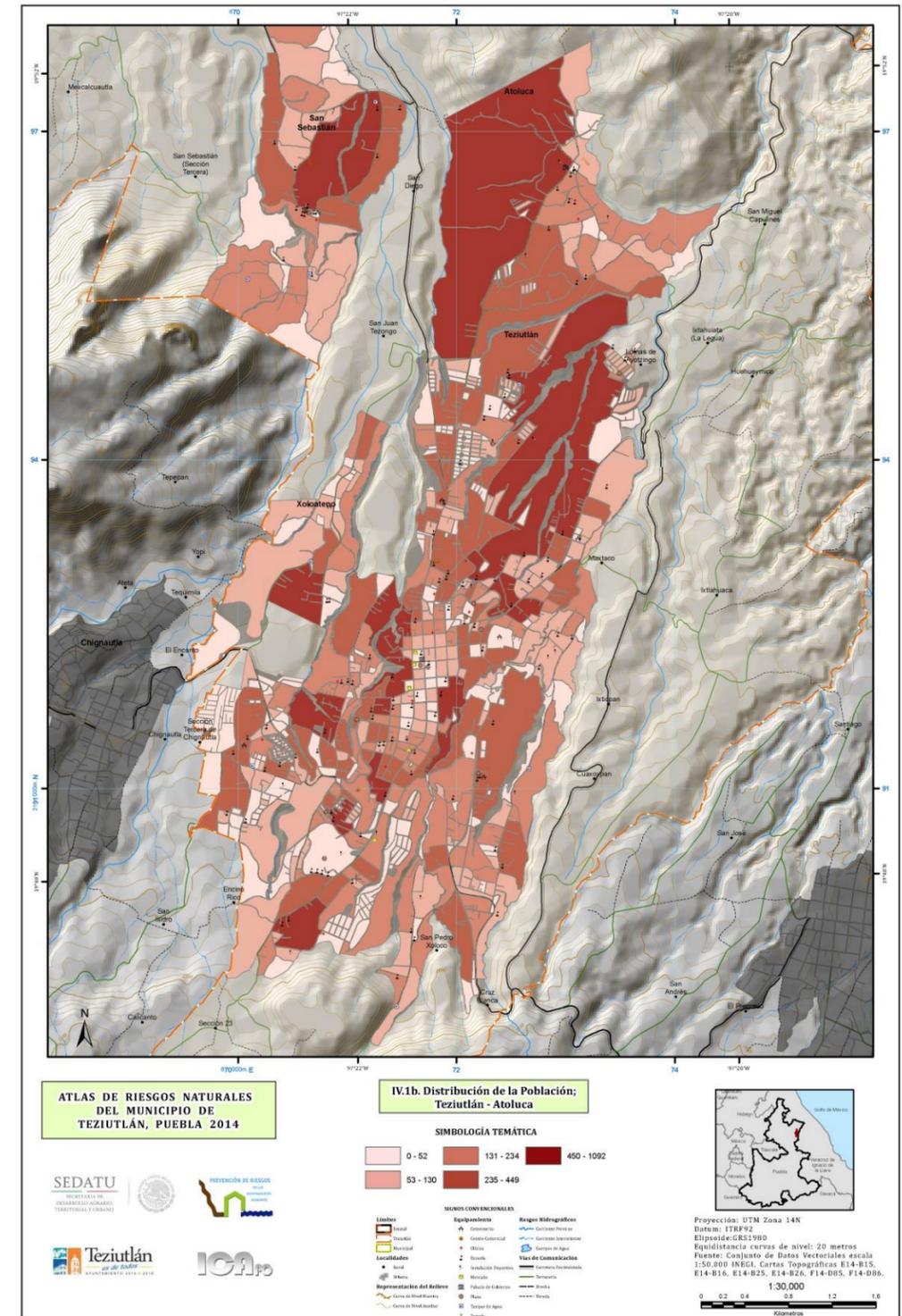
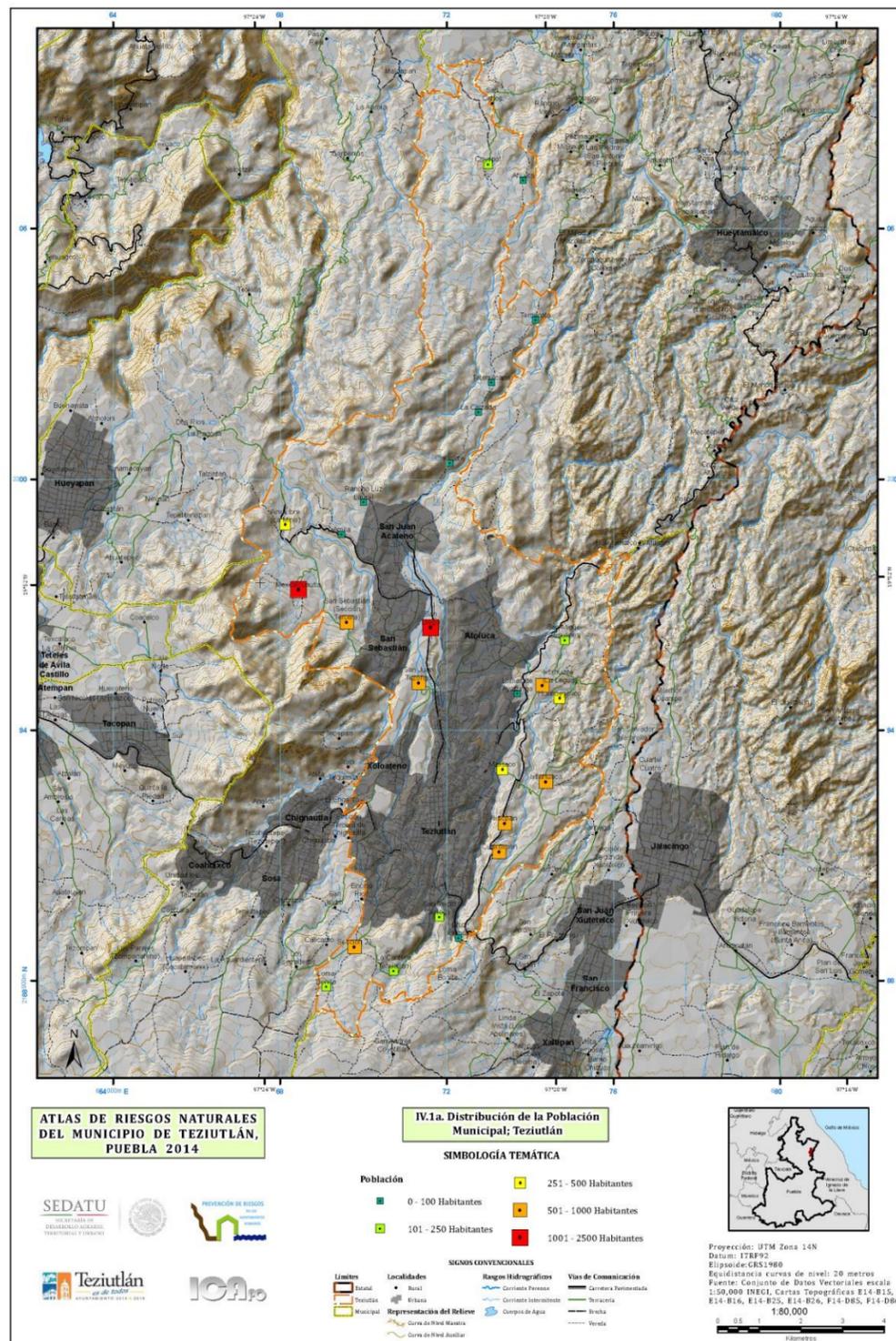
Para una mejor representación de la información, los asentamientos humanos se clasificaron en cinco rangos los cuales se representan en la **Tabla 9b**.

Mapas IV.1a. Distribución de la población municipal; Teziutlán
IV.1b. Distribución de la población; Teziutlán - Atoluca
IV.1c. Distribución de la población; San Juan Acateno - San Sebastián

Tabla 9b. Distribución de la Población por número de habitantes para las localidades de Teziutlán.

RANGO	LOCALIDAD	TOTAL
0 - 100	Rancho Luz Laurel	3
	La Calzada	6
	Cruz Blanca	6
	Chocolate	6
	Tatahuicapa	9
	Localidades de una vivienda	9
	Lomas de Ayotzingo	12
	Temecata	21
	Localidades de dos viviendas	21
	Ahuata	82
101 - 250	Amila	129
	La Cantera (Tehuatlán)	156
	San Pedro Xoloco	178
	Loma Bonita	210
251 - 500	Coyopol	385
	San Miguel Capulines	421
501 - 1,000	Aire Libre (La Mina)	598
	Maxtaco	745
	Huehueymico	884
Mayor a 1,000	Ixtlahuaca	1,063
	San Juan Tezongo	1,144
	Sección 23	1,258
	Ixtahuiata (La Legua)	1,311
	Cuaxoxpan	1,421
	San Sebastián (Sección Tercera)	1,429
	Ixticpan	1,551
	Mexcalcuautla	1,861
	San Diego	2,026
	Xoloateno	3,022
	San Sebastián	3,942
	San Juan Acateno	4,481
	Atoluca	5,187

Fuente: INEGI, XII Censo de población y vivienda 2010.

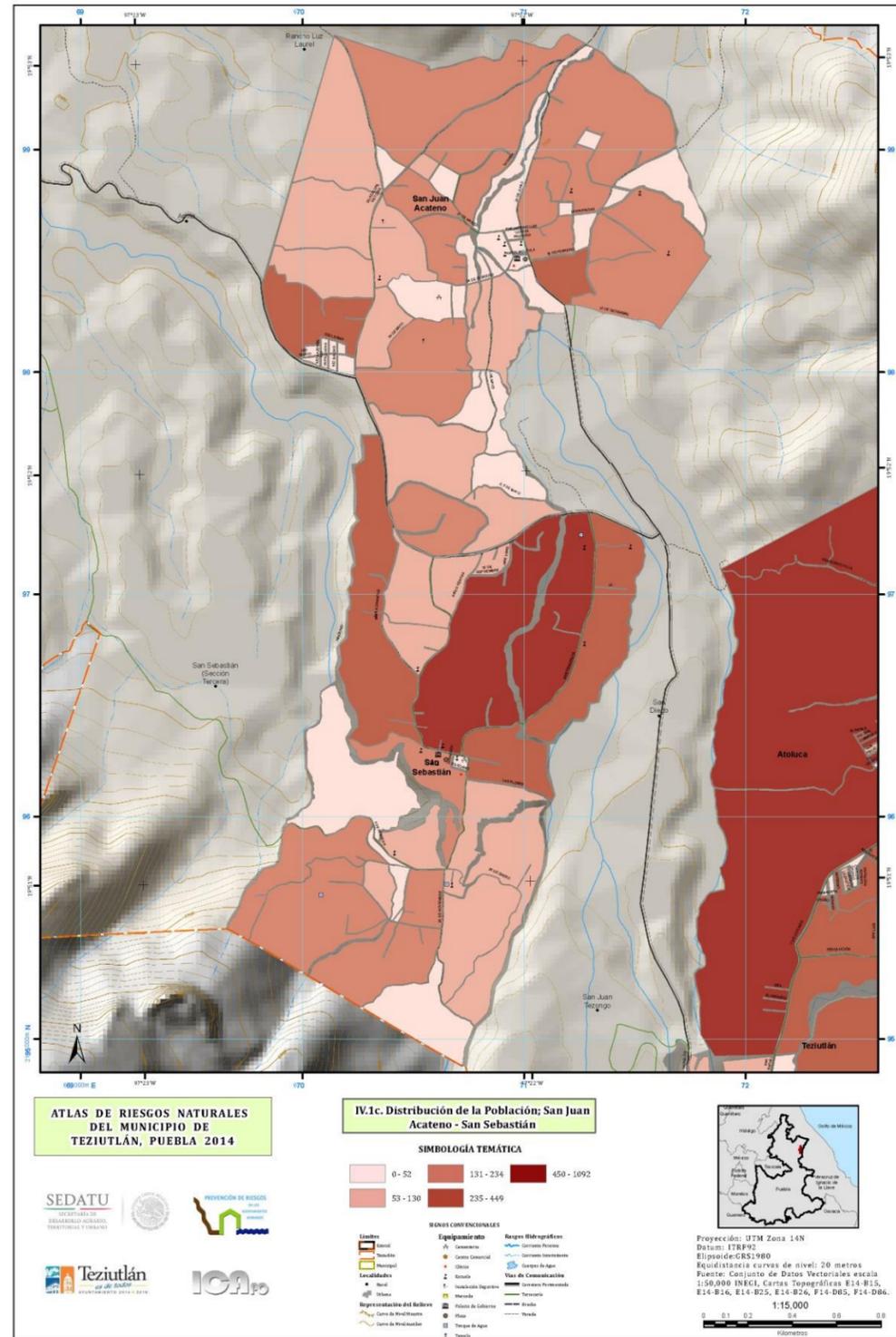


4.1.5. Densidad de población

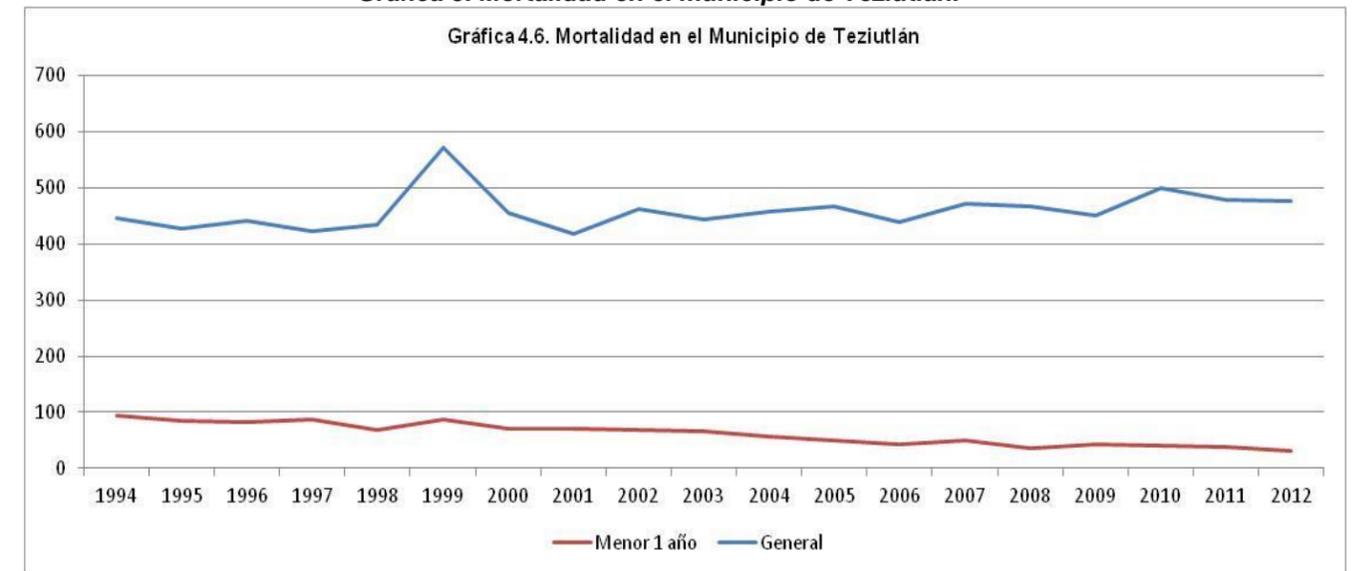
La densidad de población del municipio de Teziutlán es de 997 hab/km² la cual puede ser considerada como alta; sin embargo, este valor es relativo debido a que la distribución de los habitantes no es homogénea en el territorio. Con relación a la densidad en las zonas urbanas, los mapas representan valores de habitantes/hectárea por manzana, existiendo mayor concentración en la zona centro, debido también a los factores mencionados en el apartado anterior; por otra parte, la extensión de cada manzana repercute en los datos obtenidos.

4.1.6. Mortalidad

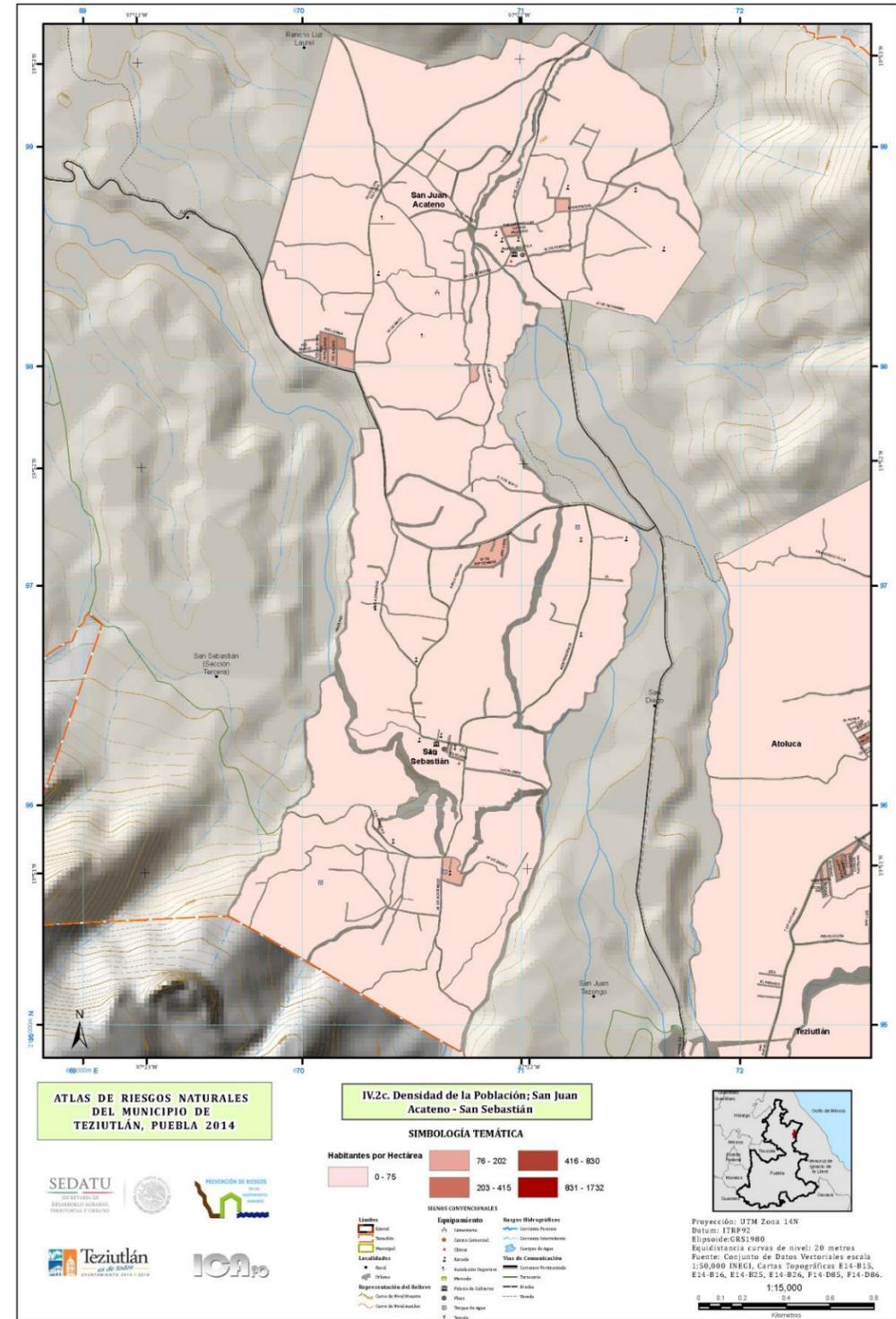
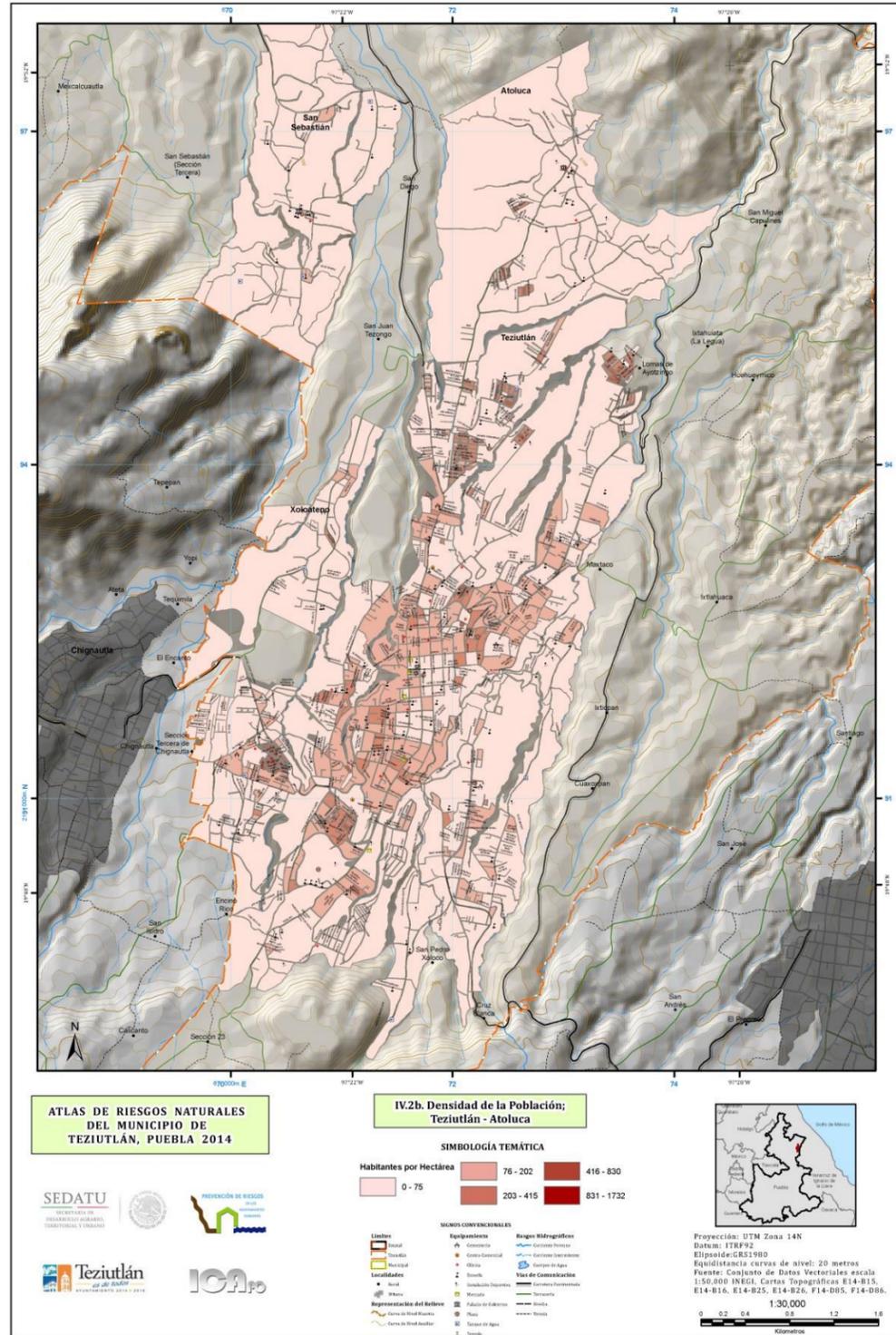
La **Gráfica 5** muestra la mortalidad general en el municipio de Teziutlán, se observa un comportamiento homogéneo en el periodo representado, sin embargo, existe un incremento notable en 1999 resultado de las víctimas fatales generadas por los procesos de remoción en masa ocurridos en el mes de octubre. Con relación a la mortalidad en niños menores de 1 año, se observa una disminución relacionada con mejoras en los servicios de salud, cabe señalar que también se presenta el aumento en 1999 asociado a la problemática mencionada anteriormente.



Gráfica 5. Mortalidad en el municipio de Teziutlán.



Fuente: Elaboración propia con datos de INEGI.
Mapa IV.2b. Densidad de la población; Teziutlán - Atoluca
IV.2c. Densidad de la población; San Juan Acateno - San Sebastián



4.3. CARACTERÍSTICAS SOCIALES

4.2.1. Escolaridad y analfabetismo

Esta temática se aborda a partir del resultado obtenido de dos indicadores: Porcentaje de Alfabetismo y Porcentaje de Población entre 6 y 14 años que Asiste a la Escuela, los valores obtenidos para las localidades (**Tabla 10**), muestran heterogeneidad en los datos, siendo la Cabecera Municipal la que presenta el menor porcentaje, derivado de la presencia de equipamiento educativo que facilita el acceso de la población que habita ese lugar. El otro parámetro establece que existe un esfuerzo por parte de la administración municipal, para continuar reduciendo el analfabetismo y elevar el nivel educativo de su población.

Tabla 10. Alfabetismo en las localidades del Municipio de Teziutlán.

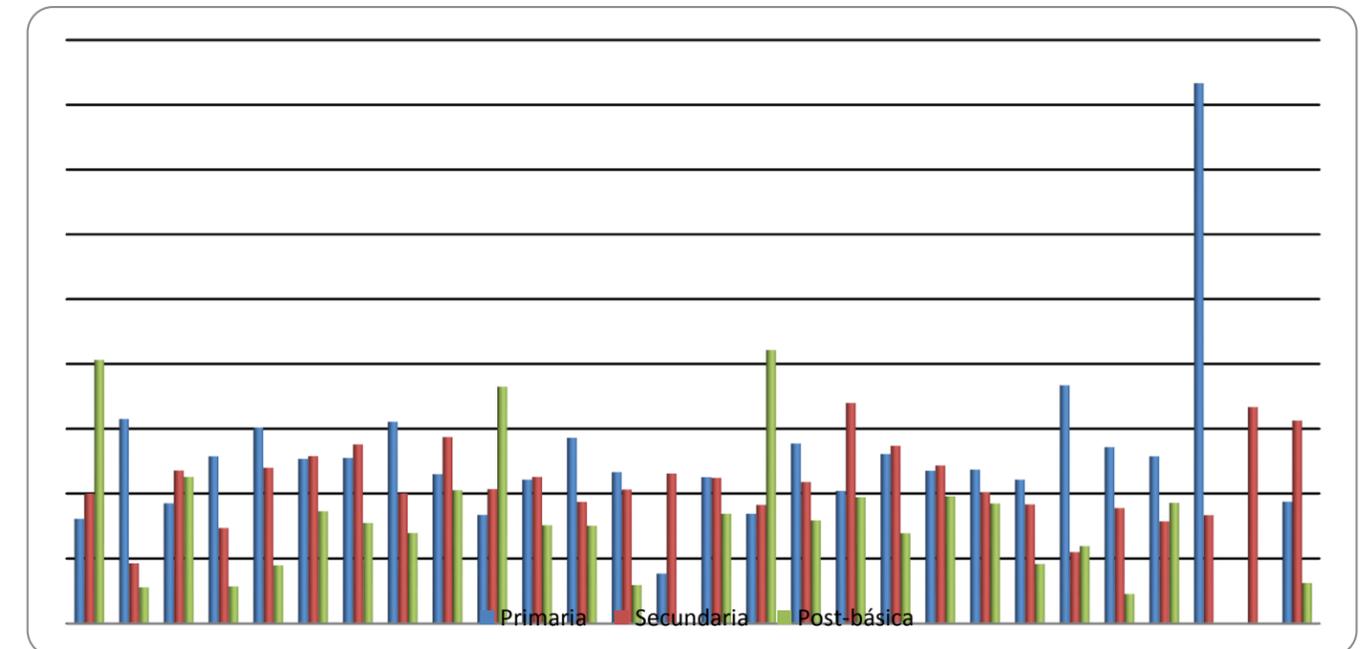
LOCALIDAD	PORCENTAJE DE ANALFABETISMO	PORCENTAJE DE POBLACIÓN DE 6 A 14 QUE ASISTE A LA ESCUELA
Teziutlán	4.00	96.79
Ahuata	35.19	90.91
Atoluca	8.69	96.50
Coyopol	33.47	96.70
Huehueymico	13.83	96.74
Ixtahuiata (La Legua)	11.73	95.62
Ixticpan	6.73	96.76
Ixtlahuaca	7.57	97.42
Mexcalcuautla	6.83	94.51
San Diego	6.25	95.12
San Juan Acateno	16.83	93.61
San Juan Tezongo	5.28	94.81
San Sebastián	21.32	93.96
Temecata	53.85	75.00
Xoloateno	8.96	94.43
Aire Libre (La Mina)	5.62	95.51
San Miguel Capulines	13.20	97.40
La Cantera (Tehuatlán)	3.88	96.55
Cuaxoapan	11.32	95.48
Maxtaco	10.40	98.77
Sección 23	7.37	93.77
Tatahuicapa	S/D	S/D
La Calzada	S/D	S/D
Loma Bonita	11.45	92.00

Cruz Blanca	S/D	S/D
San Pedro Xoloco	8.26	92.31
San Sebastián (Sección Tercera)	30.61	90.53
Amila	11.43	88.89
Rancho Luz Laurel	S/D	S/D
Chicolate	S/D	S/D
Lomas de Ayotzingo	S/D	75.00

Fuente: Elaboración propia con datos de INEGI.

A pesar de la reducción en los valores de analfabetismo, la población no alcanza niveles altos de escolaridad, derivado del abandono de estudios para incorporarse al mercado laboral o condiciones económicas que limitan el acceso a otras instituciones educativas. En la **Gráfica 6** se observa que los habitantes mayores a 15 años en la mayoría de las localidades, no rebasa el 50% con primaria, secundaria o educación post básica terminada, por lo que el Grado Promedio Escolar para el municipio se encuentra en 8.2 (segundo año de secundaria).

Gráfica 6. Escolaridad de la población de 15 años y más por localidad.



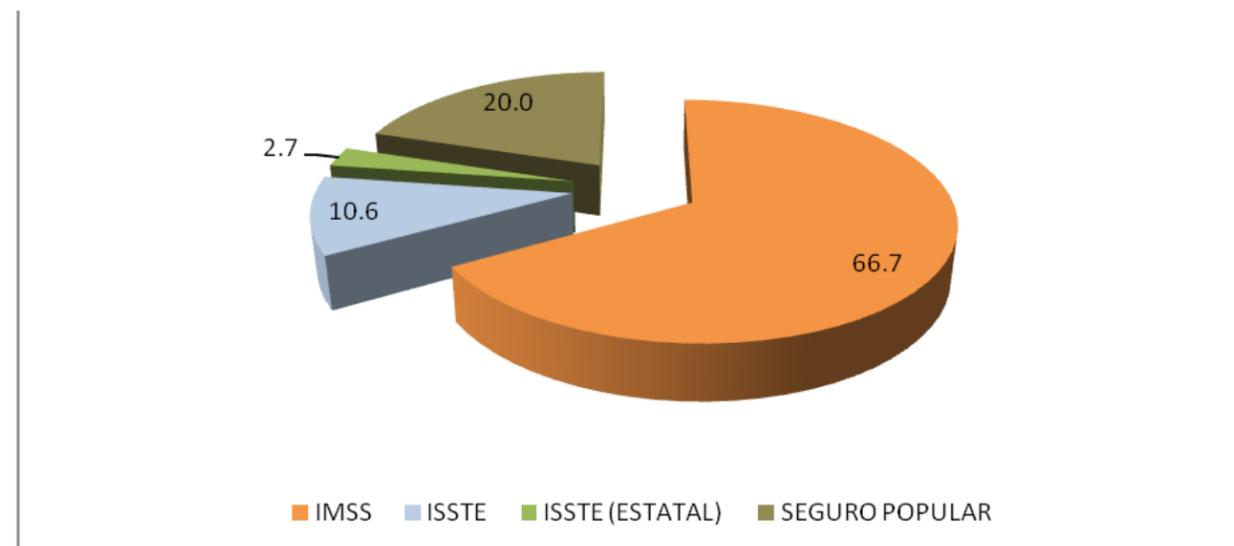
Fuente: Elaboración propia con datos de INEGI, XIII Censo de población y vivienda 2010.

4.2.2. Servicios médicos

Con base en la información del XIII Censo de población y vivienda de INEGI, en el municipio de Teziutlán el 51.5% de la población se cataloga como derechohabiente a un servicio de salud (47,512), un total de 43,889 no cuenta con acceso a alguna institución de salubridad (47.6%).

La distribución del acceso a los servicios de salud es principalmente al IMSS, al cual tienen acceso un 66.7% de los derechohabientes, el 20% están afiliados al Seguro Popular, 10.6% accede a los servicios del ISSTE y finalmente 2.7% está asociado con el ISSTE de índole estatal (**Gráfica 7**).

Gráfica 7. Porcentaje de población derechohabiente por institución de salud.



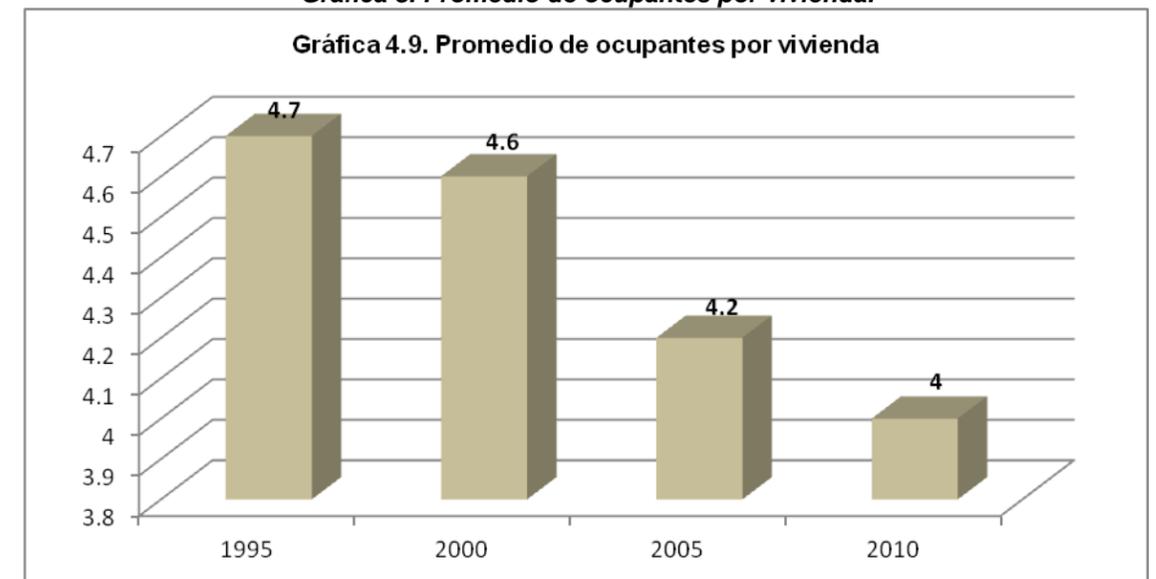
Fuente: Elaboración propia con datos de INEGI, XIII Censo de población y vivienda 2010.

La distribución del acceso a los servicios de salud es principalmente al IMSS, al cual tienen acceso un 66.7% de los derechohabientes, el 20% están afiliados al Seguro Popular, 10.6% accede a los servicios del ISSTE y finalmente 2.7% está asociado con el ISSTE de índole estatal.

4.2.3. Hacinamiento

Corresponde al promedio de ocupantes por vivienda habitada, este dato indica las características de las viviendas así como su disponibilidad. El hacinamiento en el municipio de Teziutlán ha disminuido constantemente de forma gradual, comenzando con 4.7 en 1995 hasta llegar a 4.0 en el 2010 (**Gráfica 8**), la reducción está relacionada con el aumento en el número de viviendas y menor crecimiento de la población entre el 2005 y 2010.

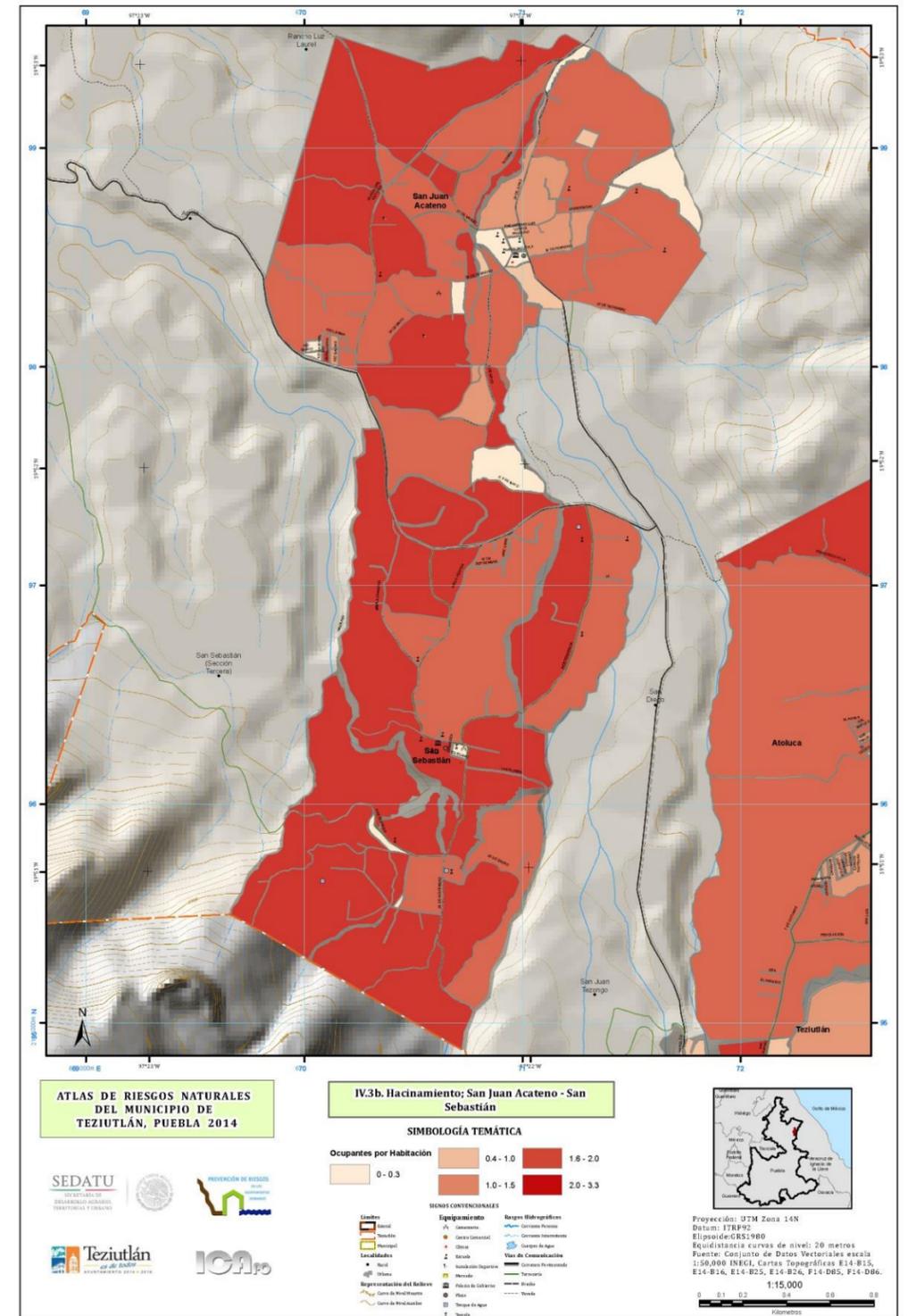
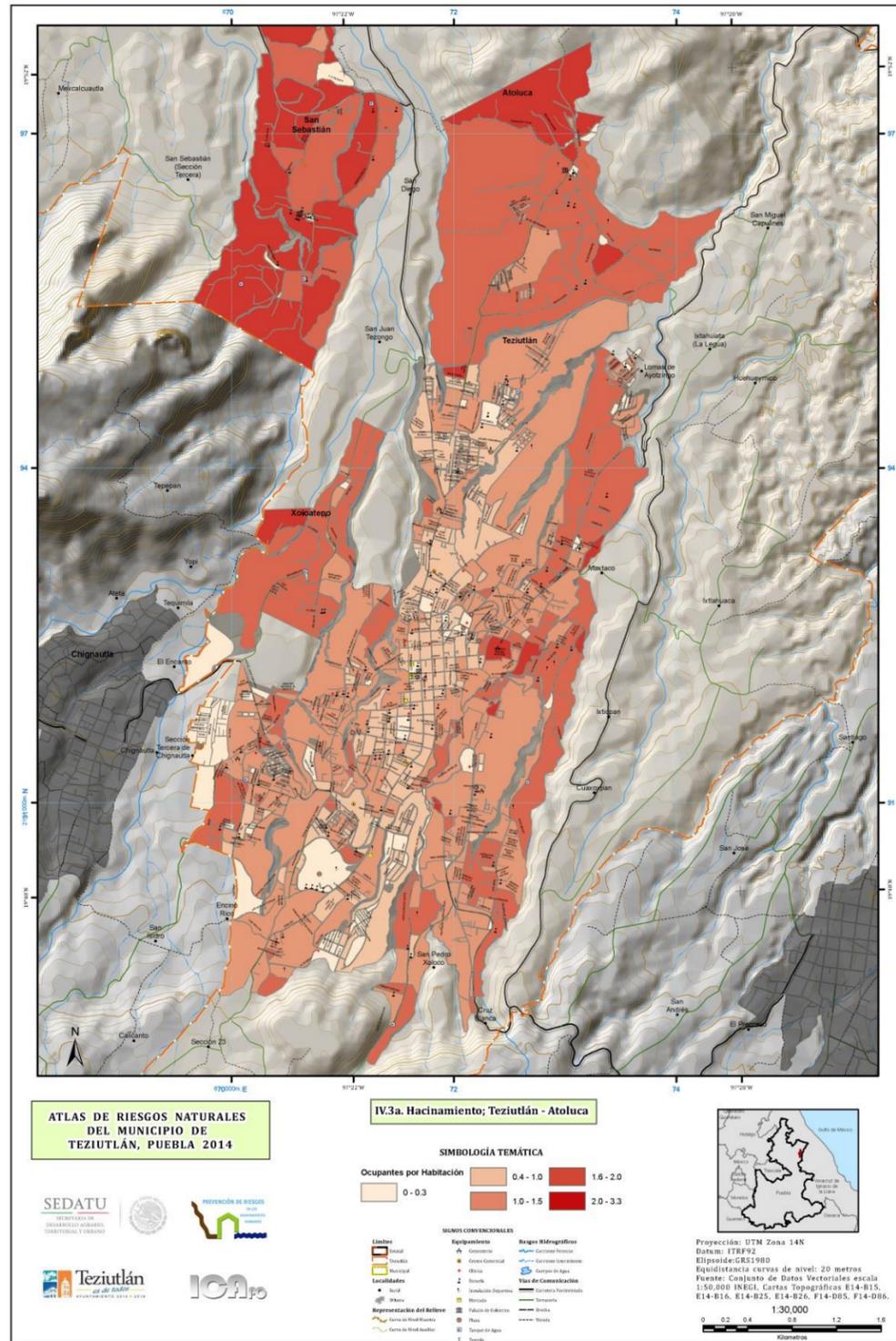
Gráfica 8. Promedio de ocupantes por vivienda.



Fuente: Elaboración propia con datos de INEGI, XII Censo de población y vivienda 2010.

Los mapas de hacinamiento, representan el promedio de ocupantes por cuarto en las zonas urbanas, la distribución de este valor tiene un comportamiento similar a la distribución y densidad de población; con esta información, se identifican las zonas con mayor concentración de población y sirve como referencia para la toma de decisiones durante la ocurrencia de un fenómeno natural.

IV.3a. Hacinamiento; Teziutlán - Atoluca
IV.3b. Hacinamiento; San Juan Acateno - San Sebastián



4.2.4. Población con discapacidad

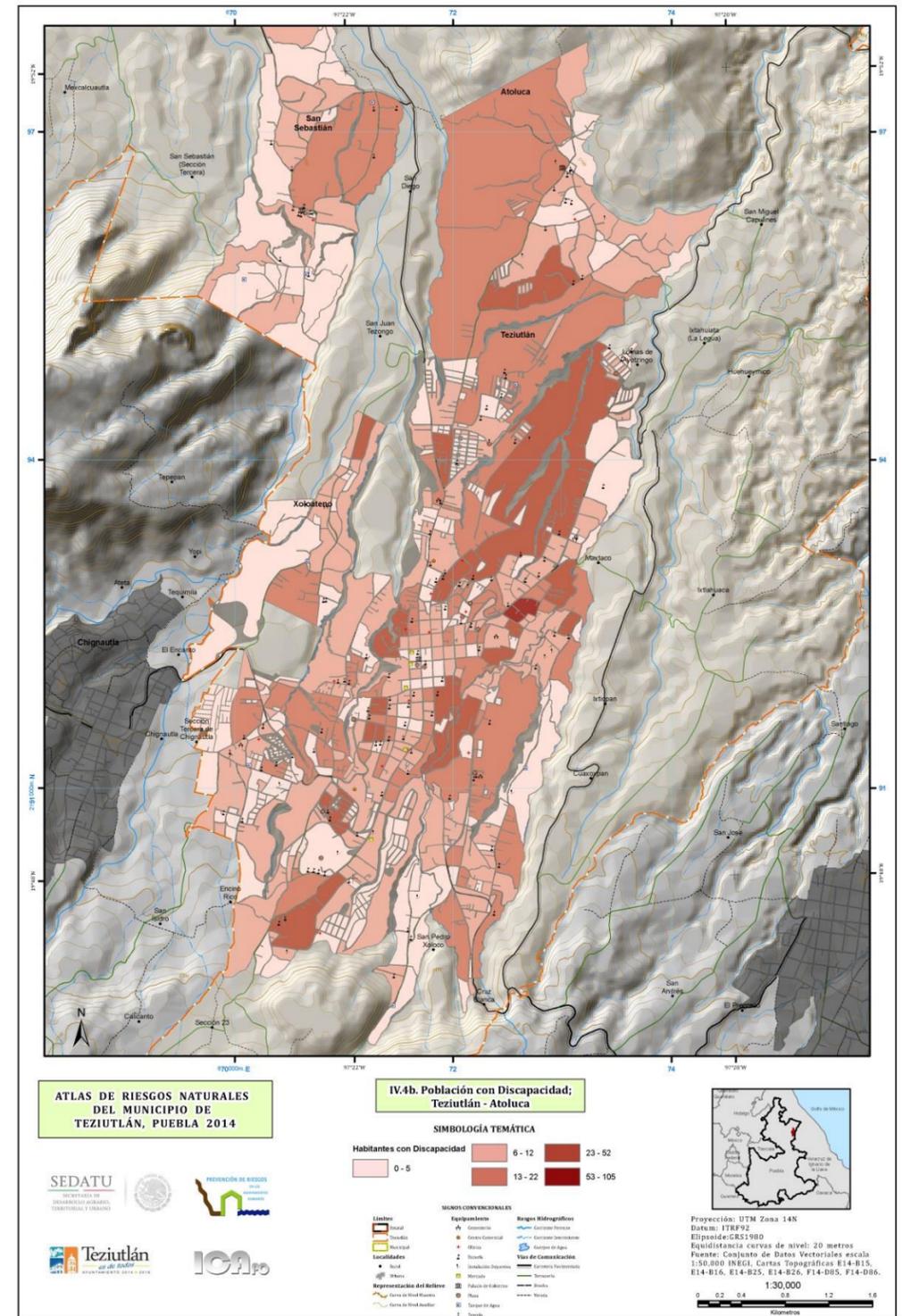
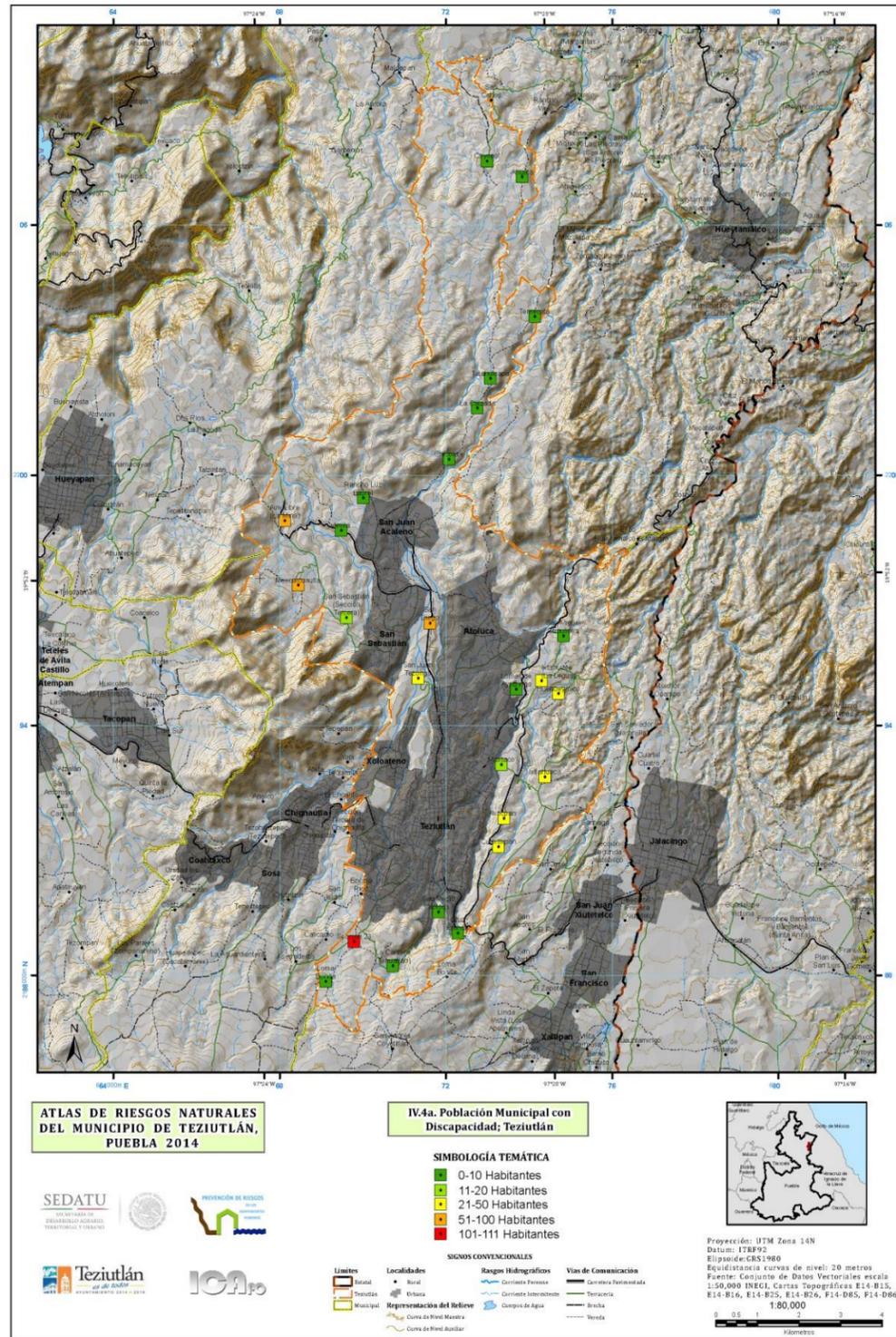
Para el municipio, se tiene registrado un total de 3,825 habitantes que presentan algún tipo de discapacidad, principalmente las relacionadas con limitaciones motrices y visuales, esta condición de la población está directamente relacionada con la capacidad que tendrán los habitantes para responder ante la ocurrencia de un fenómeno natural, debido a que es un grupo vulnerable y alta prioridad. En la **Tabla 11** se muestra la población con discapacidad por localidad.

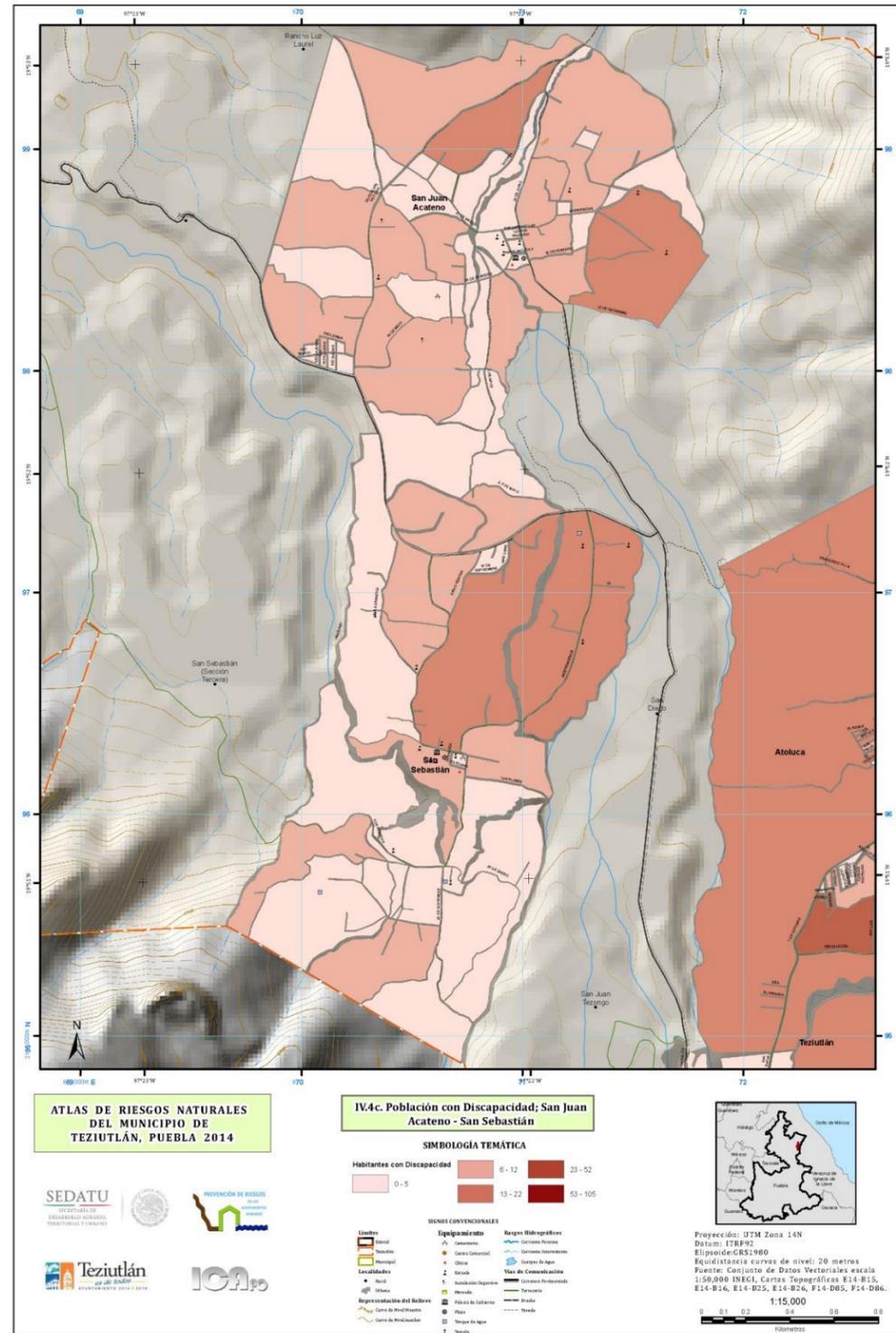
Mapa IV.4a. Población municipal con discapacidad; Teziutlán
IV.4b. Población con discapacidad; Teziutlán - Atoluca
IV.4c. Población con discapacidad; San Juan Acateno - San Sebastián

Tabla 11. Población con discapacidad en las localidades del Municipio de Teziutlán.

LOCALIDAD	CON LIMITANTES	MOTRICES	VISUALES	LENGUAJE	AUDITIVAS	MOTRICES (VESTIR, COMER)	MENTALES (ATENCIÓN, APRENDIZAJE)	MENTALES
Teziutlán	2757	1601	909	224	296	180	130	196
Ahuata	0	0	0	0	0	0	0	0
Atoluca	193	60	80	10	22	5	6	25
Coyopol	3	0	0	0	1	0	0	2
Huehueymico	30	18	3	5	1	1	0	2
Ixtahuiata (La Legua)	28	14	3	11	5	6	6	6
Ixticpan	32	19	9	5	1	2	1	3
Ixtlahuaca	32	13	15	6	4	5	3	4
Mexcalcuautla	79	33	26	10	12	5	7	11
San Diego	56	28	11	3	11	2	2	10
San Juan Acateno	121	55	26	24	17	6	12	15
San Juan Tezongo	24	14	4	4	1	2	2	5
San Sebastián	77	30	14	6	9	2	5	14
Temecata	0	0	0	0	0	0	0	0
Xoloateno	112	38	54	11	6	4	4	9
Aire Libre (La Mina)	68	34	24	5	11	3	1	7
San Miguel Capulines	10	7	0	5	0	3	3	5
La Cantera (Tehuatlán)	5	2	2	1	2	0	0	0
Cuaxoxpan	45	19	16	6	2	2	0	3
Maxtaco	11	6	3	0	1	1	0	0
Sección 23	111	57	54	19	19	11	21	6
Loma Bonita	7	5	2	0	0	0	0	0
San Pedro Xoloco	9	6	1	1	1	1	1	2
San Sebastián (Sección Tercera)	12	3	4	1	2	0	2	0
Amila	2	0	0	0	0	0	0	2
Lomas de Ayotzingo	0	0	0	0	0	0	0	0
Localidades de una vivienda	1	0	0	0	0	0	0	1
Localidades de dos viviendas	0	0	0	0	0	0	0	0

Fuente: Elaboración propia con datos de INEGI, XIII Censo de población y vivienda 2010.





4.2.5. Marginación y pobreza

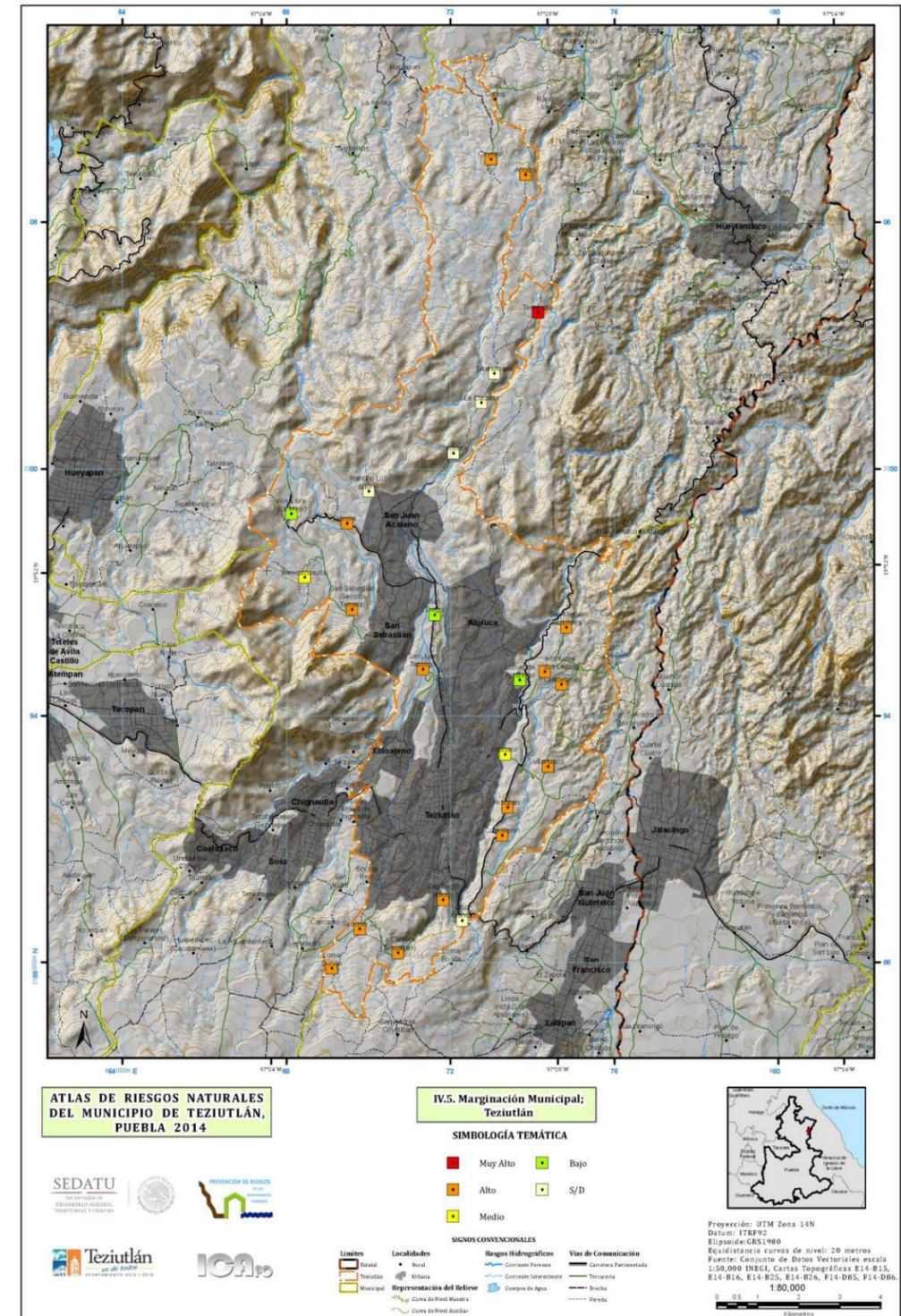
El grado de marginación indica las características sociales y económicas en las que se encuentra la población, considerando elementos como vivienda, servicios, educación, salud; esta información resulta importante debido a que se encuentra relacionada con las condiciones de vulnerabilidad ante la ocurrencia de un fenómeno natural. De acuerdo al Consejo Nacional de Población (CONAPO), para el municipio de Teziutlán, el grado de marginación va de bajo a alto (**Tabla 12**),

la población con grado bajo es de 61,335, en medio 2,606, alto 28,254 y muy alto 21. La distribución de este indicador se muestra en el mapa xxxx, correspondiendo los niveles alto y muy a las localidades alejadas de la Cabecera Municipal, de esta forma, la satisfacción de necesidades básicas se reduce debido a la falta de equipamiento en estas comunidades, así como menor accesibilidad a los que se encuentran en las zonas urbanas (**Mapa IV.5. Marginación municipal; Teziutlán**).

Tabla 12. Marginación por localidad en el Municipio de Teziutlán.

LOCALIDAD	INDICE	GRADO	LUGAR ESTATAL
Teziutlán	14.6520	Bajo	5 015
Ahuata	0.0962	Alto	2 209
Atoluca	-0.7573	Alto	4 545
Coyopol	0.2552	Alto	1 791
Huehueymico	-0.5253	Alto	4 002
Ixtahuiata (La Legua)	-0.7796	Alto	4 597
Ixticpan	-0.8108	Alto	4 647
Ixtlahuaca	-0.7675	Alto	4 563
Mexcalcuautla	-0.8329	Medio	4 694
San Diego	-1.1372	Bajo	4 971
San Juan Acateno	-0.5154	Alto	3 971
San Juan Tezongo	-0.7635	Alto	4 559
San Sebastián	-0.0771	Alto	2 678
Temecata	2.2901	Muy alto	73
Xoloateno	-0.6982	Alto	4 441
Aire Libre (La Mina)	-1.2203	Bajo	5 004
San Miguel Capulines	-0.5495	Alto	4 068
La Cantera (Tehuatlán)	-0.6657	Alto	4 369
Cuaxoxpan	-0.6402	Alto	4 305
Maxtaco	-0.8442	Medio	4 712
Sección 23	-0.6373	Alto	4 298
Loma Bonita	0.0335	Alto	2 371
San Pedro Xoloco	-0.3817	Alto	3 589
San Sebastián (Sección Tercera)	0.1967	Alto	1 940
Amila	-0.7364	Alto	4 519
Lomas de Ayotzingo	-1.1207	Bajo	4 962

Fuente: Consejo Nacional de Población 2010



Por otra parte, la información proporcionada por el Consejo Nacional de Evaluación de la Política de Desarrollo Social (CONEVAL), establece que para la zona de estudio, el 52.2% de la población se encuentra en condición de pobreza (42.3% moderada y 9.9% extrema). Otro punto a destacar es el hecho de que más de 75,000 personas presentan al menos una carencia social, lo que refleja que un alto porcentaje de la sociedad del municipio aún requiere de medidas sociales y estructurales que les permitan tener condiciones que reduzcan estas condiciones (**Tabla 13**).

Tabla 13. Condición de Pobreza para el Municipio de Teziutlán.

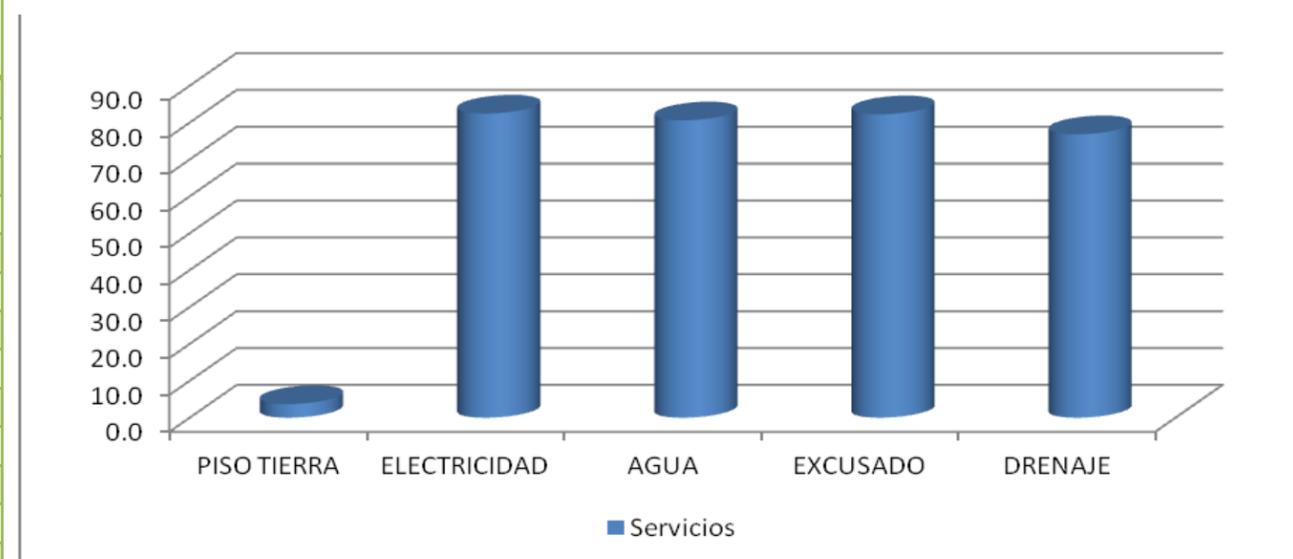
INDICADORES	PORCENTAJE	NÚMERO DE PERSONAS	NÚMERO PROMEDIO DE CARENCIAS
Pobreza			
Población en situación de pobreza	52.2	49,560	2.8
Población en situación de pobreza moderada	42.3	40,172	2.6
Población en situación de pobreza extrema	9.9	9,388	4.1
Población vulnerable por carencias sociales	27.3	25,889	2.2
Población vulnerable por ingresos	7.4	6,991	--
Población no pobre y no vulnerable	13.1	12,473	--
Privación social			
Población con al menos una carencia social	79.5	75,449	2.6
Población con al menos tres carencias sociales	35.2	33,424	4.0
Indicadores de carencia social			
Rezago educativo	22.5	21,386	3.5
Acceso a los servicios de salud	35.7	33,903	3.1
Acceso a la seguridad social	67.8	64,358	2.8
Calidad y espacios de la vivienda	26.4	25,026	3.9
Acceso a los servicios básicos en la vivienda	26.7	25,295	3.8
Acceso a la alimentación	29.8	28,280	3.9
Bienestar económico			
Población con ingreso inferior a la línea de bienestar mínimo	16.9	15,996	3.0
Población con ingreso inferior a la línea de bienestar	59.6	56,551	2.5

Fuente: CONEVAL, 2010

4.2.6. Características de la vivienda

Con base en el XIII Censo de Población y Vivienda 2010, se tiene registrado un total de 27,482 viviendas. En general, los servicios básicos para los hogares son adecuados y cubren más del 80% de las casas - habitación (**Gráfica 9**). Estas características reducen las condiciones de vulnerabilidad de la población, al contar con elementos que permitirán una pronta respuesta ante un riesgo natural.

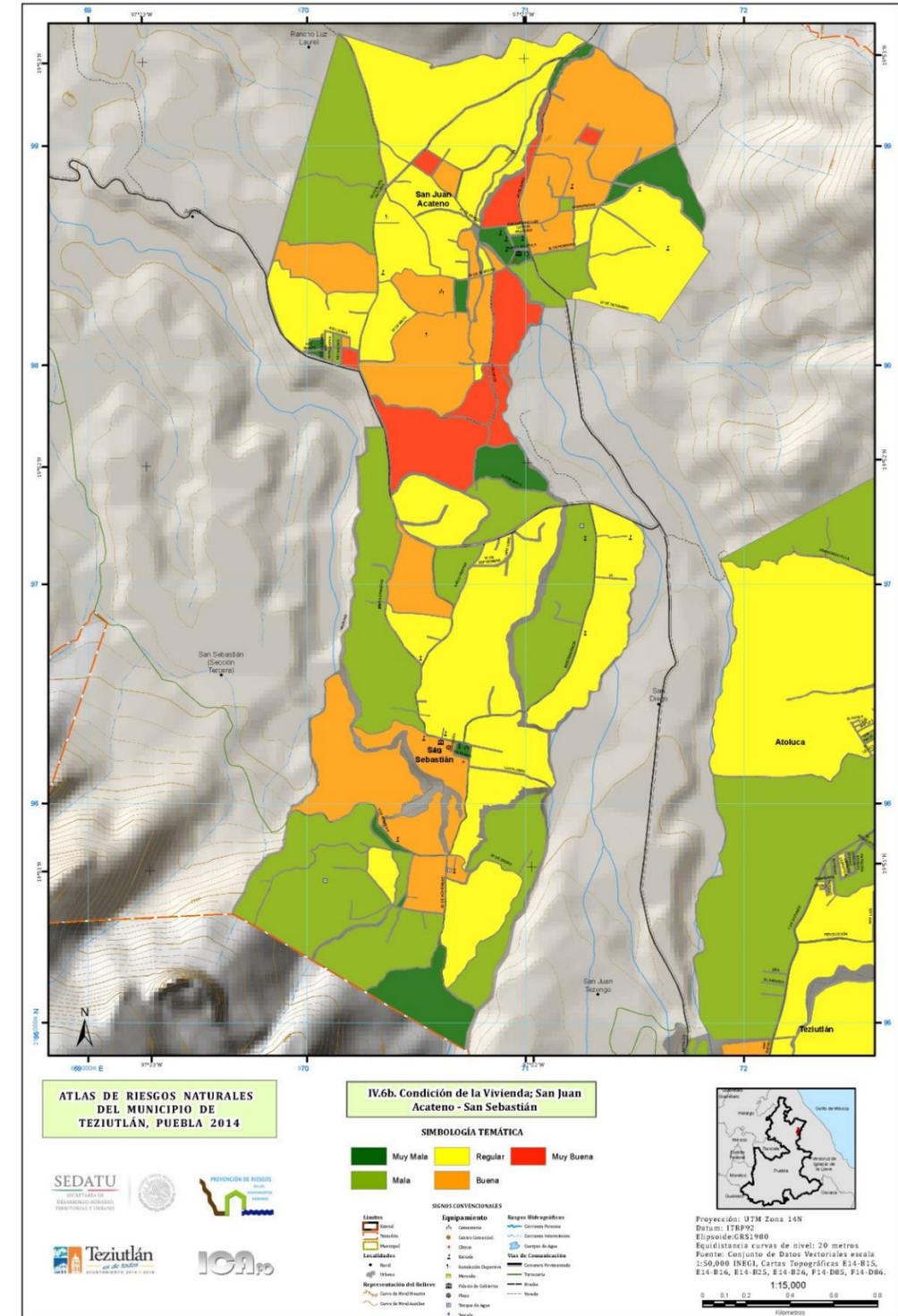
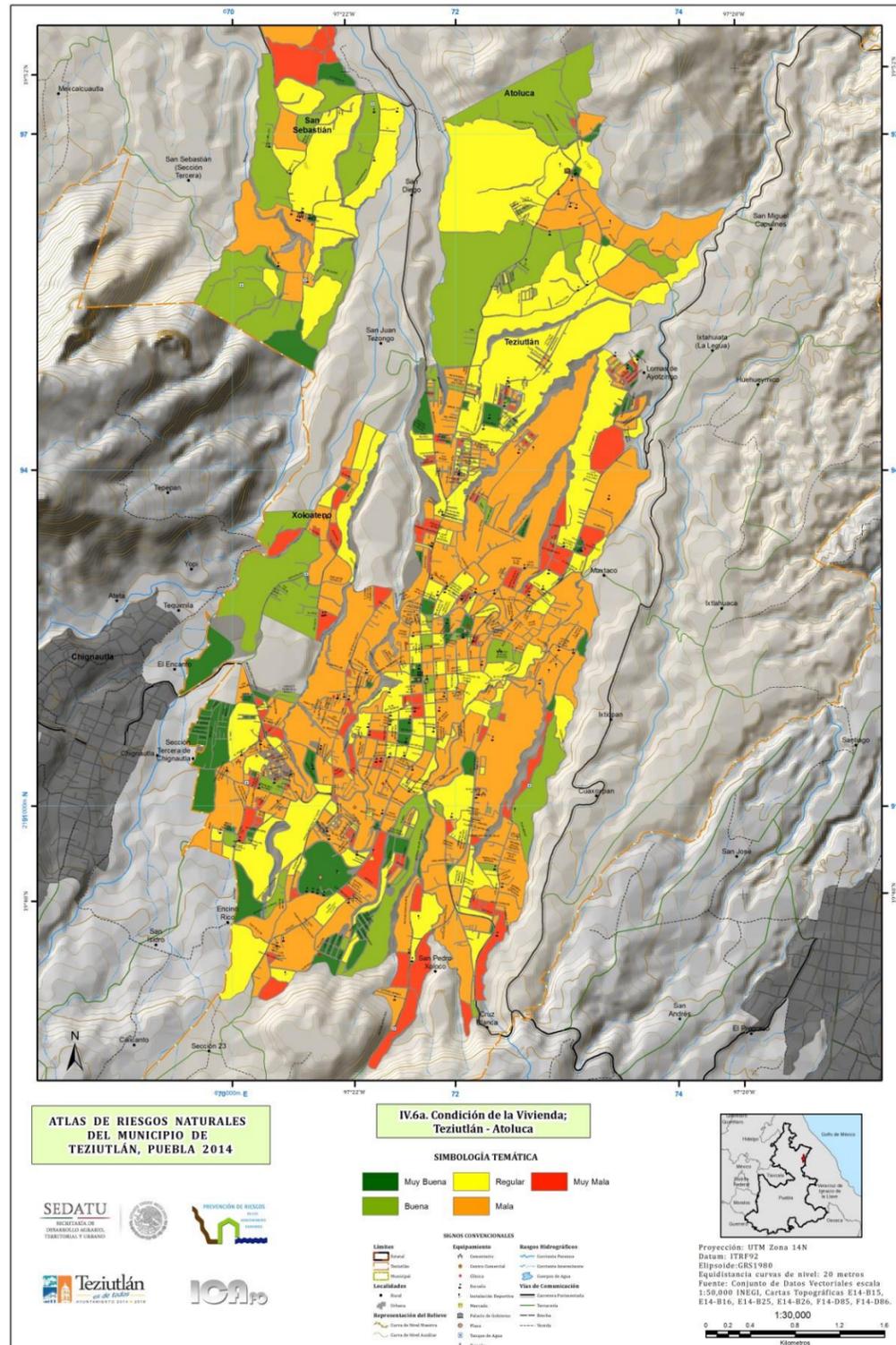
Gráfica 9. Cobertura de servicios en las viviendas de Teziutlán.



Fuente: Elaboración propia con datos de INEGI, XIII Censo de población y vivienda 2010.

Para las zonas urbanas, las características de la vivienda presentan un comportamiento heterogéneo, relacionado con la forma en que ha crecido la zona urbana y una mayor consolidación de los servicios, representado por equipamiento e infraestructura construida para este fin.

Mapa IV.6a. Condición de la vivienda; Teziutlán - Atoluca
IV.6b. Condición de la vivienda; San Juan Acateno - San Sebastián

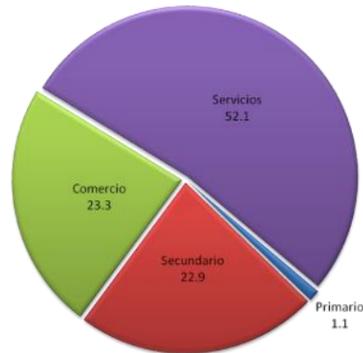


4.3. PRINCIPALES ACTIVIDADES ECONÓMICAS EN LA ZONA

Por sector de actividad económica

Al considerar a la población ocupada con relación al sector de actividad económica en que labora, alrededor 52.1% trabajaron en el sector servicios; 23.3% en el sector comercio, 22.9% se desempeñaron en el sector secundario y solo el 1.1% laboro en el sector primario (**Gráfica 10**).

Gráfica 10. Distribución porcentual de la población ocupada según sector de actividad económica

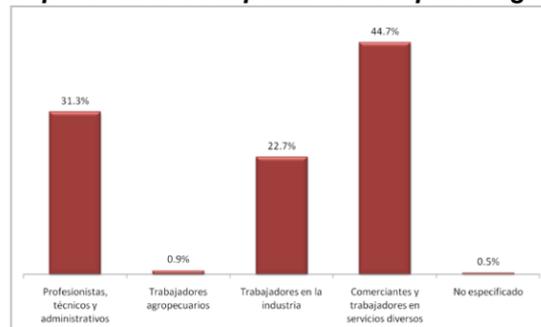


Fuente: INEGI. Censo de Población y Vivienda 2010.

Por división ocupacional.

Los datos sobre la división ocupacional muestran que la mayor parte de los ocupados se desempeñan como comerciantes y trabajadores en servicios diversos (44.7%); le siguieron en orden de importancia Profesionistas, técnicos y administrativos con 31.3%; los Trabajadores en la industria representaron 22.7 por ciento (**Gráfica 11**).

Gráfica 11. Distribución porcentual de la población ocupada según división ocupacional



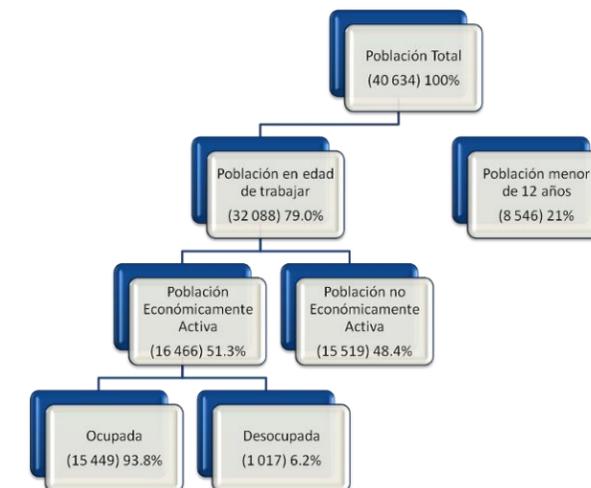
Fuente: INEGI. Censo de Población y Vivienda 2010

4.4. CARACTERÍSTICAS DE LA POBLACIÓN ECONÓMICAMENTE ACTIVA

De acuerdo con los resultados del Censo de Población y Vivienda 2010, en el municipio, la población de 12 años y más se ubicó en 32 088 personas; de este grupo de población el 51.3% se declaró disponible para producir bienes y servicios en el municipio, es decir, la Población Económicamente Activa (PEA).

Al interior de la PEA es posible identificar a la población ocupada que estuvo participando en la generación de algún bien económico o en la prestación de un servicio, esta población sumo 15 499 personas, mientras que los desocupados alcanzaron las 1 017 personas (Diagrama 1).

Diagrama 1. Esquema de población por condición de actividad al 12 de junio de 2010



4.5. RESERVA TERRITORIAL

Actualmente el municipio no presenta una superficie destinada a reserva territorial.

CAPÍTULO V

IDENTIFICACIÓN DE PELIGROS, VULNERABILIDAD Y RIESGOS ANTE FENÓMENOS PERTURBADORES DE ORIGEN NATURAL



CAPÍTULO V. IDENTIFICACIÓN DE PELIGROS, VULNERABILIDAD Y RIESGOS ANTE FENÓMENOS PERTURBADORES DE ORIGEN NATURAL

ERUPCIONES VOLCÁNICAS

Peligro

Las rocas volcánicas que se distribuyen en el municipio de Teziutlán muestran el desarrollo de un período de vulcanismo explosivo caracterizado por secuencias emplazadas durante la evolución de la caldera Los Humeros en distintas etapas, la cual consiste en una estructura semi-elíptica que posee tres sistemas de falla (NW-SE, NE-SW y E-W) y radio de 8 km. que alberga en su interior otros dispositivos de colapso con menor diámetro: Los Potreros con 7 km y Xalapazco con 1.7 km. De esta forma, el magmatismo de la caldera Los Humeros dio inicio a mediados del Plioceno y culminó hasta el Pleistoceno tardío. Dicha serie magmática se localiza en la porción oriental del Sistema Volcánico Transversal y está representada por una unidad basal definida por la Andesita Teziutlán que está constituida por andesita, andesita basáltica, raramente basalto, y algunos horizontes de toba andesítica con un rango de edad que va de 3.6 a 1.6 Ma.

Le sobreyace la Ignimbrita Xáltipan de 115 km³ conformada por toba riolítica del Pleistoceno (0.46 Ma.) que se encuentra piro-consolidada en tres estados: densa, mediana y ausente, con escasos afloramientos de riolita, la cual causó el colapso de la caldera Los Humeros (21 x 16 km) en una fase ultrapliniana. Posteriormente se presentó la extrusión de magmas silícicos en forma de domos de dacita-riolita (0.3 Ma.) emplazados a lo largo de una fractura del anillo al noroeste de la caldera, los cuales fueron cubiertos por una secuencia riodacítica (Toba Faby), eyectada al sureste de la región (10 km³) durante un episodio de tipo pliniano. En seguida, ocurrió la emisión de la Ignimbrita Zaragoza (12 km³) (riodacita-andesita) (0.1 Ma), provocada por el colapso de la caldera Los Potreros en el interior de Los Humeros.

Así mismo, se desarrollaron emisiones de andesitas, andesitas basálticas, pómez y cenizas de composición andesítica a riodacita (0.08 – 0.04 Ma.) que dieron origen a otra estructura circular (Caldera El Xalapazco) dentro de las anteriores. Posteriormente, en los últimos 0.02 Ma fue eyectada una serie de aproximadamente 0.25 km³, compuesta por basaltos de olivino cuya distribución aflora en la porción suroriental del municipio de Teziutlán y constituye la última etapa del vulcanismo en la región.

En la actualidad la caldera de Los Humeros muestra actividad geotérmica, la cual está caracterizada por la distribución de dos yacimientos, uno en los primeros 10 km de profundidad debajo de la caldera Los Potreros. Posee una temperatura de 280°C y es de

tipo líquido, mientras que el más profundo (20 km) es de tipo gaseoso a 330° C localizado en la caldera Xalapazco. Ambas fuentes de calor han sido consideradas como la parte superior de cuerpos magmáticos actualmente solidificados. Por otro lado, de acuerdo con estudios geofísicos, la cámara magmática posee un volumen mínimo de 1500 km³ y está localizada a 4-5 kilómetros de profundidad.

A través de los estudios antes mencionados se ha determinado la presencia de dos conductos volcánicos importantes de forma cilíndrica con un radio aproximado de 0.5 km, uno de ellos situado bajo el Xalapazco. Por otra parte, la temperatura de la cámara magmática en su porción superior es de 400°C a 500°C, mientras que en la fracción más profunda entre 7 y 8 km oscila entre 600°C y 650°C.

Por otro lado, acorde con el volumen de material arrojado (> 100 km³) y el tipo de erupción (pliniana), el índice de explosividad volcánica oscila en el orden de 6-7. De esta forma, la caldera de Los Humeros es considerada una estructura geotérmica activa con un historial eruptivo violento. La cual manifiesta al occidente de la caldera Los Potreros una zona de mayor debilidad controlada por la localización de varios conductos volcánicos, sobre la que se sitúa el sistema geotérmico. Esta zona pertenece un dispositivo regional pre-caldera.

De acuerdo con lo anterior, el municipio de Teziutlán se encuentra en una zona caracterizada por la influencia de diversas estructuras volcánicas. En primer lugar, de manera directa interviene la yuxtaposición de al menos tres calderas (Los Humeros, Los Potreros y El Xalapazco). Mientras tanto, de forma indirecta actúan otros aparatos volcánicos ubicados en las cercanías del territorio en cuestión como los estratovolcanes: El Pico de Orizaba a 100 km, La Malinche a 100 km, y El Cofre de Perote a 45 km; los campos volcánicos Serdán-Oriental (60 km) y Naolinco (90 km); las calderas de Acoculco (130 km) y cumbres (90 km); y el volcán de escudo los Atlixcos (110 km).

De esta forma, la población de Teziutlán se localiza en zona de bajo riesgo volcánico ante eventos eruptivos efectuados en las estructuras Pico de Orizaba, Malinche y Cofre de Perote. Sin embargo, ante la ocurrencia de una erupción en la caldera Los Humeros, el municipio en cuestión está asentado en una zona de riesgo alto. Debido a la cercanía del aparato volcánico antes mencionado (< 20 km) y a la alta explosividad que el mismo ha desarrollado a lo largo de su historia evolutiva.

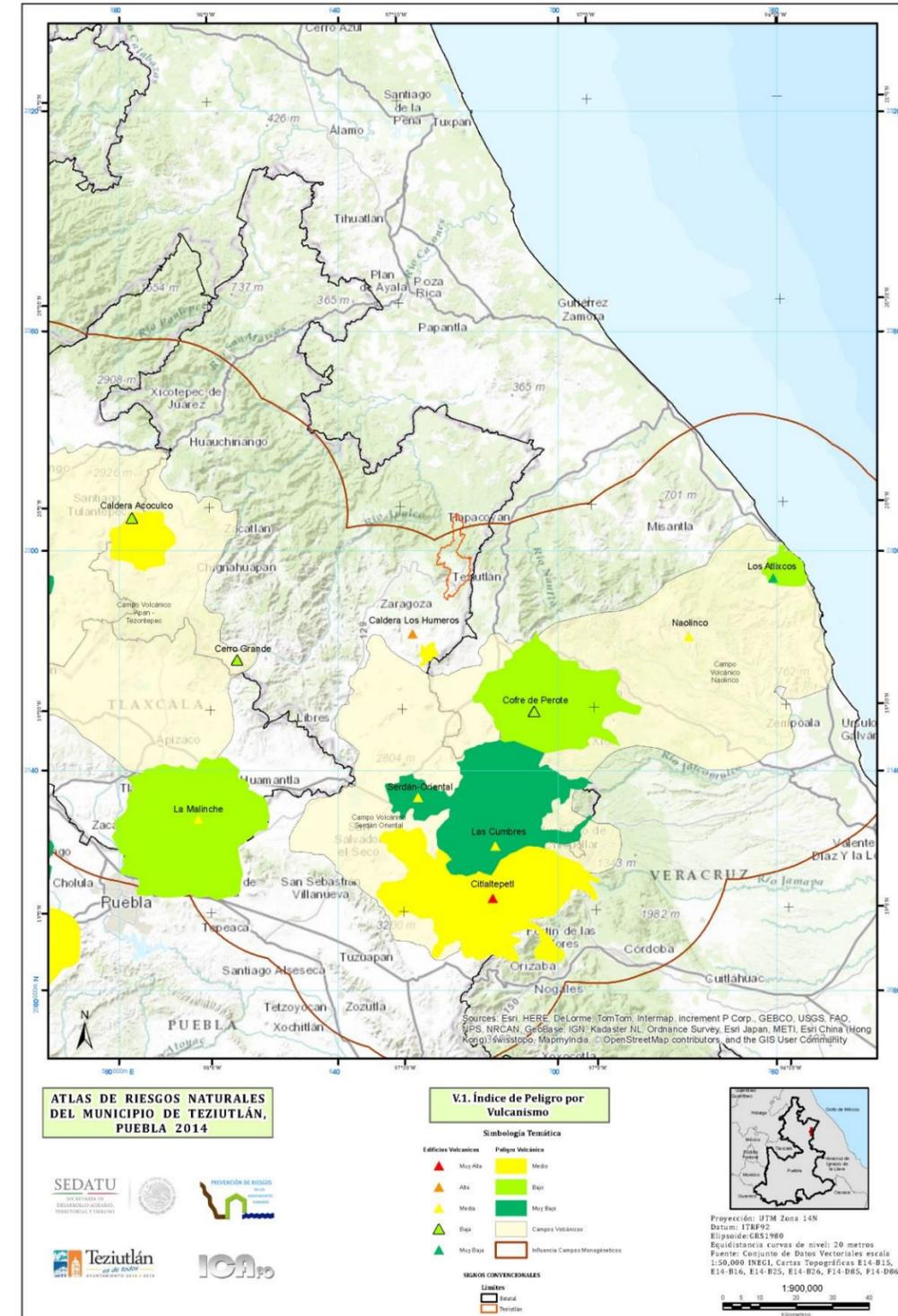
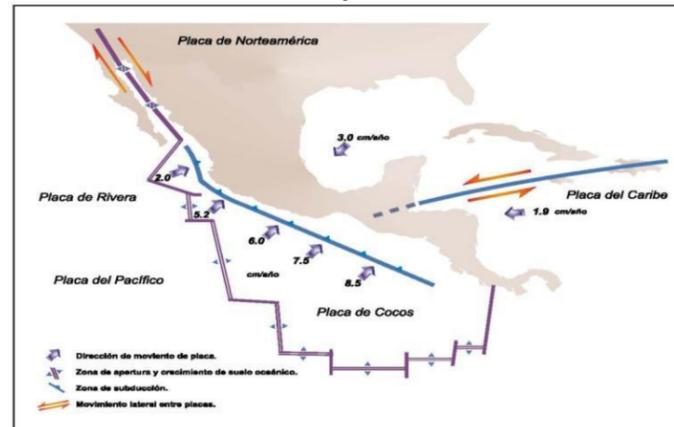
Mapa V.1. Índice de peligro por vulcanismo

SISMOS

Peligro

Los sismos se producen debido a que la corteza terrestre está dividida en placas tectónicas que tienen un desplazamiento continuo y diferencial. Así, cuando se presenta un movimiento brusco en estas placas se genera un sismo. Teziutlán, por lo tanto, se ve sujeto a la dinámica sísmica de la República Mexicana, representada por las fuerzas tectónicas de subducción por parte de las placas tectónicas Norteamericana y de Cocos y por las fuerzas de separación de las placas de Rivera y del Pacífico (*Imagen 3*).

Imagen 3. Placas tectónicas que afectan a la República Mexicana y sus correspondientes velocidades relativas promedio.



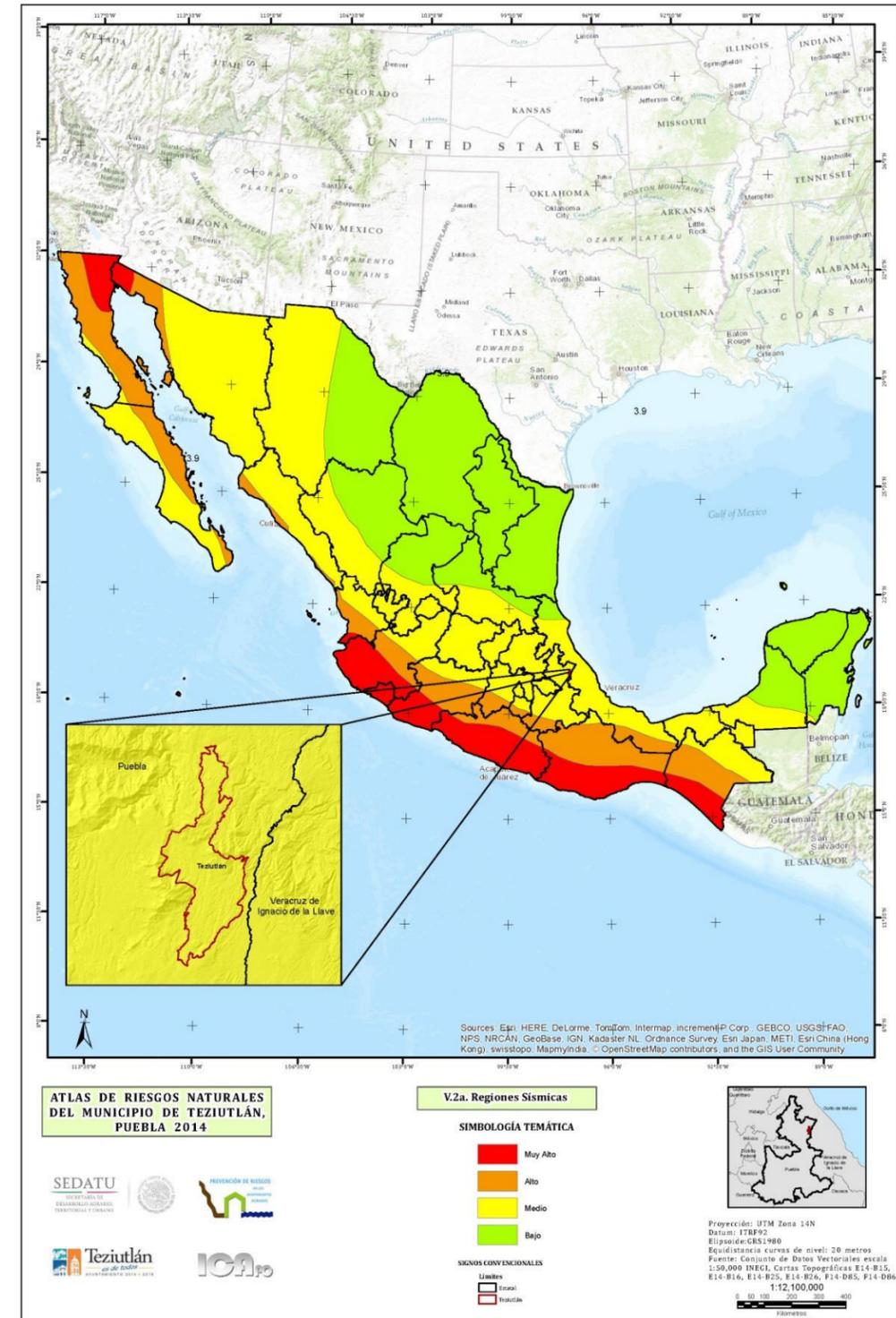
El municipio se localiza en la zona B de la Regionalización Sísmica de México de la Comisión Federal de Electricidad. Ello implica una peligrosidad media dado que las aceleraciones del terreno no superan una el 70% de g.

A escala local, y según los registros históricos del Servicio Sismológico Nacional, el municipio de Teziutlán no presenta sismos mayores a 4.2° de magnitud en la escala de Richter en un radio de 100km a partir de los límites municipales. Ello representa un peligro MEDIO a BAJO, es decir, en caso de un sismo el movimiento de los objetos en las habitaciones generan ruido y aunque es un sismo significativo, el daño es poco probable (**Tabla 14**).

Tabla 14. Escala de Richter y grado de peligro asociado.

MAGNITUD RICHTER	DESCRIPCIÓN	EFFECTOS DE UN SISMO	GRADO DE PELIGRO SEGÚN LOS EFFECTOS
<2,0	Micro	Los microsismos no son perceptibles.	Muy bajo
2,0-2,9	Menor	Generalmente no son perceptibles.	
3,0-3,9	Menor	Perceptibles a menudo, pero rara vez provocan daños.	Bajo
4,0-4,9	Ligero	Movimiento de objetos en las habitaciones que genera ruido. Sismo significativo pero con daño poco probable.	Medio
5,0-5,9	Moderado	Puede causar daños mayores en edificaciones débiles o mal construidas. En edificaciones bien diseñadas los daños son leves.	Alto
6,0-6,9	Fuerte	Pueden ser destructivos en áreas pobladas, en hasta unos 160 kilómetros a la redonda.	Muy alto
7,0-7,9	Mayor	Puede causar serios daños en extensas zonas.	
8,0-8,9	Gran	Puede causar graves daños en zonas de varios cientos de kilómetros.	
9,0-9,9		Devastadores en zonas de varios miles de kilómetros.	
10,0+	Épico	Nunca registrado.	

Mapa V.2a Regiones sísmicas



Periodos de retorno

Los mapas de Periodos de Retorno -tiempo medio, medido en años, que tarda en repetirse un sismo con el que se exceda una aceleración dada, elaborados por CENAPRED- para 10, 100 y 500 años (Peligro Sísmico en México -PSM 1996; CENAPRED, 2006) ubican al municipio de Teziutlán en las siguientes zonas (**Tabla 15**).

Tabla 15. Periodos de Retorno de aceleración máxima para el municipio de Teziutlán.

Municipio	A máx. (gal) para Tr = 10 años	A máx. (gal) para Tr = 100 años	A máx. (gal) para Tr = 500 años
Teziutlán	11	27	135

Esta información permite a personal de protección civil proporcionar un elemento normativo para que especialistas en el diseño de nuevas construcciones y/o modificación o refuerzo de obras civiles existentes (CENAPRED, 2006) adapten sus obras a dichos periodos de retorno.

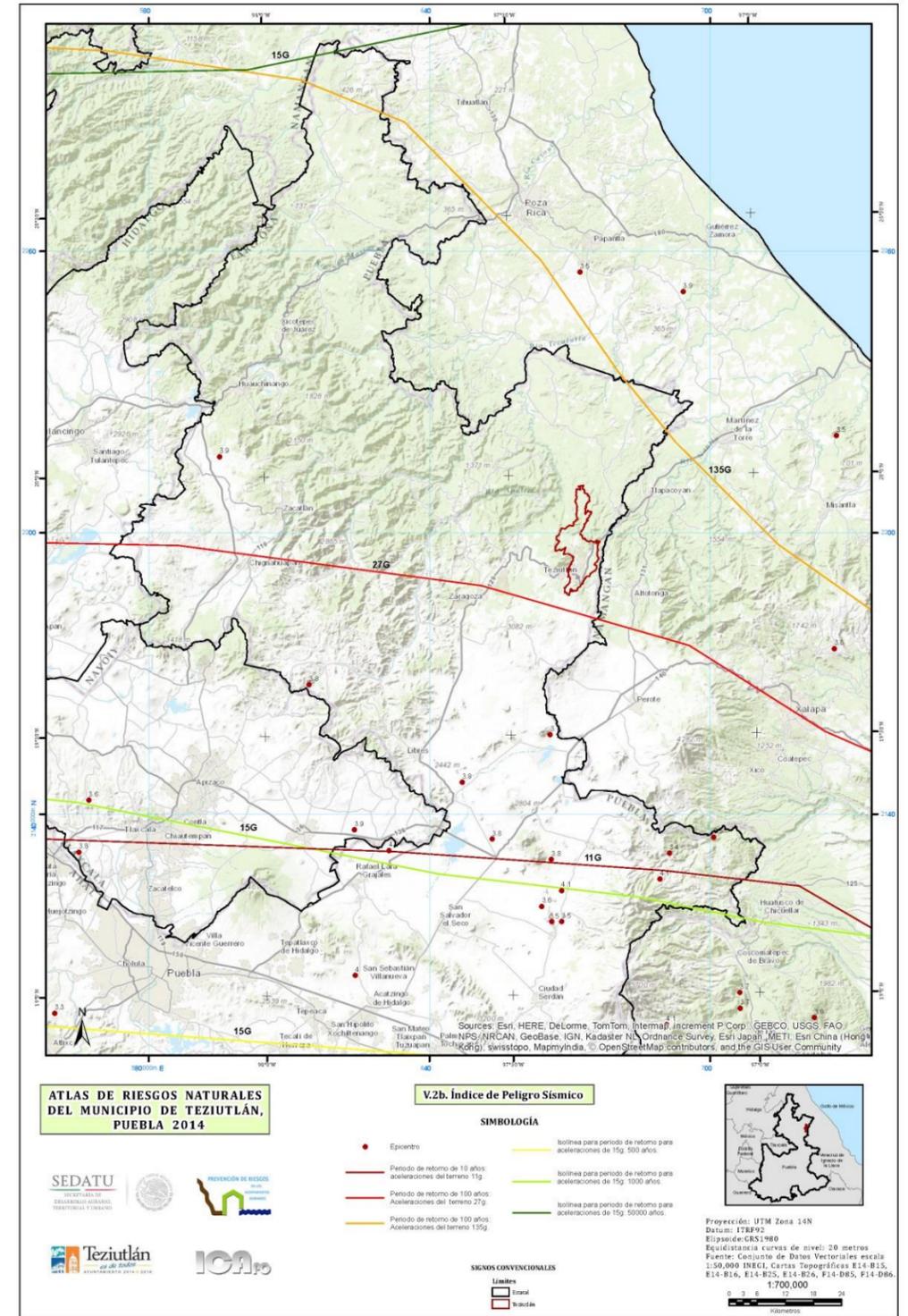
Periodo de Retorno para Aceleraciones de 15% de g o mayores.

En los tipos constructivos que predominan en nuestro país, los daños son considerables a partir de un nivel de excitación del terreno igual o mayor al 15% de g (aceleración de la gravedad terrestre). Por tal razón, la Comisión Federal de Electricidad generó el mapa Periodos de Retorno para Aceleraciones de 0.15 de g ó mayores (CENAPRED, 2006). En él se identifica que el municipio de Teziutlán se localiza en una zona cuyo periodo de retorno de un sismo con una aceleración igual o superior al 15% de g es superior a los 461 años (**Tabla 16**).

Tabla 16. Periodos de retorno para aceleraciones del terreno de 0.15 g o mayores.

MUNICIPIO	LOCALIDAD	ALTITUD	PERIODO DE RETORNO (años)
Teziutlán	Teziutlán	1920	461

Mapa V.2b Índice de peligro sísmico



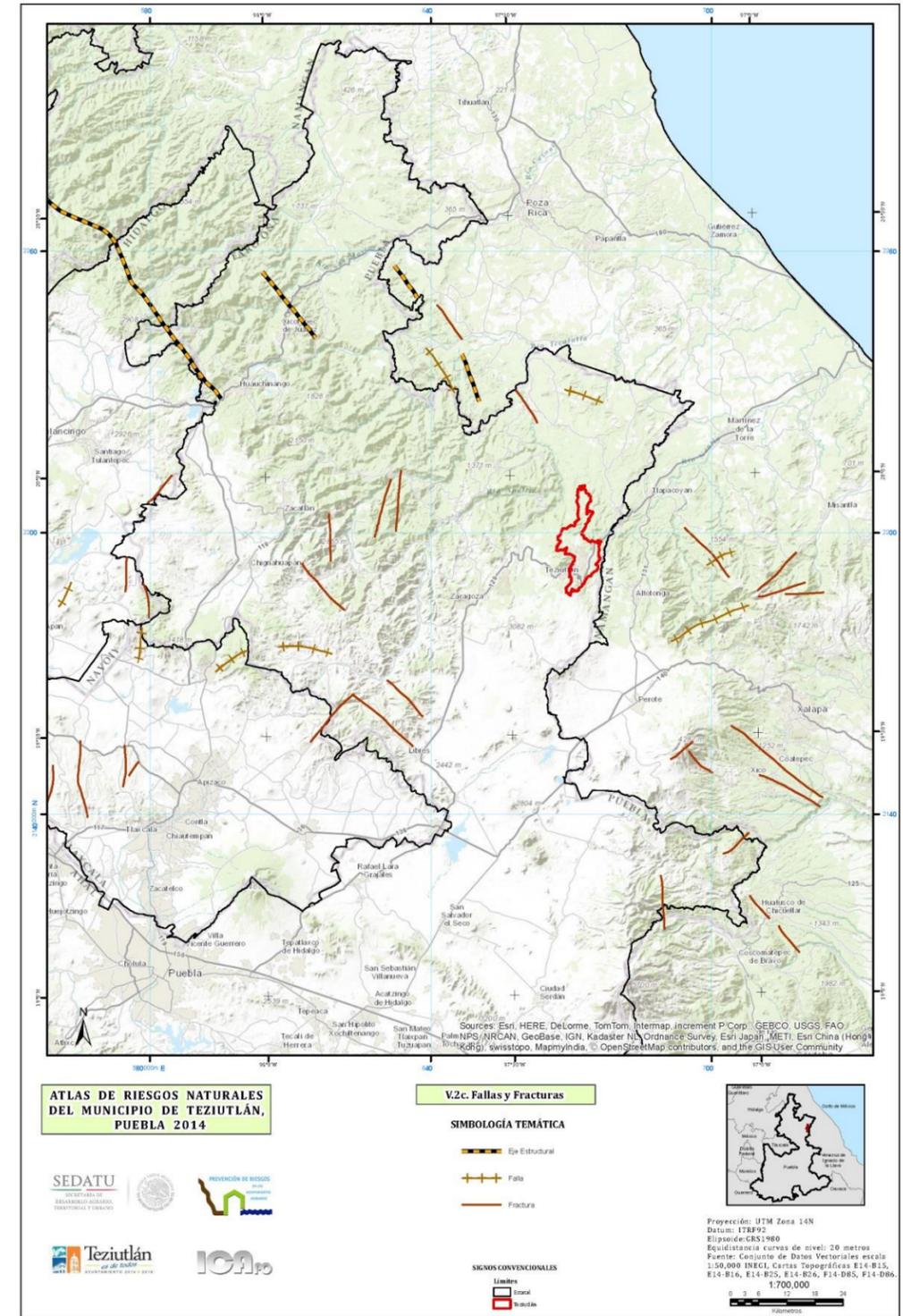
Fallas y fracturas

Una falla es una discontinuidad de la corteza terrestre en donde existe un movimiento relativo entre los bloques; se desplazan diferencialmente y dependiendo de su movimiento pueden ser pasivas o activas; las primeras no presentan desplazamiento, mientras que las segundas pueden tener desde un movimiento imperceptible en términos históricos, hasta otros que suceden súbitamente y que pueden romper aceras, tuberías, viviendas, surcos de cultivo, etc., o bien desencadenar sismos, deslaves o derrumbes en las áreas inmediatas a la falla.

Por otro lado, una fractura es una discontinuidad de la corteza que se observa en la superficie como una línea con una abertura con un ancho de milímetros o varios decímetros, esto implica una debilidad de la roca o material no consolidado que favorece los deslizamientos, los derrumbes o caída de bloques y en ocasiones los flujos.

De acuerdo a información de la carta de fallas y fracturas, escala 1:1000000 de INEGI, en un radio de 15km a partir de los límites municipales de Teziutlán, no se localizan fallas o fracturas que afecten al municipio.

Mapa V.2c. Fallas y fracturas



TSUNAMIS

Peligro

Un tsunami es una sucesión de olas con altura superior al promedio registrada en una zona de costa, originada por un terremoto de gran magnitud ocurrido en la corteza oceánica y un consecuente proceso de movimiento vertical del piso marino que se transmite a la masa de agua oceánica.

La localización continental del Teziutlán, a más de 1900 metros sobre el nivel medio del mar y a más de 70 km de la línea de costa del Golfo de México, definen que este tipo de PELIGRO es NULO para el municipio (*Imagen 4*).

Imagen 3. Distancia del Municipio de Teziutlán a la línea de costa del Golfo de México



INESTABILIDAD DE LADERAS

Peligro

En los primeros días de octubre de 1999 se presentaron en el este del país precipitaciones de extraordinaria magnitud, solo comparables a las acontecidas en los años 50 (huracán Hilda). Fueron resultado de la conjunción de la onda tropical 35 (la cual creó un sistema de baja presión de la cual resultó la depresión tropical 11, asentada en el Golfo de México, frente a las costas de Veracruz) y del frente frío 5. En particular, en 1999 ocurrieron cientos de deslizamientos en la Sierra Norte de Puebla, incluido el municipio de Teziutlán.

Los estados más afectados por el fenómeno fueron Veracruz, Hidalgo, Oaxaca y Puebla, éste último el que tuvo más daños, por procesos de remoción en masa. En particular, en la Sierra Norte de Puebla, donde las condiciones del relieve montañoso y la litología favorecieron dichos fenómenos, así como inundaciones, azolvamiento de presas, canales y arroyos. La morfología (montañosa), la geología (piroclastos cubriendo materiales sedimentarios), así como condiciones de riesgo de la población y la alta vulnerabilidad de las comunidades fueron factores determinantes para que la situación se tornara en desastre.

Los siguientes mapas muestran la precipitación presentada durante los días 3, 4, 5 y 6 de octubre de 1999; de igual manera se identifican los procesos de remoción en masa ocurridos en el municipio y en la cabecera municipal, así como en las localidades y colonias de La Moralela, Coyotzingo, 7 Sabios-La Gloria, La Aurora, Colonia Juárez, Xocolo y Cruz Blanca.

Se presenta además una serie de fotografías que muestran las evidencias de diferentes procesos de remoción en masa ocurridos en diversos momentos (*Fotografías 4 a la 9*).

Mapa V.3a Precipitación acumulada en 24 horas correspondiente al día 4 de Octubre de 1999

V.3b. Precipitación acumulada en 24 horas correspondiente al día 5 de Octubre de 1999

V.3c. Precipitación acumulada en 24 horas entre el 3 y 6 de Octubre de 1999

V.4a. Procesos de remoción en masa

V.4b. Procesos de remoción en masa en la zona urbana; Teziutlán

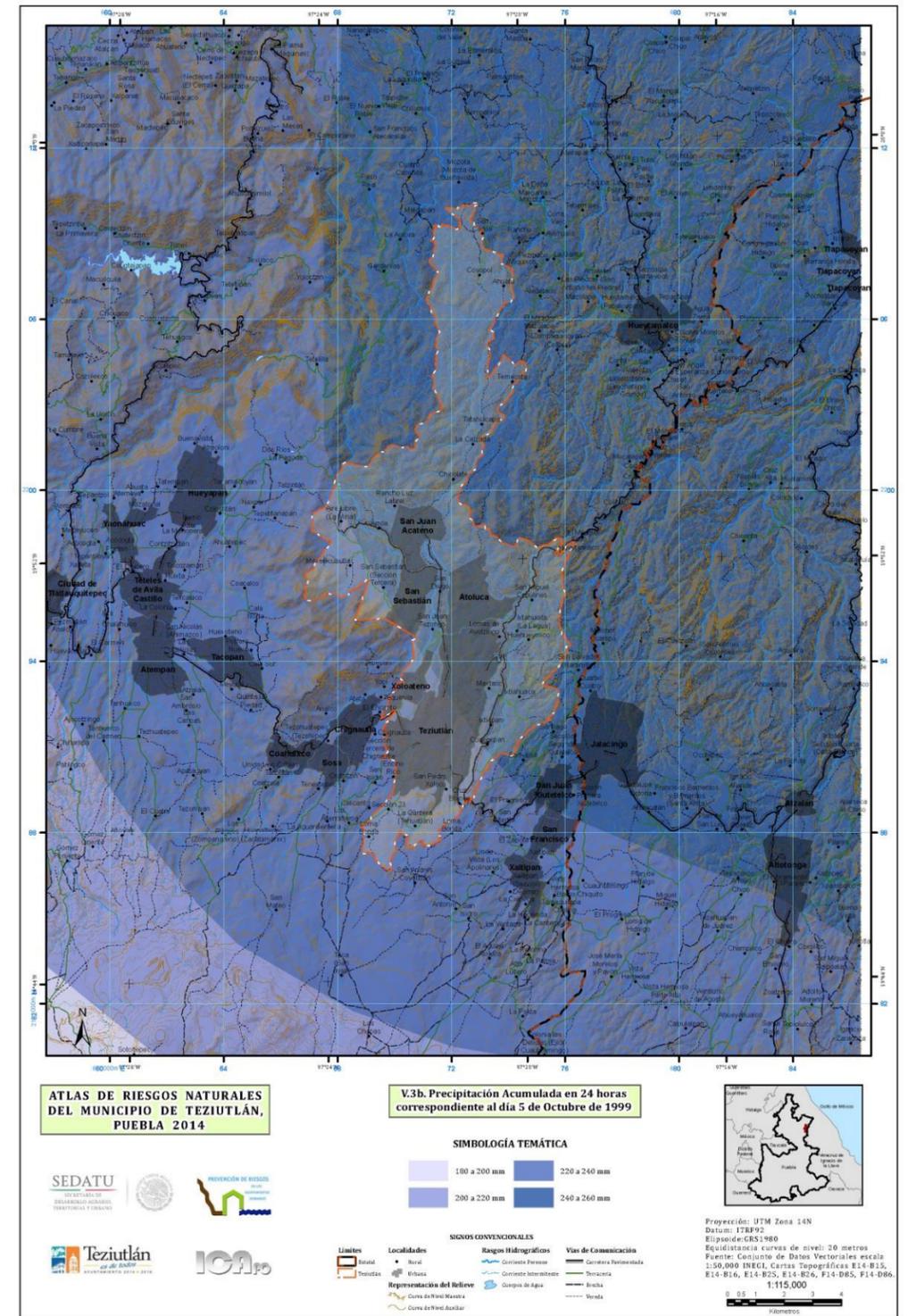
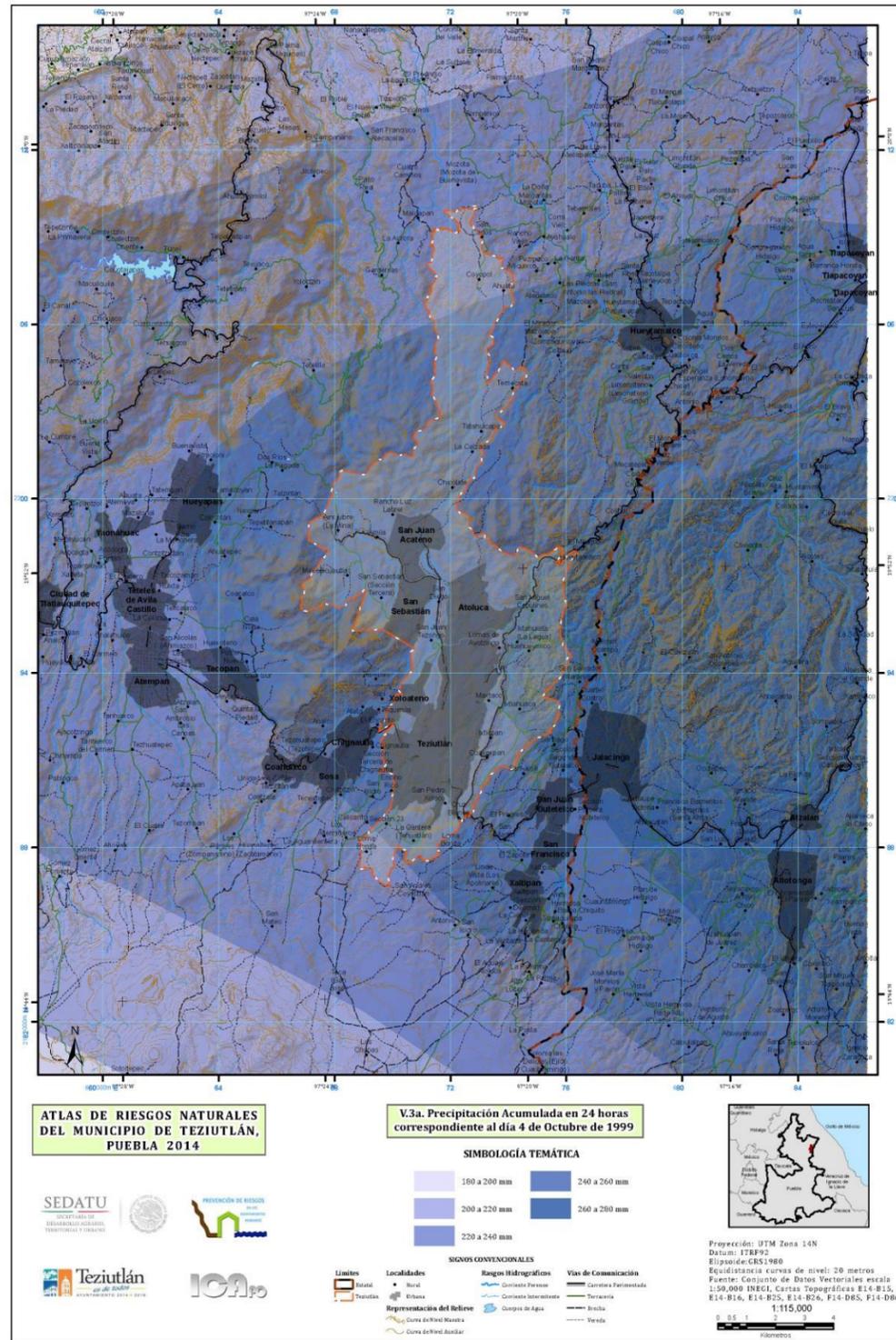
V.4c. Evidencias de procesos de remoción en masa en el municipio

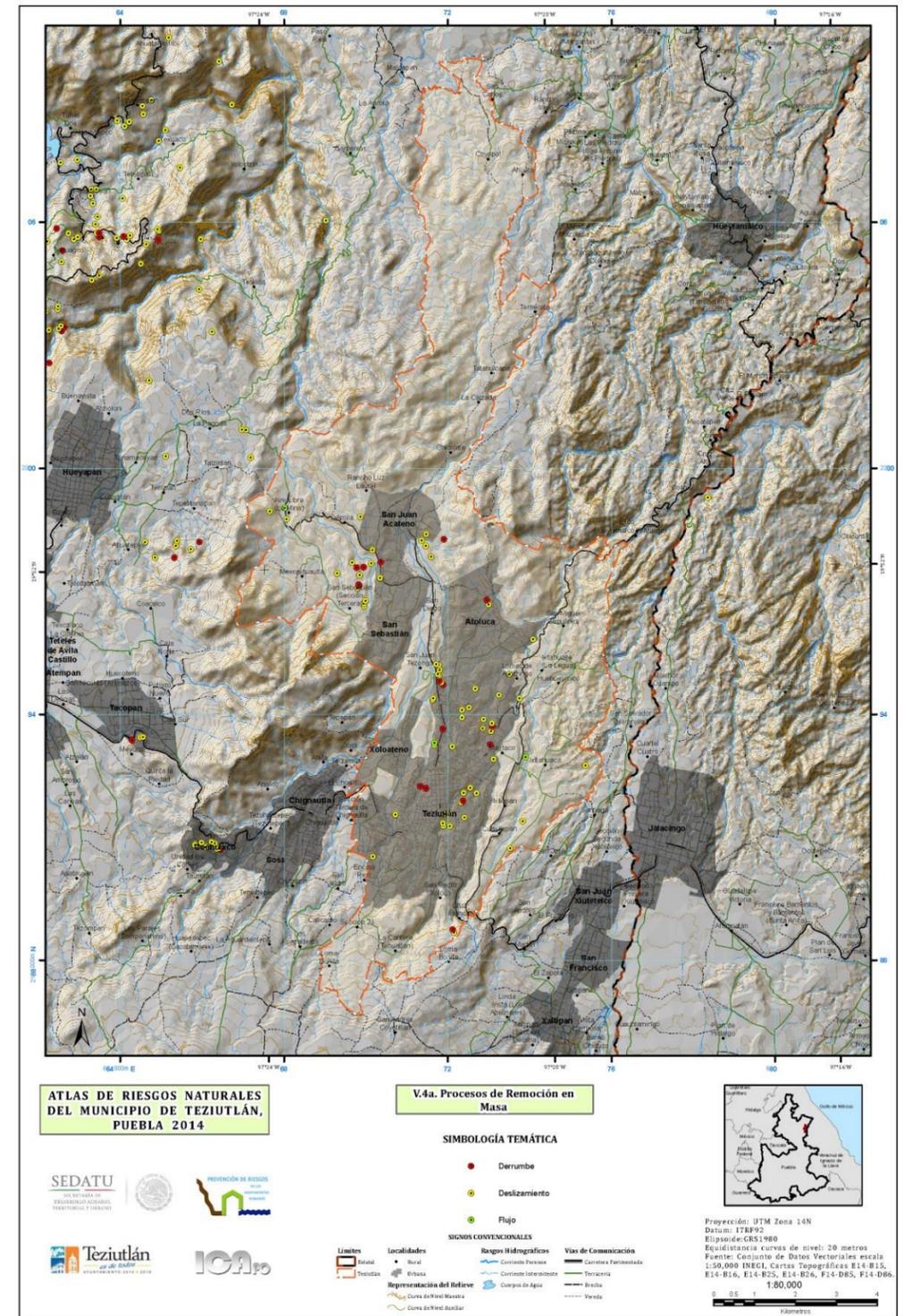
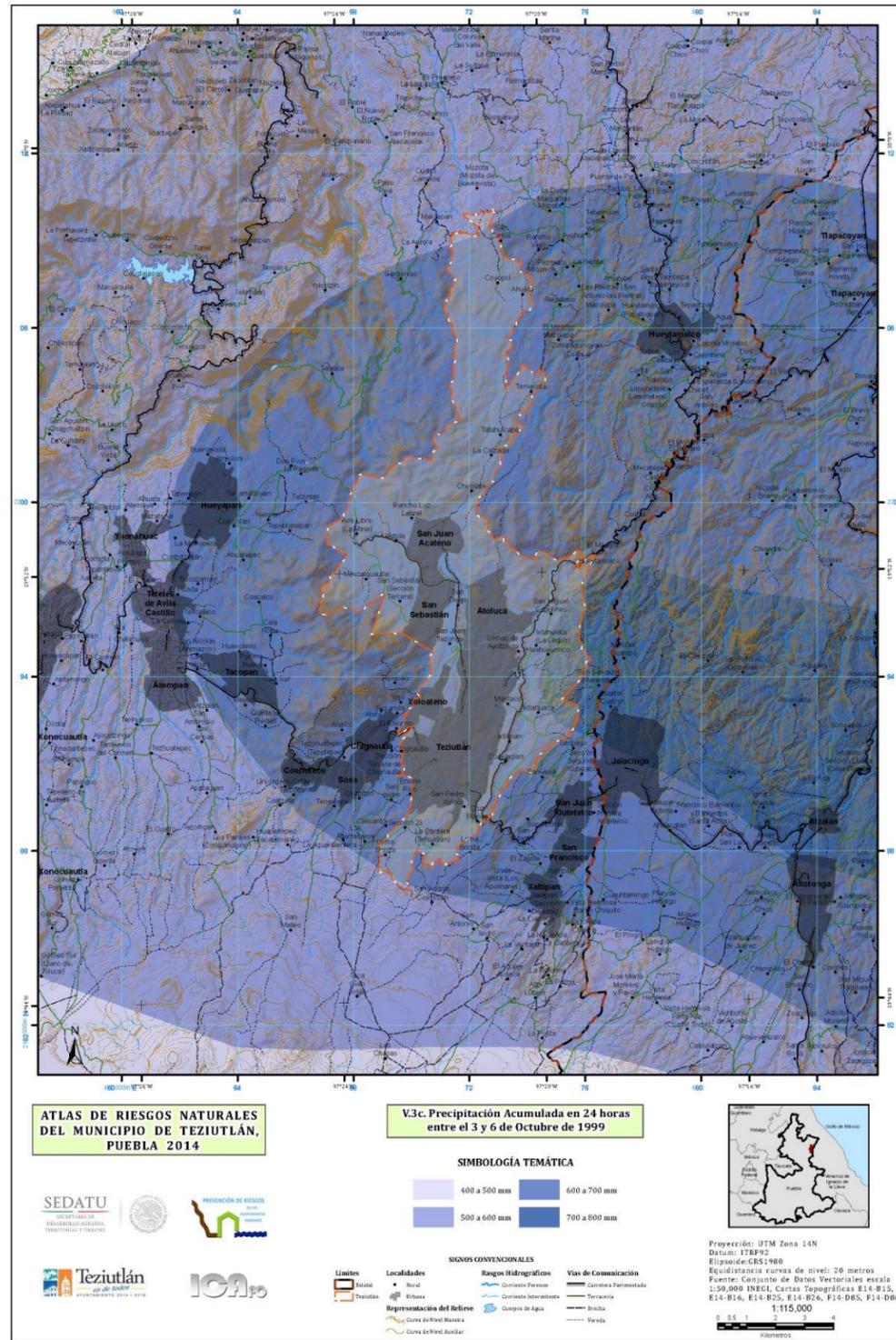
V.4d. Evidencias de procesos de remoción en masa: La Moralela

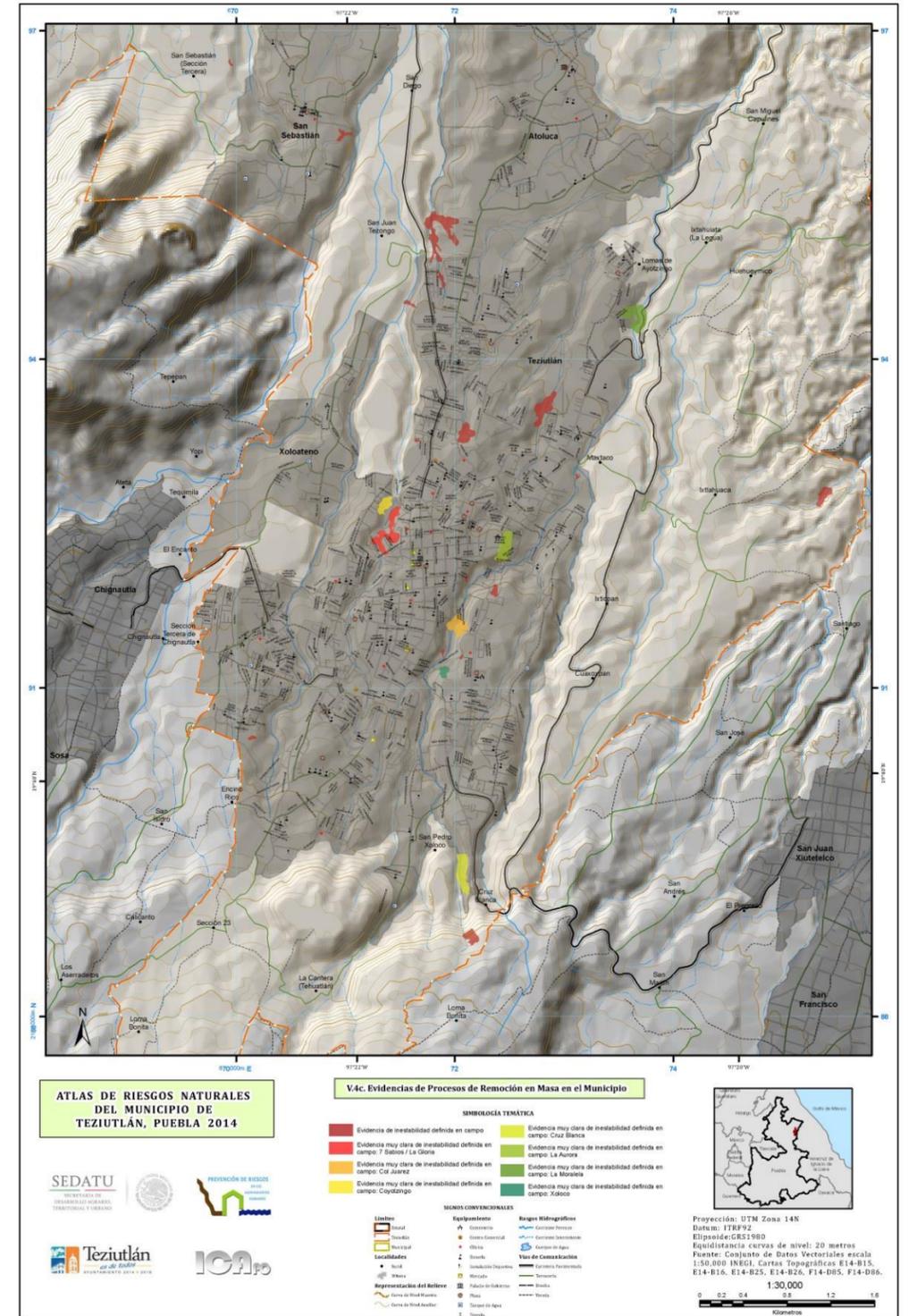
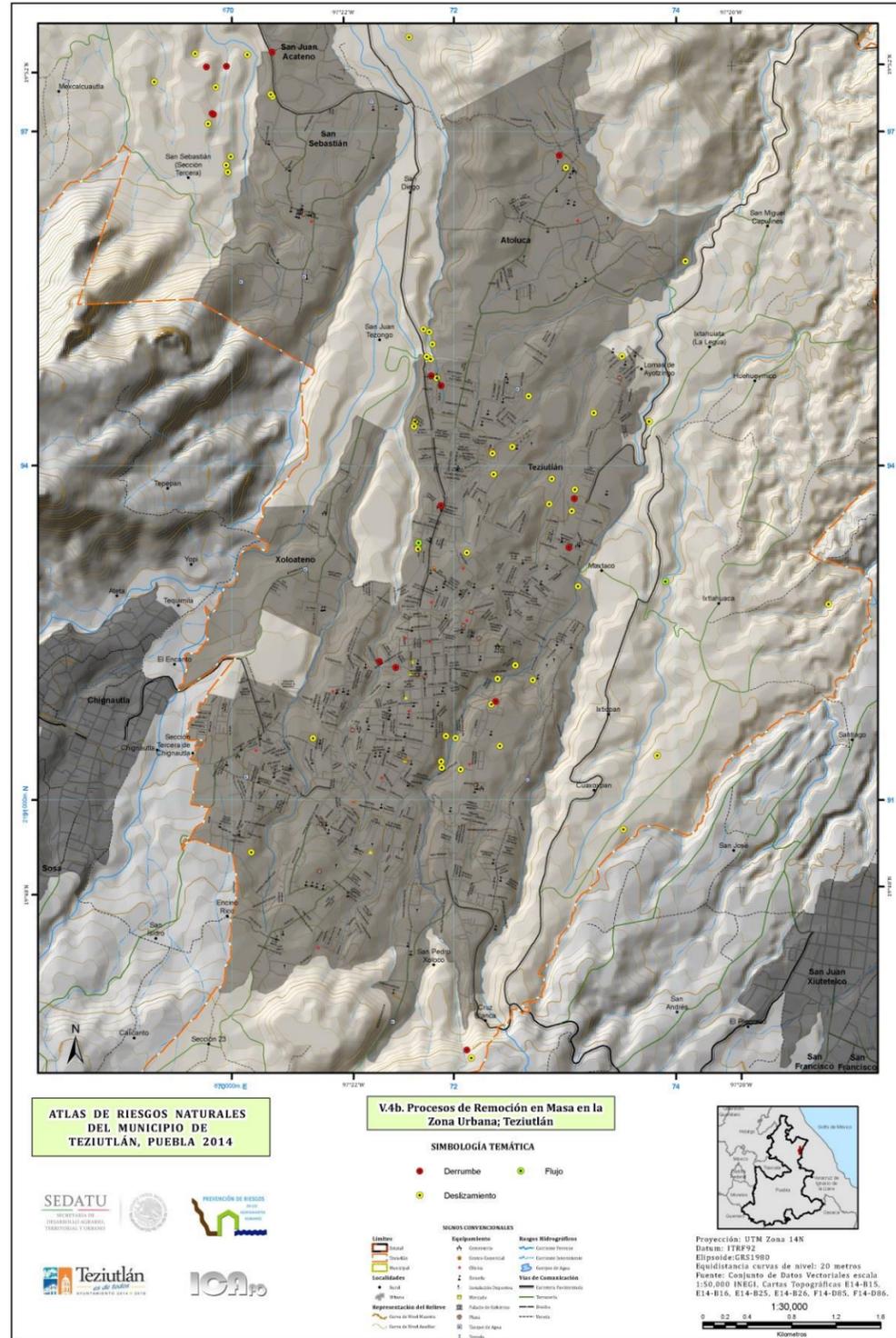
V.4e. Evidencias de procesos de remoción en masa: Coyotzingo, 7 Sabios - La Gloria

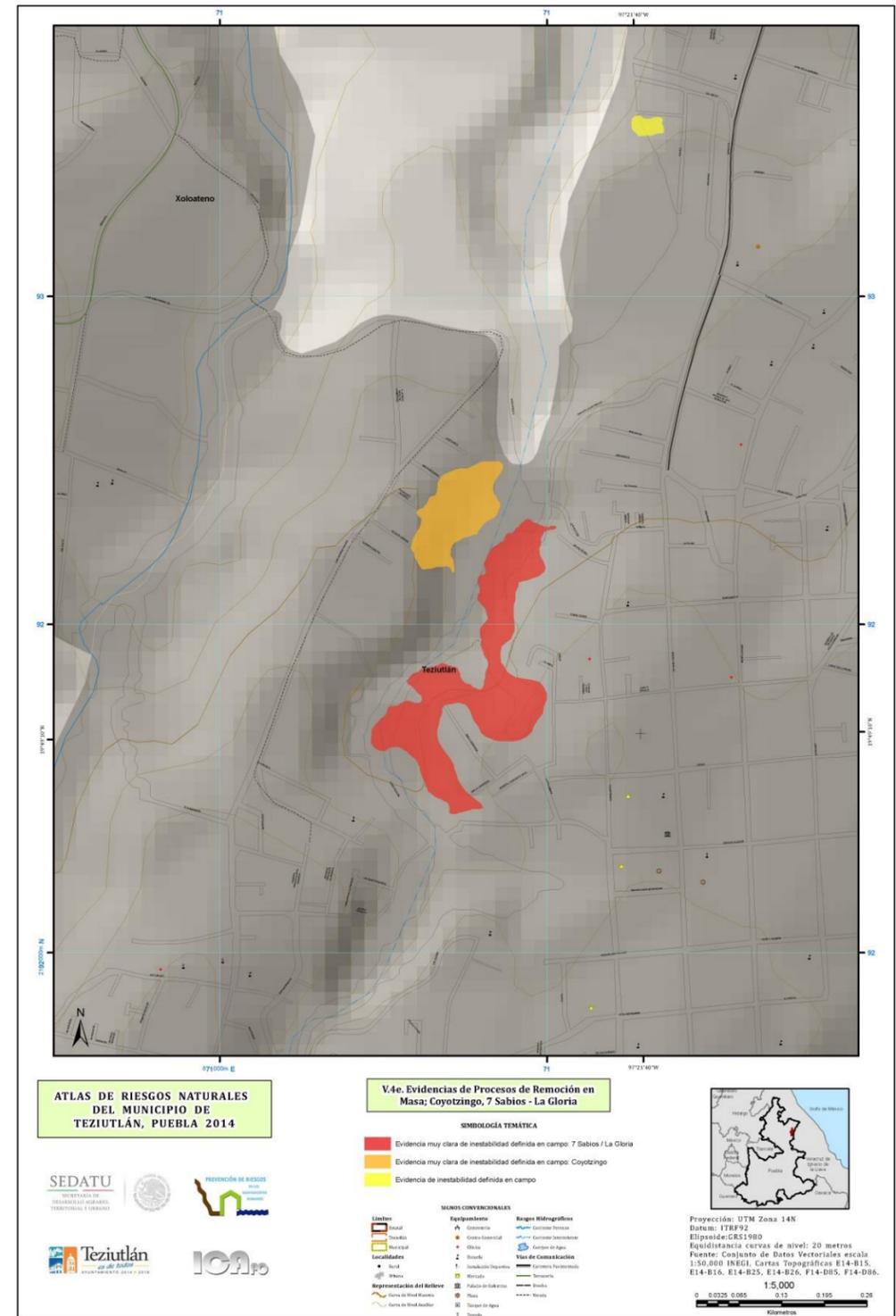
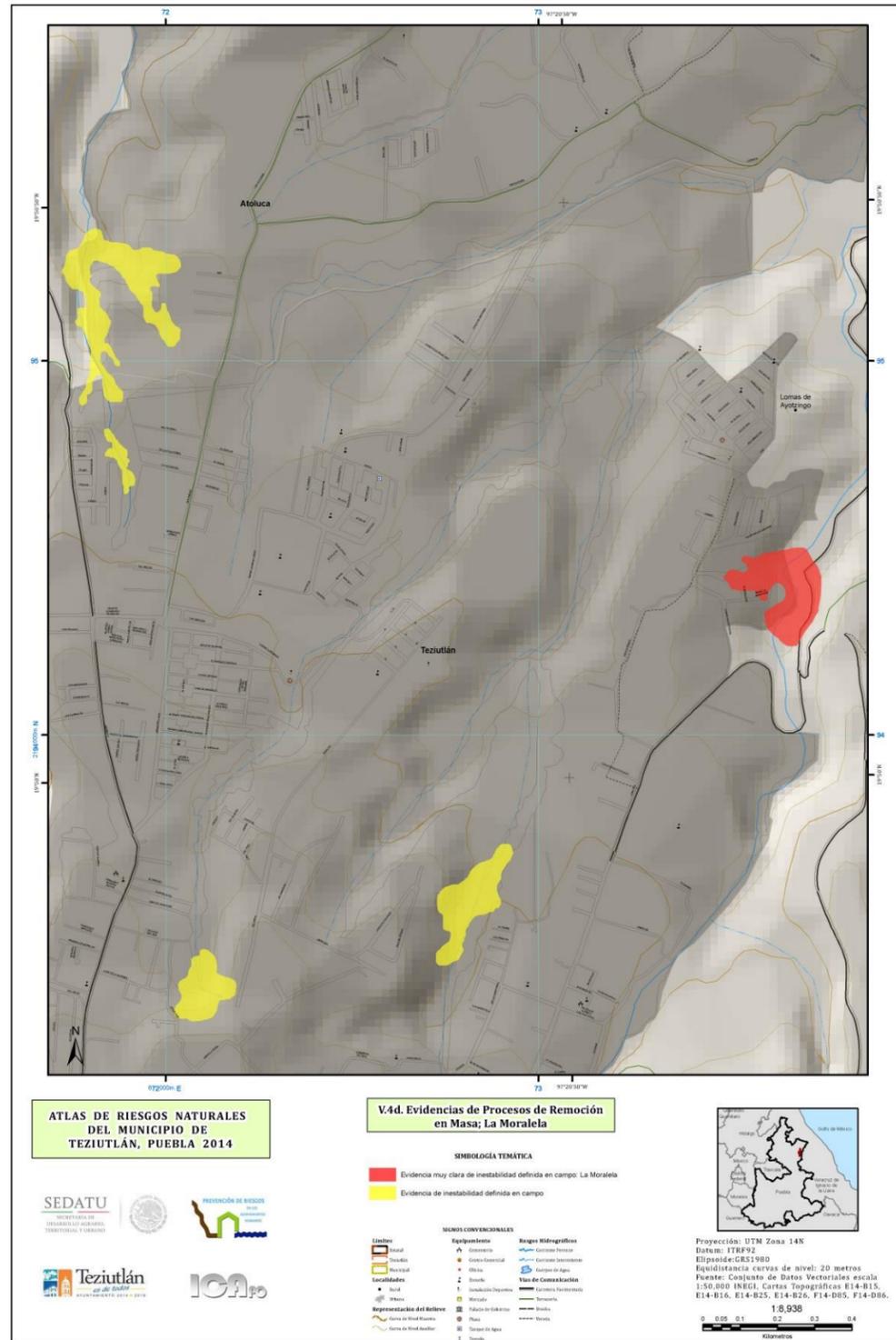
V.4f. Evidencias de procesos de remoción en masa: La Aurora, Colonia Juárez, Xocolo

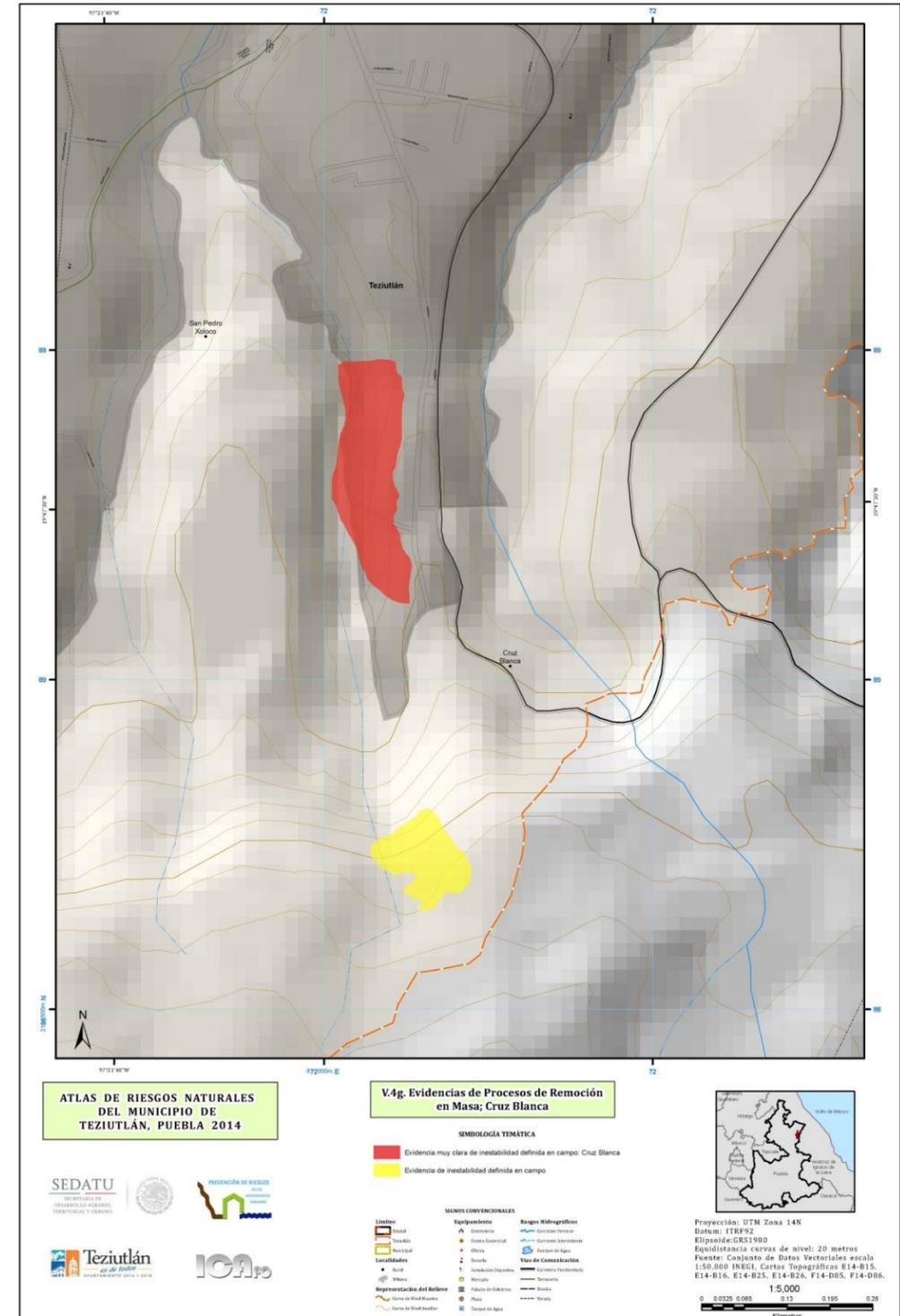
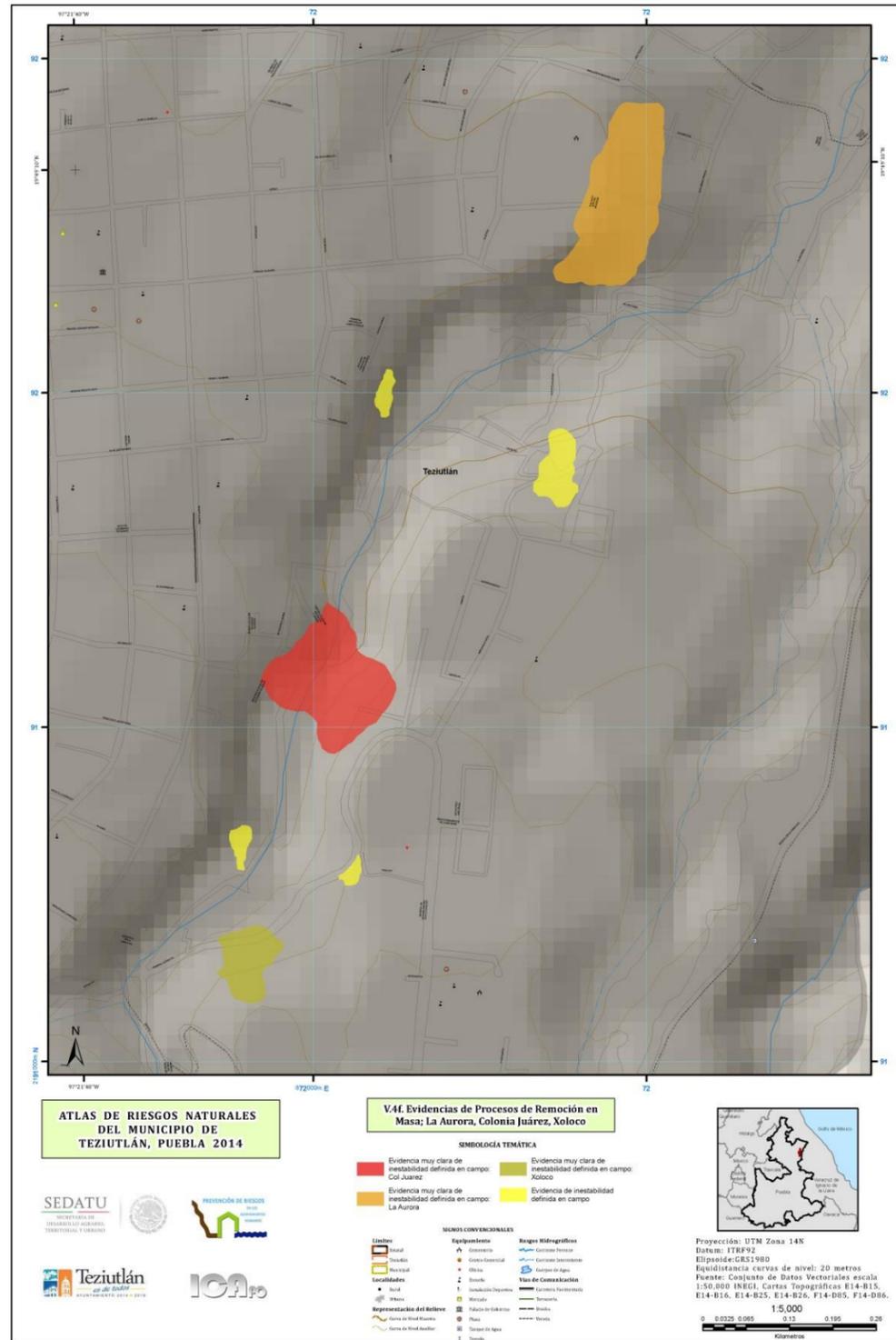
V.4g. Evidencias de procesos de remoción en masa: Cruz Blanca











Fotografía 4. Evidencia de movimientos de remoción en masa en el panteón municipal.



Fotografía 5. Depósitos de antiguos movimientos de remoción en masa.





Fotografía 6 y 7. Depósitos de antiguos movimientos de remoción en masa. Foto tomada el 31/01/15



Fotografía 8 y 9. Construcción clausurada por ubicarse sobre un antiguo depósito de un movimiento de remoción en masa. Foto tomada el 31/01/15

1. Inestabilidad de laderas

Se denomina deslizamiento al movimiento ladera abajo de material, bien sea suelo, detritos o rocas, sobre una superficie reconocible de fractura. Los deslizamientos son favorecidos por contactos de rocas inclinados en la misma dirección que la pendiente, la cual presenta una inclinación mayor a los 15° en la mayoría de los casos.

a) Metodología

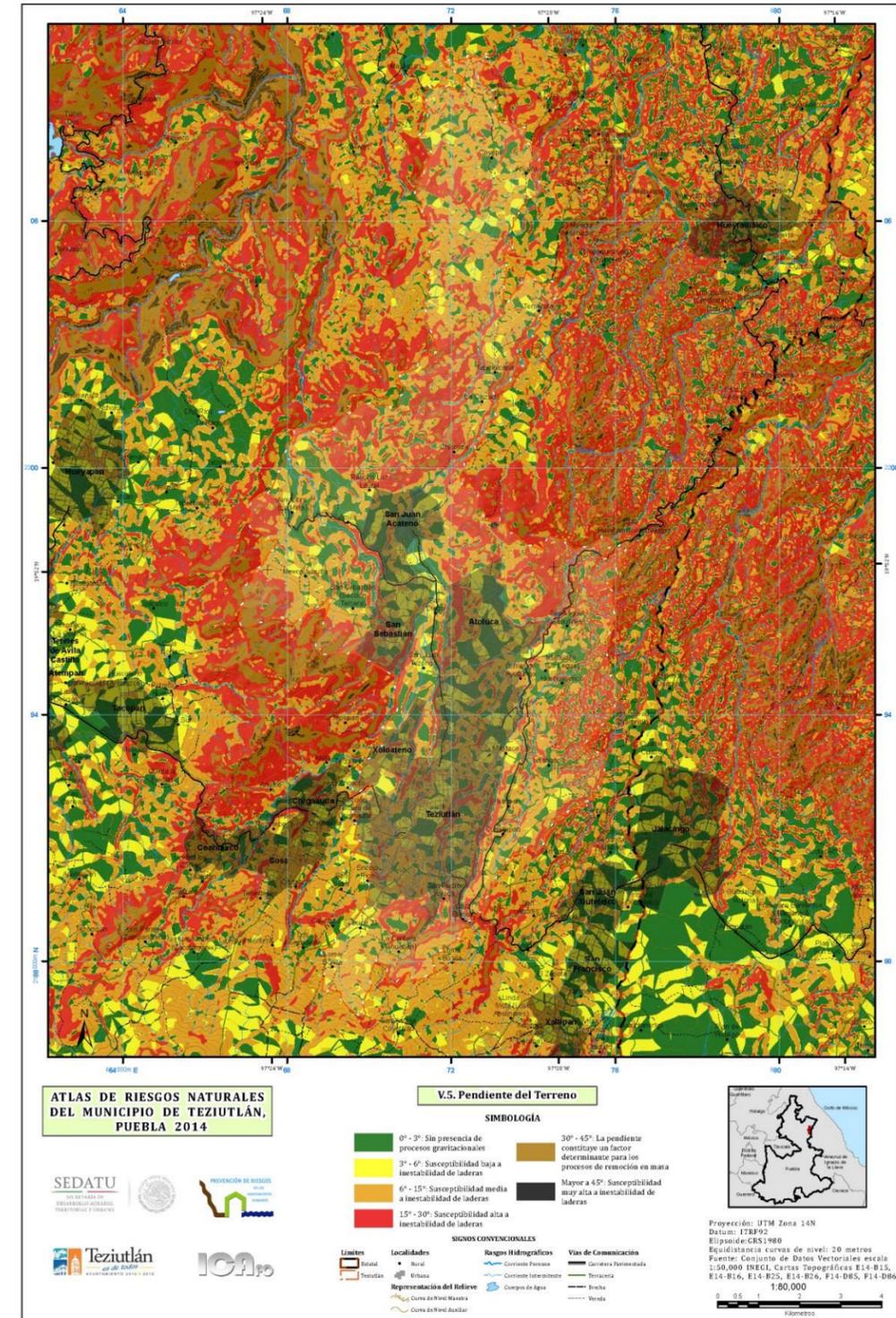
Análisis Multicriterio aplicado para definir zonas de susceptibilidad por inestabilidad de laderas

La aplicación de un análisis multicriterio fue el punto de partida para determinar las zonas susceptibles a inestabilidad de laderas, proceso en el que se consideraron 6 parámetros, que son (en orden de importancia): pendiente, geología, distancia a procesos previos, erosión hídrica, uso de suelo y edafología.

La pendiente es el parámetro que, generalmente, tiene mayor importancia relativa en los análisis de inestabilidad de laderas, debido a que la gravedad es la fuerza central de todos los procesos de remoción en masa, en particular los deslizamientos. En cuanto a la geología, tiene un peso específico casi tan importante como la pendiente, dado que las características litológicas, la génesis y las propiedades de las rocas son un conjunto de elementos físicos que tienen un rol importante en la ocurrencia de deslizamientos. Estos dos parámetros son los de mayor importancia en la inestabilidad de laderas en Teziutlán (**Mapa V.5. Pendiente del terreno**).

A manera de complemento, es claro que en una zona en donde se tienen registrados deslizamientos previos la probabilidad de que se generen nuevos movimientos en la cercanía es alta, por lo que contar con un inventario de procesos es un punto importante para determinar zonas de peligro por estos fenómenos geomorfológicos.

A manera de complemento, la erosión hídrica es el cuarto parámetro en importancia relativa, dado que el desgaste superficial favorece la infiltración, disminuye el anclaje de la cubierta vegetal y de los sistemas de raíces y disminuye la consolidación del material conformador del terreno.



De los seis parámetros seleccionados para analizar la inestabilidad de laderas, el uso de suelo y la edafología tienen un peso particular relativamente bajo. El cambio de uso de suelo es una actividad antrópica de alto impacto en la inestabilidad de laderas, ya que modifica las condiciones naturales y realiza actividades que favorecen la ocurrencia de creep, que es el movimiento antecedente a deslizamientos. Finalmente, dado que los deslizamientos tienden a privilegiar el movimiento en bloque a profundidad que va de media a muy profunda, las capas de suelos tienen influencia importante, pero menor comparativamente a otros parámetros.

Indudablemente, la interacción de diversos factores es necesaria para que se genere inestabilidad del terreno y la influencia de cada uno de dichos factores es diferencial, tanto en su peso específico como espacialmente, lo que recrea escenarios distintos aun en regiones aparentemente similares en el medio físico, condición que se potencia cuando el factor humano está presente, por ejemplo en el cambio en el uso de suelo. Sin embargo, ciertos factores pueden ser considerados como desencadenantes de procesos de remoción en masa, por ejemplo, lluvias intensas durante un período corto de tiempo, o bien lluvias extraordinarias.

El incremento de los procesos de remoción en masa en la temporada de lluvias es notable en todo el mundo, pero tal situación se refuerza cuando se presentan eventos extraordinarios. En el caso específico de México, los registros de ocurrencia de procesos de ladera se remiten a la temporada de mayores precipitaciones. Sin embargo, la inestabilidad se puede presentar a lo largo de todo el año, con movimientos milimétricos, y reactivarse con la presencia de lluvias. A partir de lo anterior, se determinó combinar el mapa de susceptibilidad por inestabilidad de laderas con las zonas de precipitaciones máximas, en términos de periodos de retorno, con la finalidad de incrementar la certidumbre del mapa final de amenaza por inestabilidad de laderas. De esta forma, los resultados plasmados en

la cartografía incluyen no solo la variable espacial, mostrada en zonas de susceptibilidad, sino también un parámetro temporal, lo cual permite, indirectamente, establecer períodos de retorno por deslizamientos en Teziutlán (**Fotografía 9 y 10**).



Fotografía 9 y 10. Movimiento de remoción en masa cercano a una zona habitacional. Foto tomada el 31/01/15

Para la estimación de la susceptibilidad a deslizamientos a escala urbana también se aplicó un análisis multicriterio. En este caso, los parámetros considerados fueron pendiente, erosión hídrica, densidad de disección, geometría del relieve, distancia a deslizamientos previos y dirección del flujo.

En esta escala, la pendiente también es el factor de mayor influencia en la potencial ocurrencia deslizamientos. En segundo término, la distancia a deslizamientos previos es un parámetro indicador de inestabilidad muy importante, ya que es lógico que en las zonas cercanas a procesos previos se presentan las condiciones para que puedan ocurrir nuevos movimientos. En tercer término, la densidad de disección es un factor desestabilizador, ya que los cauces o corrientes superficiales erosionan la base de las laderas o bien su escurrimiento incrementa la infiltración, debilita la resistencia de los factores superficiales de equilibrio del terreno y son zonas de acumulación de escurrimientos mayores.

La erosión hídrica también tiene un alto grado de influencia en la inestabilidad de laderas, debido a la remoción de material superficial y debilitamiento de factores externos de estabilidad o de anclaje del material formador de laderas. Con un peso similar a la erosión hídrica, la geometría del relieve también es un parámetro morfométrico importante, ya que la forma externa de la ladera puede favorecer la acción de la gravedad, es un posible antecedente de movimientos previos y facilita la acumulación de agua superficial y la infiltración, con las consecuentes alteraciones en las propiedades hídricas de los materiales. Finalmente, la dirección de flujo es de los parámetros de alta influencia en la inestabilidad de laderas, el de menor impacto relativo, ya que la dirección que sigue el agua asociada a precipitaciones extraordinarias es un factor con alto potencial desestabilizador, incluso ante precipitaciones previas y acumulación de humedad antecedente, aun en eventos de precipitación de cualidad normal.

a) Memoria de cálculo

Tabla 17. Índices comparativos y peso específico final de parámetros empleados en definir zonas de susceptibilidad por deslizamientos a escala municipal.

PARAMETRO	Pendiente	Geología	Uso de suelo	Edafología	Distancia a deslizamientos previos	Erosión hídrica	PESO ESPECIFICO
Pendiente	0.30457	0.42857	0.29630	0.40000	0.18750	0.28571	0.31711
Geología	0.15228	0.21429	0.22222	0.16000	0.37500	0.28571	0.23492
Uso de suelo	0.07614	0.07143	0.07407	0.16000	0.09375	0.09524	0.09511
Edafología	0.06091	0.10714	0.03704	0.08000	0.06250	0.04762	0.06587
Distancia a deslizamientos previos	0.30457	0.10714	0.14815	0.04000	0.18750	0.19048	0.16297
Erosión hídrica	0.10152	0.07143	0.22222	0.16000	0.09375	0.09524	0.12403
							1.00000

Tabla 18. Índices comparativos y peso específico final de parámetros empleados en definir zonas de susceptibilidad por deslizamientos en la cabecera municipal.

PARAMETRO	Pendiente	Erosión hídrica	Dirección del flujo superficial	Densidad de disección	Distancia a deslizamientos previos	Geometría del relieve	PESO ESPECIFICO
Pendiente	0.35294	0.32143	0.25000	0.34286	0.37500	0.40000	0.34037
Erosión hídrica	0.11765	0.10714	0.18750	0.17143	0.09375	0.05000	0.12124
Dirección del flujo superficial	0.08824	0.03571	0.06250	0.05714	0.06250	0.05000	0.05935
Densidad de disección	0.17647	0.10714	0.18750	0.17143	0.18750	0.20000	0.17167
Distancia a deslizamientos previos	0.17647	0.21429	0.18750	0.17143	0.18750	0.20000	0.18953
Geometría del relieve	0.08824	0.21429	0.12500	0.08571	0.09375	0.10000	0.11783
							1.00000

c) Resultado del análisis

Ponderación de peligro

Las zonas de susceptibilidad muy alta por inestabilidad de laderas o deslizamientos se presentan principalmente en la periferia centro y sur del municipio, que corresponde a la zona montañosa que delimita el territorio municipal con las entidades anexas. En total, estas zonas suman 25.2 km², lo que equivale a 27.3% del área del municipio. Las localidades con muy alta susceptibilidad son Amila, Cruz Blanca, Cuaxoxpan, Ixticpan, Ixtlahuaca, La Cantera (Tehuatlán), Lomas de Ayotzingo, Maxtaco, Rancho Luz Laurel y San Pedro Xoloco, que en total suman 5,264 habitantes. En cuanto al área urbana de Teziutlán (que incluye la cabecera municipal, Xoloateno, Atoluca y San Sebastián –San Juan Acateno se incluye en el análisis a escala municipal-), las zonas de muy alta susceptibilidad abarcan 4.4 km², es decir el 20.8% de la zona urbana del municipio, principalmente al norte y oriente de la ciudad. La población urbana expuesta a zonas de muy alta susceptibilidad por inestabilidad de laderas suma 9,871 habitantes.

Las regiones de susceptibilidad alta por inestabilidad de laderas en el municipio se localizan a lo largo de todo el territorio, principalmente en el centro y la porción sur de Teziutlán. Las localidades que se ubican sobre terrenos con alta susceptibilidad por inestabilidad de laderas son Huehueymico, Loma Bonita, Mexcalcuautla y San Juan Tezongo. En total estas regiones suman 25.2 km², lo que equivale al 27.3 del total municipal. En cuanto a la zona urbana, la población asentada en este grado de susceptibilidad es de 17,045, es decir

el 18.5% de la población absoluta del municipio, en una superficie de 8.4km², a lo largo de toda la zona urbana, principalmente en los flancos este y oeste.

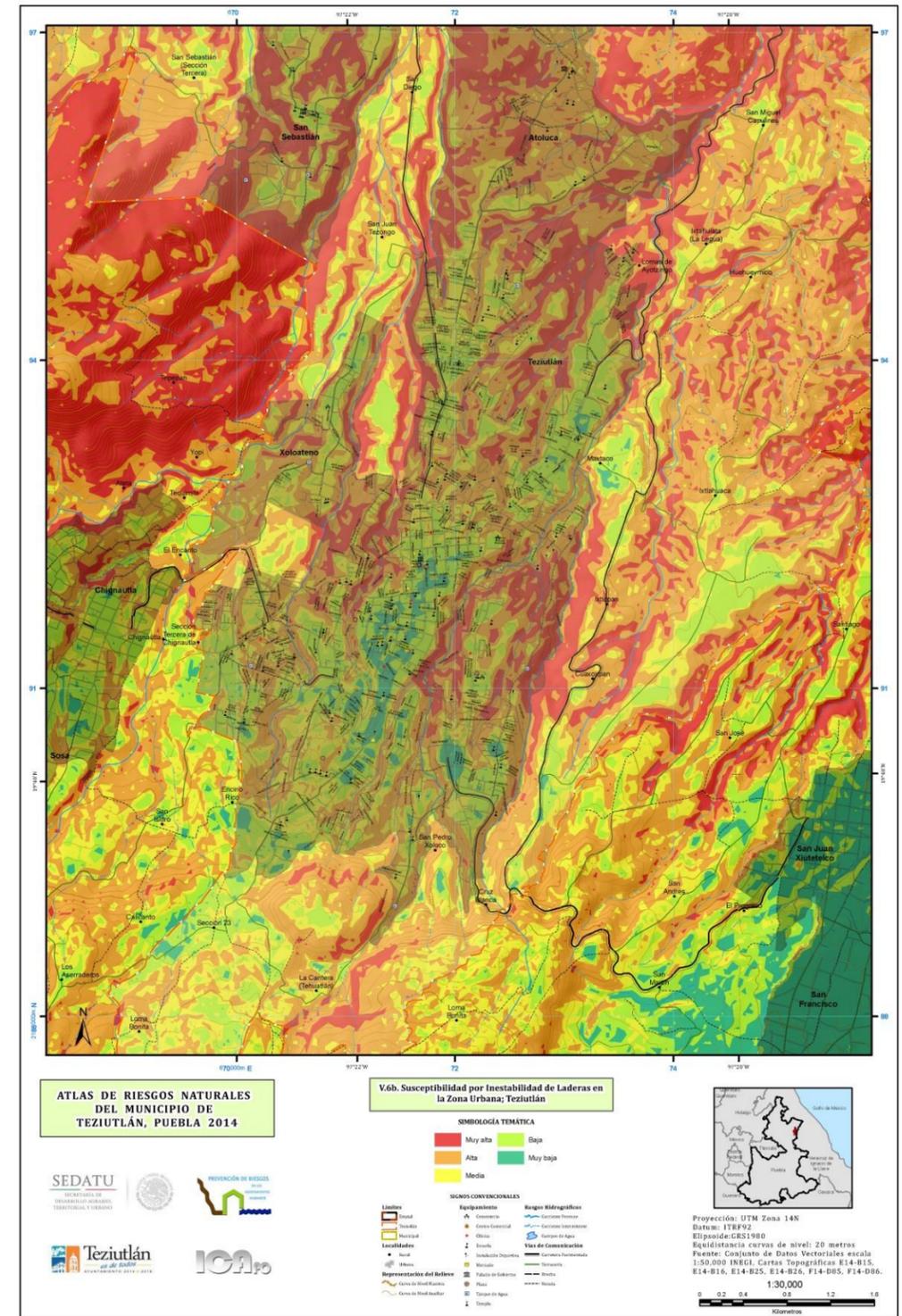
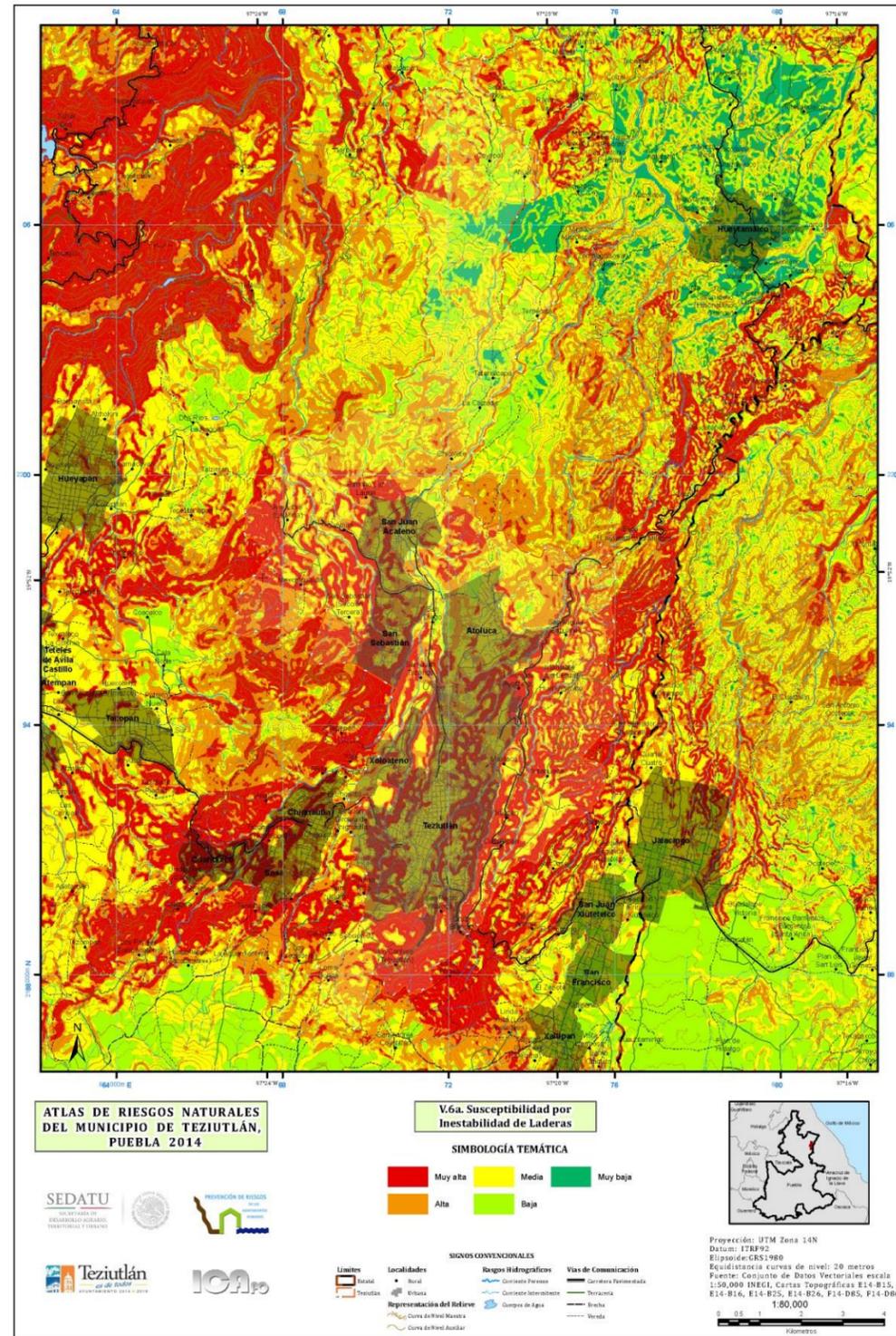
La susceptibilidad media por inestabilidad de laderas a escala municipal predomina en el norte, aunque se presenta a lo largo de todo el municipio, afectando a las localidades de Aire Libre (La Mina), Chicolate, San Miguel Capulines, San Sebastián (Sección Tercera) y Sección 23, a lo largo de 31.1 km², lo que representa el 33.6% de la superficie municipal, en donde habitan 3,712 pobladores. En la zona urbana la susceptibilidad media por deslizamientos predomina en el sur y centro de la ciudad, cubriendo un área de 4.3 km² (20.7% de la zona urbana), área sobre la cual viven 18,848 habitantes, es decir el 20.4% de la población total de la entidad. La zona urbana de San Juan Acateno presenta primordialmente susceptibilidad media a inestabilidad de laderas, salvo una porción del centro de la zona urbana, en la cual se eleva esta susceptibilidad.

La susceptibilidad baja por inestabilidad de laderas o deslizamientos se definió principalmente en el norte de Teziutlán, con algunas zonas aisladas en el centro, lo que cubre 7.9 km² del total territorial, es decir 8.5%; la población expuesta a estas zonas suma tan solo 2,529, lo que representa el 2.7% de la población absoluta del municipio; las localidades asentadas en este grado de susceptibilidad son Ahuata, Coyopol, La Calzada, San Diego, Tatahuicapa y Temecata. Con respecto a la zona urbana, es la zona suroeste la que presenta este grado de susceptibilidad, en un área acumulada de 3.5 km², es decir 16.3% de la superficie de la ciudad, en la cual habitan 17,424 personas, que corresponden al 18.9% de la población absoluta del municipio.

Finalmente, el área definida con susceptibilidad muy baja a escala municipal es de tan solo 1.2 km², ubicada al norte del municipio, siendo tan solo algunas porciones de Tatahuicapa las que se asientan en este grado de susceptibilidad por deslizamientos. En la zona urbana, la susceptibilidad muy baja por inestabilidad de laderas se restringe a unas porciones del sur, que tan solo suman 0.6 km², es decir apenas el 3% de la ciudad, a pesar de los cual 7,662 personas habitan estas zonas, mismas que representan el 8.3% del total municipal (**Mapa V.6a. Susceptibilidad por inestabilidad de laderas; V.6b. Susceptibilidad por Inestabilidad de Laderas en la zona urbana; Teziutlán; Tabla 19**).

Tabla 19. Susceptibilidad por inestabilidad de laderas.

SUSCEPTIBILIDAD POR INESTABILIDAD DE LADERAS	ZONA	POBLACIÓN POTENCIALMENTE EXPUESTA (valor absoluto)	POBLACIÓN POTENCIALMENTE EXPUESTA (% respecto al total municipal)
MUY ALTA	URBANA	9,871	10.7
	RURAL	5,264	5.7
ALTA	URBANA	17,045	18.5
	RURAL	4,099	4.4
MEDIA	URBANA	18,848	20.4
	RURAL	3,712	4.0
BAJA	URBANA	17,424	18.9
	RURAL	2,529	2.7
MUY BAJA	URBANA	7,662	8.3
	RURAL	0	0
TOTAL	URBANA	70,850	76.8
	RURAL	15,604	16.9
SUSCEPTIBILIDAD POR INESTABILIDAD DE LADERAS	ZONA	EXTENSIÓN (KM2)	EXTENSIÓN (%)
MUY ALTA	URBANA	4.4	20.8
	MUNICIPAL	27.1	29.3
ALTA	URBANA	8.4	39.3
	MUNICIPAL	25.2	27.3
MEDIA	URBANA	4.3	20.7
	MUNICIPAL	31.1	33.6
BAJA	URBANA	3.5	16.3
	MUNICIPAL	7.9	8.5
MUY BAJA	URBANA	0.6	3.0
	MUNICIPAL	1.2	1.3
TOTAL	URBANA	21.4	100
	MUNICIPAL	92.5	100



Adicionalmente se integran los mapas de índice de peligro, en el cual mediante algebra de mapas se integró el factor detonante (lluvias con periodos de retorno a 5, 10, 25 y 50 años) con los mapas de susceptibilidad por inestabilidad de laderas, dando origen a la siguiente cartografía:

V.6c. Índice de peligro por inestabilidad de laderas para un periodo de retorno de 5 años

V.6d. Índice de peligro por inestabilidad de laderas para un periodo de retorno de 10 años

V.6e. Índice de peligro por inestabilidad de laderas para un periodo de retorno de 25 años

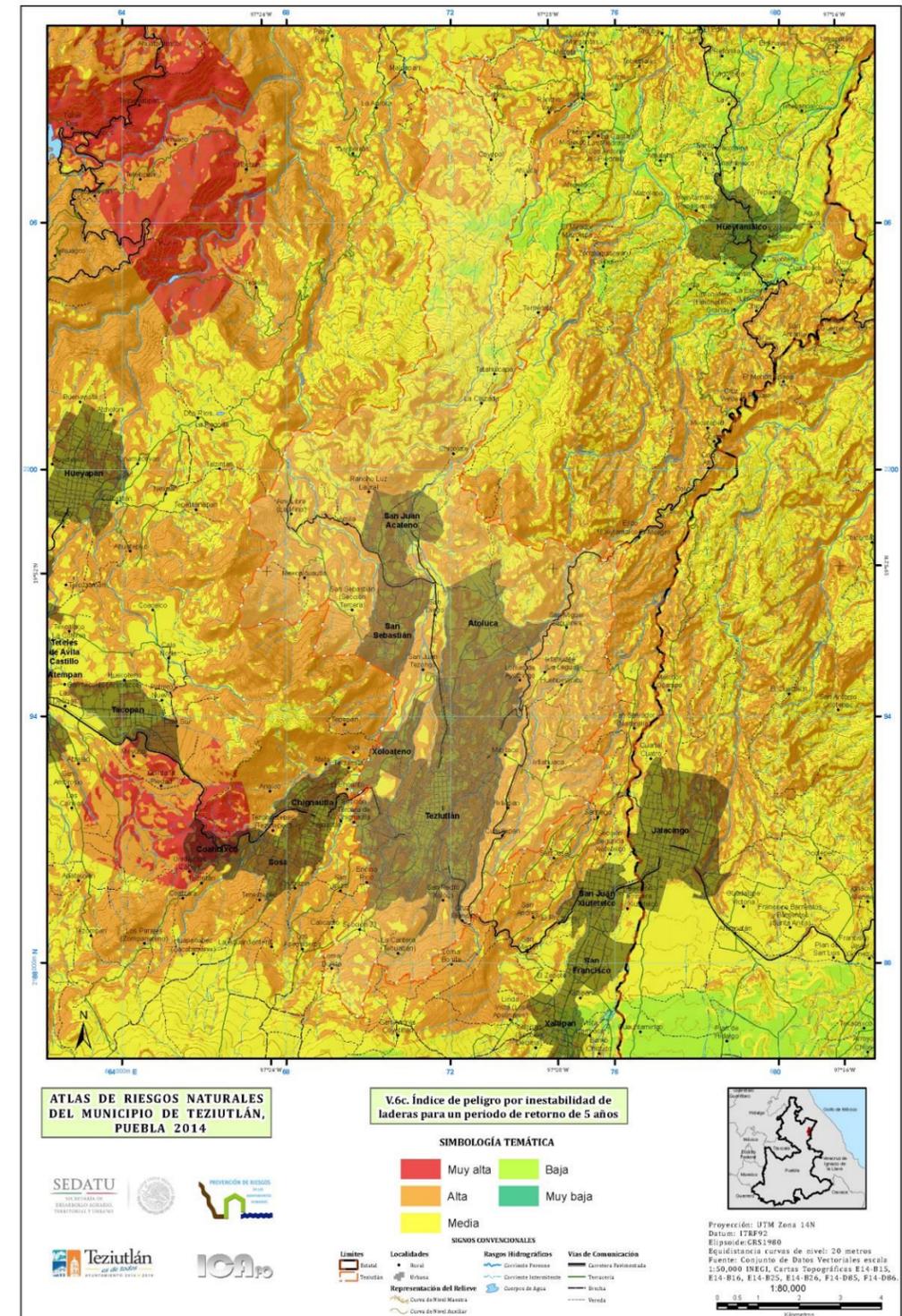
V.6f. Índice de peligro por inestabilidad de laderas para un periodo de retorno de 50 años

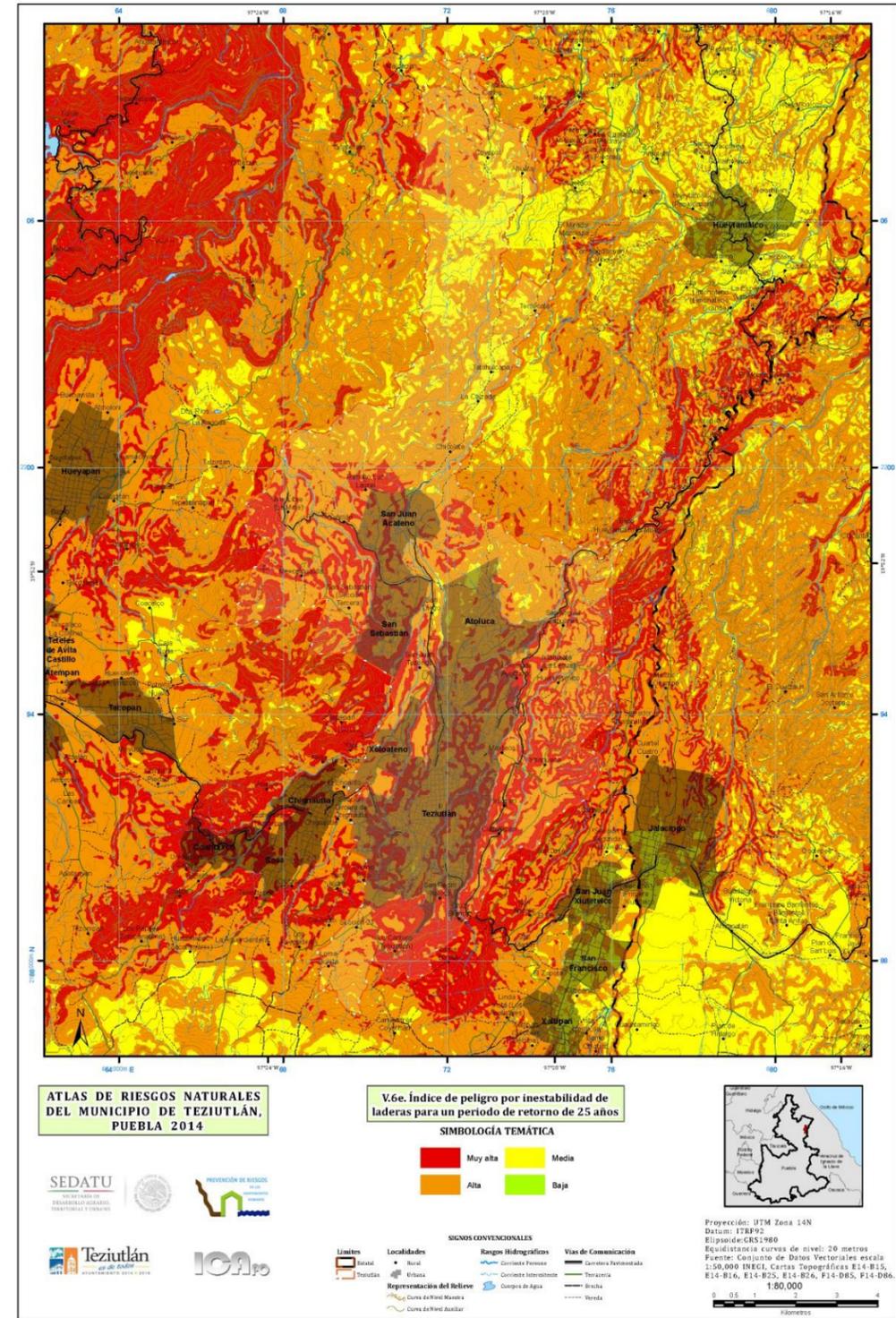
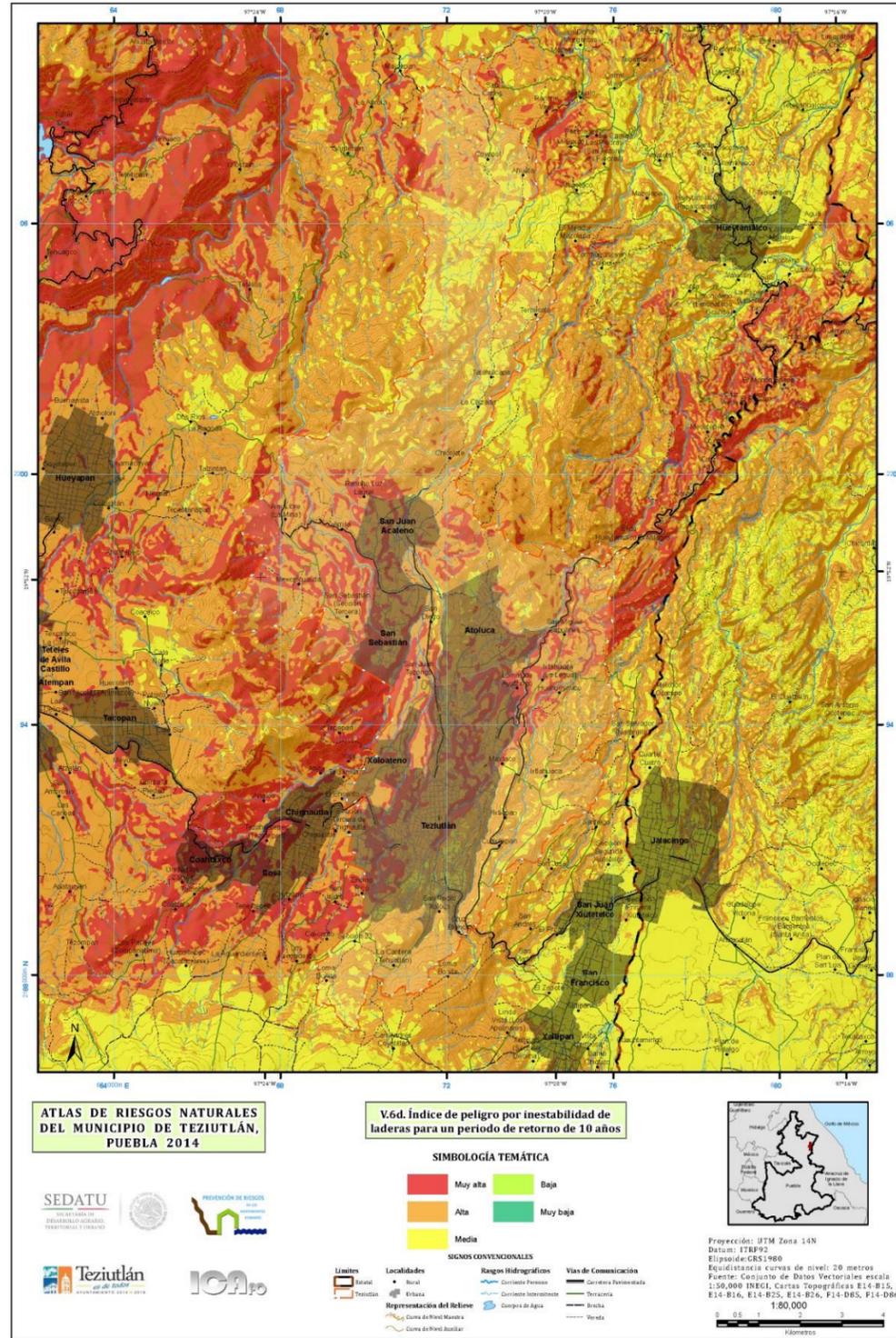
V.6g. Índice de peligro por inestabilidad de laderas para un periodo de retorno de 5 años en la zona urbana; Teziutlán

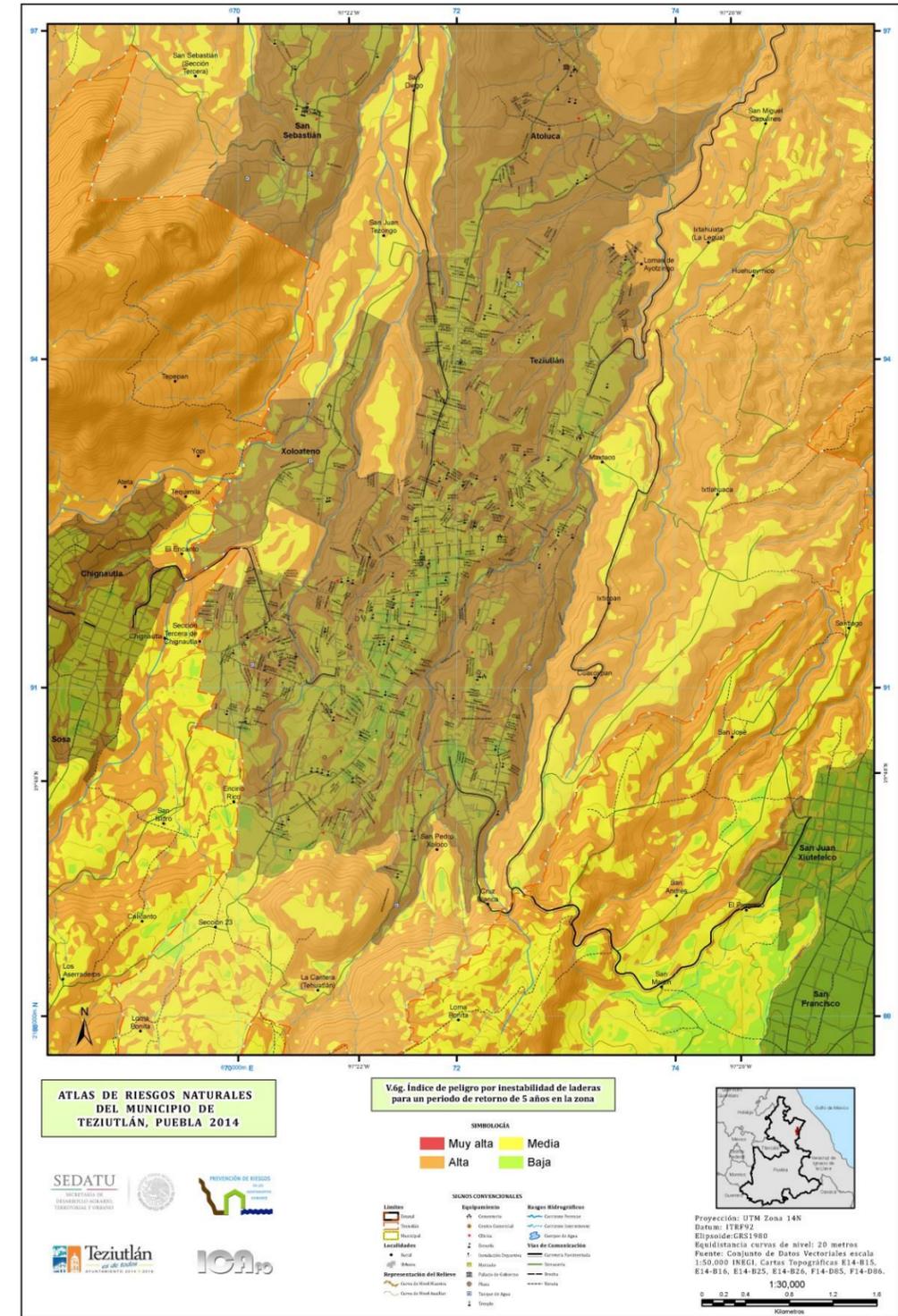
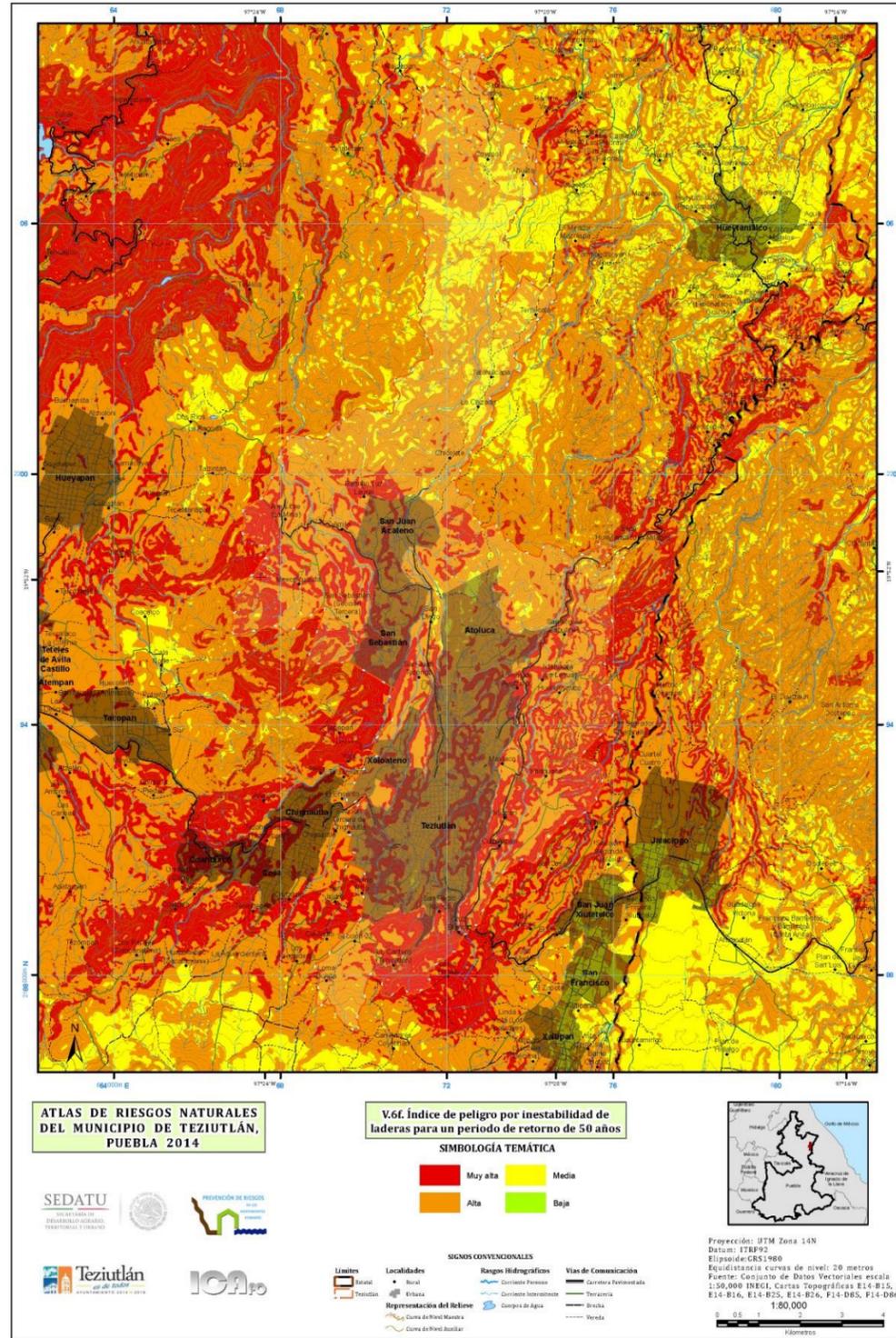
V.6h. Índice de peligro por inestabilidad de laderas para un periodo de retorno de 10 años en la zona urbana; Teziutlán

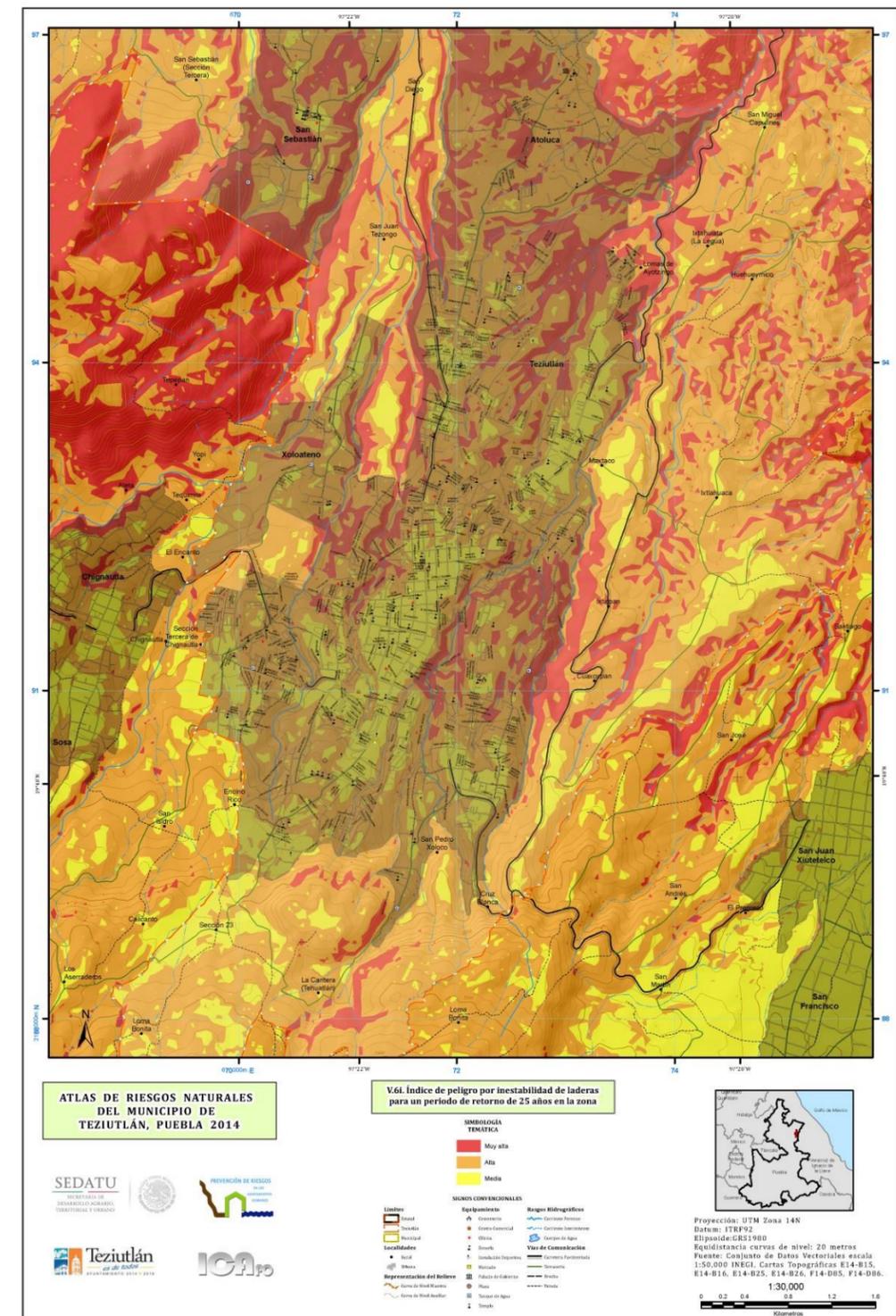
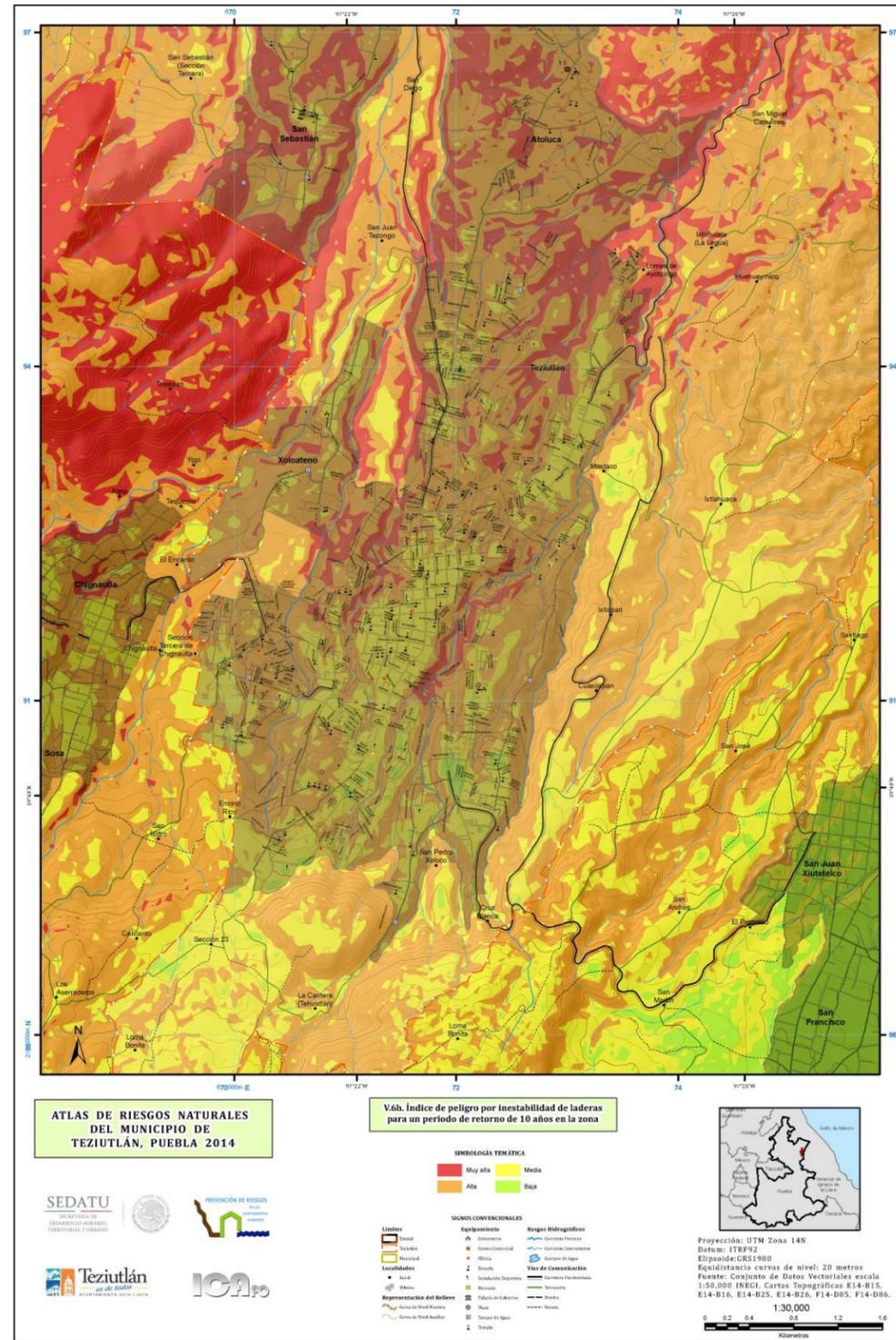
V.6i. Índice de peligro por inestabilidad de laderas para un periodo de retorno de 25 años en la zona urbana; Teziutlán

V.6j. Índice de peligro por inestabilidad de laderas para un periodo de retorno de 50 años en la zona urbana; Teziutlán









2. Creep

El movimiento de creep, también llamado reptación, es el movimiento lento y continuo de las capas superiores del material que forma una ladera, como resultado de la expansión y retracción asociados a los cambios de humedad y temperatura; estos movimientos pueden dar lugar a otros procesos más complejos como derrumbes o deslizamientos.

a) Metodología

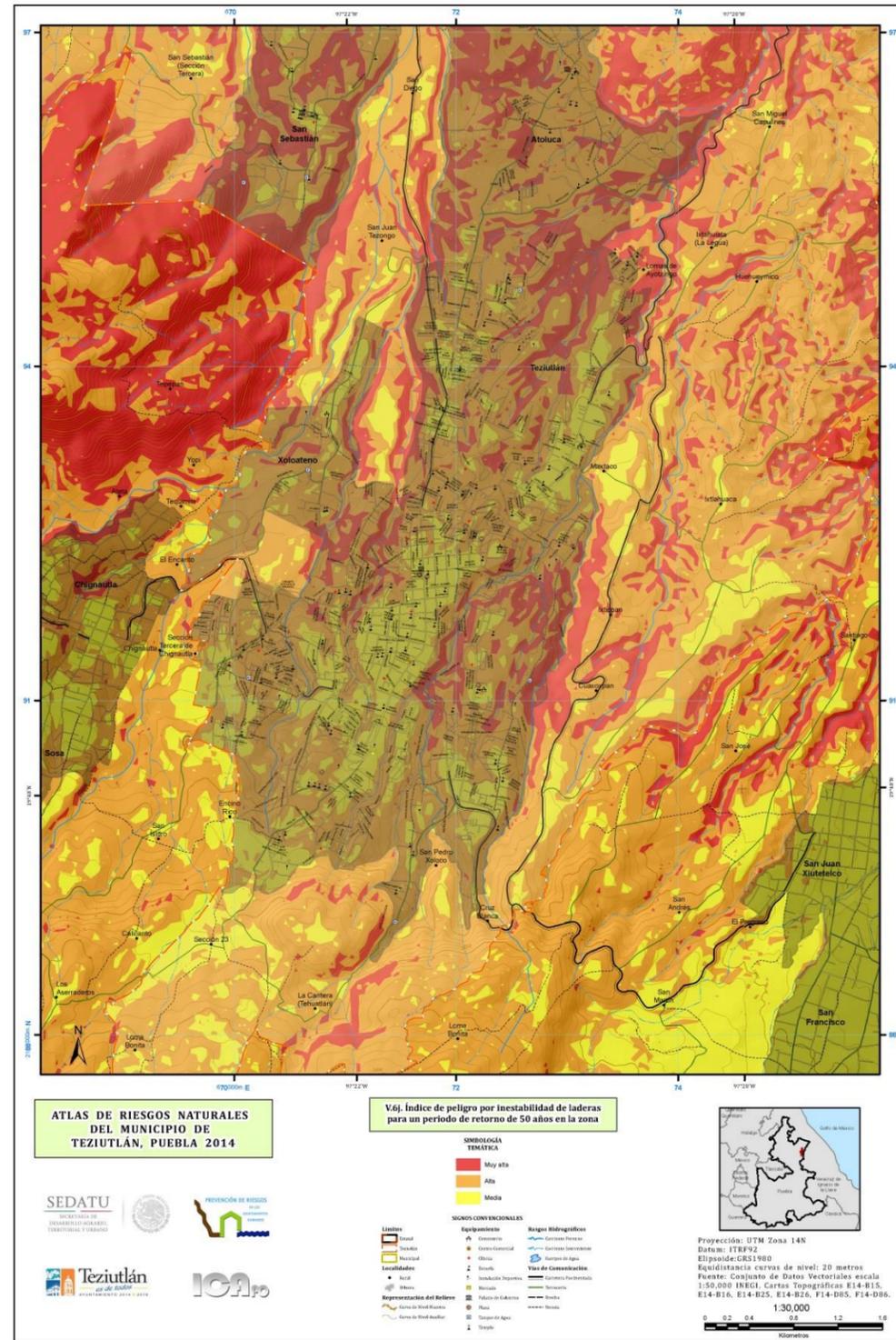
Análisis Multicriterio aplicado para definir zonas de susceptibilidad a movimientos de creep

Para la determinación de zonas susceptibles o de peligro por movimientos de creep a escala municipal se optó por aplicar un análisis multicriterio. En síntesis, el análisis multicriterio tiene como punto de partida la estandarización en una escala común de clasificación para todos los parámetros o factores incluidos en este proceso; posteriormente, se realiza la comparación de la importancia relativa de dichos parámetros en una matriz de pares, cuyo análisis determina los pesos específicos de cada factor. Este procedimiento se lleva a cabo para cada una de las opiniones vertidas en el análisis por los especialistas; se obtienen los promedios de resultados y, en caso de ser necesario, se corrigen errores estadísticos.

Una vez calculados los pesos específicos de cada parámetro, se realizan las operaciones matemáticas con ayuda de un sistema de información geográfica y se realiza el análisis espacial por medio de la combinación de capas digitales de información de los parámetros implicados, en este caso, en los movimientos de creep. Los parámetros considerados para establecer zonas de peligro por movimientos de creep en Teziutlán fueron 5: pendiente, geología, erosión hídrica, edafología y uso de suelo.

Indudablemente, el parámetro de mayor influencia en los movimientos de creep es la pendiente del terreno, ya que a partir de ella la fuerza de gravedad tiene mayor incidencia en la reptación del material superficial. Enseguida, el tipo de roca, sus propiedades litológicas, estructura, origen y condición actual son un parámetro de alto valor en la potencial ocurrencia de movimientos de creep. El tercer parámetro en importancia es la erosión hídrica, ya que el desgaste superficial reduce el anclaje de las capas superiores, debilita la consolidación del material y facilita la infiltración (añadiendo peso al material conformador de la ladera).

El siguiente parámetro en importancia es el cambio de uso de suelo, ya que es un factor que incide en los movimientos de creep, por ejemplo la deforestación, acelerando o dando inicio a estos lentos movimientos superficiales. Por último, la edafología, ya que las



propiedades físicas, e incluso químicas, de los suelos favorecen el movimiento ladera abajo del material o, por el contrario, permiten el anclaje del material al relieve o roca madre, limitando la posibilidad de desplazamiento.

Indudablemente, la interacción de diversos factores es necesaria para que se generen movimientos de creep y la influencia de cada uno de dichos factores es diferencial, tanto en su peso específico como espacialmente, lo que recrea escenarios distintos aun en regiones aparentemente similares en el medio físico, condición que se potencia cuando el factor humano está presente, por ejemplo en el cambio en el uso de suelo.

El incremento del movimiento de creep en la temporada de lluvias es notable en todo el mundo, pero tal situación se refuerza cuando se presentan eventos extraordinarios. En el caso específico de México, los registros de ocurrencia de procesos de ladera, que inician con el movimiento de creep, se remiten a la temporada de mayores precipitaciones.

A partir de lo anterior, se determinó combinar el mapa de susceptibilidad por creep con las zonas de precipitaciones máximas, en términos de periodos de retorno, con la finalidad de incrementar la certidumbre del mapa final de amenaza por este lento movimiento superficial. De esta forma, los resultados plasmados en la cartografía incluyen no solo la variable espacial, mostrada en zonas de susceptibilidad, sino también un parámetro temporal.

Para la estimación de la susceptibilidad a movimientos de creep a escala urbana también se aplicó un análisis multicriterio. En este caso, los parámetros considerados fueron pendiente, erosión hídrica, densidad de disección, geometría del relieve y dirección del flujo.

En esta escala, la pendiente también es el factor de mayor influencia en la potencial ocurrencia de movimientos de creep. en segundo término, la erosión hídrica también tiene un alto grado de influencia en la inestabilidad de laderas, debido a la remoción de material superficial y debilitamiento de factores externos de estabilidad o de anclaje del material formador de laderas. En tercer término, la densidad de disección es un factor desestabilizador, ya que los cauces o corrientes superficiales erosionan la base de las laderas o bien su escurrimiento incrementa la infiltración, debilita la resistencia de los factores superficiales de equilibrio del terreno y son zonas de acumulación de escurrimientos mayores.

La geometría del relieve también es un parámetro morfométrico importante, ya que la forma externa de la ladera puede favorecer la acción de la gravedad, es un posible antecedente de movimientos previos y facilita la acumulación de agua superficial y la infiltración, con las consecuentes alteraciones en las propiedades hídricas de los materiales. Finalmente, la dirección de flujo es de los parámetros de alta influencia en la inestabilidad de laderas, el de menor impacto relativo, ya que la dirección que sigue el agua asociada a precipitaciones

extraordinarias es un factor con alto potencial desestabilizador, incluso ante precipitaciones previas y acumulación de humedad antecedente, aun en eventos de precipitación de cualidad normal.

b) Memoria de cálculo

Tabla 20 Índices comparativos y peso específico final de parámetros empleados en definir zonas de susceptibilidad por movimientos de creep a escala municipal.

PARAMETROS	Pendiente	Geología	Uso de suelo	Edafología	Erosión	PESO ESPECIFICO
Pendiente	0.40816	0.43636	0.39024	0.46729	0.15385	0.43
Geología	0.20408	0.21818	0.29268	0.37383	0.07692	0.27
Uso de suelo	0.10204	0.07273	0.09756	0.04673	0.30769	0.08
Edafología	0.08163	0.05455	0.19512	0.09346	0.38462	0.11
Erosión	0.20408	0.21818	0.02439	0.01869	0.07692	0.12
						1.00

Tabla 21 Índices comparativos y peso específico final de parámetros empleados en definir zonas de susceptibilidad por movimientos de creep en la cabecera municipal.

PARAMETRO	Pendiente	Erosión hídrica	Dirección del flujo superficial	Geometría del relieve	Densidad de disección	PESO ESPECIFICO
Pendiente	0.40816	0.43636	0.39024	0.46729	0.15385	0.43
Erosión hídrica	0.20408	0.21818	0.29268	0.37383	0.07692	0.27
Dirección del flujo superficial	0.10204	0.07273	0.09756	0.04673	0.30769	0.08
Geometría del relieve	0.08163	0.05455	0.19512	0.09346	0.38462	0.11
Densidad de disección	0.20408	0.21818	0.02439	0.01869	0.07692	0.12
						1.00

c) Resultado del análisis

Ponderación de peligro

La susceptibilidad muy alta por movimientos de creep se definió principalmente al centro y sur del municipio de Teziutlán, afectando potencialmente a las localidades de Amila,

Chicolate, Cruz Blanca, Ixtahuiata (La Legua), Ixticpan, La Cantera (Tehuatlán), Lomas de Ayotzingo, Mexcalcuautla, Rancho Luz Laurel y San Pedro Xoloco, cuyos habitantes suman 5,213, a lo largo de una superficie de 41.1 km², es decir 44.4% del territorio municipal. En la zona urbana las zonas con este grado de susceptibilidad se localizan en la periferia de la ciudad, particularmente en el noroeste, en un área total de 5.3km², sobre la cual viven 10,667 habitantes.

Las zonas de susceptibilidad alta por creep en Teziutlán son amplias en el centro, menores en el sur y con poca presencia en el norte. Las localidades que se asientan en este grado de susceptibilidad por creep son Aire Libre (La Mina), Cuaxoxpan, Huehueymico, Ixtlahuaca, Loma Bonita, Maxtaco, San Juan Tezongo, San Miguel Capulines, San Sebastián (Sección Tercera) y Sección 23. La población que vive sobre terreno con este grado de susceptibilidad son 9,173; las zonas de alta susceptibilidad abarcan 29.8km², lo que corresponde a 32.2% de la superficie municipal total. En la zona urbana este grado de susceptibilidad se presenta a lo largo de franjas alargadas de sur a norte, en la zona lateral de la ciudad, en un área de 4.4km², afectando potencialmente a 14,243 habitantes.

La susceptibilidad media tiene una distribución espacial principalmente en el norte, a lo largo de 18.3 km² (19.7% de la superficie municipal), a pesar de lo cual tan solo las localidades de Ahuata, San Diego y Temecata se asientan sobre este tipo de zonas inestables. La población de estas localidades suma tan solo 2,129 habitantes. Este grado de susceptibilidad por movimientos de creep abarcan 6.6km² de la zona urbana, superficie sobre la cual viven 17,982 personas, zonas localizadas principalmente en el sur y oriente de la ciudad.

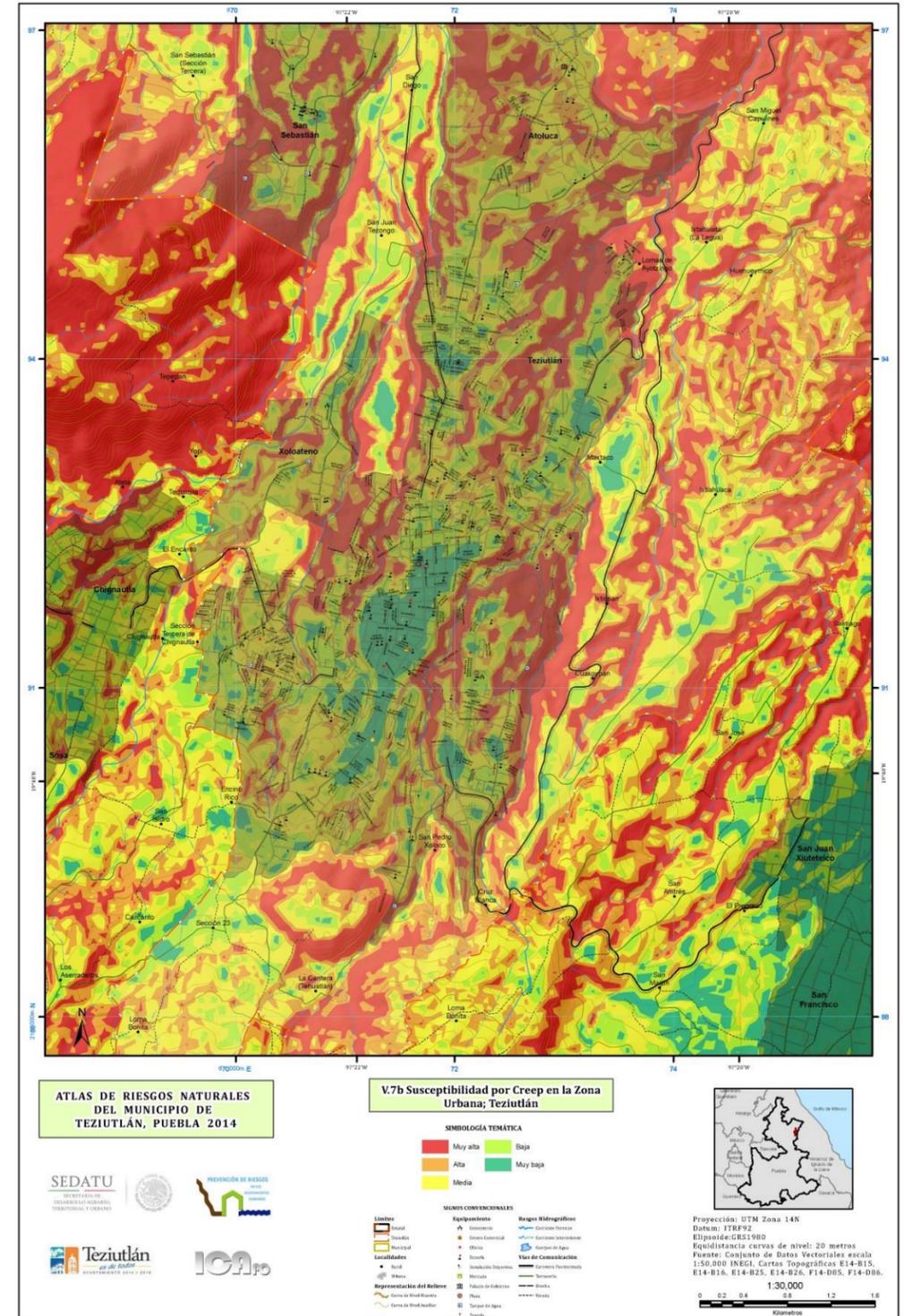
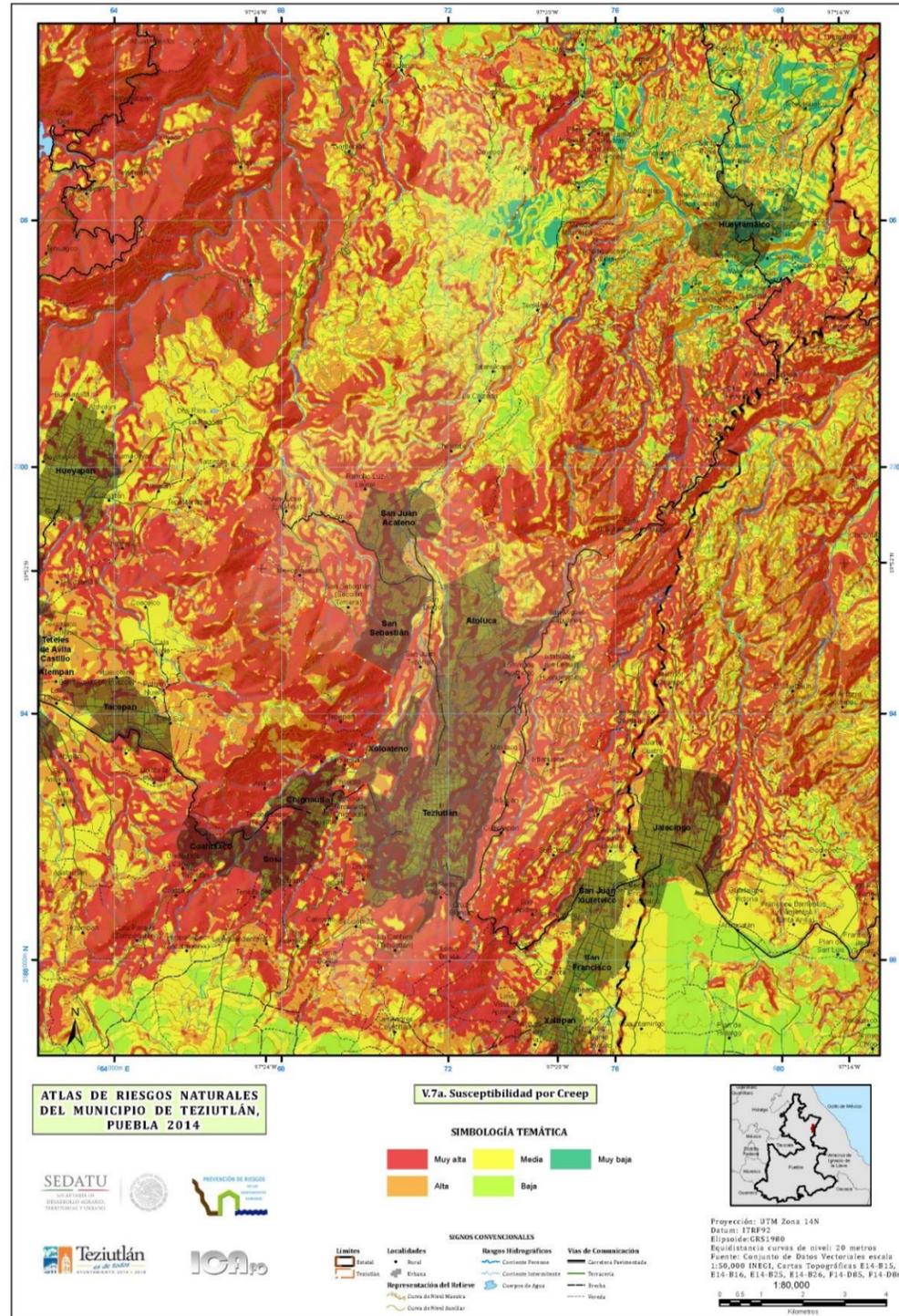
La susceptibilidad baja por movimientos de creep en el municipio de Teziutlán presenta amplias zonas en el norte del municipio, sobre la cuales se asientan las localidades de Coyopol, La Calzada y Tatahuicapa, en las cuales viven tan solo 400 personas. Este rango de susceptibilidad por movimientos de creep en la zona urbana cubre 3.6 km², es decir el 16.6% de la ciudad, particularmente en el sur, aunque existen zonas de este grado de susceptibilidad en otras zonas urbanas, sobre las cuales habitan 16,762 pobladores.

Las zonas de muy baja susceptibilidad a movimientos de creep se ubican únicamente en el norte del municipio, que en su totalidad suman tan solo 0.3 km², sin que alguna localidad se asiente en este rango de inestabilidad del terreno. En la ciudad, las zonas de susceptibilidad muy baja se presentan en la porción central de la ciudad, más algunas porciones menores en la zona media de la ciudad, sobre una superficie acumulada de 1.5 km², sobre la cual viven 11,197 personas (**Tabla 20**).

Tabla 20. Susceptibilidad por creep.

SUSCEPTIBILIDAD POR CREEP	ZONA	POBLACIÓN POTENCIALMENTE EXPUESTA (valor absoluto)	POBLACIÓN POTENCIALMENTE EXPUESTA (% respecto al total municipal)
MUY ALTA	URBANA	10,667	11.6
	RURAL	5,213	5.7
ALTA	URBANA	14,243	15.4
	RURAL	9,173	9.9
MEDIA	URBANA	17,982	19.5
	RURAL	2,129	2.3
BAJA	URBANA	16,762	18.2
	RURAL	400	0.4
MUY BAJA	URBANA	11,197	12.1
	RURAL	0	0
TOTAL	URBANA	70,850	76.7
	RURAL	16,924	18.3
SUSCEPTIBILIDAD POR CREEP	ZONA	EXTENSIÓN (KM2)	EXTENSIÓN (%)
MUY ALTA	URBANA	5.3	24.7
	MUNICIPAL	41.1	44.4
ALTA	URBANA	4.4	20.4
	MUNICIPAL	29.8	32.2
MEDIA	URBANA	6.6	30.9
	MUNICIPAL	18.3	19.7
BAJA	URBANA	3.6	16.8
	MUNICIPAL	3.1	3.3
MUY BAJA	URBANA	1.5	7.2
	MUNICIPAL	0.3	0.3
TOTAL	URBANA	21.4	100
	MUNICIPAL	92.5	100

Mapa V.7a. Susceptibilidad por creep
V.7b Susceptibilidad por creep en la zona urbana; Teziutlán



FLUJOS

Peligro

Un flujo es el movimiento de material en la ladera, con un comportamiento muy parecido a un fluido viscoso, determinado por el movimiento individual de las partículas que viajan separadas dentro de la masa removida, lo que origina velocidades diferenciales. El proceso es de poca duración, lo que dificulta la observación en el momento en el que sucede el proceso.

a) Metodología

Análisis Multicriterio aplicado para definir zonas de susceptibilidad por flujos

Para definir zonas de susceptibilidad por flujos se optó por aplicar un análisis multicriterio, procedimiento en el cual se consideraron 6 parámetros: pendiente, geología, erosión hídrica, uso de suelo, distancia a procesos previos y edafología. La pendiente es el factor notablemente más importante en la potencial ocurrencia de flujos, debido a que se requieren valores notables de inclinación del terreno para que el material parcialmente suelto o poco consolidado, acompañando del factor transportador (agua), sea removido ladera abajo con las características propias de los movimientos de flujos. La geología es otro parámetro de gran importancia en la ocurrencia de flujos, pero menor a la pendiente, puesto que la referencia de relieve requerida es justamente la pendiente y, en menor grado, las características de la roca formadora del relieve.

Por otro lado, zonas con registros de flujos son indicativo de zona de susceptibilidad, pero en menor peso que la pendiente o la geología, ya que es lógico que en las zonas cercanas a procesos previos se presentan las condiciones para que puedan ocurrir nuevos movimientos. Con un peso casi idéntico, se estableció a la erosión hídrica como el cuarto parámetro en importancia, principalmente por el incremento de la infiltración y el material suelo resultado de los procesos erosivos. La edafología es el quinto factor en importancia en la ocurrencia de flujos, ya que los suelos son el material primordial removido en estos procesos, y que sus características físicas pueden favorecer o condicionar la presencia de estos procesos de ladera. En el caso del uso de suelo, cambios asociados por la actividad antrópica (deforestación, cortes al pie de la ladera, caminos, etc.) modifican las condiciones naturales y pueden desestabilizar el terreno.

Indudablemente, la interacción de diversos factores es necesaria para que se generen flujos y la influencia de cada uno de dichos factores es diferencial, tanto en su peso específico como espacialmente, lo que recrea escenarios distintos aun en regiones aparentemente similares en el medio físico, condición que se potencia cuando el factor humano está

presente, por ejemplo en el cambio en el uso de suelo. Sin embargo, ciertos factores pueden ser considerados como desencadenantes de flujos, por ejemplo, lluvias intensas durante un período corto de tiempo, o bien lluvias extraordinarias.

El incremento de los procesos de remoción en masa, incluidos los flujos, en la temporada de lluvias es notable en todo el mundo, pero tal situación se refuerza cuando se presentan eventos extraordinarios. En el caso específico de México, los registros de ocurrencia de flujos se remiten a la temporada de mayores precipitaciones. Sin embargo, la inestabilidad se puede presentar a lo largo de todo el año, con movimientos milimétricos, y reactivarse con la presencia de lluvias.

A partir de lo anterior, se determinó combinar el mapa de susceptibilidad por flujos con las zonas de precipitaciones máximas, en términos de periodos de retorno, con la finalidad de incrementar la certidumbre del mapa final de amenaza por estos movimientos de remoción de material. De esta forma, los resultados plasmados en la cartografía incluyen no solo la variable espacial, mostrada en zonas de susceptibilidad, sino también un parámetro temporal, lo cual permite, indirectamente, establecer periodos de retorno por flujos en Teziutlán.

Para la estimación de la susceptibilidad a flujos a escala urbana también se aplicó un análisis multicriterio. En este caso, los parámetros considerados fueron pendiente, erosión hídrica, densidad de disección, geometría del relieve, distancia a flujos previos y dirección del flujo.

En esta escala, la pendiente también es el factor de mayor influencia en la potencial ocurrencia de deslizamientos. En segundo término, la erosión hídrica tiene un alto grado de influencia en la inestabilidad de laderas, debido a la remoción de material superficial y debilitamiento de factores externos de estabilidad o de anclaje del material formador de laderas.

La dirección de flujo superficial es el tercer parámetro en importancia en la susceptibilidad a flujos, ya que la dirección que sigue el agua asociada a precipitaciones extraordinarias es un factor con alto potencial desestabilizador, incluso ante precipitaciones previas y acumulación de humedad antecedente, aun en eventos de precipitación de cualidad normal. En cuarto término, la densidad de disección es un factor desestabilizador, ya que los cauces o corrientes superficiales erosionan la base de las laderas o bien su escurrimiento incrementa la infiltración, debilita la resistencia de los factores superficiales de equilibrio del terreno y son zonas de acumulación de escurrimientos mayores.

La distancia a flujos previos es un parámetro indicador de inestabilidad muy importante, ya que es lógico que en las zonas cercanas a procesos previos se presenten las condiciones

ara que puedan ocurrir nuevos movimientos. Por último, la geometría del relieve también es un parámetro morfométrico importante, ya que la forma externa de la ladera puede favorecer la acción de la gravedad, es un posible antecedente de movimientos previos y facilita la acumulación de agua superficial y la infiltración, con las consecuentes alteraciones en las propiedades hídricas de los materiales.

b) Memoria de cálculo

Tabla 22. Índices comparativos y peso específico final de parámetros empleados en definir zonas de susceptibilidad por flujos a escala municipal.

PARAMETRO	Pendiente	Geología	Uso de suelo	Edafología	Distancia a PRM	erosión	PESO ESPECIFICO
Pendiente	0.37500	0.40404	0.31579	0.27586	0.48980	0.22222	0.34712
Geología	0.18750	0.20202	0.26316	0.27586	0.24490	0.33333	0.25113
Uso de suelo	0.06250	0.04040	0.05263	0.03448	0.04082	0.05556	0.04773
Edafología	0.09375	0.05051	0.10526	0.06897	0.04082	0.05556	0.06914
Distancia a flujos previos	0.09375	0.10101	0.15789	0.20690	0.12245	0.22222	0.15070
Erosión hídrica	0.18750	0.20202	0.10526	0.13793	0.06122	0.11111	0.13417
							1.00000

Tabla 23. Índices comparativos y peso específico final de parámetros empleados en definir zonas de susceptibilidad por flujos en la cabecera municipal.

PARAMETRO	Pendiente	Erosión hídrica	Dirección del flujo superficial	Densidad de disección	Distancia a flujos previos	Geometría del relieve	PESO ESPECIFICO
Pendiente	0.34286	0.37500	0.29268	0.37500	0.31579	0.26667	0.32800
Erosión hídrica	0.17143	0.18750	0.14634	0.25000	0.21053	0.20000	0.19430
Dirección del flujo superficial	0.17143	0.18750	0.14634	0.06250	0.21053	0.20000	0.16305
Densidad de disección	0.11429	0.09375	0.29268	0.12500	0.10526	0.13333	0.14405
Distancia a flujos previos	0.11429	0.09375	0.07317	0.12500	0.10526	0.13333	0.10747
Geometría del relieve	0.08571	0.06250	0.04878	0.06250	0.05263	0.06667	0.06313
							1.00000

c) Resultado del análisis

Ponderación de peligro

Las zonas de muy alta susceptibilidad por flujos en el municipio se ubican en el oriente y poniente de la porción centro y sur, en los límites con los municipios adyacentes; ocupan un total de 20.9 km², lo que equivale al 22.7% del territorio municipal. La población expuesta a estas zonas de susceptibilidad suma 3,061 habitantes, que viven en las localidades de Cruz Blanca, Ixticpan, Lomas de Ayotzingo, Rancho Luz Laurel, San Pedro Xoloco, Coyopol, La

Calzada y Tatahuicapa. En la zona urbana, este grado de susceptibilidad se distribuye a lo largo de toda la ciudad, bordeando las laderas laterales de los cauces laterales de la ciudad; estas zonas suman 3.6 km² (16.7% de la ciudad), con potencial de afectación a 6,352 habitantes, es decir al 6.9% de la población total del municipio.

La susceptibilidad alta se presenta en principalmente en el centro y sur del municipio de Teziutlán, en la localidades de Amila, Chicolate, Cuaxoxpan, La Cantera (Tehuatlán), Maxtaco y Mexcalcuautla, entre las cuales suman un total de 4,318 pobladores, a lo largo de 18.9 km² del territorio municipal. En la ciudad de Teziutlán abarca un total de 4 km² (18.8% de la zona urbana), porción en la cual habitan 8,756 personas, es decir el 9.5% de la población absoluta de Teziutlán; se distribuyen en franjas alargadas que delimitan las regiones de mayor pendiente de los múltiples barrancos laterales en la cabecera municipal.

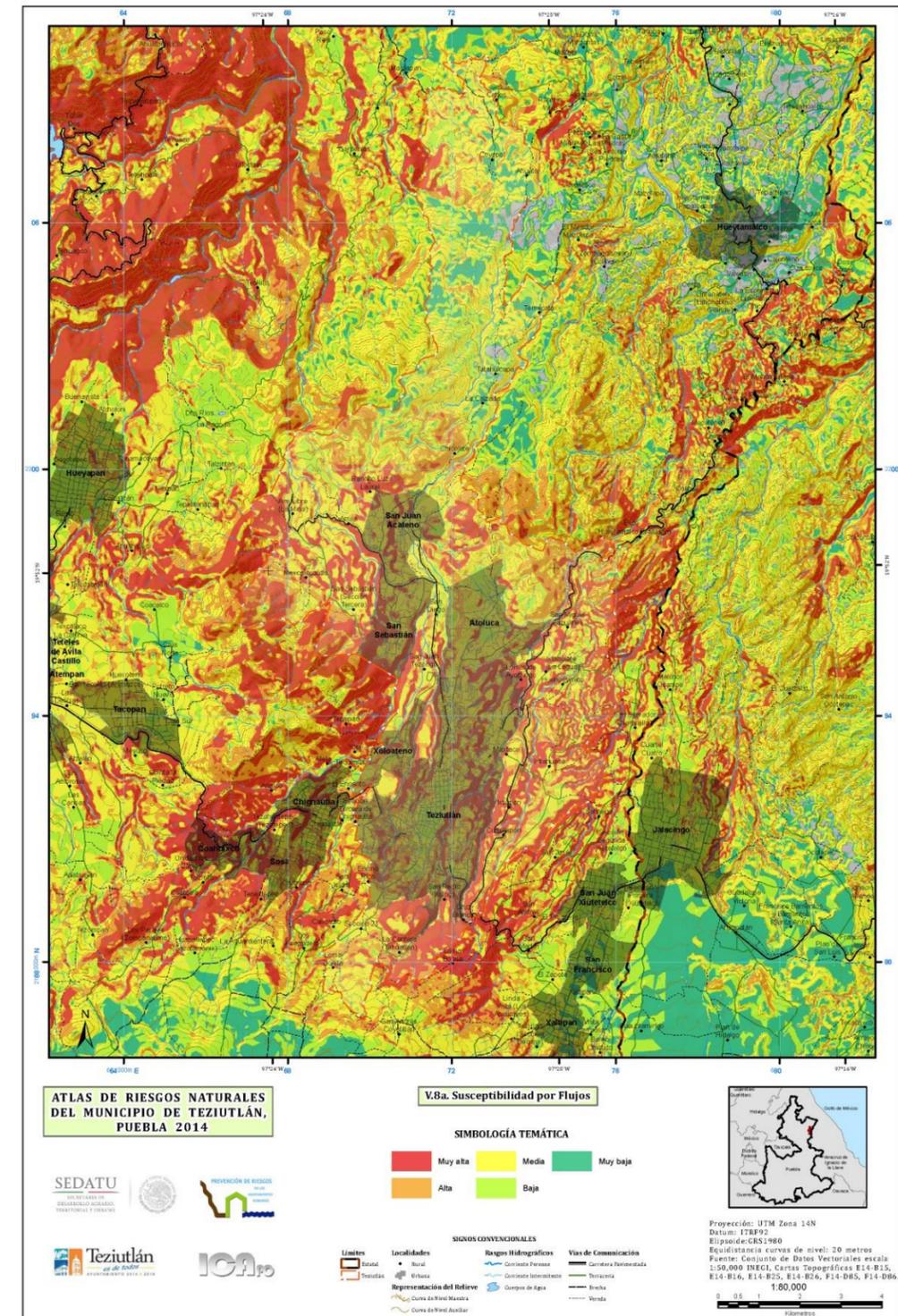
La susceptibilidad media se presenta en prácticamente todo el territorio municipal, particularmente en la porción sur, sobre la cual se asientan las localidades de Aire Libre (La Mina), Huehueymico, Ixtahuiata (La Legua), Ixtlahuaca, Loma Bonita, San Juan Tezongo, San Miguel Capulines, San Sebastián (Sección Tercera) y Sección 23, cuya población conjunta asciende a 7,007 habitantes. Estas zonas ocupan 41.4 % del territorio municipal (38.1 km²). En cuanto a la zona urbana, tiene presencia en toda la ciudad y actúa como límite entre las zonas de mayor inestabilidad y la porción centro que tiende a ser más estable, a lo largo de 3.5 km², es decir 16.3% de la zona urbana, regiones que son habitadas por 13,382 ciudadanos.

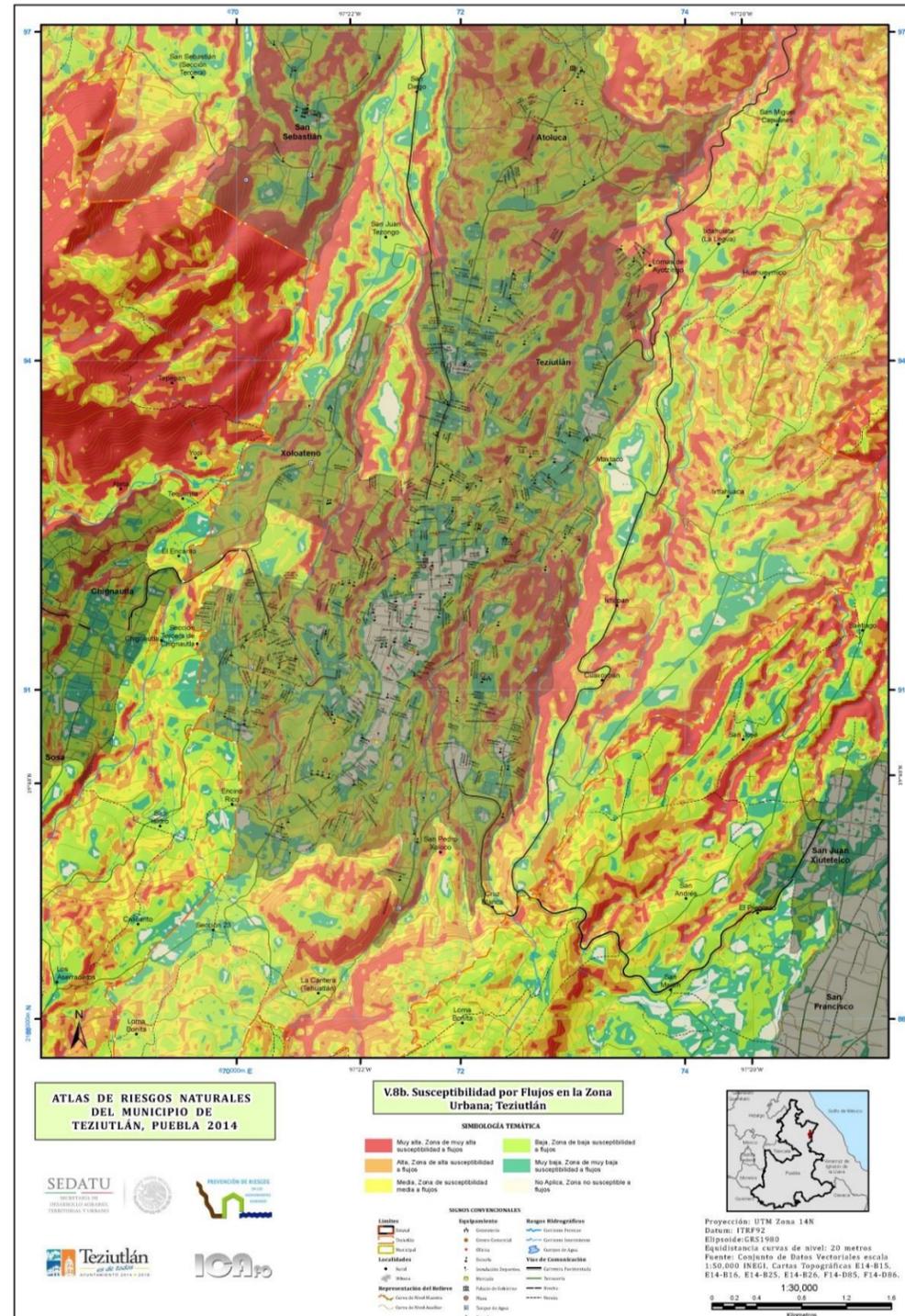
Con respecto a la zona de susceptibilidad baja a escala municipal, se distribuyen en porciones menores del centro y sur, con mayor distribución espacial en el norte (10.9 km² - 11.9% de la superficie de Teziutlán-), con incidencia directa únicamente en las localidades de Ahuata, San Diego y Temecata. Las zonas de baja susceptibilidad a flujos en la zona urbana son amplias, pues abarcan 6.8 km², es decir el 31.8% de la superficie urbana, porción del a ciudad habitada por 16,704 personas.

Por último, las zonas de susceptibilidad muy baja se limitan al norte del municipio, sin afectar a localidad alguna y ocupando tan solo 3.3 km² (3.5% del total municipal). Finalmente, en la zona urbana el terreno con susceptibilidad my baja predomina en el centro y oriente de la ciudad, cuya extensión suma 2.5km², es decir 11.5% de la superficie urbana, en la cual viven 14,586 habitantes. Cabe mencionar que en la ciudad de Teziutlán, en la porción centro de la ciudad, más algunas zonas aisladas del sur y centro de la zona urbana, no existe probabilidad alguna de ocurrencia de flujos (**Mapa V.8a. Susceptibilidad por flujos; V.8b. Susceptibilidad por flujos en la zona urbana; Teziutlán; Tabla 24**).

Tabla 24. Susceptibilidad por flujos.

SUSCEPTIBILIDAD POR FLUJOS	ZONA	POBLACIÓN POTENCIALMENTE EXPUESTA (valor absoluto)	POBLACIÓN POTENCIALMENTE EXPUESTA (% respecto al total municipal)
MUY ALTA	URBANA	6,352	6.9
	RURAL	3,061	3.3
ALTA	URBANA	8,756	9.5
	RURAL	4,318	4.7
MEDIA	URBANA	13,382	14.5
	RURAL	7,007	7.6
BAJA	URBANA	16,704	18.1
	RURAL	2,499	2.7
MUY BAJA	URBANA	14,586	15.8
	RURAL	30	0.001
TOTAL	URBANA	59,779	64.8
	RURAL	16,915	18.3
SUSCEPTIBILIDAD POR FLUJOS	ZONA	EXTENSIÓN (KM2)	EXTENSIÓN (%)
MUY ALTA	URBANA	3.6	16.7
	MUNICIPAL	20.9	22.7
ALTA	URBANA	4.0	18.8
	MUNICIPAL	18.9	20.5
MEDIA	URBANA	3.5	16.3
	MUNICIPAL	38.1	41.4
BAJA	URBANA	6.8	31.8
	MUNICIPAL	10.9	11.9
MUY BAJA	URBANA	2.5	11.5
	MUNICIPAL	3.3	3.5
TOTAL	URBANA	20.3	95.1
	MUNICIPAL	92.0	99.5





Adicionalmente se integran los mapas de índice de peligro, en el cual mediante algebra de mapas se integró el factor detonante (lluvias con períodos de retorno a 5, 10, 25 y 50 años) con los mapas de susceptibilidad por flujos, dando origen a la siguiente cartografía:

V.8c. Índice de peligro por flujos para un periodo de retorno de 5 años

V.8d. Índice de peligro por flujos para un periodo de retorno de 10 años

V.8e. Índice de peligro por flujos para un periodo de retorno de 25 años

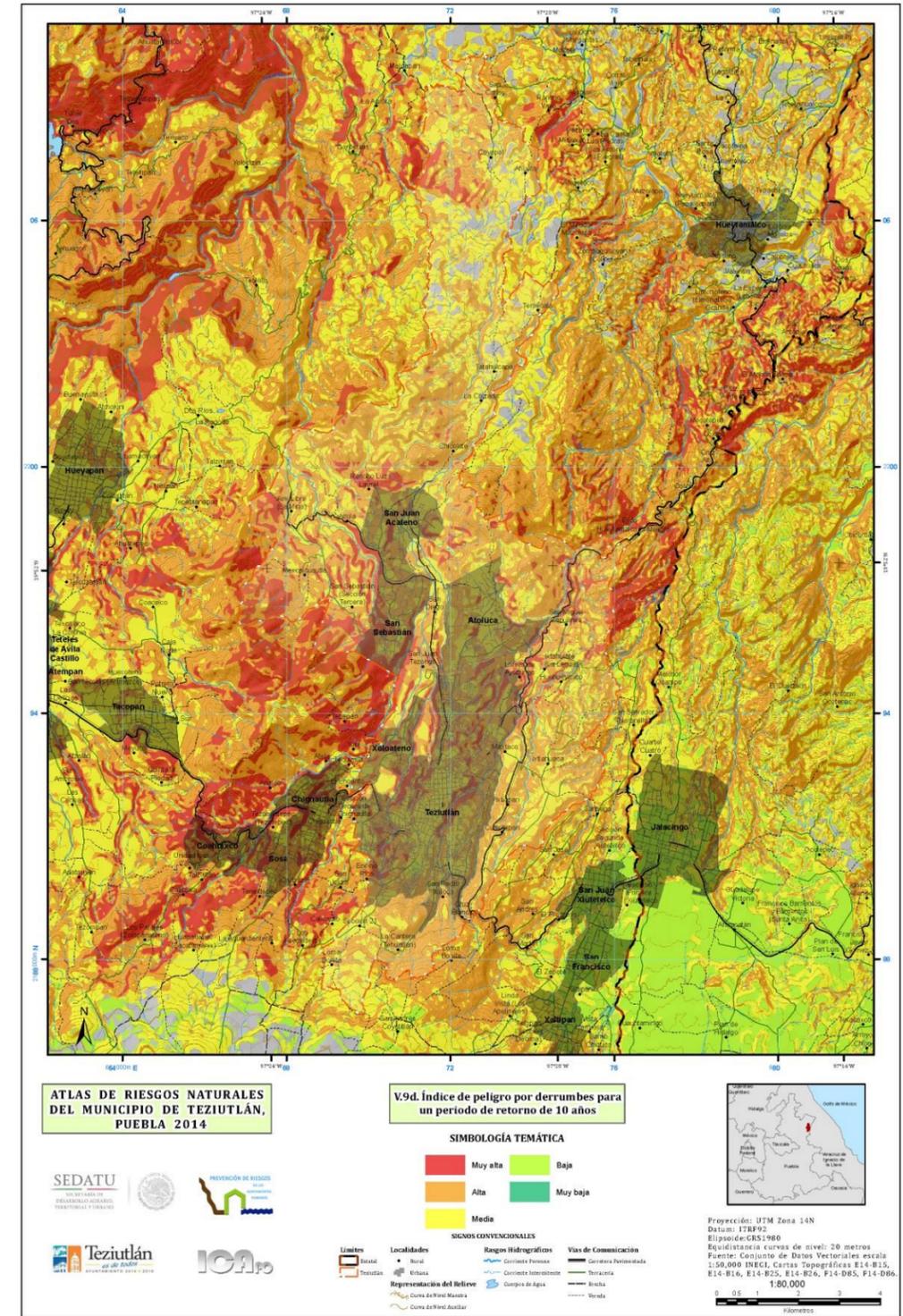
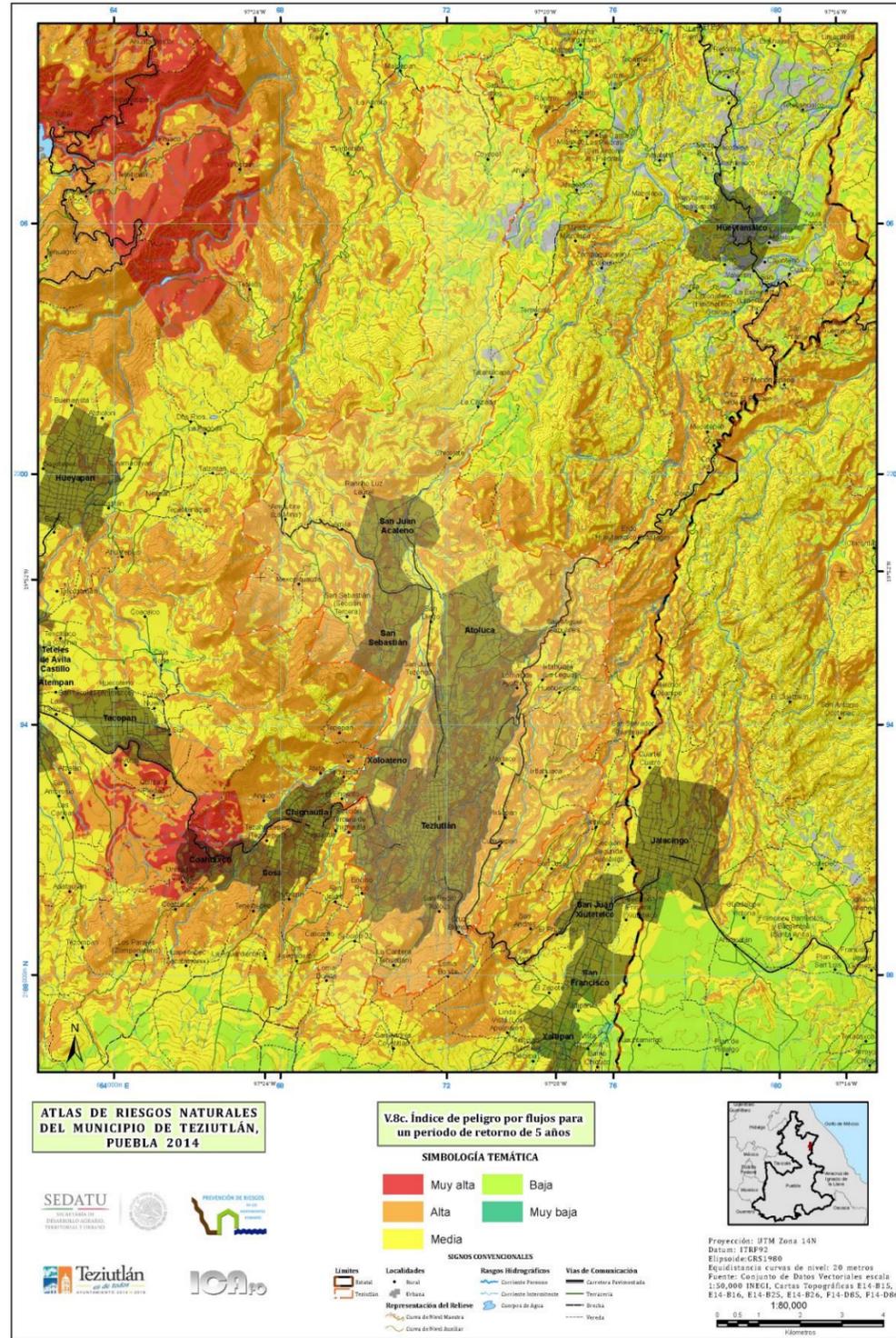
V.8f. Índice de peligro por flujos para un periodo de retorno de 50 años

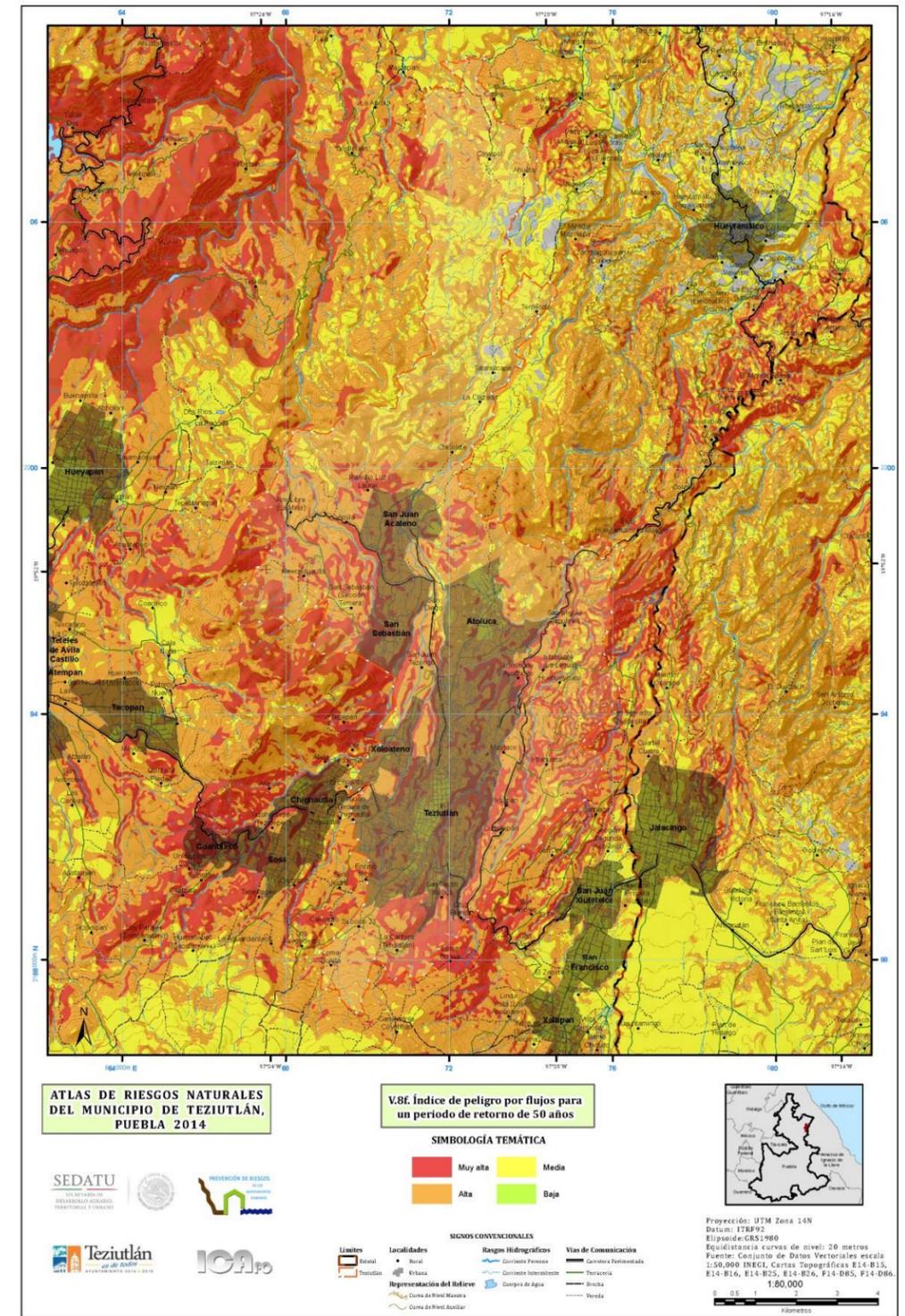
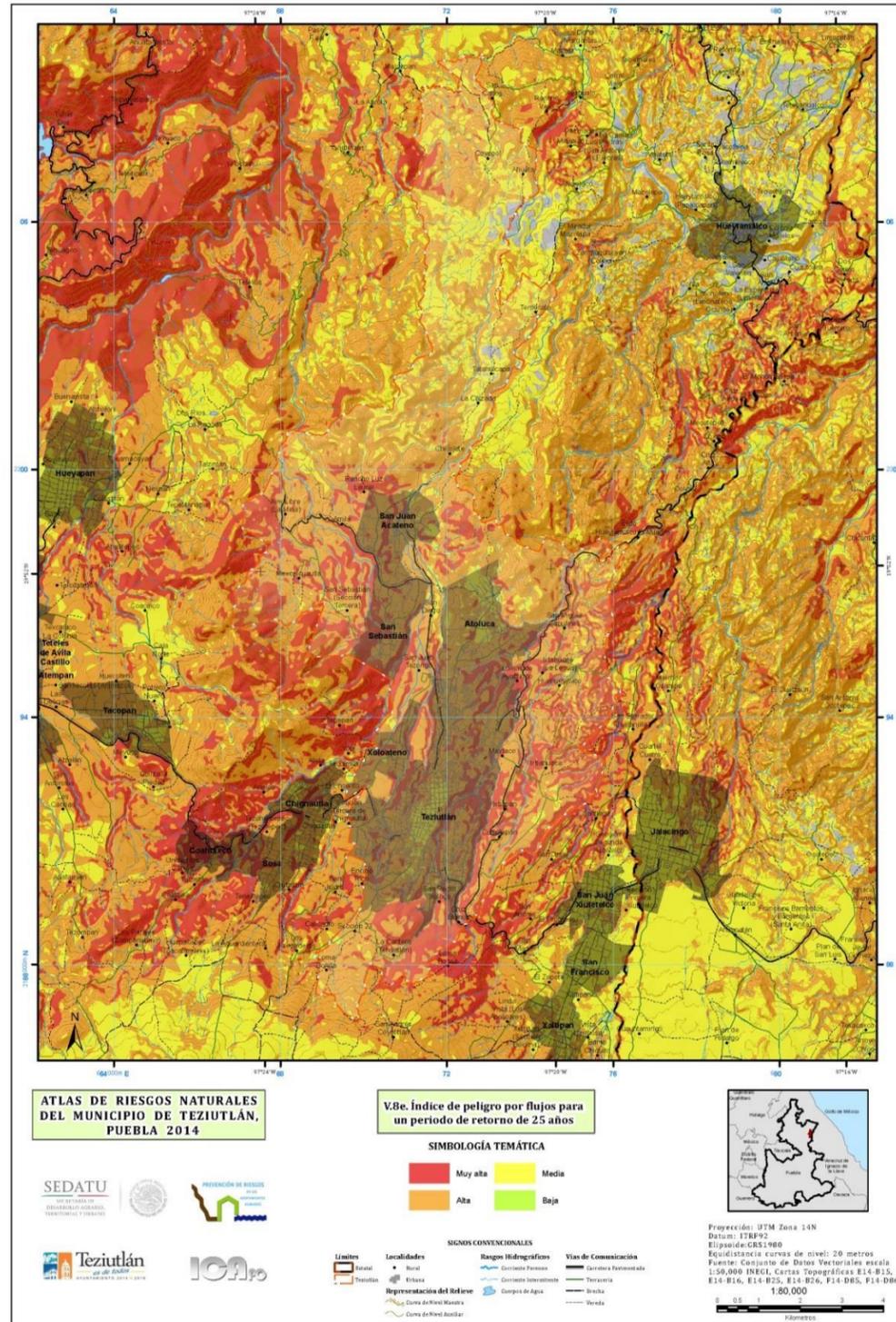
V.8g. Índice de peligro por flujos para un periodo de retorno de 5 años en la zona urbana; Teziutlán

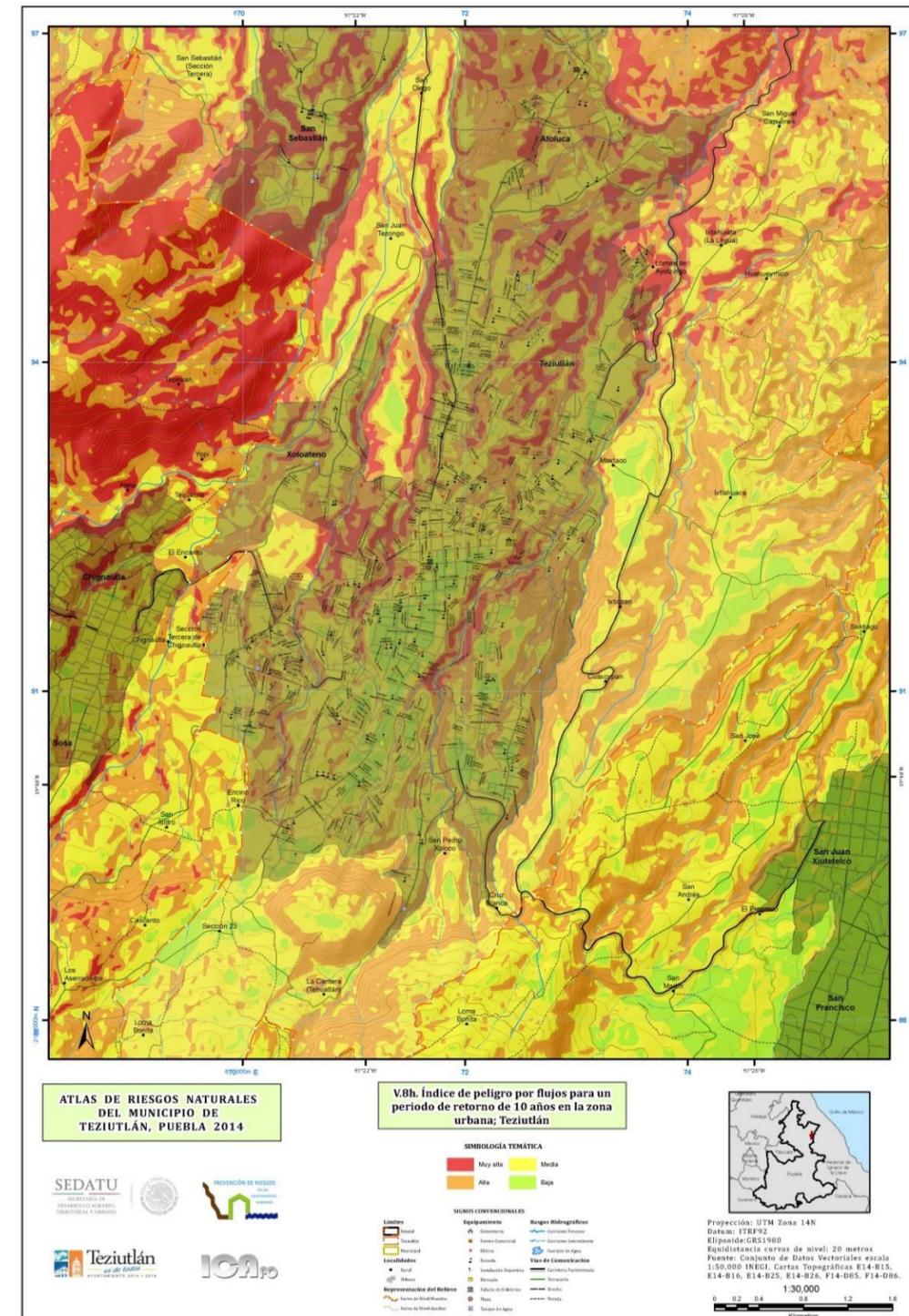
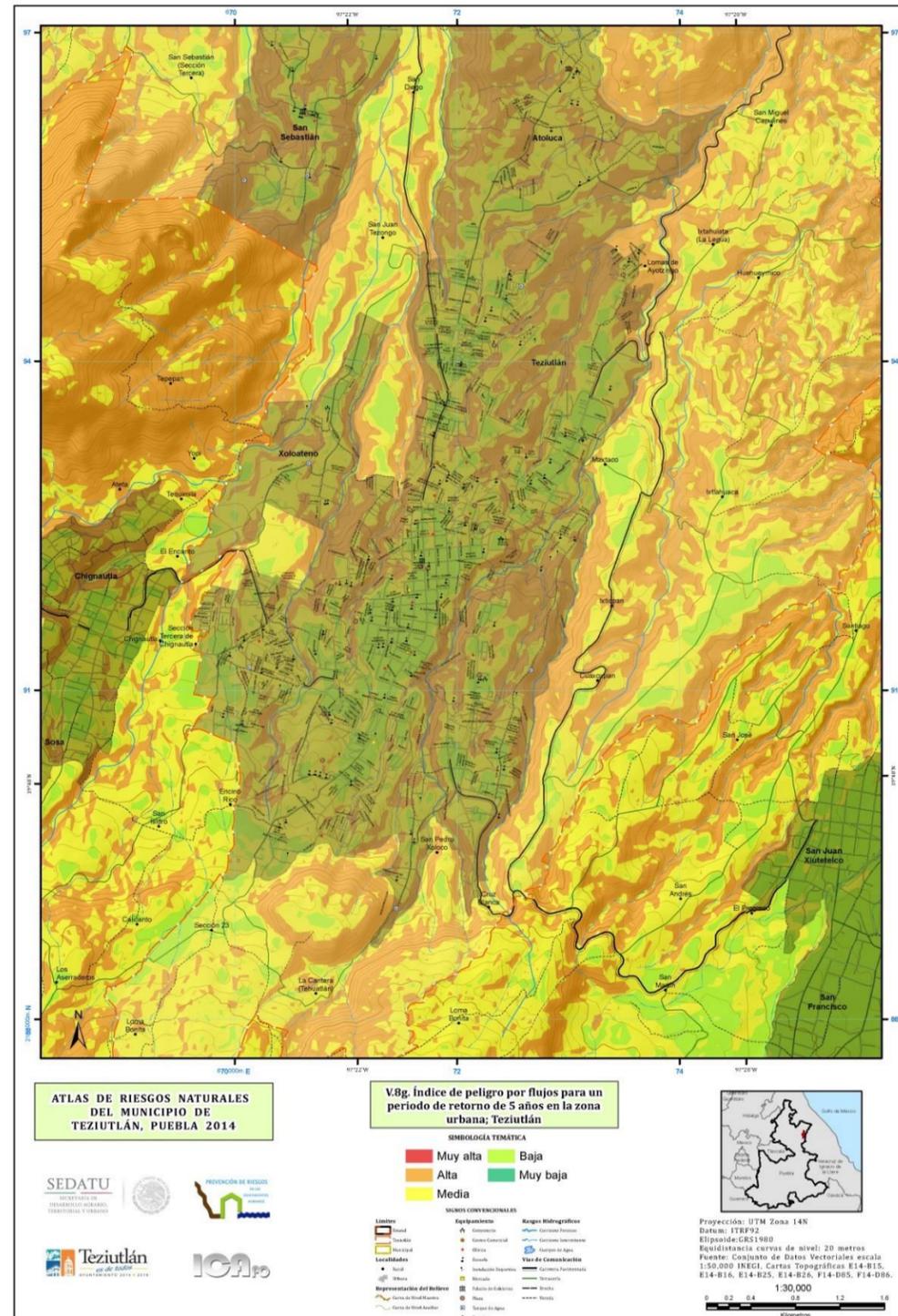
V.8h. Índice de peligro por flujos para un periodo de retorno de 10 años en la zona urbana; Teziutlán

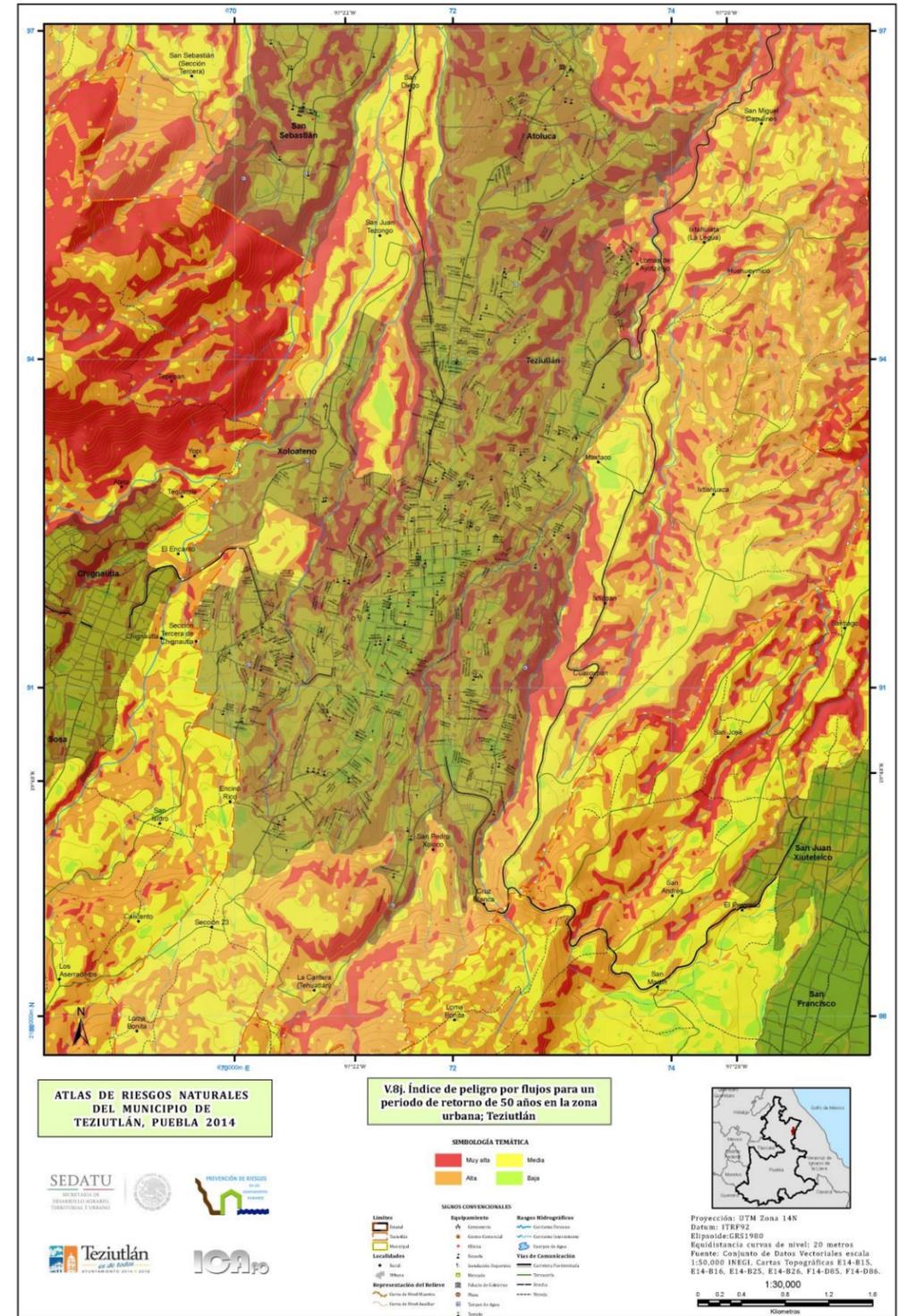
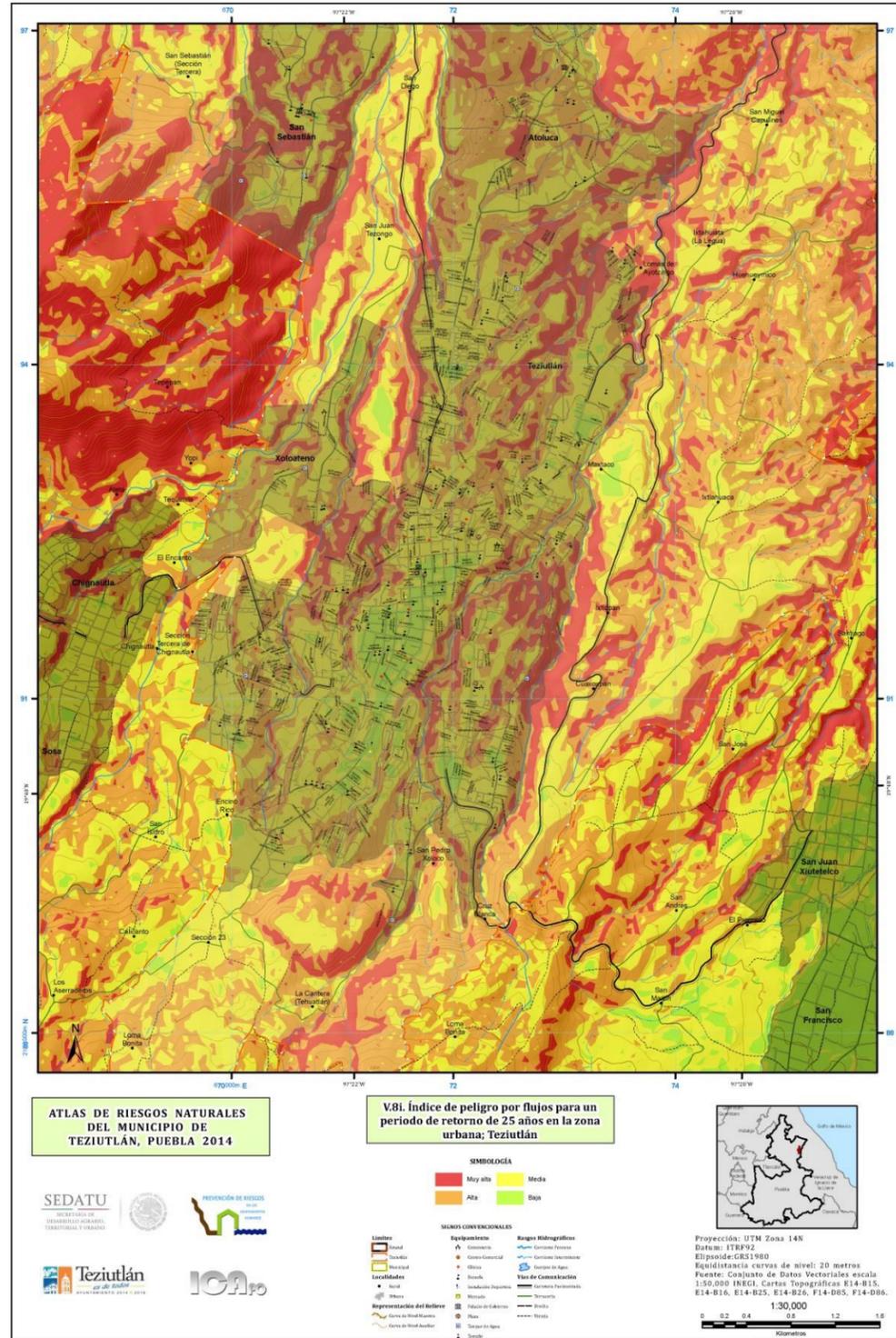
V.8i. Índice de peligro por flujos para un periodo de retorno de 25 años en la zona urbana; Teziutlán

V.8j. Índice de peligro por flujos para un periodo de retorno de 50 años en la zona urbana; Teziutlán









CAÍDOS O DERRUMBES

Peligro

De acuerdo con CENAPRED, un derrumbe es un movimiento repentino de suelos y fragmentos aislados de rocas que se originan en pendientes abruptas y acantilados, por lo que el movimiento es en caída libre, rodando y rebotando

a) Metodología

Análisis Multicriterio aplicado para definir zonas de susceptibilidad por derrumbes

La metodología basada en la aplicación del análisis multicriterio fue la empleada para definir zonas de susceptibilidad por derrumbes para el municipio de Teziutlán, considerando la pendiente, geología, erosión hídrica, edafología, uso de suelo y distancia a derrumbes previos.

Tal como sucede con todos los procesos de ladera, la pendiente del terreno es el parámetro de mayor peso específico al establecer zonas de susceptibilidad ante estos movimientos, incluidos los derrumbes. La erosión hídrica es un punto a considerar para la ocurrencia de derrumbes, ya que este proceso denudativo o de desgaste aporta material suelto, disminuye la retención o anclaje asociado a la cubierta vegetal y se incrementa la infiltración y el peso de los estratos superiores.

En orden de importancia, la geología es el tercer parámetro de mayor influencia en la probabilidad de ocurrencia de derrumbes, dadas las características de las rocas y su génesis formativa. La distancia de derrumbes previos es el cuarto factor en importancia relativa, ya que estos son indicativos de zonas en las cuales se concentran condiciones que favorecen la ocurrencia de dichos procesos de remoción.

Por otro lado, la edafología es un factor a considerar en la susceptibilidad a derrumbes, debido a que suelos pedregosos o poco consolidados favorecen la remoción de material ladera debajo sin la necesidad de factores de transporte complejos, por ejemplo grandes cantidades de agua. Por último, el uso de suelo también es un parámetro de notable importancia en la delimitación de zonas de peligro por derrumbes, debido a que los cambios generados en el relieve o en la vegetación remueven o modifican elementos que retienen el material formador de laderas, por ejemplo los sistemas de raíces.

Indudablemente, la interacción de diversos factores es necesaria para que se generen derrumbes y la influencia de cada uno de dichos factores es diferencial, tanto en su peso

específico como espacialmente, lo que recrea escenarios distintos aun en regiones aparentemente similares en el medio físico, condición que se potencia cuando el factor humano está presente, por ejemplo en el cambio en el uso de suelo. Sin embargo, ciertos factores pueden ser considerados como desencadenantes de derrumbes, por ejemplo, lluvias intensas durante un período corto de tiempo, o bien lluvias extraordinarias.

El incremento de los procesos de remoción en masa, incluidos los derrumbes, en la temporada de lluvias es notable en todo el mundo, pero tal situación se refuerza cuando se presentan eventos extraordinarios. En el caso específico de México, los registros de ocurrencia de procesos de ladera se remiten a la temporada de mayores precipitaciones. Sin embargo, la inestabilidad se puede presentar a lo largo de todo el año, con movimientos milimétricos, y reactivarse con la presencia de lluvias.

A partir de lo anterior, se determinó combinar el mapa de susceptibilidad por derrumbes con las zonas de precipitaciones máximas, en términos de periodos de retorno, con la finalidad de incrementar la certidumbre del mapa final de amenaza por inestabilidad de laderas. De esta forma, los resultados plasmados en la cartografía incluyen no solo la variable espacial, mostrada en zonas de susceptibilidad, sino también un parámetro temporal, lo cual permite, indirectamente, establecer períodos de retorno por derrumbes en Teziutlán.

Para la estimación de la susceptibilidad a derrumbes a escala urbana también se aplicó un análisis multicriterio. En este caso, los parámetros considerados fueron pendiente, erosión hídrica, densidad de disección, geometría del relieve, distancia a flujos previos y dirección del flujo.

En esta escala, la pendiente también es el factor de mayor influencia en la potencial ocurrencia deslizamientos. En segundo término, la erosión hídrica tiene un alto grado de influencia en la inestabilidad de laderas, debido a la remoción de material superficial y debilitamiento de factores externos de estabilidad o de anclaje del material formador de laderas.

En cuarto término, la densidad de disección es un factor desestabilizador, ya que los cauces o corrientes superficiales erosionan la base de las laderas o bien su escurrimiento incrementa la infiltración, debilita la resistencia de los factores superficiales de equilibrio del terreno y son zonas de acumulación de escurrimientos mayores. La distancia a derrumbes previos es un parámetro indicador de inestabilidad muy importante, ya que es lógico que en las zonas cercanas a procesos previos se presentan las condiciones para que puedan ocurrir nuevos movimientos.

la geometría del relieve también es un parámetro morfométrico importante, ya que la forma externa de la ladera puede favorecer la acción de la gravedad, es un posible antecedente

de movimientos previos y facilita la acumulación de agua superficial y la infiltración, con las consecuentes alteraciones en las propiedades hídricas de los materiales. Por último, la dirección de flujo superficial es un parámetro de suma importancia en la susceptibilidad a derrumbes, ya que la dirección que sigue el agua asociada a precipitaciones extraordinarias es un factor con alto potencial desestabilizador, incluso ante precipitaciones previas y acumulación de humedad antecedente, aun en eventos de precipitación de cualidad normal.

b) Memoria de cálculo

Tabla 25 Índices comparativos y peso específico final de parámetros empleados en definir zonas de susceptibilidad por derrumbes en la cabecera municipal.

PARAMETRO	Pendiente	Geología	Uso de suelo	Edafología	Distancia a derrumbes previos	Erosión hídrica	PESO ESPECIFICO
Pendiente	0.43796	0.38710	0.31250	0.46154	0.26667	0.52174	0.39792
Geología	0.10949	0.09677	0.12500	0.23077	0.08889	0.08696	0.12298
Uso de suelo	0.08759	0.19355	0.06250	0.03846	0.02222	0.08696	0.08188
Edafología	0.07299	0.03226	0.12500	0.07692	0.17778	0.08696	0.09532
Distancia a derrumbes previos	0.14599	0.09677	0.25000	0.03846	0.08889	0.04348	0.11060
Erosión hídrica	0.14599	0.19355	0.12500	0.15385	0.35556	0.17391	0.19131
							1.00000

Tabla 26 Índices comparativos y pesos

PARAMETRO	Pendiente	Erosión hídrica	Dirección del flujo superficial	Densidad de disección	Distancia a flujos previos	Geometría del relieve	PESO ESPECIFICO
Pendiente	0.44776	0.54545	0.35294	0.41860	0.42254	0.32258	0.41831
Erosión hídrica	0.14925	0.18182	0.17647	0.27907	0.25352	0.19355	0.20561
Dirección del flujo superficial	0.07463	0.06061	0.05882	0.04651	0.04225	0.03226	0.05251
Densidad de disección	0.14925	0.09091	0.17647	0.13953	0.16901	0.19355	0.15312
Distancia a flujos previos	0.08955	0.06061	0.11765	0.06977	0.08451	0.19355	0.10260
Geometría del relieve	0.08955	0.06061	0.11765	0.04651	0.02817	0.06452	0.06783
							1.00000

o específico final de parámetros empleados en definir zonas de susceptibilidad por derrumbes a escala municipal.

c) Resultado del análisis

Ponderación de peligro

Las zonas de muy alta susceptibilidad por derrumbes en el territorio del municipio de Teziutlán se presentan principalmente en el sur, en las zonas delimitantes con los municipios adyacentes, áreas que suman un total de 14.6km², es decir 15.8% del territorio municipal, regiones sobre las cuales se asientan las localidades de Cruz Blanca, Ixticpan, Lomas de Ayotzingo y San Pedro Xoloco, en las cuales se contabilizan 1,747 habitantes. Con respecto a la zona urbana, las zonas de susceptibilidad muy alta se presentan principalmente en la porción poniente, norte y sureste de la ciudad de Teziutlán, cubriendo un área de 4.8 km² (22.3% de la ciudad), manzanas en las cuales habitan 8,251 personas.

La susceptibilidad alta se distribuye espacialmente en todo el municipio de Teziutlán, principalmente en la zona centro, sobre las cuales se localizan las localidades de Chicolate, Cuaxoxpan, La Cantera (Tehuatlán) y Mexcalcuautla, que poseen en su conjunto 3,444 habitantes, a lo largo de 23.3 km² (25.2% del territorio municipal). La susceptibilidad alta en la porción urbana de Teziutlán muestra una distribución principalmente en los flancos de los diversos barrancos laterales a la zona central de la ciudad, cubriendo un área de 4.1km², es decir el 19.3% de la zona urbana, porciones en las cuales habitan 11,197 personas.

Las zonas de susceptibilidad media se presentan de forma homogénea sobre el territorio municipal, destacando la porción sur, con una extensión total de 21.5 km², lo que corresponde al 23.2% de la superficie del municipio; las localidades que se ubican en este grado de susceptibilidad son Amila, Ixtahuiata (La Legua), Ixtlahuaca, Loma Bonita, Maxtaco, Rancho Luz Laurel, San Juan Tezongo y San Sebastián (Sección Tercera), en las cuales habitan 6,034 personas. En la ciudad, este grado de susceptibilidad se presenta en 4.5km² (20.8% de la zona urbana), a lo largo de toda la ciudad, principalmente en el sur y noreste. En esta porción de la ciudad se tienen registrados a 12,819 habitantes.

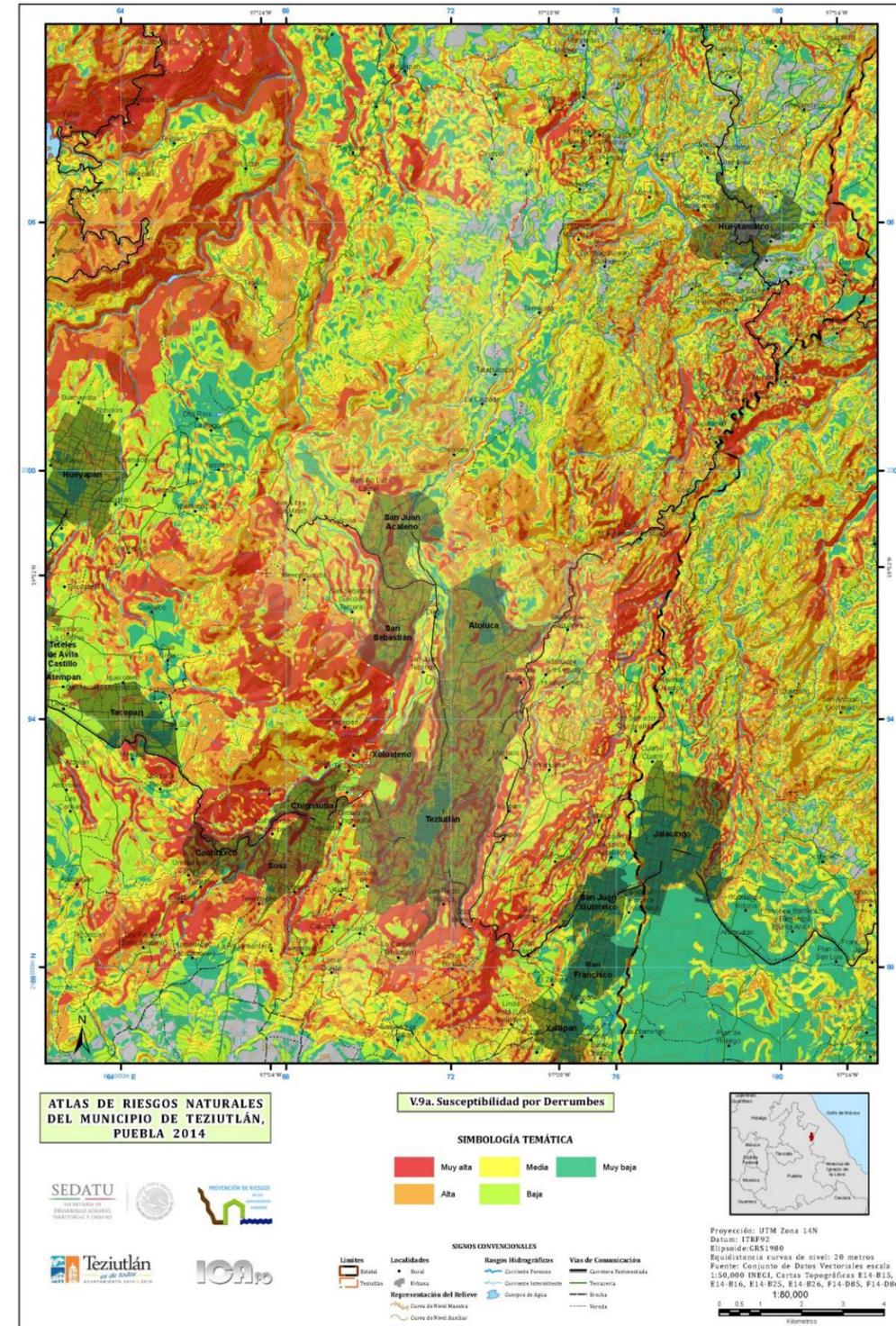
En cuanto a las zonas de susceptibilidad baja por derrumbes, estas se localizan en todo el municipio, con predominio en la zona centro, aunque también hay localidades de otras regiones. Las localidades que se asientan en este grado de susceptibilidad son Aire Libre (La Mina), Huehueymico, San Diego, San Miguel Capulines, Sección 23 y Tatahuicapa, con un total de 5,196 habitantes. En la ciudad, la zona de susceptibilidad baja se localiza más en el centro y suroeste de la zona urbana, porción en la cual viven 14,187 en un área de 24.1 km².

Finalmente, la susceptibilidad muy baja por derrumbes afecta a las localidades de Ahuata, Coyopol, La Calzada y Temecata, que poseen 494 habitantes, lo que equivale al 0.5% del total municipal; estas zonas se definieron principalmente al norte del municipio, algunas

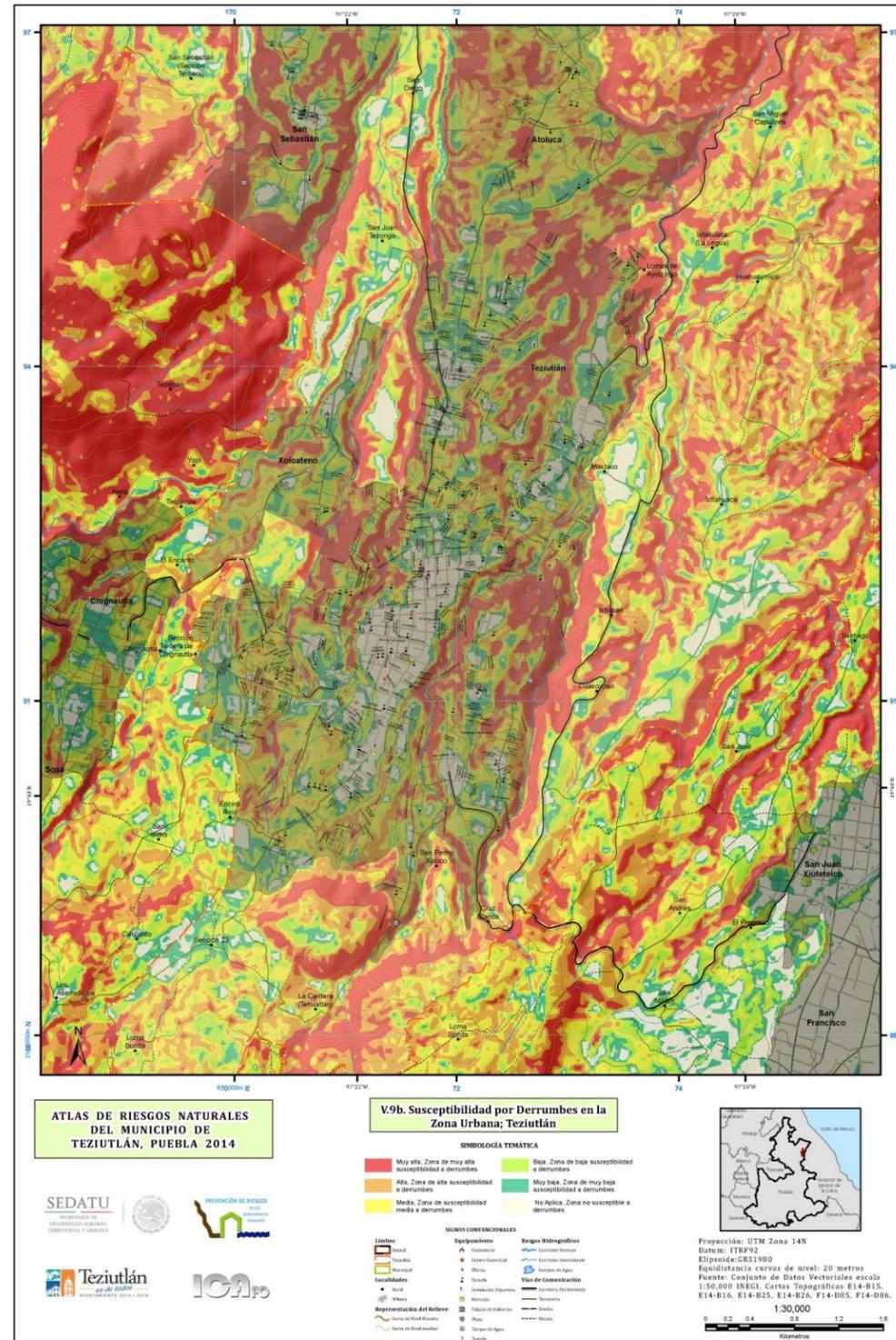
porciones del centro y una extensa zona al sur, cerca de San Pedro Xoloco. En la ciudad se localizan las zonas de susceptibilidad baja primordialmente en el oriente, aunque hay porciones en las demás zonas de la zona urbana, a lo largo de tan solo 2.3 km², con una población registrada de 13,063 habitantes (**Tabla 27**).

Tabla 27. Susceptibilidad por derrumbes.

SUSCEPTIBILIDAD POR DERRUMBES	ZONA	POBLACIÓN POTENCIALMENTE EXPUESTA (valor absoluto)	POBLACIÓN POTENCIALMENTE EXPUESTA (% respecto al total municipal)
MUY ALTA	URBANA	8,251	8.9
	RURAL	1,747	1.9
ALTA	URBANA	11,197	12.1
	RURAL	3,444	3.7
MEDIA	URBANA	12,819	13.9
	RURAL	6,034	6.5
BAJA	URBANA	14,187	15.4
	RURAL	5,196	5.6
MUY BAJA	URBANA	13,063	14.2
	RURAL	494	0.5
TOTAL	URBANA	59,517	64.5
	RURAL	16,915	18.3
SUSCEPTIBILIDAD POR DERRUMBES	ZONA	EXTENSIÓN (KM2)	EXTENSIÓN (%)
MUY ALTA	URBANA	4.8	22.3
	MUNICIPAL	14.6	15.8
ALTA	URBANA	4.1	19.3
	MUNICIPAL	23.3	25.2
MEDIA	URBANA	4.5	20.8
	MUNICIPAL	21.5	23.2
BAJA	URBANA	3.5	16.4
	MUNICIPAL	24.1	26.0
MUY BAJA	URBANA	2.3	10.9
	MUNICIPAL	7.3	7.9
TOTAL	URBANA	19.2	89.6
	MUNICIPAL	90.7	98.1



Adicionalmente se integran los mapas de índice de peligro, en el cual mediante algebra de mapas se integró el factor detonante (lluvias con períodos de retorno a 5, 10, 25 y 50 años) con los mapas de susceptibilidad por derrumbes, dando origen a la siguiente cartografía:



V.9c. Índice de peligro por derrumbes para un periodo de retorno de 5 años

V.9d. Índice de peligro por derrumbes para un periodo de retorno de 10 años

V.9e. Índice de peligro por derrumbes para un periodo de retorno de 25 años

V.9f. Índice de peligro por derrumbes para un periodo de retorno de 50 años

V.9g. Índice de peligro por derrumbes para un periodo de retorno de 5 años en la zona urbana;

Teziutlán

V.9h. Índice de peligro por derrumbes para un periodo de retorno de 10 años en la zona urbana;

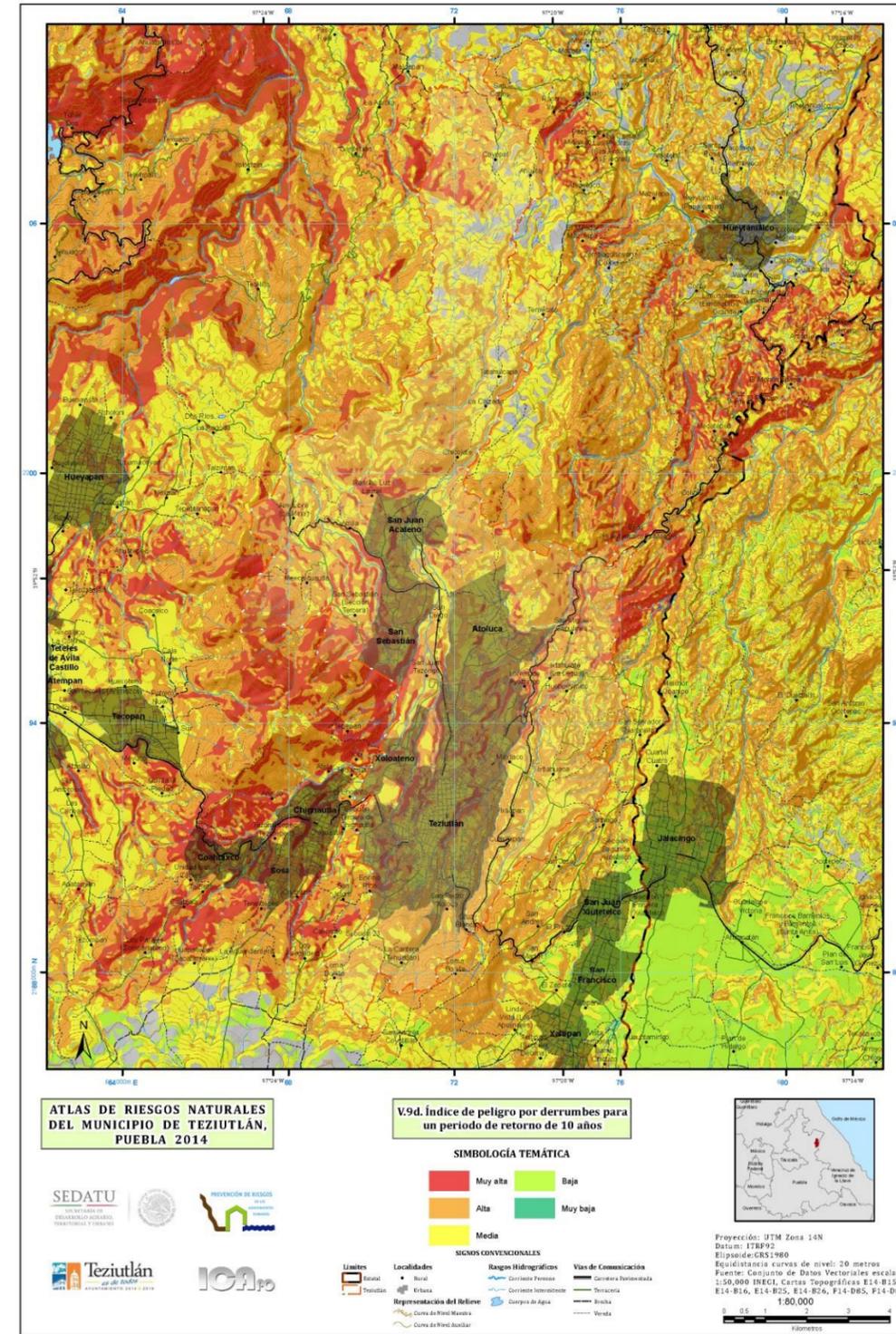
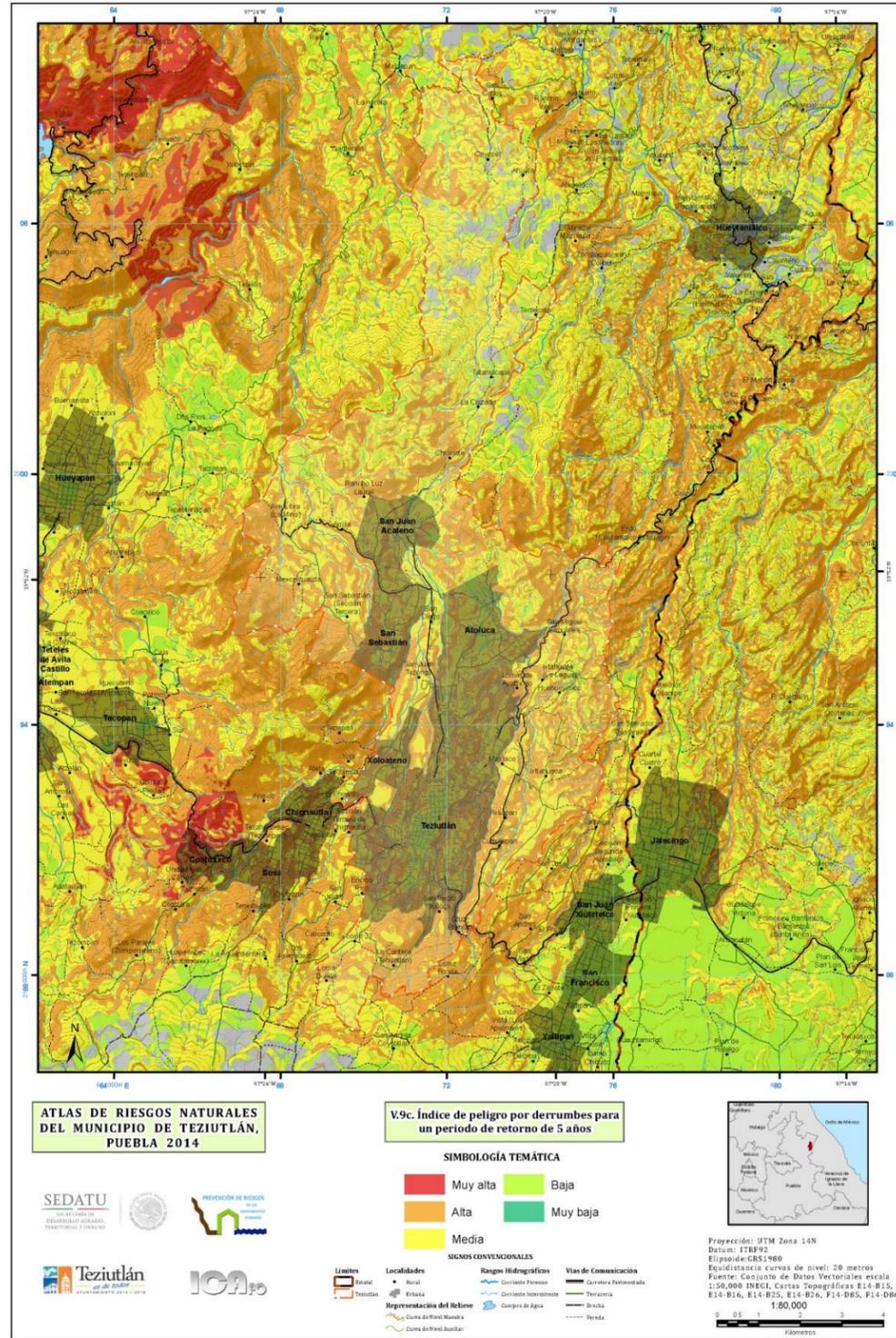
Teziutlán

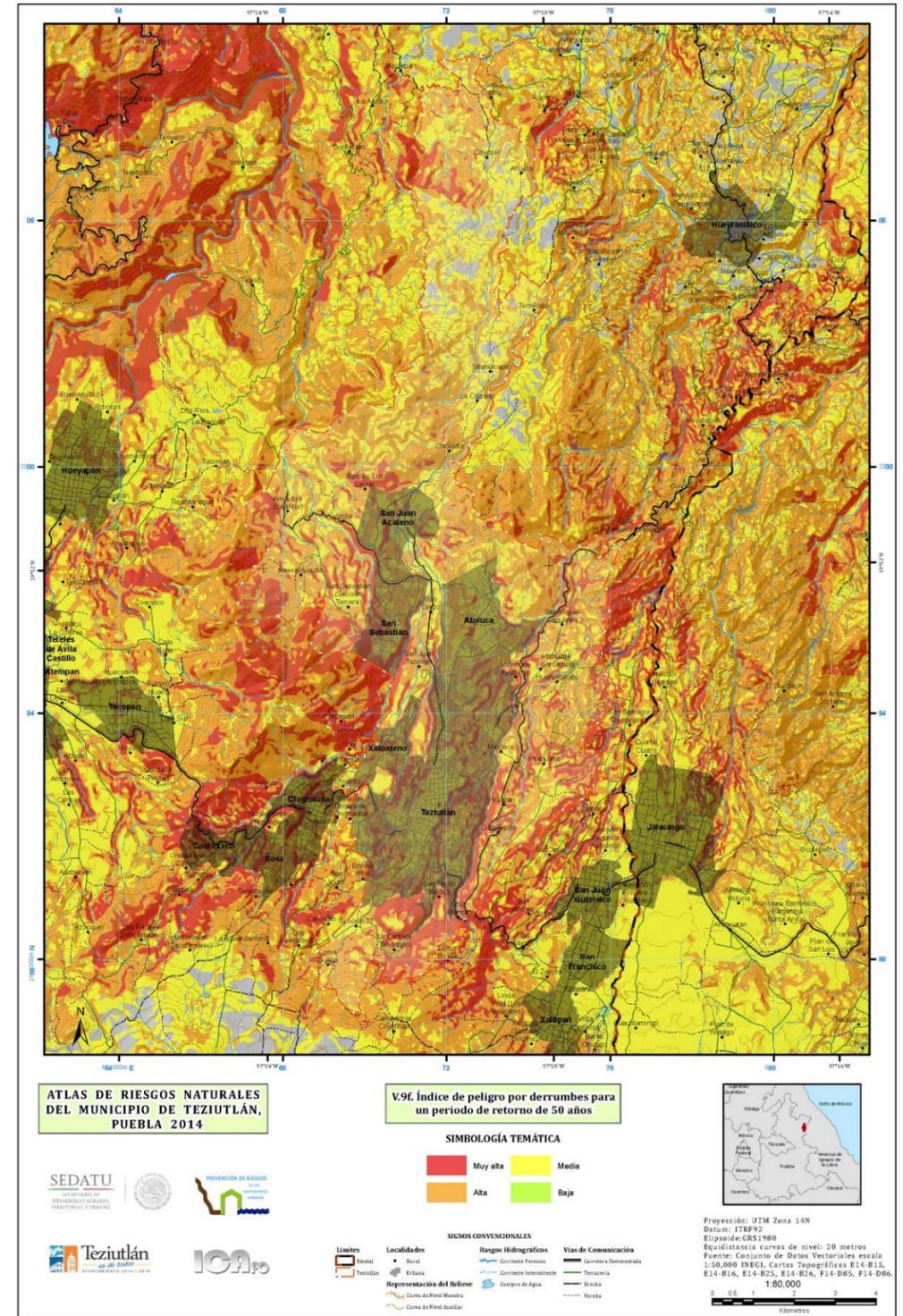
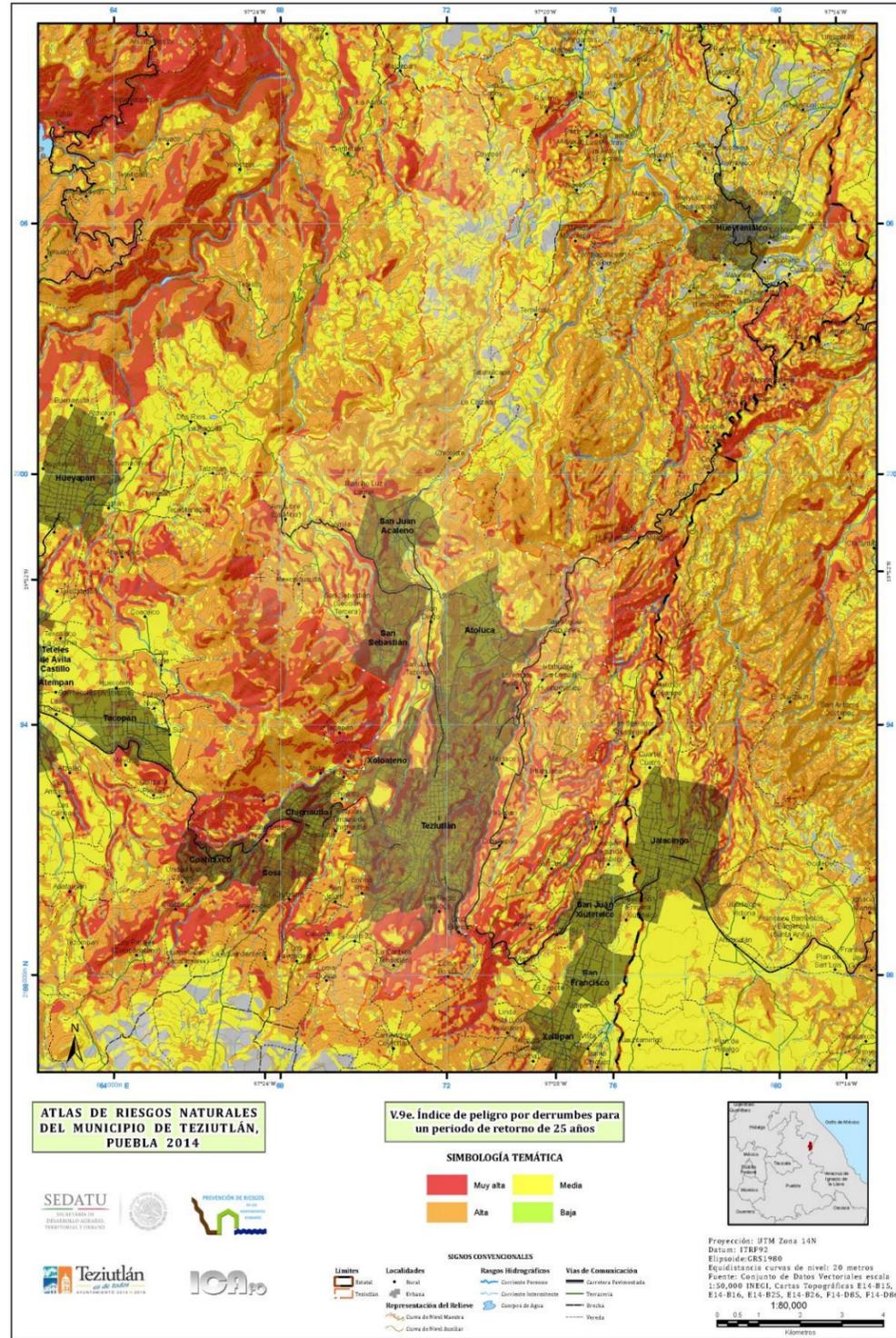
V.9i. Índice de peligro por derrumbes para un periodo de retorno de 25 años en la zona urbana;

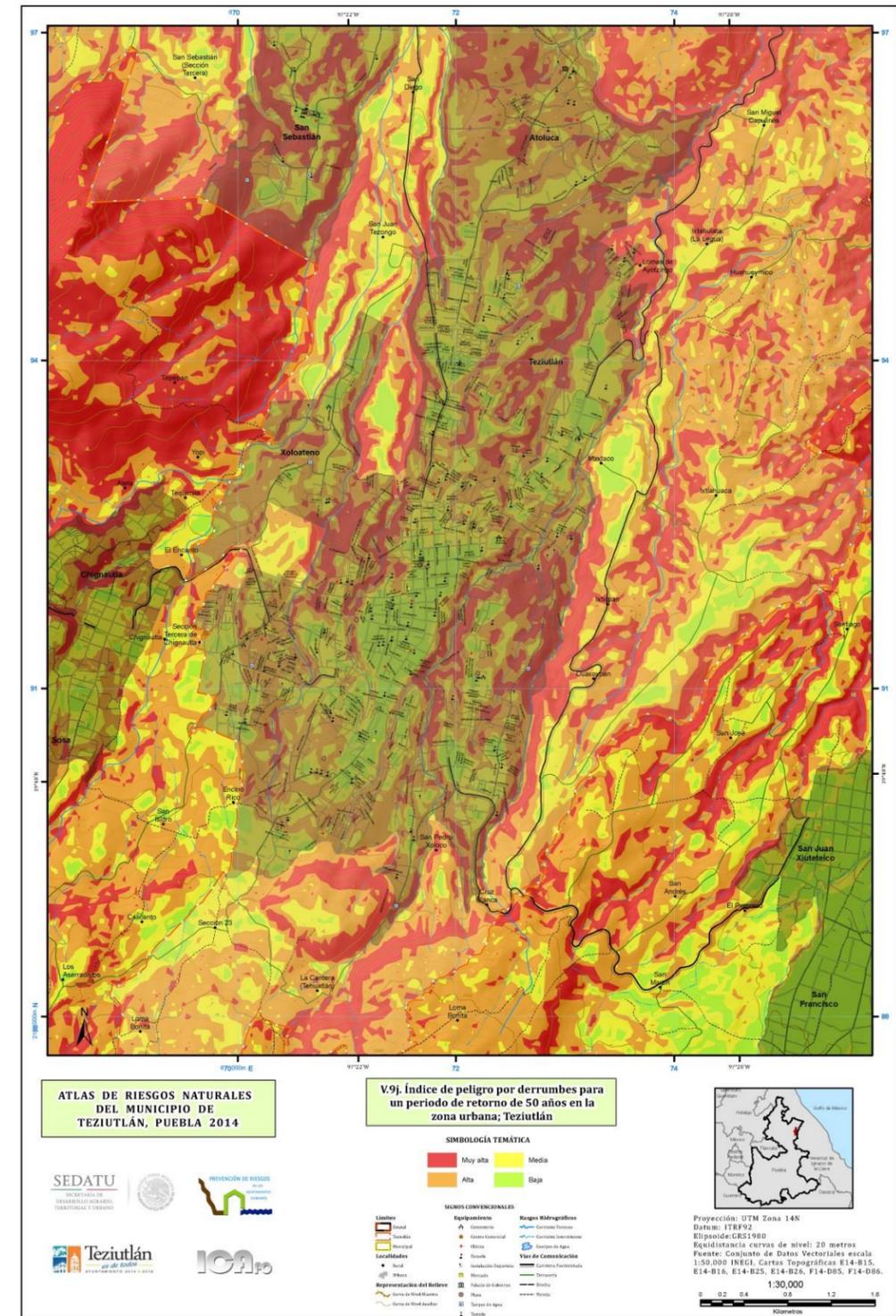
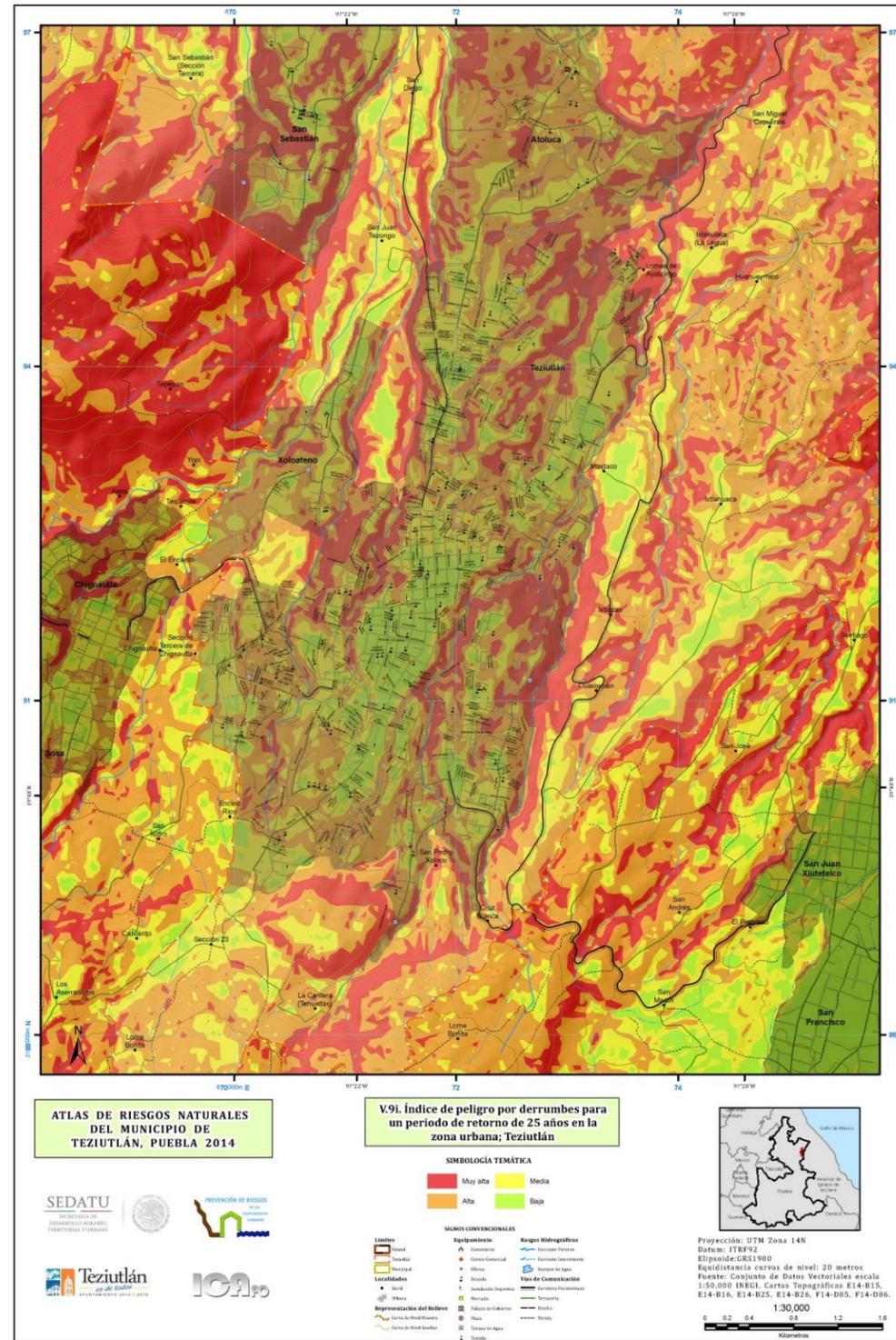
Teziutlán

V.9j. Índice de peligro por derrumbes para un periodo de retorno de 50 años en la zona urbana;

Teziutlán







DETERMINACIÓN EN CAMPO DEL PELIGRO POR INESTABILIDAD DE LADERAS

La determinación de procesos de escala grande, como deslizamientos, requiere de un trabajo importante de campo, complementado con análisis de gabinete. En este sentido, se aplicó una evaluación del peligro de zonas prioritarias en la cabecera municipal, utilizando una metodología de determinación del peligro por deslizamientos in situ propuesta por el Centro Nacional de Prevención de Desastres (CENAPRED). Dicha metodología considera la observación y medición de parámetros directamente en la potencial zona inestable, de carácter topográfico e histórico, geotécnico y geomorfológico y ambiental (**Tabla 28**).

Tabla 28. Formato para la estimación del peligro de deslizamiento de laderas propuesto por CENAPRED

FACTORES TOPOGRÁFICOS E HISTÓRICOS				
Factor	Intervalos o categorías	Atributo relativo	Observaciones	Calificación
Inclinación de los taludes	Más de 45°	2.0	Estimar el valor medio. Úsense clinómetro.	
	35° a 45°	1.8		
	25° a 35°	1.4		
	15° a 25°	1.0		
	Menos de 15°	0.5		
Altura	Menos de 50 m	0.6	Desnivel entre la corona y el valle o fondo de la cañada. Úsense nivelaciones, planos o cartas topográficas. Niveles dudosos con GPS.	
	50 a 100 m	1.2		
	100 a 200 m	1.6		
	Más de 200 m	2.0		
Antecedentes de deslizamientos en el sitio, área o región	No se sabe	0.3	Reseñas verosímiles de lugareños.	
	Algunos someros	0.4		
	Sí, incluso con fechas	0.6		

FACTORES GEOTÉCNICOS				
Factor	Intervalos o categorías	Atributo relativo	Observaciones	Calificación
Tipo de suelos o rocas	Suelos granulares medianamente compactos a sueltos. Suelos que se reblandecen con la absorción de agua. Formaciones poco consolidadas.	1.5 a 2.5	Vulnerables a la erosión; o suelos de consistencia blanda.	
	Rocas metamórficas (lutitas, pizarras y esquistos) de poco a muy intemperizadas.	1.2 a 2.0		
	Suelos arcillosos consistentes o arena limosos compactos.	0.5 a 1.0	Multiplicar por 1.3 si está agrietado.	
	Rocas sedimentarias (areniscas, conglomerados, etc.) y tobas competentes.	0.3 a 0.6	Multiplicar por 1.2 a 1.5, según el grado de meteorización.	
	Rocas ígneas sanas (granito, basalto, riolita, etc.).	0.2 a 0.4	Multiplicar por 2 a 4 según el grado de meteorización.	
	Espesor de la capa de suelo.	Menos de 5 m	0.5	
5 a 10 m		1.0		
10 a 15 m		1.4		
15 a 20 m		1.8		
Aspectos estructurales en formaciones rocosas	Echado de la discontinuidad.	Menos de 15°	0.3	Considérense planos de contacto entre formaciones, grietas, juntas y planos de debilidad. Ver figura 5.7.
		25 a 35°	0.6	
		Más de 45°	0.9	
	Ángulo entre el echado de las discontinuidades y la inclinación del talud.	Más de 10°	0.3	Ángulo diferencial positivo si el echado es mayor que la inclinación del talud. Ver figura 5.8.
		0° a 10°	0.5	
		0°	0.7	
		0° a -10°	0.8	
		Menos de -10°	1.0	
	Ángulo entre el rumbo de las discontinuidades y el rumbo de la dirección del talud.	Más de 30°	0.2	Considerar la dirección de las discontinuidades más representativas.
		10° a 20°	0.3	
Menos de 5°		0.5		

FACTORES GEOMORFOLÓGICOS Y AMBIENTALES				
Evidencias geomorfológicas de "huecos" en laderas contiguas	Inexistentes	0.0	Formas de conchas o de embudo (flujos).	
	Volúmenes moderados	0.5		
	Grandes volúmenes faltantes	1.0		
Vegetación y uso de la tierra	Zona urbana	2.0	Considérense no sólo la ladera, sino también la plataforma en la cima.	
	Cultivos anuales	1.5		
	Vegetación intensa	0.0		
	Rocas con raíces de arbustos en sus fracturas	2.0		
	Vegetación moderada	0.8		
Área deforestada	2.0			
Régimen del agua en la ladera	Nivel freático superficial	1.0	Detectar posibles emanaciones de agua en el talud.	
	Nivel freático inexistente	0.0		
	Zanjas o depresiones donde se acumule agua en la ladera o la plataforma	1.0		

Grado	Descripción	Suma de las calificaciones
1	Peligro muy bajo	Menos de 5
2	Peligro bajo	5 a 7
3	Peligro moderado	7 a 8.5
4	Peligro alto	8.5 a 10
5	Peligro muy alto	Más de 10

A partir de los resultados obtenidos en campo, se establece el grado de peligro de la ladera o área bajo estudio considerando la siguiente escala:

La **tabla 29** resume los resultados de la evaluación de peligro para 10 de las zonas prioritarias por deslizamientos en la zona urbana de

Tabla 29. Resumen del peligro por deslizamientos definido en campo y la susceptibilidad estimada por aplicación de análisis multicriterio de zonas prioritarias por deslizamientos en la cabecera municipal de Teziutlán.

LUGAR	GRADO DE PELIGRO (Formato CENAPRED)	SUSCEPTIBILIDAD A MOVIMIENTOS DE CREEP	SUSCEPTIBILIDAD A DESLIZAMIENTOS	SUSCEPTIBILIDAD A FLUJOS	SUSCEPTIBILIDAD A DERRUMBES
Col. Manuel Ávila Camacho*	Alto	Alta-muy alta	Alta-muy alta	Media-alta	Alta-muy alta
Col. Juárez*	Alto	Alta-muy alta	Media-alta	Muy baja-baja	Media-alta
Col La Aurora*	Alto	Alta-muy alta	Alta-muy alta	Media-alta	Media-alta
U. Hab. La Moralera	Alto	Alta-muy alta	Alta-muy alta	Media-alta	Alta-muy alta
Coyotzingo	Alto	Alta-muy alta	Alta-muy alta	Media-alta	Alta-muy alta
La Gloria	Alto	Alta-muy alta	Alta-muy alta	Baja-media	Media-alta
7 Sabios	Muy alto	Alta-muy alta	Alta-muy alta	Media-alta	Alta-muy alta
Col. Xoloco (sur)	Moderado	Media-alta	Media-alta	Baja-media	Media-alta
Loc. Aire Libre	Alto	Alto-muy alto	Alto-muy alto	Alto-muy alto	Medio-alto
San Juan Acateno (poniente)	Alto	Alto-muy alto	Medio-alto	Alto-muy alto	Medio-alto

Teziutlán, utilizando la metodología propuesta por CENAPRED (las primeras 3 evaluaciones se obtuvieron de datos publicados por CENAPRED). Asimismo, se incluye el grado de susceptibilidad estimado para dicho lugar a partir de la aplicación de análisis multicriterio, detallado en las páginas previas. Los formatos completos de cada sitio se pueden consultar en el apartado de anexos del presente documento.

HUNDIMIENTOS

Peligro

Un hundimiento es una disminución de la superficie terrestre en respuesta a la erosión, colapso o asentamiento lento del subsuelo. Puede estar asociado a minas, extracción de fluidos, tectónica, sísmica, kárstica o actividad volcánica.

En el municipio de Teziutlán, a la fecha en la que se elaboró el presente documento, no existen antecedentes históricos, registros documentales o evidencia física de hundimientos, así como tampoco las condiciones físicas para que se puedan presentar en el futuro este tipo de peligros superficiales. ESTE PELIGRO NO APLICA.

SUBSIDENCIA

Peligro

La subsidencia, en el contexto geológico, es el hundimiento constante y lento, en términos espaciales y temporales, de una porción de la superficie, principalmente en relieves semiplanos y resultado de la deposición de sedimentos en un ambiente de cuenca de acumulación. Las causas para que este fenómeno se produzca son diversas, pero destacan la actividad minera y los procesos cársticos.

En el caso de Teziutlán, no existen evidencias que indiquen la presencia de las causas anteriores dentro del territorio municipal, entre otras razones dado que las condiciones acumulativas necesarias para el desarrollo de subsidencia están limitadas por la carencia de un control estructural activo, y por la escasa presencia de zonas de depósito; así, los procesos de compactación y litificación son menores, ya que el aporte de sedimentos se concentra pequeñas áreas. Por lo tanto, en el municipio de Teziutlán LA SUBSIDENCIA NO APLICA.

AGRIETAMIENTOS

Peligro

El agrietamiento del terreno es la manifestación superficial, y en ocasiones a profundidad, de una serie esfuerzos de tensión y distorsiones que se generan en el subsuelo debido a las fuerzas y deformaciones inducidas por el hundimiento regional, la desecación de los suelos, los deslizamientos de laderas, la aplicación de sobrecargas, la ocurrencia de sismos, la presencia de fallas geológicas, la licuación de suelos, la generación de flujos subterráneos, las excavaciones subterráneas, entre otros. Se trata de un fenómeno que difícilmente podría ocurrir de manera espontánea, por lo que su origen siempre está ligado a otro fenómeno que lo detona.

En Teziutlán la presencia de agrietamientos se relaciona con los movimientos de remoción (**Ver apartados de procesos remoción en masa**) ya que la mayor parte de la zona de estudio se ubica sobre estratos de origen volcánico y suelos someros o rocas consolidadas, con pendientes pronunciadas, lo cual genera agrietamientos relacionados con procesos de remoción en masa, mismo que son considerados en el análisis de los fenómenos de remoción en masa.

ATLAS DE RIESGOS NATURALES DEL MUNICIPIO DE TEZIUTLÁN, PUEBLA, 2015



2015

Número de avance: Avance final

Número de obra: 521174PP000736

Número de expediente: PP015/21174/AE/1/0001

Municipio de Teziutlán, Puebla

“Inmobiliaria Constructora Agropecuaria de Paso de Ovejas” S.A de C.V.

Calle Los Pinos N°. 3, Fraccionamiento Los Pinos de Las Animas, Xalapa, Ver.

Tel. 012288126819 (icapo@live.com.mx)

TABLA DE CONTENIDO

Ondas cálidas y gélidas _____	5	Peligro _____	25
Peligro _____	5	1. Remolino de polvo o de arena _____	25
1. Temperaturas máximas _____	5	Tormentas de polvo _____	25
a) Metodología _____	5	Peligro _____	25
b) Resultado del análisis _____	5	Tormentas eléctricas _____	26
Ponderación de peligro _____	5	Peligro _____	26
Periodos de retorno _____	7	a) Metodología _____	26
2. Temperaturas mínimas _____	9	b) Resultado del análisis _____	26
Peligro _____	9	Ponderación de peligro _____	26
a) Metodología _____	9	Periodos de retorno _____	27
b) Resultado del análisis _____	9	Lluvias extremas _____	30
Ponderación de peligro _____	9	Peligro _____	30
Periodos de retorno _____	11	a) Metodología _____	30
Sequías _____	13	b) Resultado del análisis _____	30
Peligro _____	13	Ponderación de peligro _____	30
a) Metodología _____	15	Periodos de retorno _____	31
b) Memoria de cálculo _____	15	Inundaciones pluviales, fluviales, costeras y lacustres _____	34
c) Resultado del análisis _____	15	Peligro _____	34
Ponderación de peligro _____	16	a) Metodología _____	34
Heladas _____	16	b) Resultado del análisis _____	35
Peligro _____	16	Ponderación de peligro _____	35
a) Metodología _____	16	Vulnerabilidad social _____	36
b) Resultado del análisis _____	17	Vulnerabilidad social por manzana _____	36
Ponderación de peligro _____	17	Vulnerabilidad social por localidad _____	36
Tormentas de granizo _____	18	Vulnerabilidad social media _____	37
Peligro _____	18	Vulnerabilidad social baja _____	37
a) Metodología _____	18	Vulnerabilidad social muy baja _____	37
b) Resultado del análisis _____	19	Riesgo: índice de exposición _____	40
Ponderación de peligro _____	19	Fenómenos geológicos _____	40
Periodos de retorno _____	20	Creep _____	40
Tormentas de nieve _____	23	Localidad _____	40
Peligro _____	23	Manzana _____	40
Ciclones Tropicales _____	23	Flujos _____	42
Peligro _____	23	Localidad _____	42
Tornados _____	25	Manzana _____	42

Inestabilidad de laderas _____	44
Localidad _____	44
Manzana _____	44
Derrumbes _____	46
Localidad _____	46
Manzana _____	46
Fenómenos Hidrometeorológicos _____	48
Temperaturas mínimas _____	48
Localidad _____	48
Sequías _____	48
Localidad _____	48
Heladas _____	48
Localidad _____	48
Tormentas de granizo _____	50

Localidad _____	50
Tormentas eléctricas _____	50
Localidad _____	50
Lluvias extremas _____	50
Localidad _____	50

CAPÍTULO VI. Obras de Mitigación _____ 53

ANEXO I.- OBRAS DE MITIGACION

ANEXO II.- ANALISIS POR COLONIAS

ANEXO III.- MAPAS

ATLAS DE RIESGOS NATURALES DEL MUNICIPIO DE TEZIUTLÁN, PUEBLA 2015

ONDAS CÁLIDAS Y GÉLIDAS

Peligro

Las ondas de calor y frío son dependientes del movimiento de las masas de aire a nivel regional, por lo que su análisis a escala municipal se ve mejor representado con la presencia de temperaturas máximas y mínimas extremas, así, en estos párrafos se avocan al análisis de las temperaturas máximas y mínimas y su afectación en Teziutlán.

1. Temperaturas máximas

La temperatura máxima extrema, es la temperatura más alta que tiene lugar en cualquier momento de un período de tiempo determinado. La temperatura máxima extrema se considera o maneja como el límite extremo que alcanza la temperatura en cualquier momento respecto a la época del año en que ocurra. Las elevadas temperaturas están relacionadas con sistemas de estabilidad atmosférica principalmente en las estaciones de primavera y verano, así como de la ocurrencia de olas de calor.

a) Metodología

Para evaluar la presencia de este fenómeno en el municipio se realizó un análisis considerando las estaciones meteorológicas más cercanas: 21064 – Presa La Soledad (CFE), 21014 – San Juan Acateno (CFE), 21091 – Teziutlan, y 30384 – Jalacingo (CFE).

En dichas estaciones se determinaron el número de días totales y por año que presentan los efectos de altas temperaturas especificados en la guía de estandarización (SEDATU, 2014) y que se puede consultar en la **tabla 30**.

Tabla 30. Efectos ocasionados por las temperaturas máximas.

Temperatura	Designación	Efecto
28 a 31°C	Incomodidad	La evapotranspiración de los seres vivos se incrementa. Aumentan dolores de cabeza en humanos.
31.1 a 33°C	Incomodidad extrema	La deshidratación se torna evidente. Las tolveneras y la contaminación por partículas pesadas se incrementan, presentándose en ciudades.
33.1 a 35°C	Condición de estrés	Las plantas comienzan a evapotranspirar con exceso y se marchitan. Los incendios forestales aumentan.
>35°C	Límite de tolerancia	Se producen golpes de calor, con inconciencia en algunas personas. Las enfermedades aumentan.

Adicionalmente se empleó una interpolación de los datos climatológicos correspondientes a la temperatura máxima del mes más cálido para realizar una regionalización espacial de este fenómeno.

b) Resultado del análisis

Ponderación de peligro

Los resultados del análisis de estaciones climáticas se presentan en la **Gráfica 10**, donde se puede notar que gran parte del año (325 días) no se ve afectada por temperaturas máximas, y el nivel de afectación más común es la más leve (incomodidad) presente 31 días al año, seguida de incomodidad extrema 7 días al año, así como una condición de estrés dos días al año, mientras que la afectación más grave (límite de tolerancia) solo se alcanza un día al año.

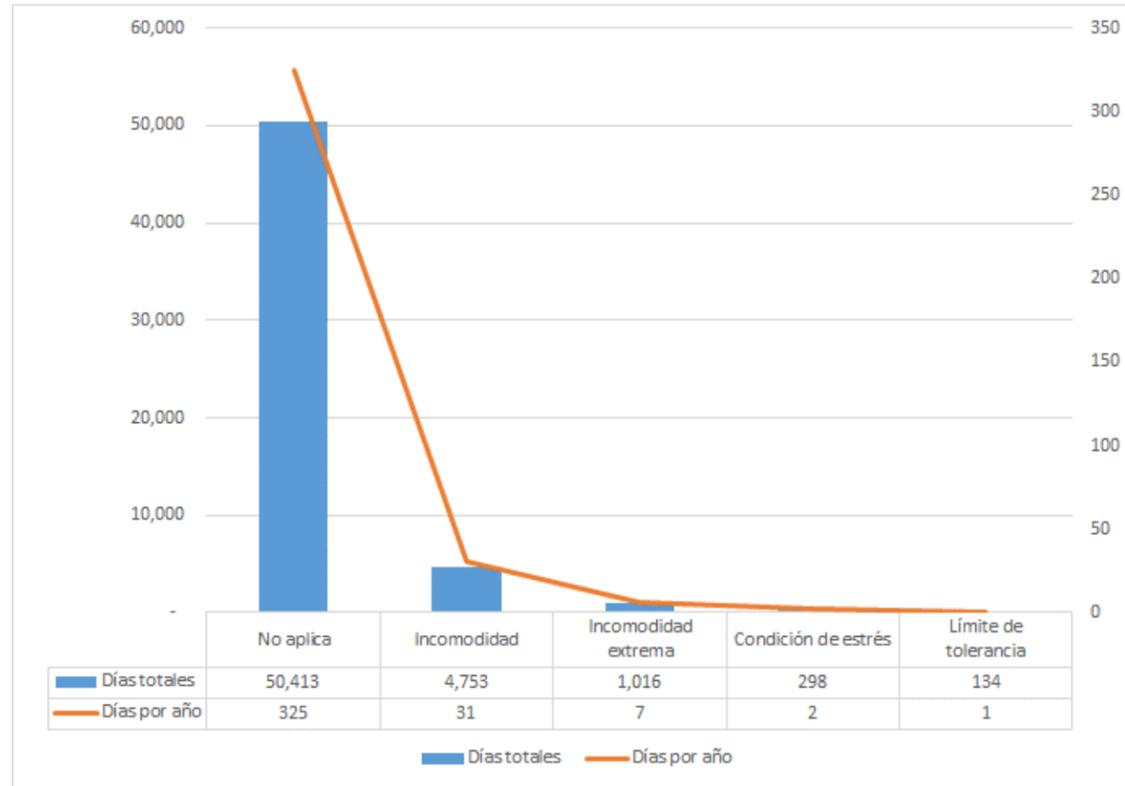
Las regiones determinadas por interpolación presentan dos niveles de intensidad dentro del territorio municipal:

Muy bajo: Corresponde a zonas donde la temperatura máxima promedio del mes más cálido ronda entre los 18 y 28 grados centígrados, correspondiente a prácticamente toda la extensión del municipio.

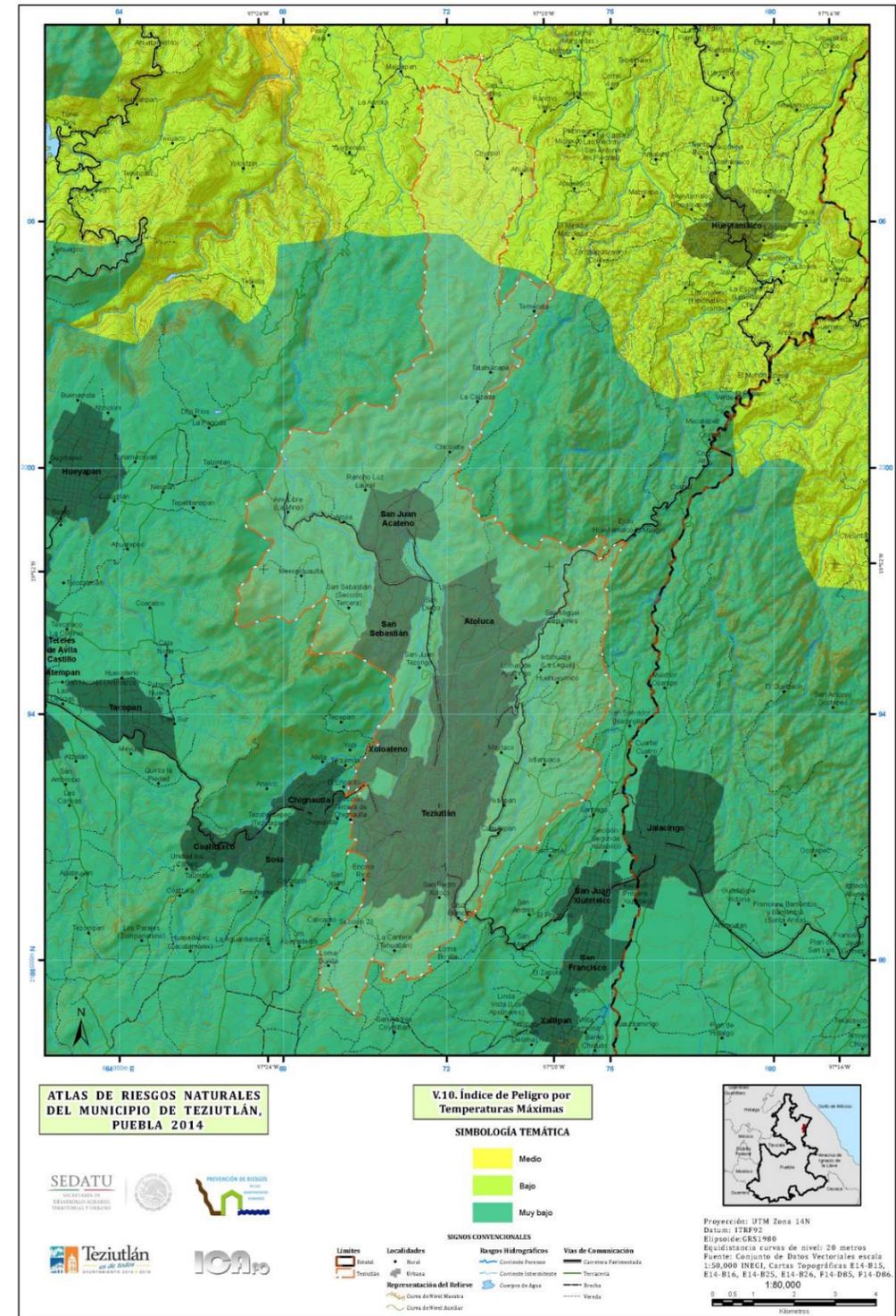
Bajo: Corresponde a zonas donde la temperatura máxima promedio del mes más cálido ronda entre los 28 y 30 grados centígrados, localizadas en la parte extrema al norte de Teziutlán.

Considerando las condiciones climáticas evidenciadas por las estaciones climáticas y su distribución espacial dentro del territorio de Teziutlán, se considera que la amenaza por ondas cálidas en el municipio es muy baja.

Gráfica 10. Días totales y por año según el nivel de afectación por temperatura máxima.



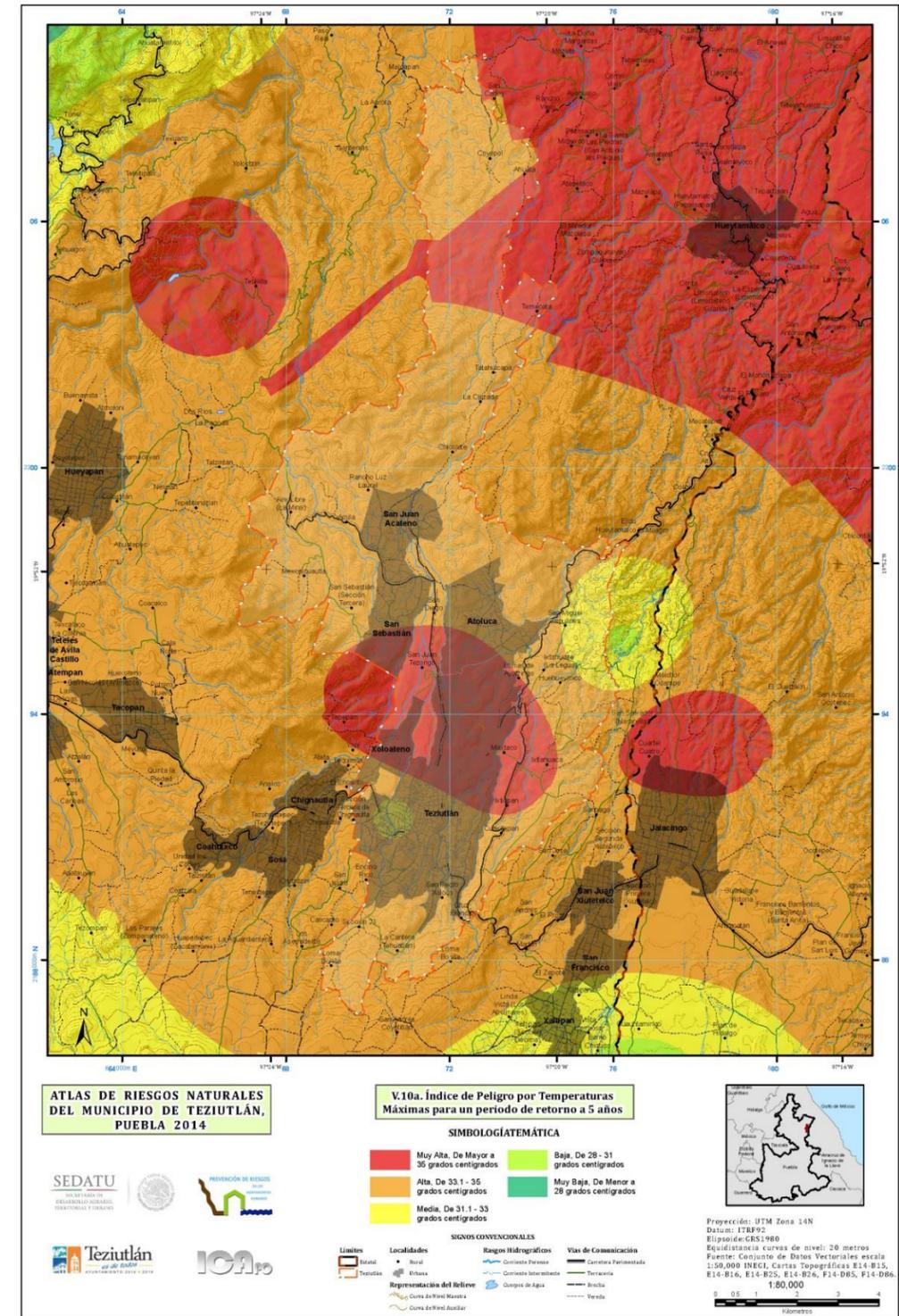
Mapa V.10. Índice de peligro por temperaturas máximas

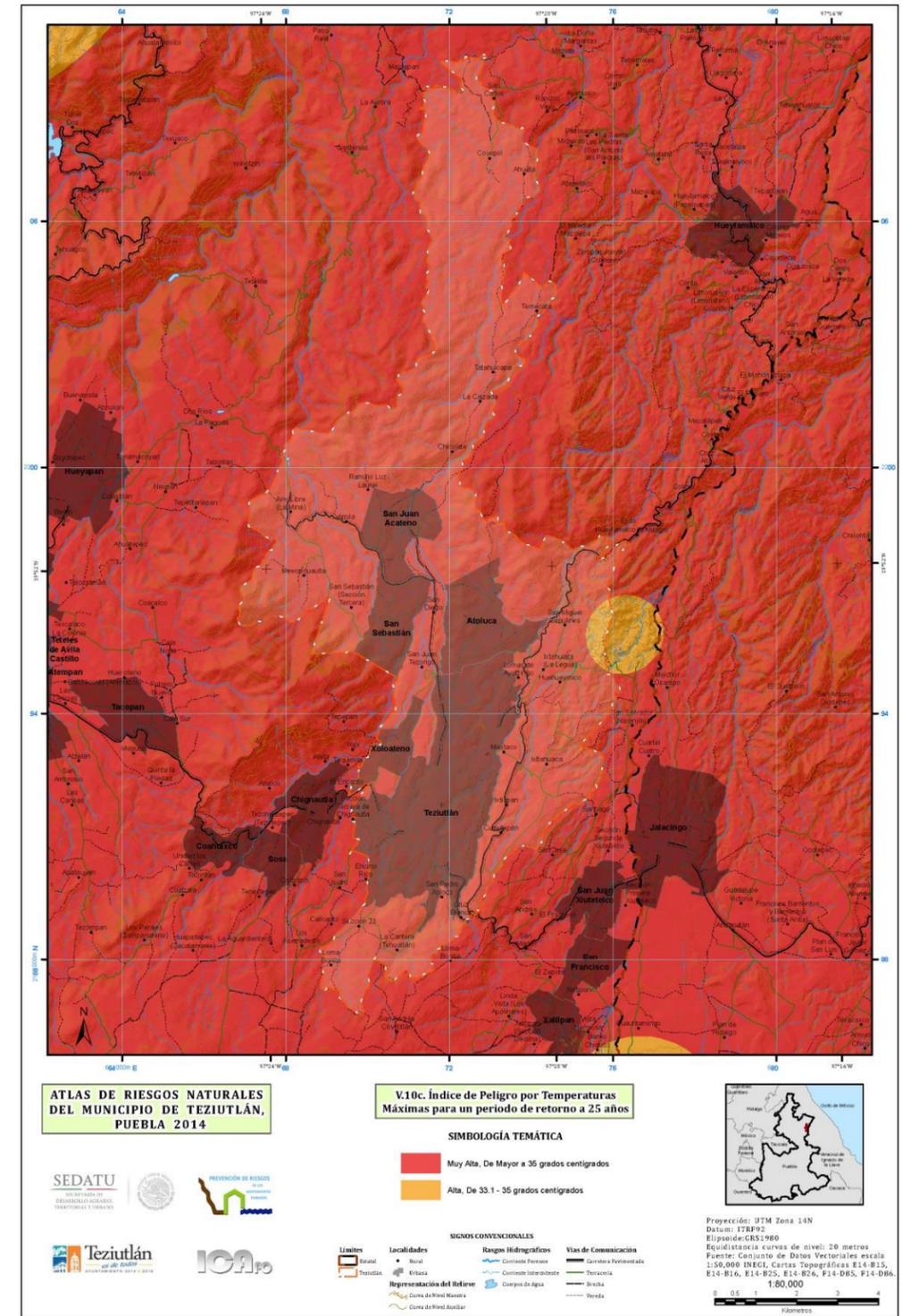
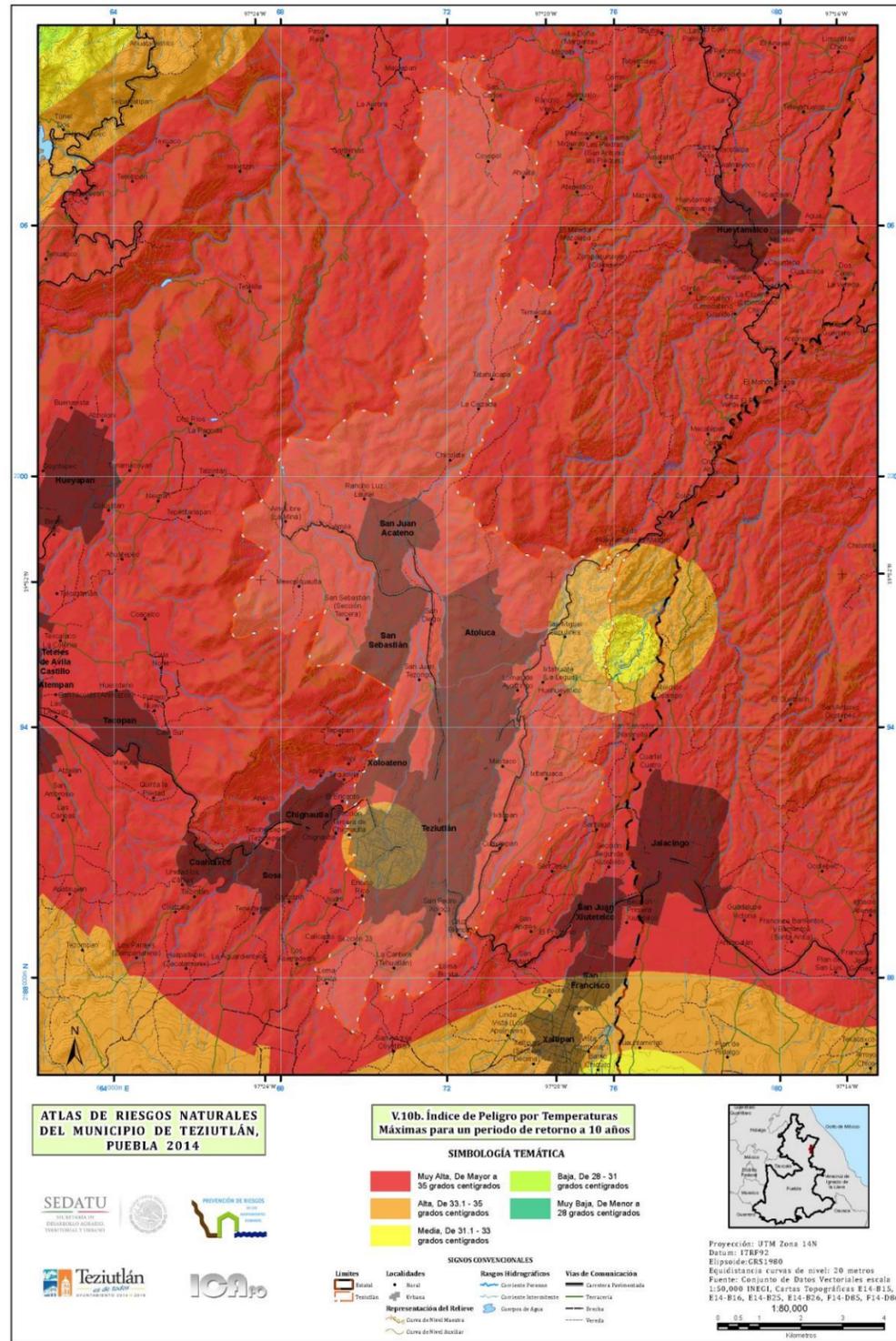


Periodos de retorno

Una de las técnicas que se emplea para estimar a futuro las condiciones que propician el desarrollo de temperaturas máximas consiste en la obtención de los periodos de retorno (Tr), el cual está expresado en años y se define como el número promedio de años en que un evento puede ser igualado o excedido. El punto de partida son los promedios de temperaturas máximas. La información obtenida en las estaciones meteorológicas determinan los periodos de retorno (5, 10, 25, 50 años), los cuales servirán para identificar la probabilidad de que se repita en el corto, mediano y largo plazo (**Tabla 31**).

ESTACIÓN	TR5	TR10	TR25	TR50
21011	36.17	37.81	39.89	41.43
21014	38.39	40.30	42.71	44.50
21032	40.49	42.02	43.94	45.37
21054	30.76	32.01	33.60	34.78
21055	33.94	35.28	36.98	38.24
21059	30.23	31.02	32.03	32.77
21064	36.44	38.01	40.00	41.48
21074	34.20	36.36	39.09	41.12
21090	37.10	39.22	41.89	43.87
21091	36.12	37.94	40.24	41.95
21098	33.99	36.56	39.81	42.22
21128	7.31	11.56	16.92	20.90
21129	33.62	35.44	37.74	39.45
21143	42.33	43.71	45.47	46.76
21162	32.69	33.93	35.49	36.65
21201	38.97	41.15	43.90	45.95
21207	20.06	25.02	31.28	35.93
21208	29.56	31.71	34.43	36.45
21209	31.59	34.41	37.98	40.62
21215	42.37	43.96	45.97	47.46
30008	32.22	32.90	33.77	34.41
30012	35.52	37.19	39.30	40.87
30074	34.25	35.68	37.47	38.81
30089	35.95	37.43	39.31	40.70
30219	39.31	40.91	42.94	44.45
30368	29.72	31.56	33.88	35.60
30370	28.19	29.60	31.38	32.71
30384	36.55	38.18	40.24	41.77





2. Temperaturas mínimas

Peligro

Las bajas temperaturas en México se presentan durante los meses de noviembre a marzo, siendo los meses más fríos, diciembre y enero. En este periodo, el fenómeno genera severos problemas en la salud, infraestructura y en los bienes de la población, que en ocasiones se traducen en pérdidas de vidas humanas.

La República Mexicana se caracteriza por una diversidad de condiciones de temperatura y humedad. 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.

a) Metodología

Para determinar los niveles de peligro ante temperaturas mínimas extremas se empleó una superficie interpolada correspondiente a los datos de temperatura mínima promedio del mes más frío, la cual fue segmentada en cinco niveles de intensidad relativa al municipio.

La clasificación tomo como base una segmentación de Jenks, la cual determina la mejor manera de agrupar datos formando grupos que minimizan la varianza en su interior y la maximizan entre ellos, de la siguiente manera:

$$SSD_{i...j} = \sum_{k=i}^j A[k]^2 - \frac{(\sum_{k=i}^j A[k])^2}{j-i+1}$$

Donde:

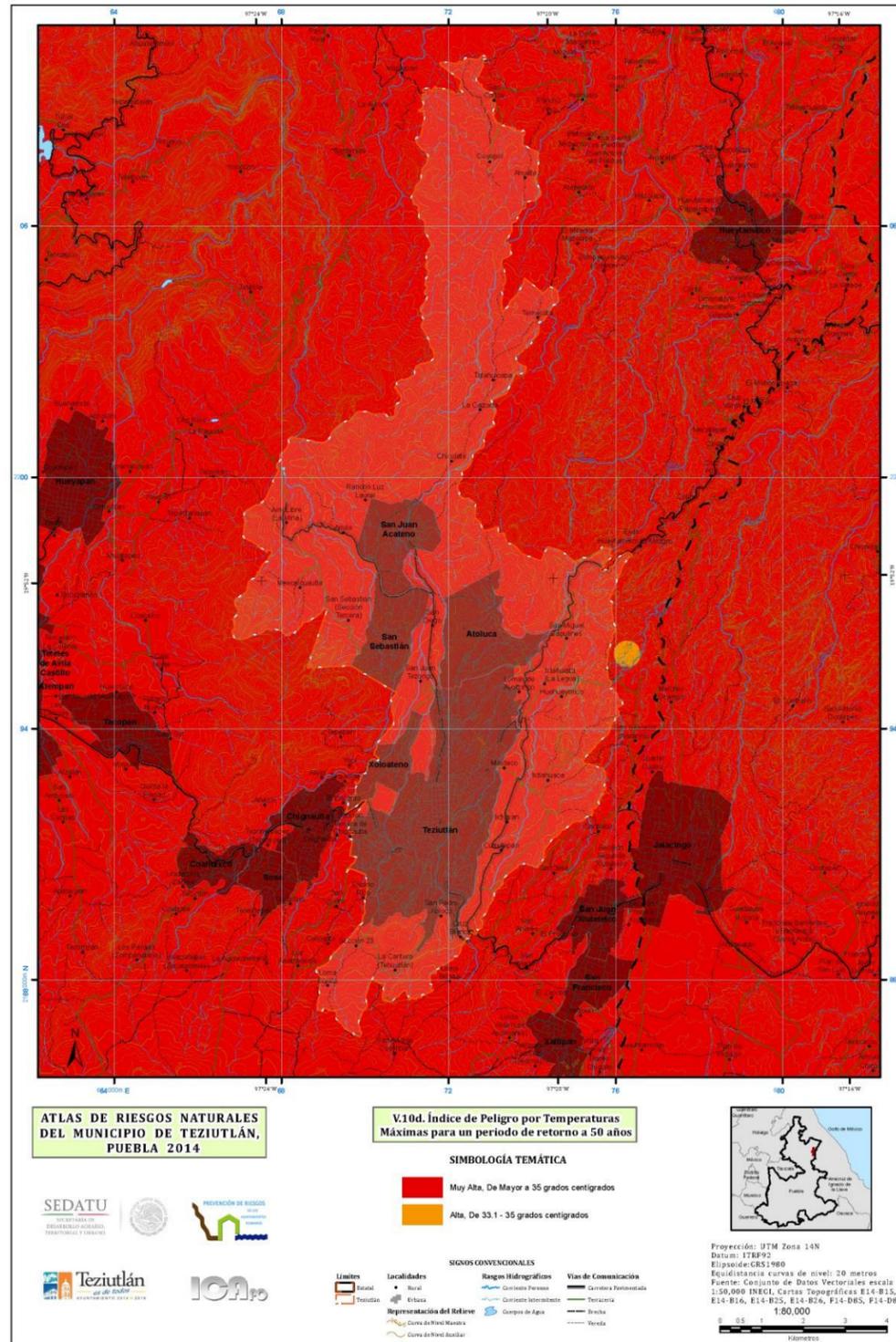
A son los valores ordenados del 1 a la N.

k es la media de la clase definida por i y j.

$$1 \leq i < j < N$$

b) Resultado del análisis

Ponderación de peligro



La delimitación de niveles relativos de peligro ante temperaturas mínimas extremas se puede apreciar en el mapa X, el cual se describe a continuación:

Con peligro muy bajo la zonas donde la temperatura mínima del mes más frío se presenta entre 11.3 y 13.5 grados centígrados, en zonas bajas fuera del territorio municipal.

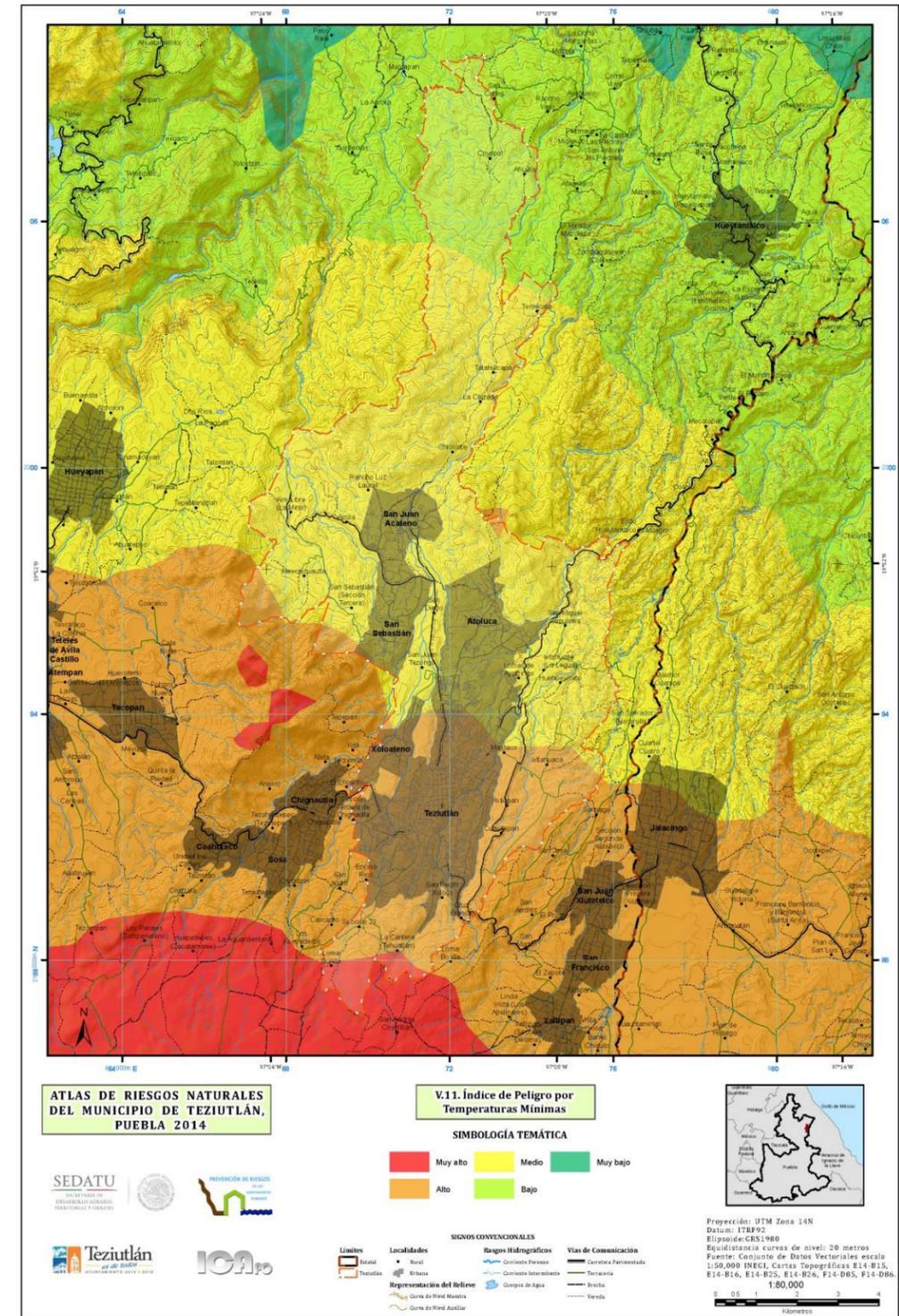
El peligro bajo equivale a la presencia de temperaturas de entre 9.6 y 11.3 °C, y se distribuye en el extremo norte del municipio de Teziutlán.

Con nivel medio se categorizan las áreas donde la temperatura mínima se distribuye entre los 6.4 y 9.6 °C. Corresponde a la parte centro del municipio.

EL nivel alto lo ocupa las zonas donde la temperatura mínima oscila entre 3.7 y 6.4 °C, en prácticamente todo el extremo sur de la extensión municipal.

Con nivel muy alto se presentan las zonas donde las temperaturas mínimas suelen registrarse entre 0.4 y 3.7 °C. Su distribución se localiza a las partes más elevadas del territorio de Teziutlán, en el extremo sur.

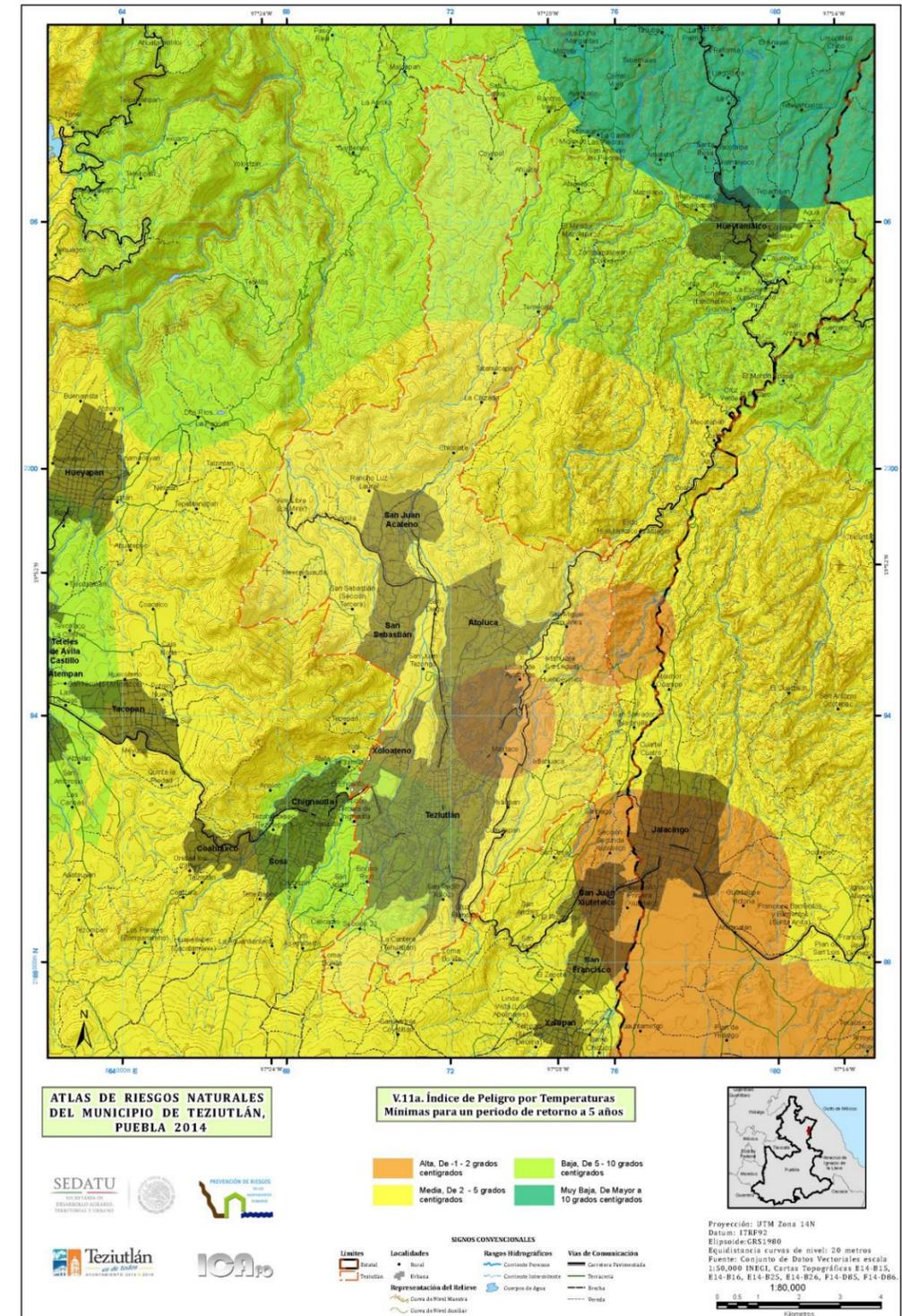
Mapa V.11 Índice de peligro por temperaturas mínimas

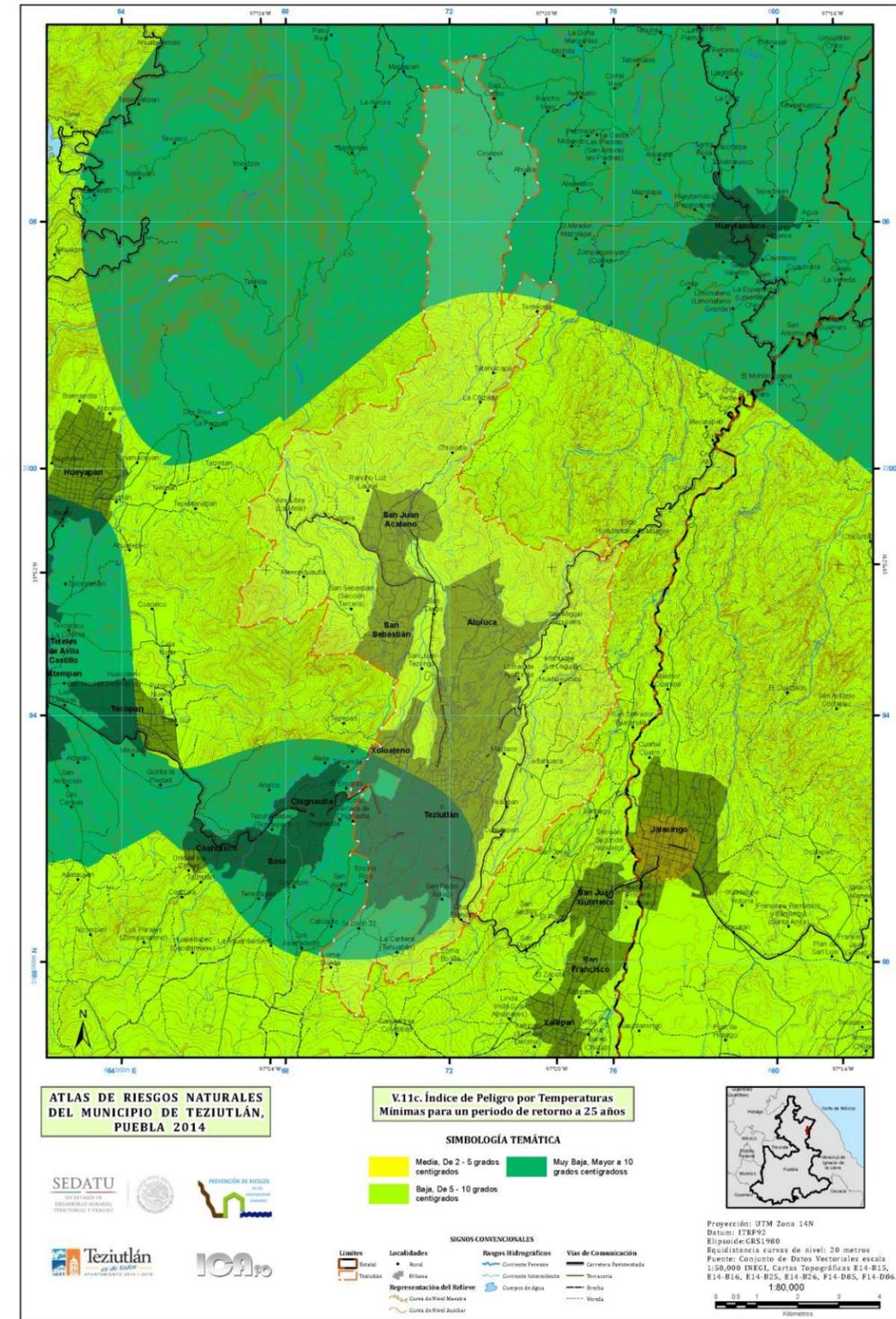
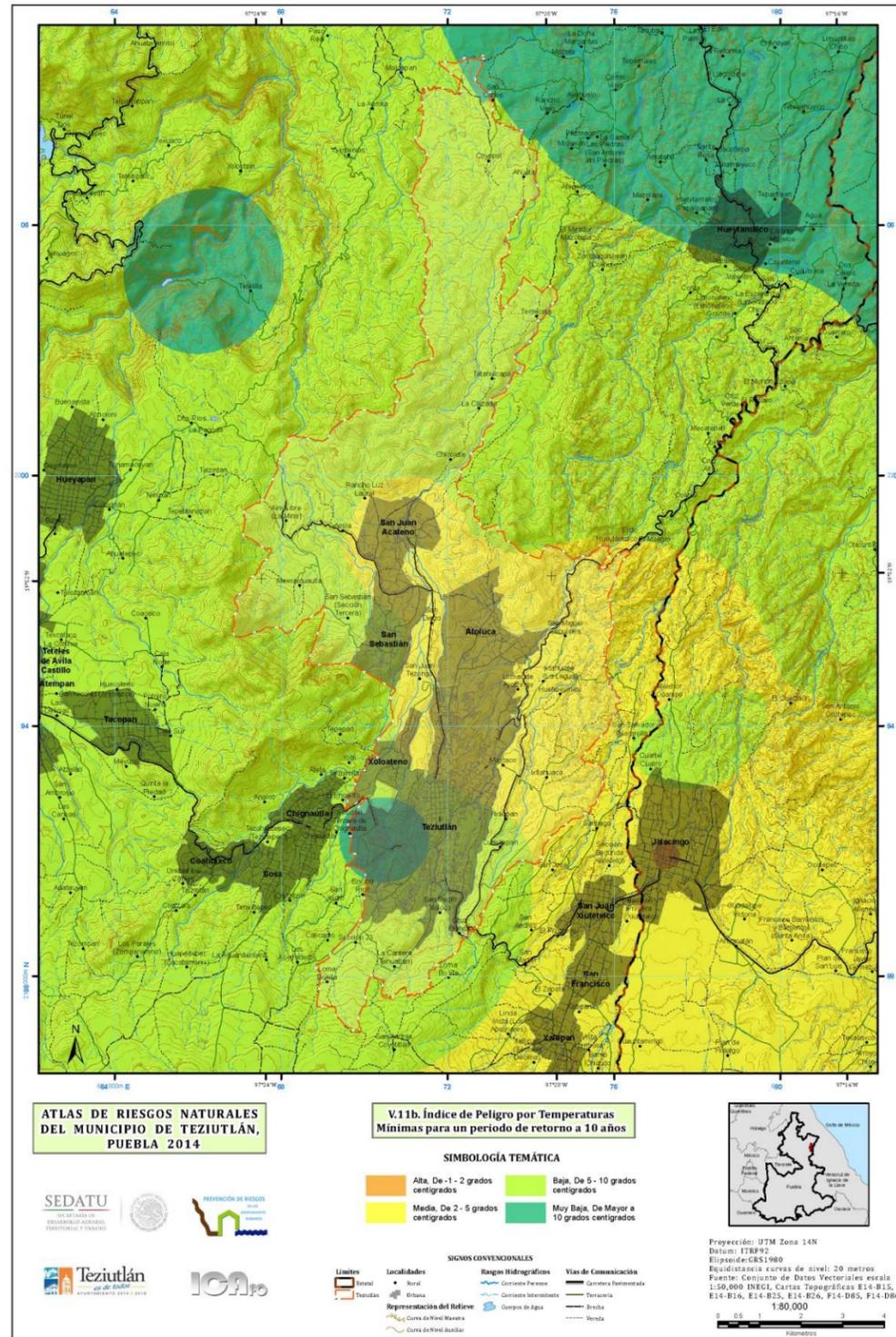


Periodos de retorno

Una de las técnicas que se emplea para estimar a futuro las condiciones que propician el desarrollo de temperaturas mínimas consiste en la obtención de los periodos de retorno (Tr), el cual está expresado en años y se define como el número promedio de años en que un evento puede ser igualado o excedido. El punto de partida son los promedios de temperaturas mínimas. Con base en la información obtenida en las estaciones meteorológicas, se determinan los periodos de retorno (5, 10, 25, 50 años), los cuales servirán para identificar la probabilidad de que se repita en el corto, mediano y largo plazo (**Tabla 32**).

ESTACIÓN	TR5	TR10	TR25	TR50
21011	9.29	12.16	15.80	18.49
21014	13.54	16.76	20.82	23.84
21032	5.56	8.10	11.31	13.69
21054	1.40	3.76	6.74	8.96
21055	2.96	5.24	8.11	10.24
21059	-0.75	1.08	3.40	5.11
21064	8.86	11.77	15.43	18.16
21074	2.69	4.57	6.95	8.71
21090	2.44	4.32	6.70	8.46
21091	0.47	2.75	5.62	7.75
21098	2.67	4.17	6.06	7.46
21143	14.38	17.27	20.92	23.62
21162	9.35	12.61	16.73	19.79
21201	16.91	17.19	17.54	17.80
21207	7.50	9.35	11.70	13.44
21208	1.21	2.96	5.19	6.84
21209	-0.95	0.45	2.22	3.53
21215	10.59	12.63	15.21	17.12
30008	0.92	2.51	4.52	6.01
30012	2.54	4.67	7.36	9.35
30074	-0.06	1.87	4.31	6.12
30089	5.34	7.25	9.66	11.45
30219	10.63	13.11	16.24	18.56
30368	1.94	3.59	5.67	7.21
30370	-0.04	2.29	5.24	7.43
30384	4.06	5.96	8.36	10.14





SEQUÍAS

Peligro

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.

La sequía, definida por la Asociación Meteorológica de América, es un lapso caracterizado por un prolongado y anormal déficit de humedad. Su magnitud, duración y severidad se consideran relativos ya que sus efectos están directamente relacionados con las actividades humanas. Este fenómeno se ve afectado por condiciones tanto globales (regionales) como locales, en esta sección se analizarán ambos caracteres de la sequía y su relación al entorno del municipio de Teziutlán.

El Monitor de Sequía de América del Norte (MSAN), es un esfuerzo de cooperación entre expertos de Canadá, México y Estados Unidos y está enfocado a monitorear la sequía en el sector de América del Norte. El programa se inició en abril de 2002 y forma parte de un amplio proyecto, cuyo principal objetivo es el monitoreo de eventos climáticos extremos sobre el territorio de los tres países.

En la **Imagen 4** podemos apreciar las condiciones de sequía para marzo de 2012, siendo marzo el mes más seco de la región y 2012 uno de los años con sequía meteorológica más intensa registrada en el municipio, donde se observa que el estado de Puebla no presenta una condición de sequía.

Las condiciones propias al municipio pueden ser inferidas a partir de los datos obtenidos de estaciones climatológicas, para el presente análisis se consideraron las estaciones de CONAGUA monitoreadas por el MSAN, las cuales presentan una mayor integridad en sus datos de precipitación, de las cuales destacamos las más cercanas al municipio: 21059 – Tlatlauquitepec, 21091 – Teziutlán, y 30211 – Las Vigas. Dichas estaciones presentan un índice de Lang promedio de 88.1, lo cual las coloca en la categoría de climas húmedos, poco susceptibles a la sequía. Datos detallados por estación se pueden consultar en la tabla 1.

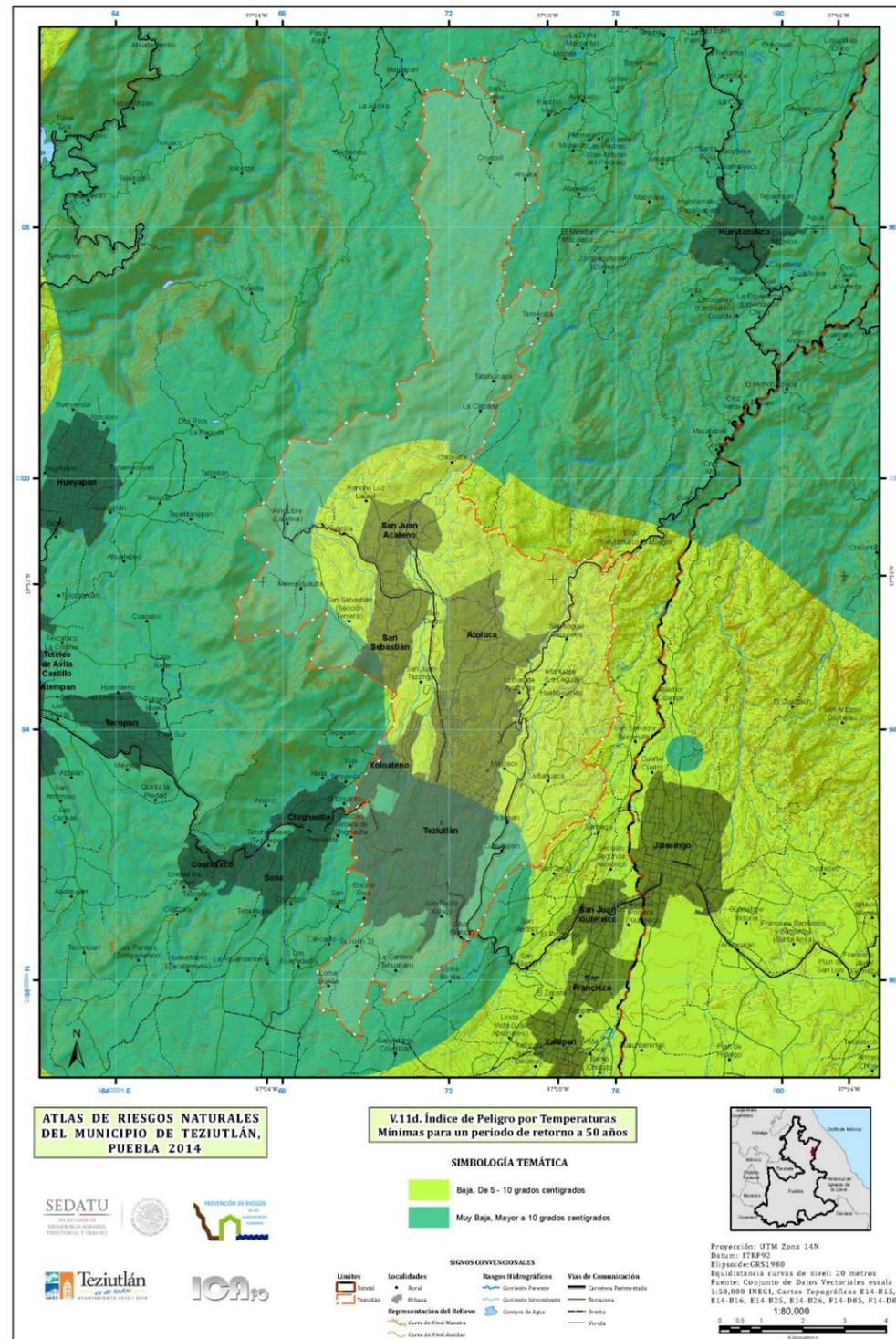


Imagen 4. Monitor de Sequía de América del Norte..

Monitor de Sequía de América del Norte

31 de Marzo, 2012

Liberado: 18 de Abril de 2012

<http://www.ncdc.noaa.gov/nadm.html>

Analysts:

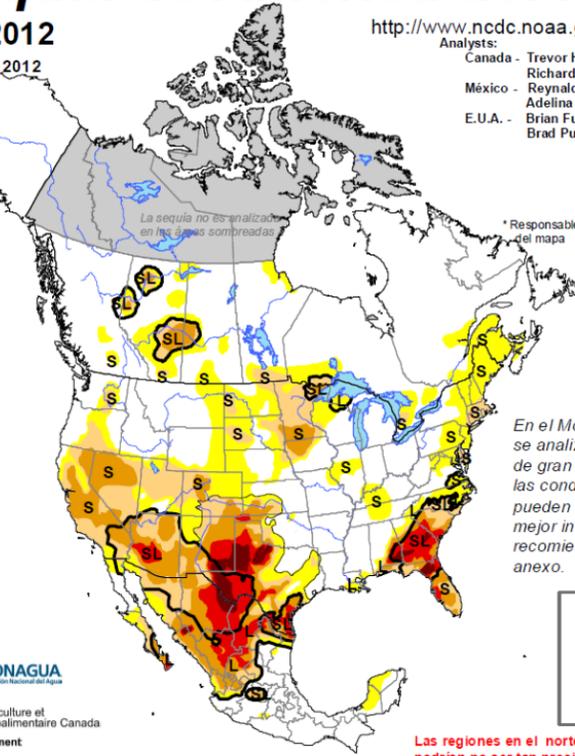
Canada - Trevor Hadwen
Richard Rieger
México - Reynaldo Pascual
Adelina Albanil
E.U.A. - Brian Fuchs
Brad Pugh*

Intensidad de la Sequía:

- D0 Anormalmente Seco
- D1 Sequía - Moderada
- D2 Sequía - Severa
- D3 Sequía - Extrema
- D4 Sequía - Excepcional

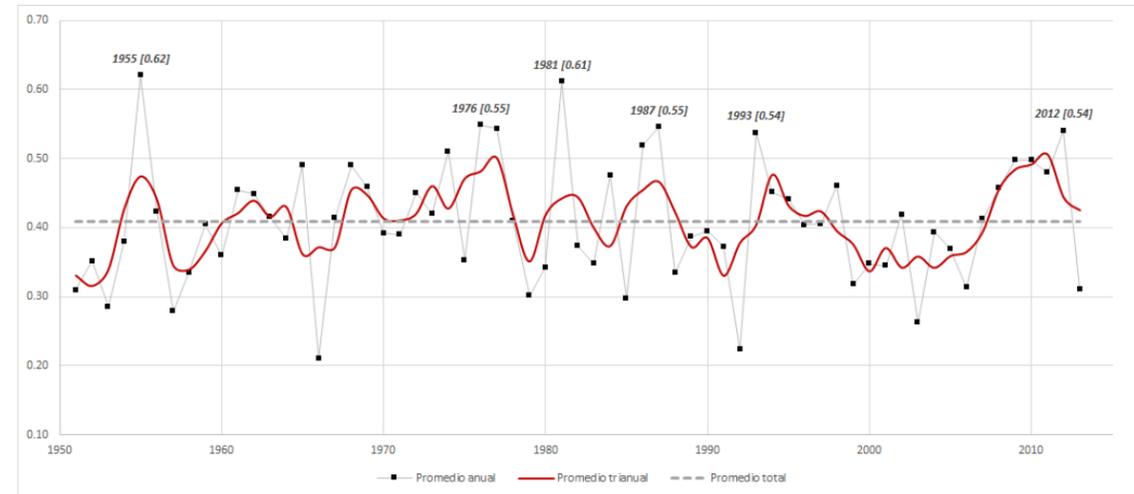
Tipos de Impacto de la Sequía:

- Delimita impactos dominantes
- S = Corto periodo, típicamente <6 meses (p.ej. agricultura, pastizales)
- L = Largo periodo, típicamente >6 meses (p.ej. hidrología, ecología)



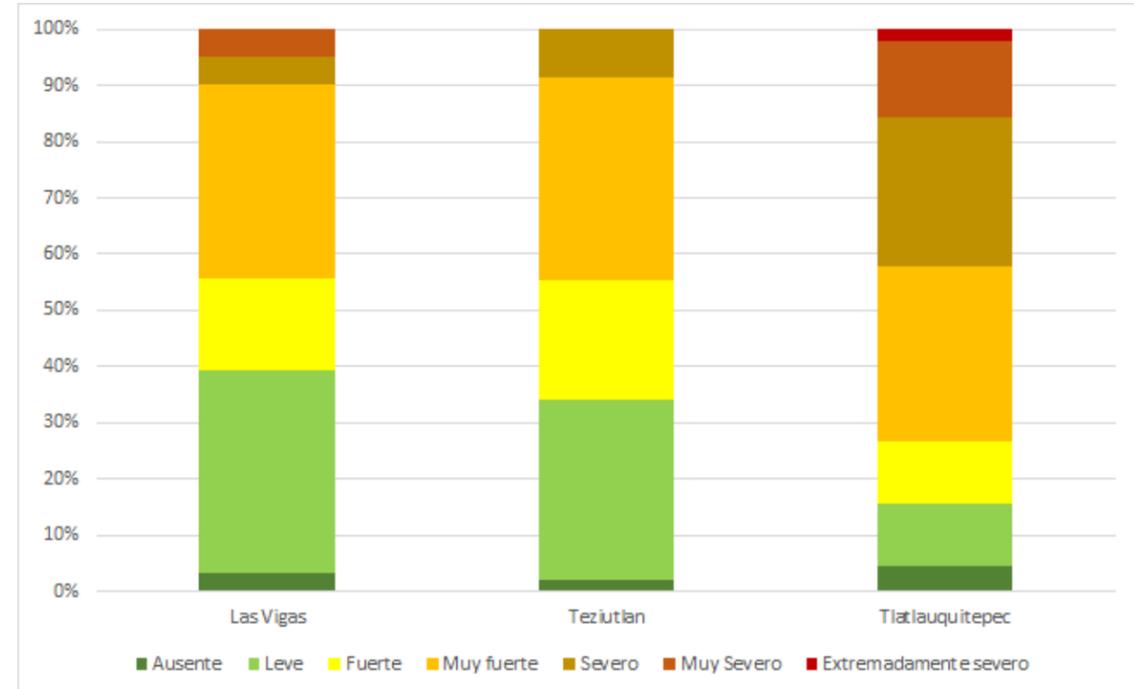
En el Monitor de Sequía se analizan condiciones de gran escala, por lo que las condiciones locales pueden variar. Para una mejor interpretación se recomienda ver el texto anexo.

Las regiones en el norte de Canadá podrían no ser tan precisas como el resto, debido a limitaciones en la información.



Así mismo, en la **Gráfica 12** se exponen las proporciones del grado de sequía meteorológica por cada una de las estaciones analizadas. Donde se observa un dominio de las sequías de nivel muy fuerte, sin embargo los siguientes grados con mayor dominancia son el leve y fuerte, y solo una estación (Tlatlauquitepec) registra un año con el nivel más alto: extremadamente severo.

Gráfica 12. Proporción del grado IS por estación climatológica.



Evidencia de lo anterior es el cálculo del índice de severidad de sequía meteorológica (IS) recomendado en la guía de estandarización (SEDATU, 2014), uno de los atributos del índice IS, es que provee una perspectiva histórica de los eventos de sequía registrados en la zona bajo estudio, tal como se muestra en la **Gráfica 11**, en la cual se grafican los valores promedio de las tres estaciones climáticas durante los años de registro. La tendencia marcada por el promedio trianual (línea roja) revela periodos con mayor intensidad de sequía meteorológica, destacando los eventos de 1955, 1976, 1981, 1987, 1993, y 2012, los cuales coinciden con sucesos de sequía a nivel nacional tal como lo expone CENAPRED (2002). El promedio total del periodo climático es de 0.41 (línea punteada) correspondiente al nivel de severidad "Muy fuerte".

Gráfica 11. Tendencia histórica del IS durante el periodo climático cuantificado.

a) Metodología

A nivel nacional se cuenta con información del MSAN, sin embargo se considera que un atlas de riesgo municipal requiere información más detallada por lo que se calcula el índice de severidad de sequía meteorológica (IS) recomendado en la guía de estandarización (SEDATU, 2014), con la siguiente fórmula:

$$IS = \frac{\sum y[y < x] + \sum x[x > y]}{\sum x[x > y]}$$

Donde “y” son los valores de precipitación mensual del año analizado y “x” son los valores de precipitación normal en el periodo 1951-2010. El índice de severidad se clasifica en siete grados: extremadamente severo (mayor de 0.8), muy severo (0.6 a 0.8), severo (0.5 a 0.6), muy fuerte (0.4 a 0.5), fuerte (0.35 a 0.4), leve (0.2 a 0.35) y ausente (<0.2)

Se realizó un análisis más exhaustivo de las condiciones físicas particulares a Teziutlán, que pueden promover la ocurrencia de sequía, dicho análisis toma en cuenta una zona de influencia de 10 km a la redonda del municipio, donde se aplica la siguiente fórmula:

$$P_{sec} = \frac{PTL + PCL + S}{3} + L_p$$

Considerando:

$$PTL = \frac{R_s + CTI}{2} \quad y \quad PCL = \frac{T_{max} + P_{min}}{2}$$

Donde:

Psec: Peligro por sequía, con valor entre 1 y 5 que corresponden a un menor o mayor peligro.

PTL: Predisposición topográfica local a la sequía.

PCL: Predisposición climática local a la sequía.

Rt: Radiación solar anual total, clasificada en quintiles. La relación a la sequía es recta; los valores de radiación bajos contribuyen a un peligro bajo.

CTI: Índice topográfico compuesto (humedad topográfica), clasificado en quintiles. Con relación a la sequía inversa; valores bajos de CTI promueven un peligro alto (El CTI se calcula como el $\ln\left[\frac{a}{\tan(b)}\right]$ donde “a” es el área de contribución hidrológica y “b” es la pendiente expresada en radianes).

Tmax: Temperatura máxima del mes más cálido, dividida en quintiles. Relación directa a la sequía; valores altos en temperatura favorecen un peligro alto.

Pmin: Precipitación media del cuarto anual más seco, distribuida en quintiles. Relación inversa a la sequía; una menor precipitación propicia un mayor peligro.

S: Susceptibilidad a la sequía por tipo de suelo, con valores entre 1 y 5 que equivalen a una menor a mayor susceptibilidad, dependiente de la profundidad y textura de suelo.

Lp: Peso según índice de Lang, ajuste a las condiciones locales según el contexto climatológico regional, correspondiendo al tipo de clima expresado en la **tabla 31**.

Tabla 31. Clasificación de clima según régimen de humedad

Clima	Índice Lang	Peso asignado
Arido	< 22.9	1
Semiarido	22.9-43.2	1
Subhúmedo	43.2-55.3	0
Húmedo	55.3-100	0
Muy húmedo	100-160	-1
Hiperhúmedo	> 160	-2

b) Memoria de cálculo

Tabla 32 Clasificación climatológica y datos normales para las estaciones meteorológicas.

Estación: 21059 - Tlatlauquitepec	
Clima: Cb'(w2)(i)gw''	
Clima semifrío con verano fresco largo, subhúmedo con lluvias en verano (lluvia invernal entre 5 y 10%), temperatura anual isotermal, marcha de temperatura tipo Ganges, presenta canícula en julio.	
Mes mas lluvioso	Septiembre (151 mm)
Mes mas seco	Enero (13.3 mm)
Mes mas cálido	Mayo (13.2 °C)
Mes mas frío	Enero (9.2 °C)
Precipitación anual total	708.4 mm
Temperatura media anual	11.2 °C
Índice de Lang	63.3

Estación: 21091 - Teziutlán	
Clima: Cbm(f)(i)gw''	
Clima templado con verano fresco largo, húmedo con lluvias en verano (lluvia invernal supera el 10%), temperatura anual con poca oscilación, marcha de temperatura tipo Ganges, presenta canícula en julio.	
Mes mas lluvioso	Septiembre (362.2 mm)
Mes mas seco	Marzo (37.8 mm)
Mes mas cálido	Mayo (18.4 °C)
Mes mas frío	Enero (12.3 °C)
Precipitación anual total	1619.4 mm
Temperatura media anual	15.2 °C
Índice de Lang	106.5

c) Resultado del análisis

Estación: 30211 - Las Vigas	
Clima: Cb'm(f)(i)gw''	
Clima semifrío con verano fresco largo, húmedo con lluvias en verano (lluvia invernal supera el 10%), temperatura anual con poca oscilación, marcha de temperatura tipo Ganges, presenta canícula en julio.	
Mes mas lluvioso	Septiembre (244.5 mm)
Mes mas seco	Marzo (23.6 mm)
Mes mas cálido	Mayo (14.7 °C)
Mes mas frío	Enero (9.3 °C)
Precipitación anual total	1124.7 mm
Temperatura media anual	11.9 °C
Índice de Lang	94.5

Ponderación de peligro

El resultado del análisis de susceptibilidad territorial a la sequía, se presenta en el mapa donde se puede apreciar que el municipio contiene dos categorías de amenaza:

Medio, áreas donde la precipitación suele ser menor con relación a la peligrosidad baja, y/o en laderas con orientación que permite una mayor irradiación solar.

Bajo, en zonas donde la precipitación media del cuarto seco suele ser mayor, y en laderas con orientación norte, que suelen presentar una menor radiación solar durante el año.

Medio, áreas donde la precipitación suele ser menor con relación a la peligrosidad baja, y/o en laderas con orientación que permite una mayor irradiación solar.

De esta manera se concluye que el peligro por sequía en el municipio de Teziutlán es medio, debido al tipo de clima predominante (húmedo), evidenciado por precipitación anual media de 700 a 1,600 mm y presencia de sequía meteorológica leve a muy fuerte en los últimos 50 años. Se invita a seguir las recomendaciones dadas por CENAPRED en su publicación "Sequias" de la serie Fascículos disponible en línea.

Mapa V.12. Índice de peligro por sequías

HELADAS

Peligro

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. Desde el punto de vista agroclimático, es importante considerar a dicho fenómeno, dados sus efectos en el sector agrícola. Pero es relevante, aunque en menor grado, las afectaciones a la salud de la población que es influenciada por las olas de frío.

a) Metodología

Para determinar la presencia de este fenómeno en el municipio de Teziutlán se realizó un análisis considerando las estaciones meteorológicas más cercanas: 21064 – Presa la Soledad (CFE), 21074 – San Juan Acateno (CFE), 21091 – Teziutlan, y 30384 – Jalacingo (CFE). En cada una de las estaciones se determinaron el número de días que presentaron

helada según la intensidad establecida por la guía de estandarización (SEDATU, 2014), y cuyos valores

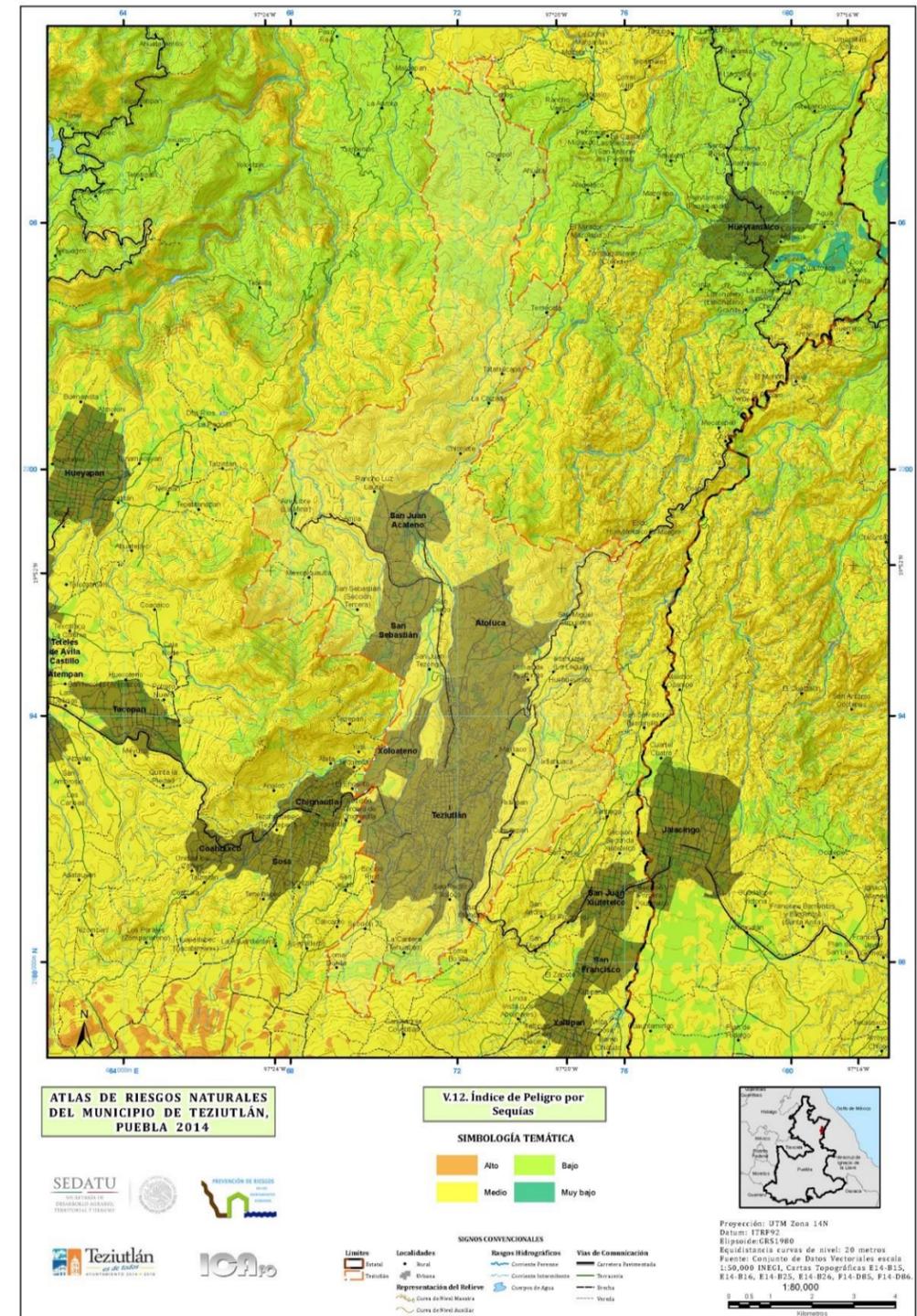


Tabla 33. Efectos ocasionados según intensidad de la helada.

Temperatura	Designación	Efecto
2 a 0 °C	Muy ligera	Aunque no existe congelación del agua, en zonas tropicales algunas plantas comienzan a verse afectadas.
0 a -3.5 °C	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 °C	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 enfermedades en los humanos de sus vías respiratorias. Se comienza a utilizar la calefacción.
-6.5 a -11.5 °C	Severa	Los daños son fuertes en las hojas y frutos de los árboles frutales. Se rompen algunas tuberías de agua por aumento de volumen del hielo. Se incrementan las enfermedades respiratorias. Existen algunos decesos por hipotermia.
< -11.5 °C	Muy severa	Muchas plantas pierden todos sus órganos. Algunos frutos no protegidos se dañan totalmente. Los daños elevados en las zonas tropicales.

Adicionalmente se caracterizaron las condiciones locales mediante la cuantificación de la susceptibilidad local a las heladas, conforme la siguiente ecuación:

$$STH = \frac{T_{min} + R_t + Z + C}{4}$$

Donde:

STH, susceptibilidad territorial a la helada con valores que pueden ir del uno al cinco.

Tmin, temperatura mínima del mes más frío clasificada en quintiles.

Rt, Radición solar anual total segmentada en quintiles.

Z, altura en metros sobre el nivel del mar, separada en quintiles.

C, curvatura de terreno donde una ladera convexa representa una mayor susceptibilidad que una cóncava.

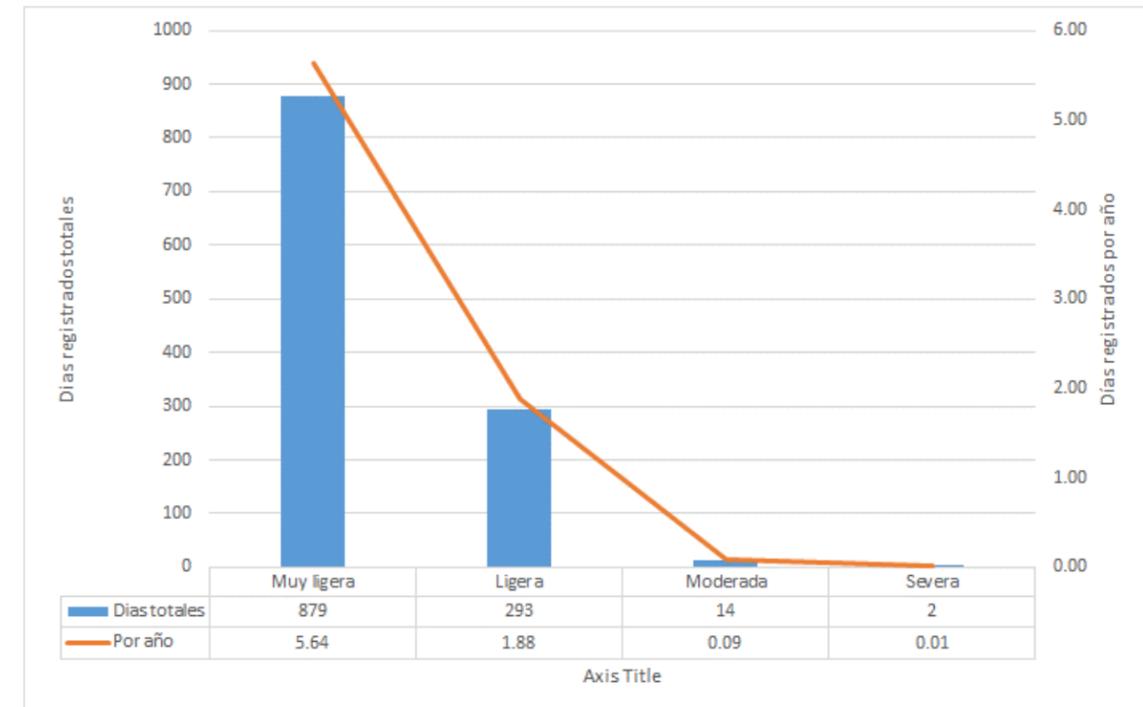
b) Resultado del análisis

Ponderación de peligro

Los resultados del análisis de estaciones climáticas se presentan en la **Gráfica 13** donde se distingue que gran parte del año no se presenta condición de helada (357 días al año),

mientras que casi seis días al año se registra una helada muy ligera, aproximadamente dos días al año es ligera, mientras que los niveles más altos de helada: moderada y severa, se presentan cada 11 y 78 años respectivamente.

Gráfica 13. Días con registro de helada, totales y por año.



Considerando lo anterior se determina que de manera general el peligro por heladas en el municipio es muy bajo. Adicionalmente, para facilitar las acciones de mitigación y adaptación ante este fenómeno, se elabora una regionalización local determinando niveles de susceptibilidad territorial a la helada relativa a Teziutlán; los niveles establecidos son:

- Bajo, el nivel con menor superficie, se localiza en la parte de menor altitud del municipio donde se presentan las mayores temperaturas.
- Medio, peligro asociado a la zona centro de Teziutlán y en el piedemonte de algunas elevaciones, donde las temperaturas suelen disminuir conforme incrementa la altitud.
- Alto, índice de peligrosidad que se distribuye en el extremo sur del municipio, que corresponde a la parte de mayor altitud y donde se registran las temperaturas más bajas.

TORMENTAS DE GRANIZO

Peligro

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 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.

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.

a) Metodología

Para definir las zonas de peligro por granizo se realizó una prospección de información climatológica correspondiente a las estaciones más cercanas al municipio, en las cuales se determinó el porcentaje de días con registro de granizo correspondientes al mes con mayor presencia de este fenómeno. Los valores determinados se pueden consultar en la **tabla 34**.

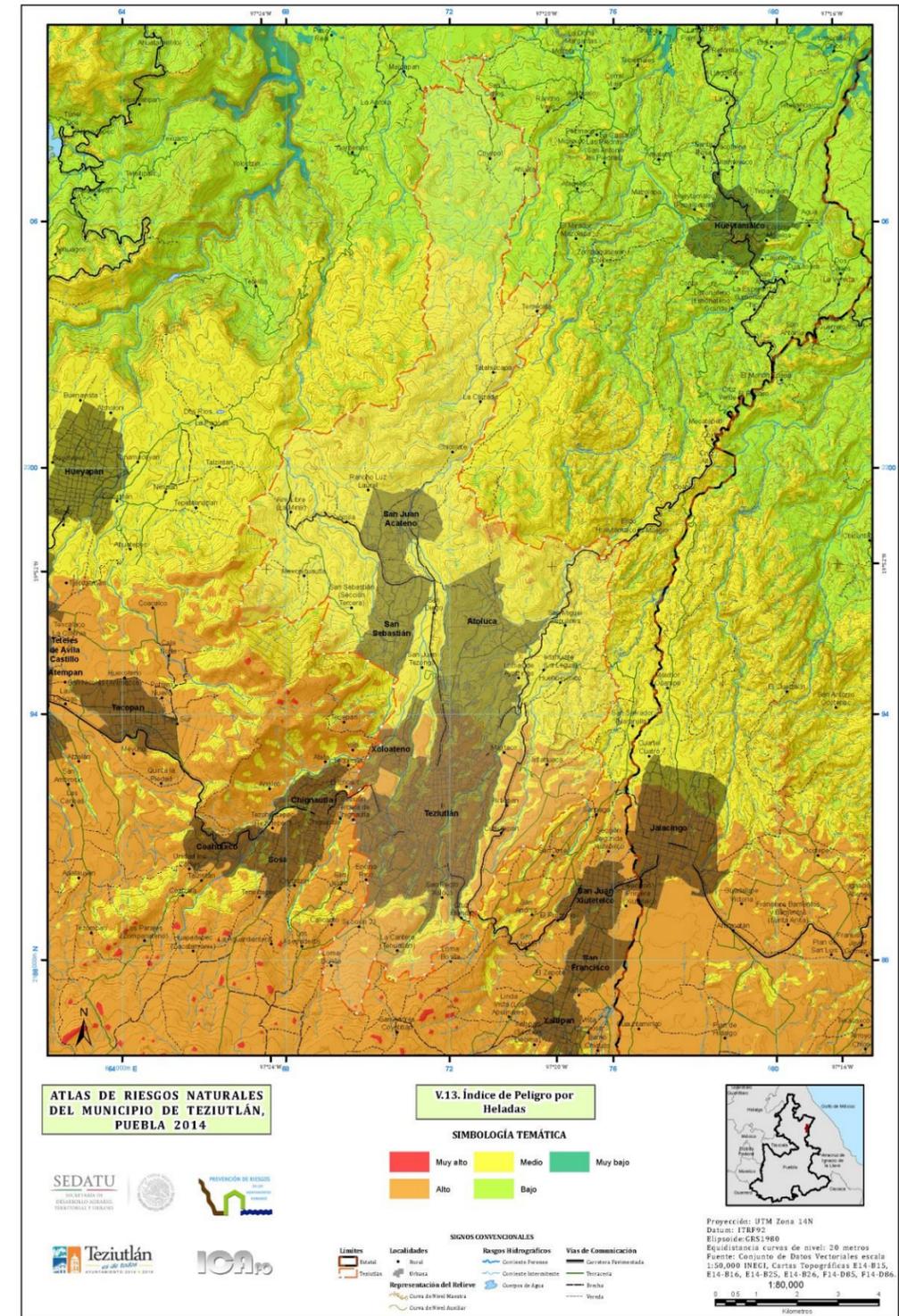


Tabla 34. Estaciones climáticas consultadas y valor de proporción de días con granizo durante el mes con más granizadas.

Clave	Nombre	Edo.	Granizo
21011	AEXCACO, HUEYAPAN (CFE)	Pue.	51.8
21054	LA FUNDICION (AIRE LIBRE)	Pue.	33.9
21064	PRESA LA SOLEDAD, (CFE)	Pue.	32.4
21074	S. JUAN ACATENO, TEZIUTLAN	Pue.	25.8
21090	TEZIUTLAN, TEZIUTLAN CFE	Pue.	34.1
21091	TEZIUTLAN, TEZIUTLAN SMN	Pue.	38.1
21098	TLATLAUQUITEPEC, (CFE)	Pue.	22.4
21128	EL ROSARIO, (CFE)	Pue.	22.8
21144	TETILILLA, HUEYAPAN	Pue.	62.5
21162	TEZIUTLAN CAMPO EXP.,	Pue.	94.4
21201	LAS MARGARITAS	Pue.	4.1
21208	GOMEZ, PONIENTE (CFE)	Pue.	9.5
21235	U.A.P., TEZIUTLAN (CFE)	Pue.	0
30008	ALTOTONGA, ALTOTONGA	Ver.	30.8
30012	ATZALAN, ATZALAN	Ver.	25.2
30074	JALACINGO, JALACINGO	Ver.	27.8
30368	CUAUHTAMINGO, JALACINGO	Ver.	3.9

Con base en estos valores se realiza una interpolación polinomial local de primer orden, método que resulta apropiado al nivel de variación presente en los datos recopilados de las estaciones climáticas. Obteniendo así una superficie continua con los valores de proporción de días con granizo durante el mes con mayor actividad de este tipo de precipitación.

Dada la ausencia de un criterio oficial para establecer niveles de peligrosidad ante este fenómeno, se realiza una graduación relativa al municipio por medio de una segmentación de Jenks, la cual determina la mejor manera de agrupar datos formando grupos que minimizan la varianza en su interior y la maximizan entre ellos, de la siguiente manera:

$$SSD_{i...j} = \sum_{k=i}^j A[k]^2 - \frac{(\sum_{k=i}^j A[k])^2}{j-i+1}$$

Donde:

A son los valores ordenados del 1 a la N.

k es la media de la clase definida por i y j.

$$1 \leq i < j < N$$

b) Resultado del análisis

Ponderación de peligro

Dentro del territorio de Teziutlán se presentan cinco niveles de peligrosidad ante tormentas de granizo, los cuales se observan en el mapa que se describe a continuación:

Peligro muy alto, donde las granizadas ocurren de un 32 a un 57 % de los días del mes con mayor actividad de granizo, ubicándose en una pequeña zona al centro, y en una región al sur del municipio la cual afecta a parte importante de la cabecera.

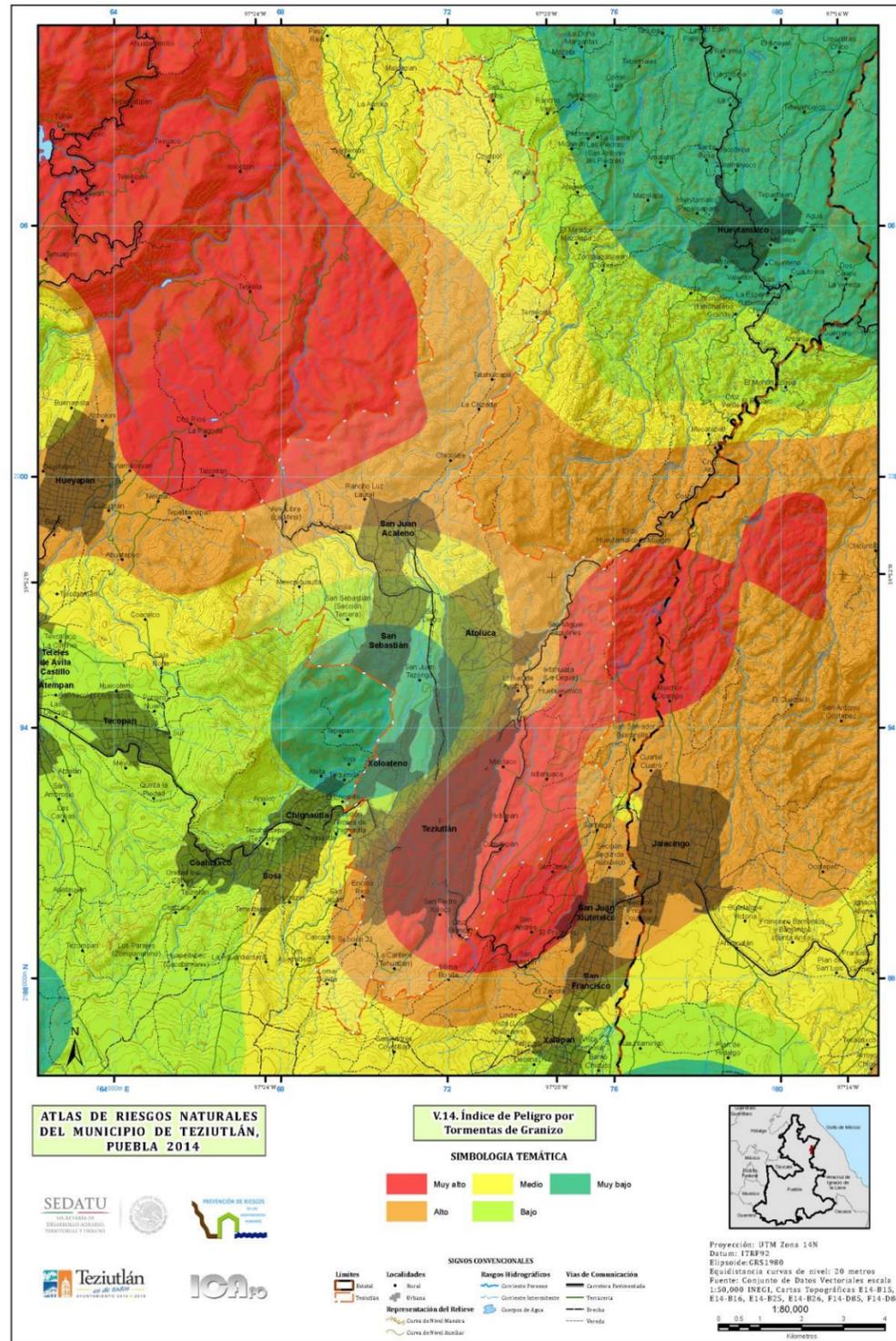
El peligro alto, que representa granizadas de un 28 a 32% de los días del mes con mayor actividad de granizo, localizándose en el centro y extremo sur de Teziutlán.

Peligro medio, equivalente a granizadas de un 24 a 28% de los días del mes con mayor actividad de granizo, con relativamente baja extensión dentro del municipio sin embargo afecta a la localidad urbana de San Juan Acateno.

Un peligro bajo, que implica granizadas de un 18 a 24% de los días del mes con mayor actividad de granizo, abarca una superficie pequeña al centro, incluyendo el norte de la ciudad de San Sebastián.

Así como un peligro muy bajo, que implica granizadas de un 0 a 18% de los días del mes con mayor actividad de granizo, es el nivel con menor extensión en el municipio localizándose al sur de la ciudad de San Sebastián.

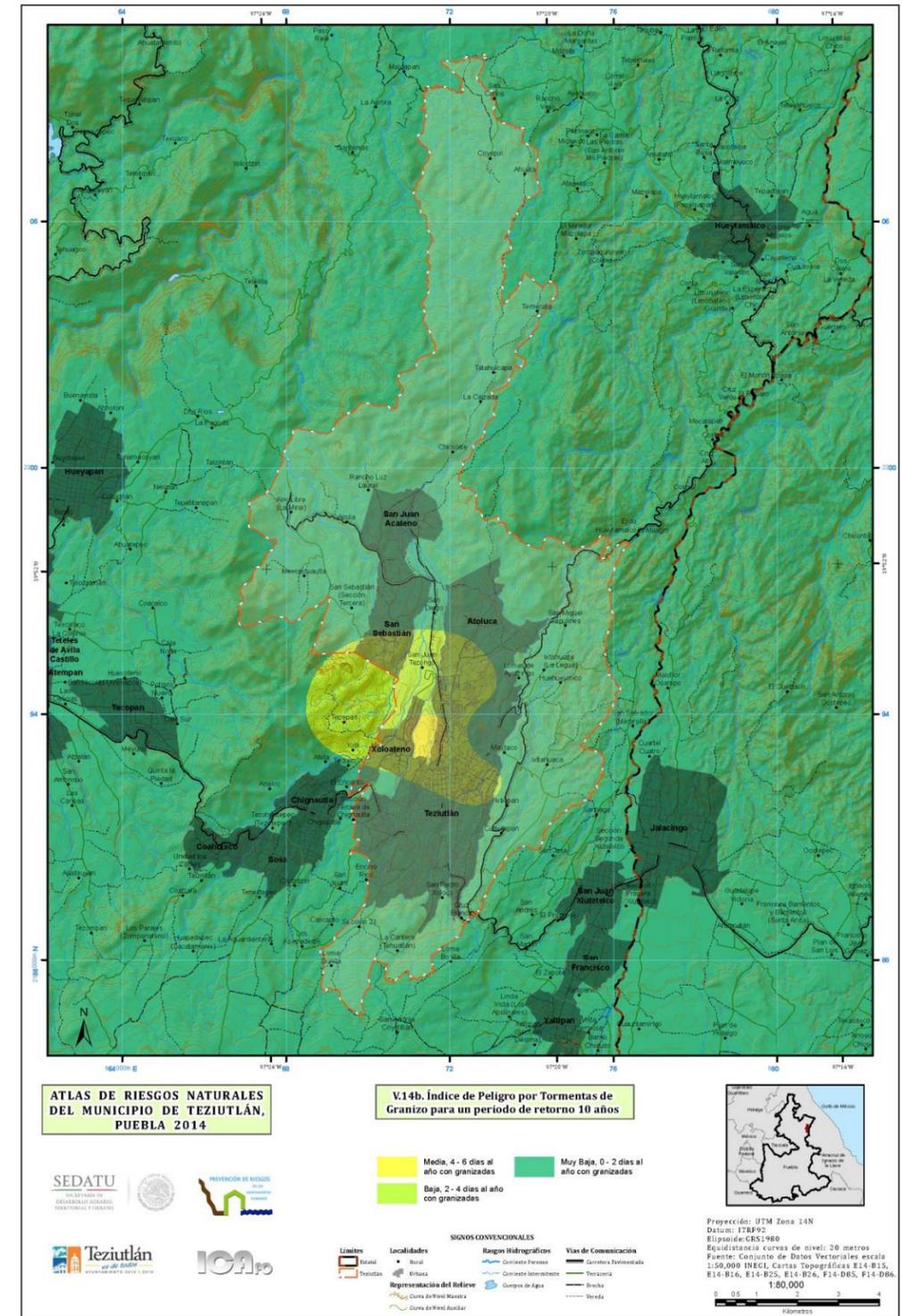
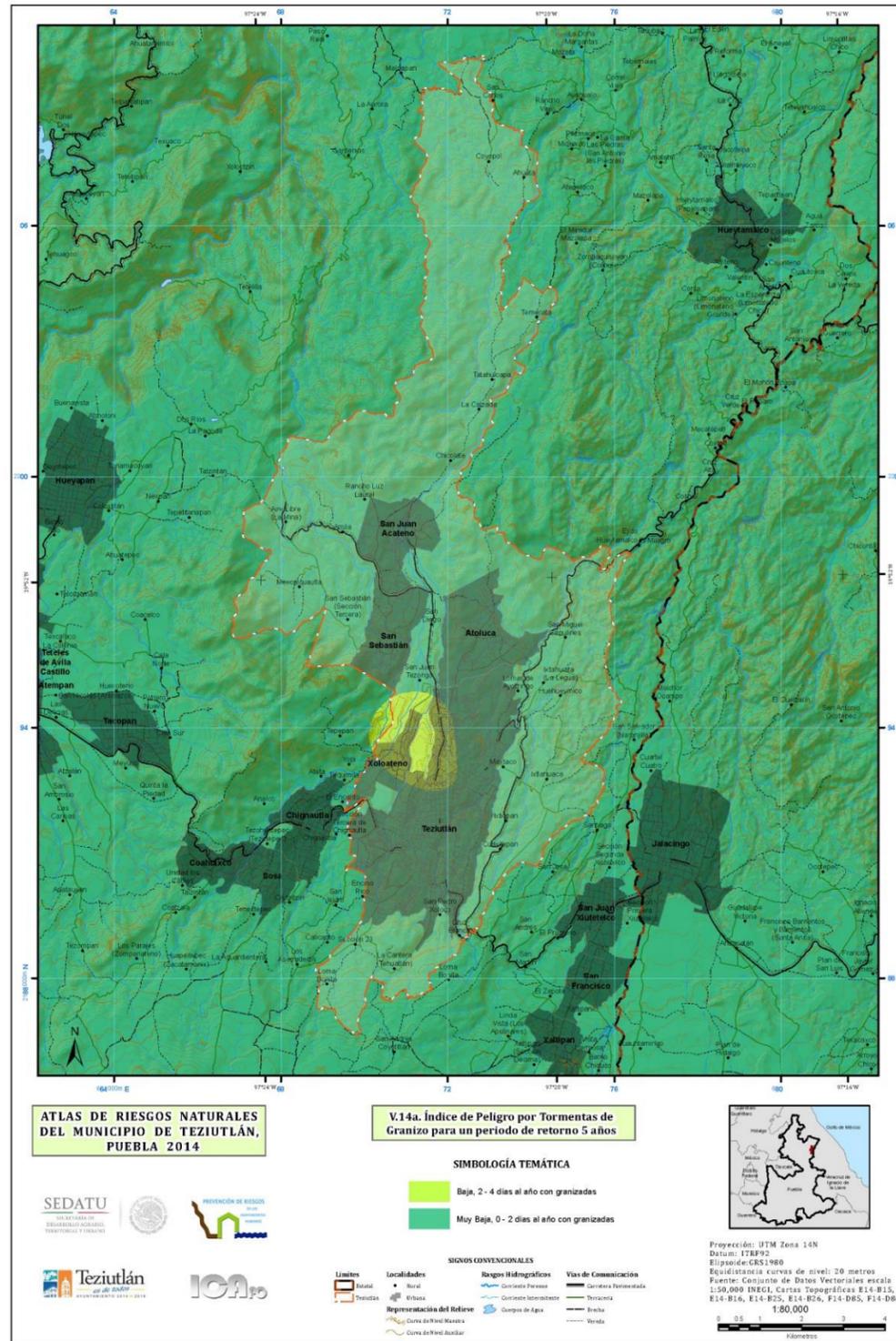
Mapa V.14. Índice de peligro por tormentas de granizo

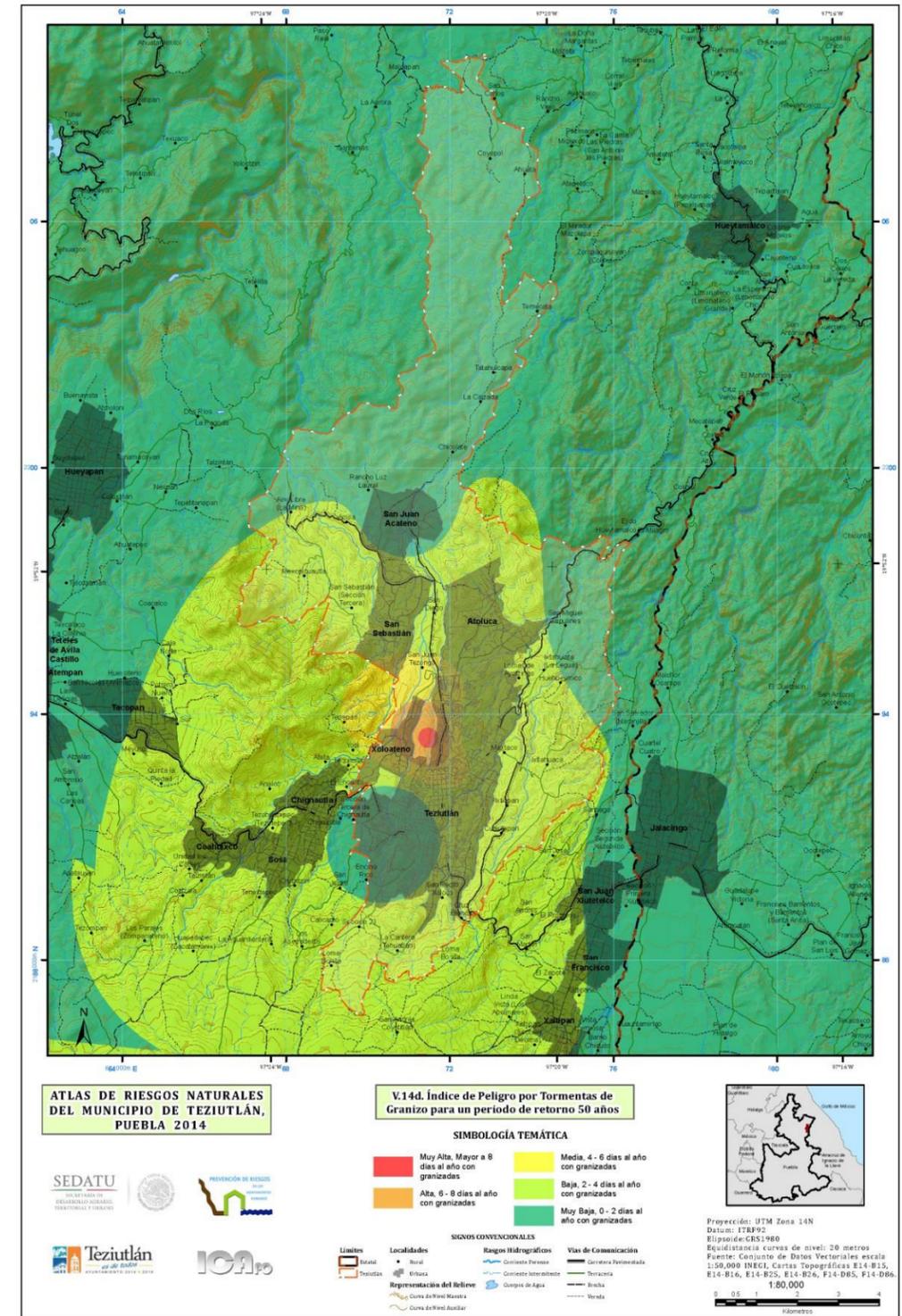
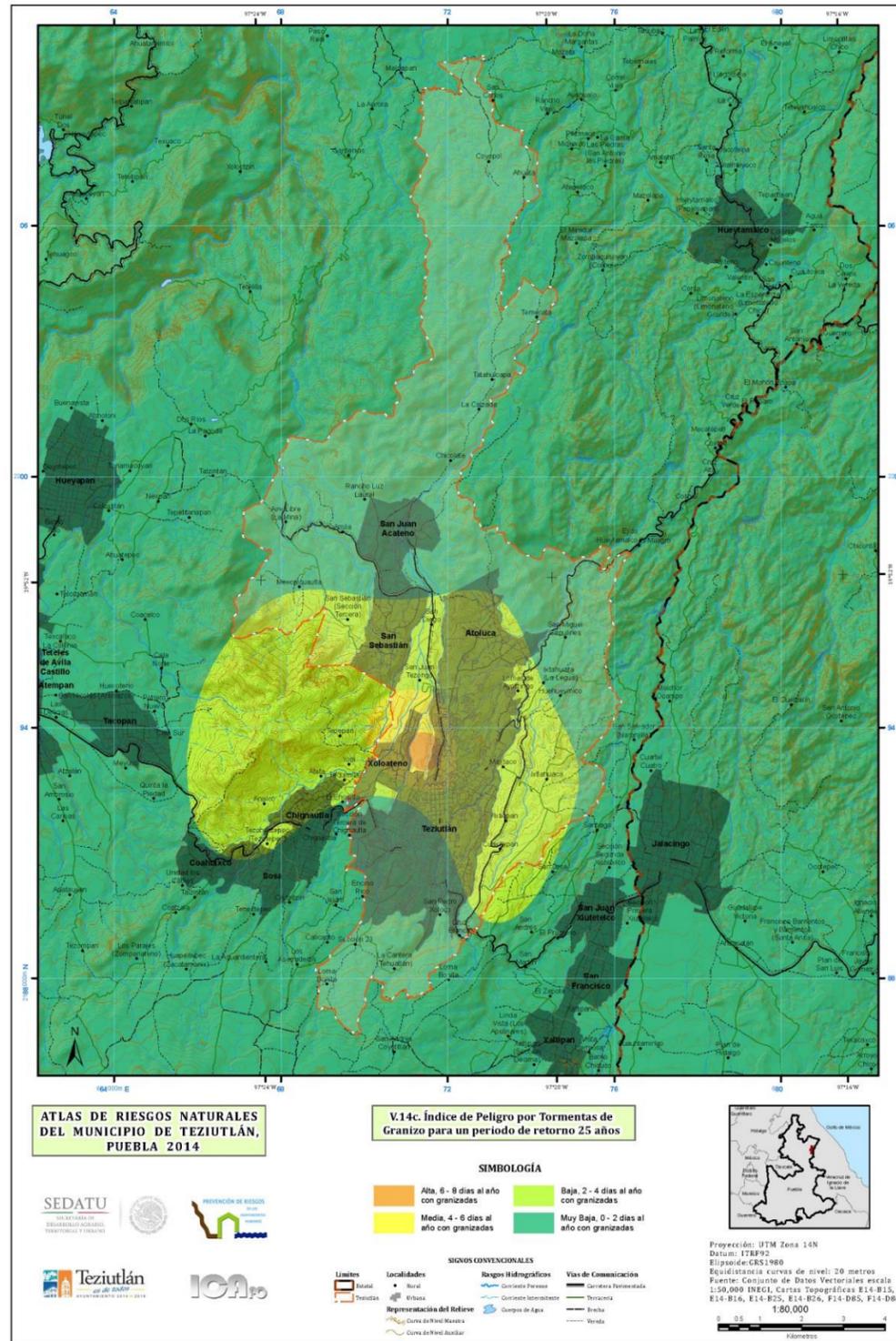


Periodos de retorno

Una de las técnicas que se emplea para estimar a futuro las condiciones que propician el desarrollo de granizadas finalidad, consiste en la obtención de los periodos de retorno (Tr), el cual está expresado en años y se define como el número promedio de años en que un evento puede ser igualado o excedido. El punto de partida son los días de granizadas al año. Con base en la información obtenida en las estaciones meteorológicas, se determinan los periodos de retorno (5, 10, 25, 50 años), los cuales servirán para identificar la probabilidad de que se repita en el corto, mediano y largo plazo (**Tabla 35**).

ESTACIÓN	TR5	TR10	TR25	TR50
21011	0.12	0.18	0.26	0.31
21014	0.33	0.48	0.67	0.81
21032	0.78	1.01	1.31	1.53
21054	0.31	0.44	0.61	0.73
21055	1.04	1.60	2.30	2.83
21059	1.12	1.37	1.68	1.91
21064	0.08	0.13	0.19	0.23
21074	0.71	1.08	1.54	1.88
21090	3.21	4.82	6.86	8.37
21091	1.28	1.60	2.00	2.30
21098	0.23	0.31	0.42	0.51
21129	2.68	3.19	3.84	4.32
21143	0.28	0.40	0.55	0.66
21162	0.22	0.32	0.46	0.55
21201	0.08	0.13	0.19	0.23
21207	0.42	0.62	0.87	1.05
21208	0.13	0.19	0.27	0.33
21209	0.23	0.34	0.48	0.58
21215	0.08	0.13	0.19	0.23
30008	0.80	0.97	1.17	1.33
30012	0.79	0.95	1.16	1.31
30074	0.88	1.03	1.23	1.38
30089	0.67	0.85	1.08	1.25
333330219	0.24	0.35	0.48	0.58





TORMENTAS DE NIEVE

Peligro

Se clasifica a las tormentas de nieve o nevadas dependiendo de la tasa de caída de nieve, la visibilidad y el viento.

- Nevada débil: Cantidades inferiores a medio centímetro de espesor por hora y la visibilidad es superior a un kilómetro. Si la nevada es breve entonces se trata de una nevisca.
- Nevada moderada: Cae de 0.5 a 4 centímetros por hora y una visibilidad que fluctúa entre 500 y 1000 metros.
- Nevada fuerte: Cae más de 4 centímetros por hora y la visibilidad es inferior a 500 metros. Si se presentan vientos sostenidos superiores a 55 km/h (35 mph) se le considera una tormenta invernal.
- Nevada severa: Cae más de 7 centímetros por hora, la visibilidad es inferior a 100 metros y los vientos sostenidos superan los 70 km/h (45 mph).

De acuerdo a esta clasificación, **este fenómeno no aplica en Teziutlán**, sumadas las siguientes condiciones geográficas que dificultan la presencia de nieve:

- El municipio se localiza en la zona tropical, entre los paralelos de 23° 26' 16" tanto al norte como al sur del ecuador, situación por la cual a la fecha no se tiene registro de nevadas en ninguno de los grados de clasificación para este fenómeno.
- El clima que presenta, templado húmedo, con temperatura media anual entre de 15.2 °C no hace posible que haya nevadas en el municipio.

Los registro de agua congelada en algunas zonas del municipio se encontraran más relacionadas a la temperatura mínima del aire, o a su precipitación. Ambas temáticas se retoman en las secciones de heladas y tormentas de granizo respectivamente.

CICLONES TROPICALES

Peligro

La Organización Meteorológica Mundial define a los ciclones tropicales como sistemas con centros de baja presión de circulación organizada con un centro de aire tibio que se desarrolla en aguas tropicales y algunas veces aguas subtropicales. Siendo entonces una gran masa de aire cálido y húmedo con fuertes vientos que giran en forma de espiral alrededor de una zona

de baja presión. Se originan en el mar entre las latitudes 5° a 15°, tanto en el hemisferio norte como en el sur, en la época en que la temperatura del agua es mayor o igual a 26° C. Los ciclones tropicales tienen un área casi circular con la presión más baja en el centro, transportan gran cantidad de humedad y frecuentemente se trasladan con velocidades comprendidas entre 10 a 40 kilómetros por hora (km/h).

Los ciclones tropicales se clasifican de acuerdo con la presión que existe en su centro o a la velocidad de sus vientos (**Tabla 35**):

Tabla 35. Escala Saffir-Simpson para ciclones tropicales.

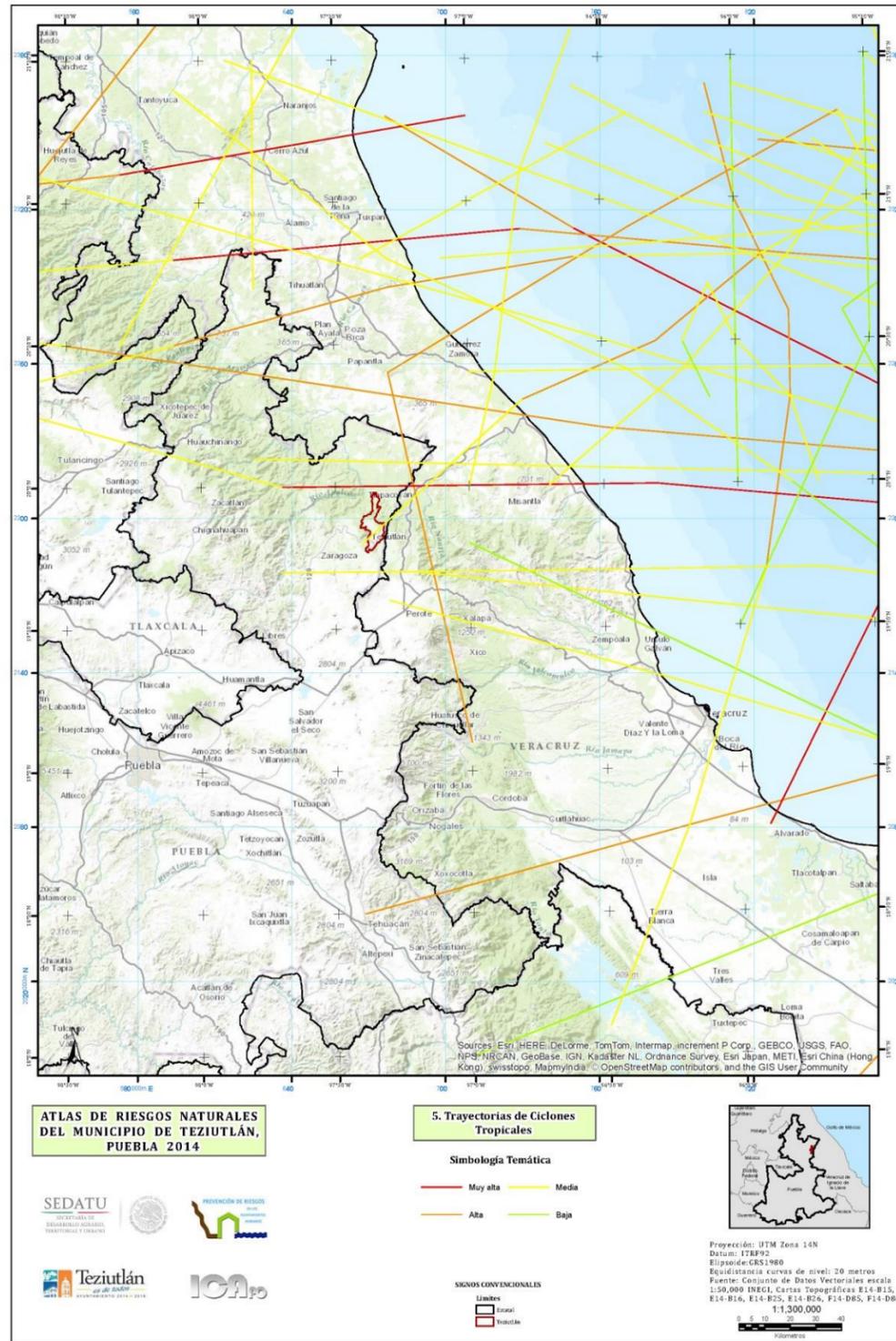
Categoría	Presión central (mb)	Vientos (km/h)	Marea de tormenta (m)	Características de los posibles daños materiales e inundaciones
Perturbación tropical	1008.1 a 1010	---	---	Ligera circulación de vientos
Depresión tropical	1004.1 a 1008	< 62	---	Localmente destructivo
Tormenta tropical	985.1 a 1004	62.1 a 118	1.1	Tiene efectos destructivos
Huracán categoría 1	980.1 a 985	118.1 a 154	1.5	Potencial Mínimo. Ningún daño efectivo a los edificios. Daños principalmente a casas rodantes no ancladas, arbustos, follaje y árboles. Ciertos daños a señales pobremente construidas. Algunas inundaciones de carreteras costeras en sus zonas más bajas y daños leves en los muelles. Ciertas embarcaciones pequeñas son arrancadas de sus amarres en fondeaderos expuestos.
Huracán categoría 2	965.1 a 980	154.1 a 178	2.0 a 2.5	Potencial Moderado. Daños considerables a arbustos y a follaje de árboles, inclusive, algunos de ellos son derribados. Daño extenso a señales pobremente construidas. Ciertos daños en los techos de casas, puertas y ventanas. Daño grave a casas rodantes. Carreteras costeras inundadas de 2 a 4 h antes de la entrada del centro del huracán. Daño considerable a muelles, inundación de marinas. Las pequeñas embarcaciones en fondeaderos sin protección rompen amarres. Evacuación de residentes que viven en la línea de costa.

Huracán categoría 3	945.1 a 965	178.1 a 210	2.5 a 4.0	Potencial Extensivo. Follaje arrancado de los árboles; árboles altos derribados. Destrucción de prácticamente todas las señales pobremente construidas. Ciertos daños en los techos de casas, puertas y ventanas. Algunos daños estructurales en pequeñas residencias. Destrucción de casas rodantes. Las inundaciones cerca de la costa destruyen las estructuras más pequeñas; los escombros flotantes y el embate de las olas dañan a las estructuras mayores cercanas a la costa. Los terrenos planos sobre 1.5 m del nivel del mar, pueden resultar inundados hasta 13 km tierra adentro (o más) desde la costa.
Huracán categoría 4	920.1 a 945	210.1 a 250	4.0 a 5.5	Potencial Extremo. Arbustos y árboles derribados; todas las señales destruidas. Daños severos. Daño extenso a los techos de casas, puertas y ventanas. Falla total de techos en residencias pequeñas. Destrucción completa de casas móviles. Terrenos de planicie a 3 m sobre el nivel del mar pueden inundarse hasta 10 km tierra adentro de la costa. Grave daño a la planta baja de estructuras cercanas a la costa por inundación, embate de las olas y escombros flotantes. Erosión importante de las playas.
Huracán categoría 5	< 920	> 250	5.5	Potencial Catastrófico. Derribamiento de arbustos y árboles, caída total de señales. Daño muy severo y extenso en ventanas y puertas. Falla total de techos en muchas residencias y edificios industriales. Vidrios hechos añicos de manera extensiva en ventanas y puertas. Algunas edificaciones con falla total. Pequeñas edificaciones derribadas o volcadas Destrucción completa de casas móviles. Daños graves en plantas bajas de todas las estructuras situadas a menos de 4.6 m por encima del nivel del mar y a una distancia de hasta 460 m de la costa.

Dada la ubicación continental de Teziutlán, a más de 130 km. de la línea de costa del Golfo de México, los ciclones tropicales generan afectaciones indirectas en el municipio, tales como: lluvias intensas y vientos fuertes.

Mapa. V. Trayectorias de ciclones tropicales

Su periodo de mayor incidencia en México se presenta durante los meses de junio a octubre.



TORNADOS

Peligro

Un tornado se define en el Glossary of Meteorology como “una columna de aire que gira violentamente sobre sí misma, estando en contacto con el suelo, ya sea colgando o debajo de una nube cumuliforme, y frecuentemente (pero no siempre) visible como una nube embudo”.

En la práctica, para que un vórtice sea clasificado como un tornado, debe tener contacto tanto con el suelo como con la base de la nube. Sin embargo, no se ha formulado una definición completa del término; ya que hay desacuerdos respecto a si múltiples puntos de contacto con el suelo provenientes del mismo embudo. El término tornado se refiere además al vórtice de viento, no a la nube de condensación.

En México ocasionalmente se presentan tornados fuertes en el noreste del país, así, considerando la localización de Teziutlán en el centro del país, se puede considerar que este peligro NO APLICA.

1. Remolino de polvo o de arena

Por otra parte, a los remolinos de polvo o de arena se les conoce en inglés como dust devil (literalmente demonio de polvo) se parece a un tornado dado que es una columna de aire vertical en rotación. No obstante, se forman bajo cielos despejados y rara vez alcanzan la fuerza de los tornados más débiles.

Se desarrollan cuando una fuerte corriente ascendente convectiva se forma cerca del suelo durante un día caluroso. Si hay suficiente cizalladura del viento en los niveles inferiores, la columna de aire caliente que está en ascenso puede desarrollar un pequeño movimiento ciclónico que puede distinguirse cerca del suelo. A estos fenómenos no se les considera tornados porque se forman cuando hay buen clima y no se asocian con nube alguna. Pueden, no obstante, causar ocasionalmente daños de consideración, especialmente en zonas áridas.

En Teziutlán dadas las condiciones climáticas de semicálido húmedo y templado húmedo este fenómeno se puede asociar a procesos erosivos y vientos fuertes, localizado principalmente en zonas agrícolas o de pastoreo y principalmente en temporada de estiaje.

TORMENTAS DE POLVO

Peligro

Se define como un fenómeno que se produce cuando vientos de suficiente intensidad se desarrollan sobre sedimentos no consolidados (áreas erosionadas o depósitos de

sedimentos), los cuales son transportados por suspensión o saltación. Otro factor es el contenido de humedad en los materiales, ya que al existir agua rellenando los poros entre las partículas, incrementan su densidad, cohesión y peso, lo que dificulta el movimiento por el viento.

En Teziutlán dadas las condiciones climáticas de semicálido húmedo y templado húmedo, sumado a una condición de vegetación de bosque de encino y coníferas, bosque mesófilo de montaña y selva perennifolia no se presente en el municipio. **NO APLICA.**

TORMENTAS ELÉCTRICAS

Peligro

Las tormentas eléctricas son la caída de rayos a tierra y se producen por el incremento del potencial eléctrico entre las nubes y la superficie terrestre, donde el rayo es la descarga eléctrica atmosférica a tierra. Es un fenómeno meteorológico en el que se presentan rayos que caen a la superficie, generalmente en zonas boscosas y en zonas urbanas. Aún se desconocen las razones por las cuales las descargas eléctricas se producen de preferencia sobre los campos, de allí que es en estos lugares donde causan más daños humanos y materiales.

Protección Civil Internacional menciona que en países tropicales la distribución de víctimas por efecto de los rayos se da en los siguientes porcentajes:

- 40% al aire libre
- 30% dentro de las viviendas
- 11% bajo los árboles
- 9% chozas y cabañas
- 10% ciudades

Estas cifras son indicativas de que las posibilidades de morir alcanzados por un rayo en una ubicación bajo techos bien construidos, al igual que en edificios o instalaciones de buena calidad, son muy remotas.

a) Metodología

La Norma Mexicana ANCE y el Sistema de Protección Contra Tormentas Eléctricas definen los siguientes rangos de peligrosidad según la densidad anual de rayos nube-tierra por kilómetro cuadrado (NMX-J-549-ANCE-2005):

- ≥ 0 a < 1 = Peligro muy bajo
- ≥ 1 a < 3 = Peligro bajo
- ≥ 3 a < 5 = Peligro medio
- ≥ 5 a < 7 = Peligro alto
- ≥ 7 a < 11 = Peligro muy alto
-

b) Resultado del análisis

Ponderación de peligro

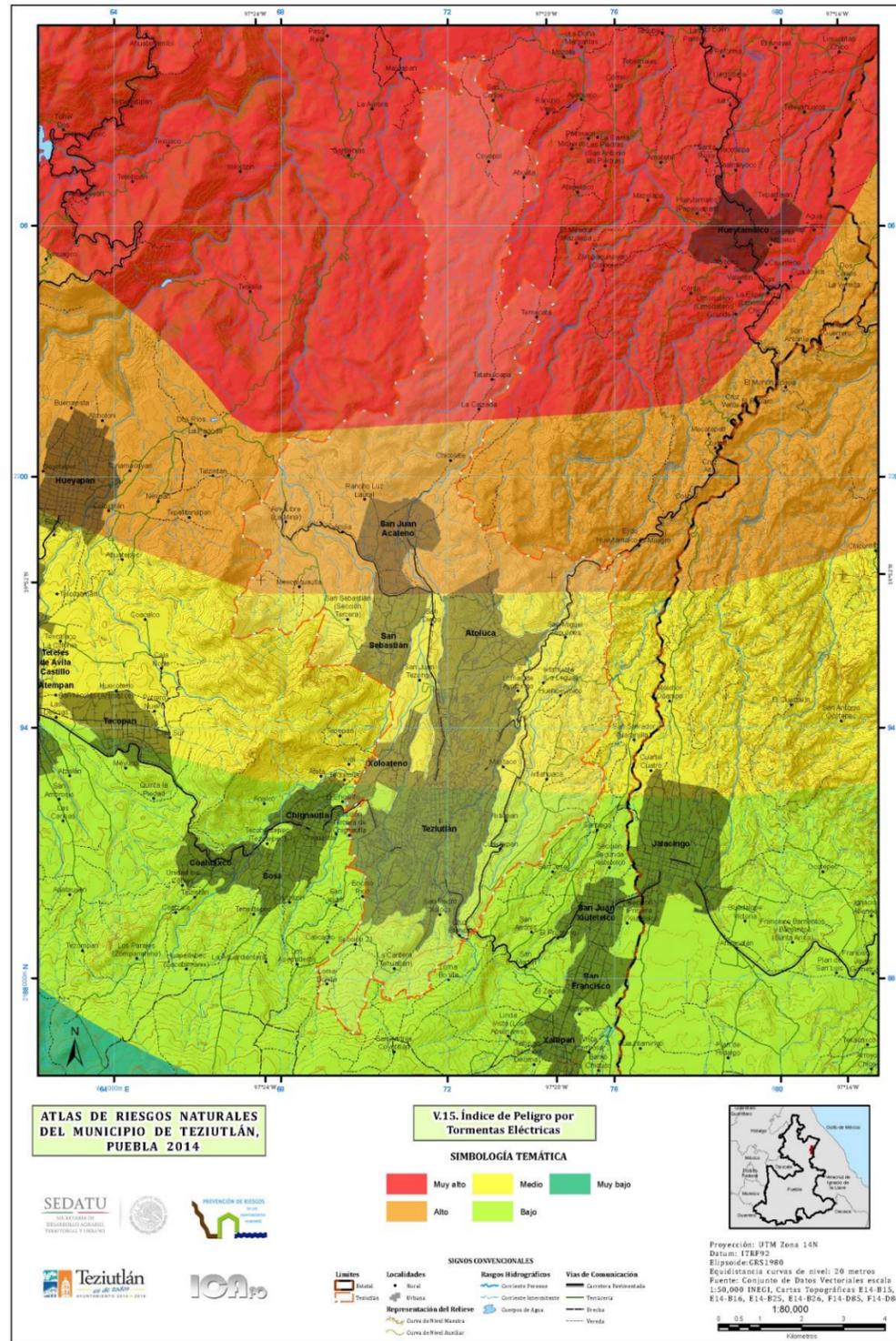
Se consultaron los datos distribuidos en el Atlas Climático Digital de México (UNIATMOS UNAM) donde se verificó que para una zona de influencia de diez kilómetros al territorio de Teziutlán, la densidad de rayos nube-tierra oscila entre los 0.4 y 3.4 rayos/Km²/año. Por lo que de manera general el peligro por tormentas eléctricas en el municipio es bajo a medio. Sin embargo para facilitar las acciones de mitigación y adaptación ante este fenómeno, se elabora una regionalización local determinando cinco niveles de intensidad según la densidad relativa a Teziutlán, los niveles establecidos son:

- Muy baja: Zona de muy baja densidad relativa de rayos, con 0.4 a 0.8 descargas eléctricas nube-tierra por año por kilómetro cuadrado.
- Baja: Zona de baja densidad relativa de rayos, con 0.81 a 1.5 descargas eléctricas nube-tierra por año por kilómetro cuadrado.
- Media: Zona de media densidad relativa de rayos, con 1.51 a 2.2 descargas eléctricas nube-tierra por año por kilómetro cuadrado.
- Alta: Zona de alta densidad relativa de rayos, con 2.21 a 2.8 descargas eléctricas nube-tierra por año por kilómetro cuadrado.
- Muy alta: Zona de muy alta densidad relativa de rayos, con 2.81 a 3.4 descargas eléctricas nube-tierra por año por kilómetro cuadrado.

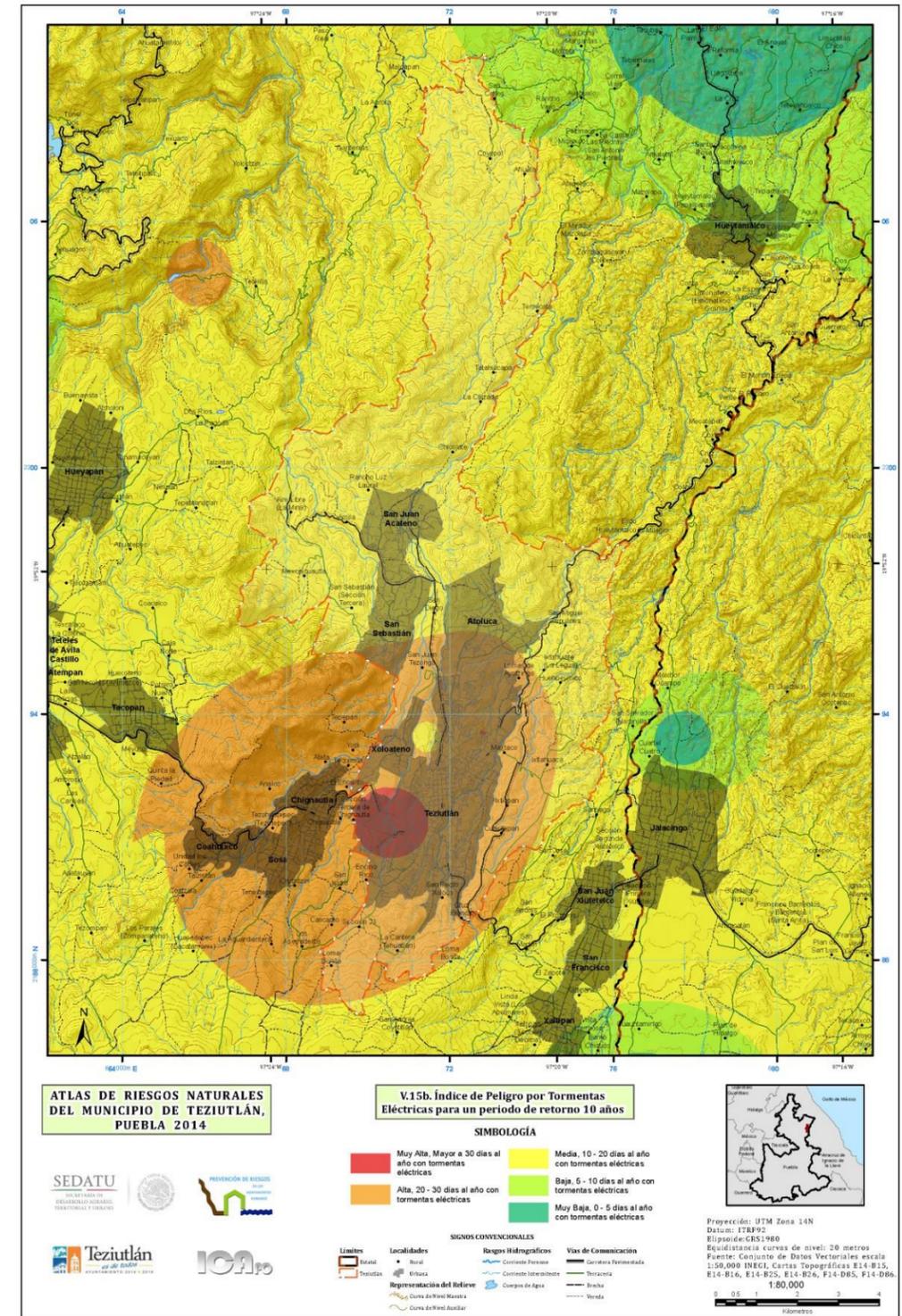
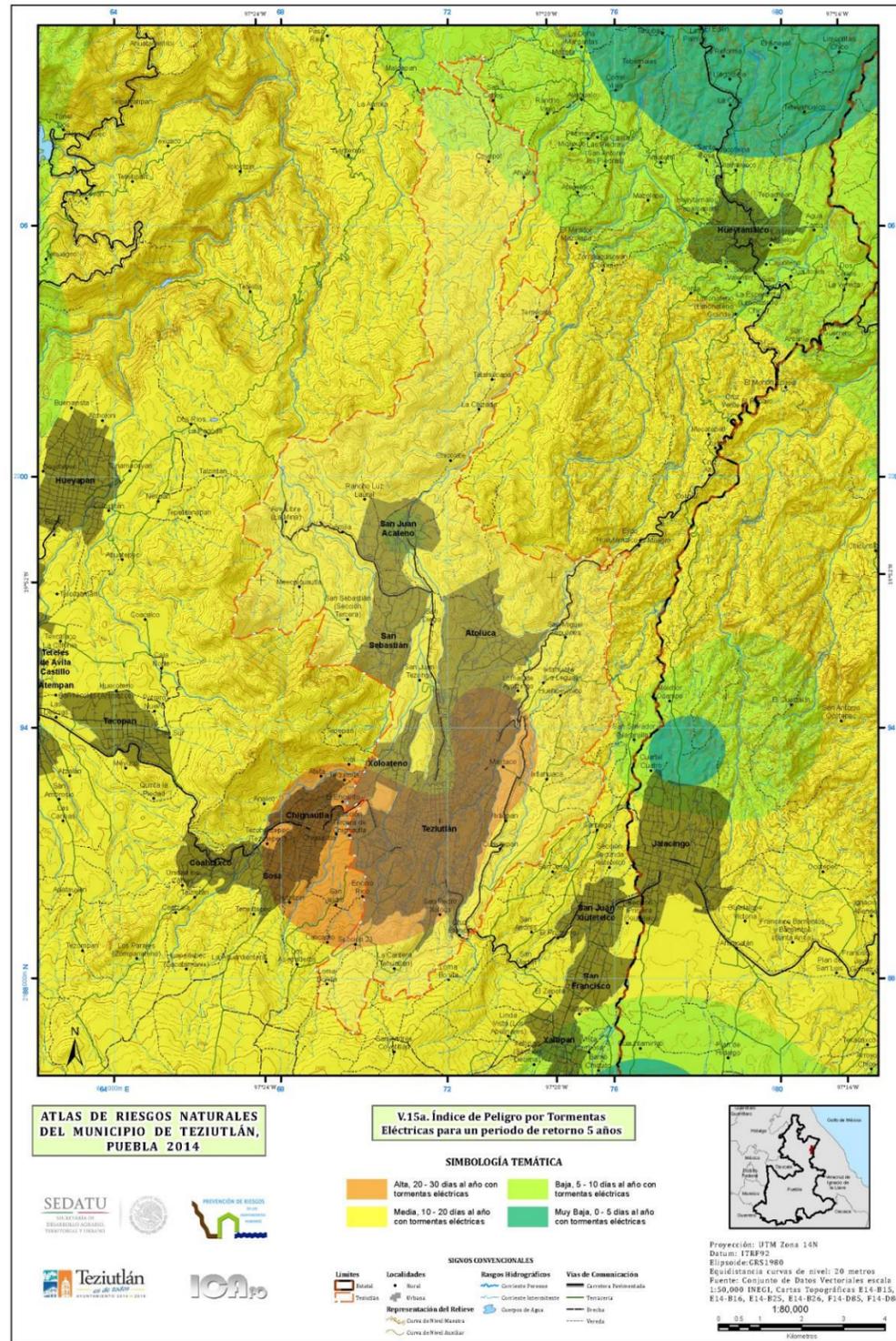
Mapa V.15. Índice de peligro por tormentas eléctricas

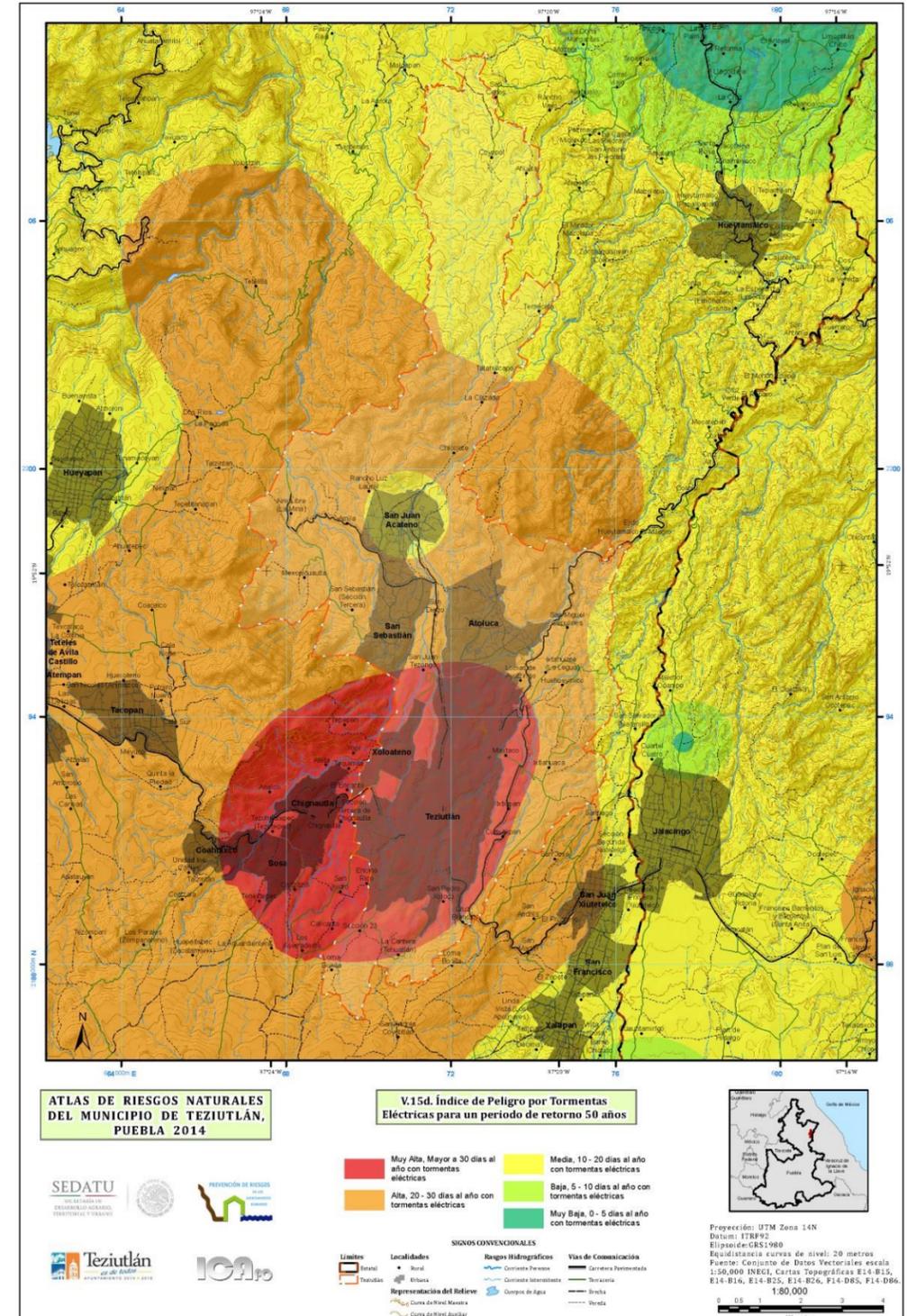
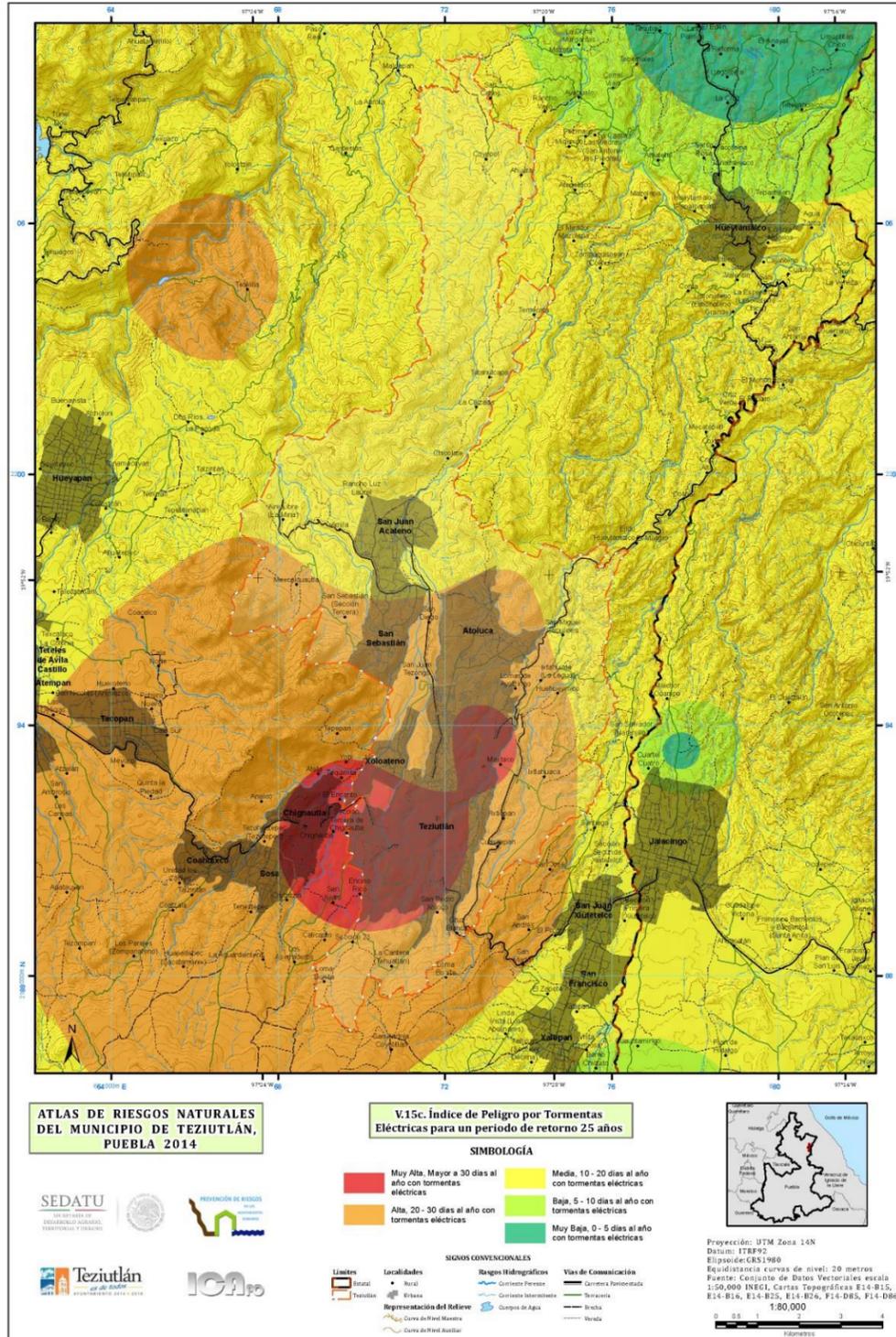
Periodos de retorno

Una de las técnicas que se emplea para estimar a futuro las condiciones que propician el desarrollo de tormentas eléctricas al año consiste en la obtención de los periodos de retorno (Tr), el cual está expresado en años y se define como el número promedio de años en que un evento puede ser igualado o excedido. El punto de partida son los días de tormentas eléctricas al año. Con base en la información obtenida en las estaciones meteorológicas, se determinan los periodos de retorno (5, 10, 25, 50 años), los cuales servirán para identificar la probabilidad de que se repita en el corto, mediano y largo plazo (**Tabla 36**).



ESTACIÓN	TR5	TR10	TR25	TR50
21011	19.27	20.67	22.44	23.75
21014	8.29	9.60	11.25	12.48
21032	21.03	23.53	26.68	29.02
21054	10.92	13.44	16.62	18.98
21055	15.39	18.25	21.87	24.56
21059	4.20	5.35	6.81	7.89
21064	17.70	18.86	20.33	21.42
21074	9.70	12.61	16.30	19.03
21090	13.69	19.02	25.76	30.76
21091	26.98	30.04	33.90	36.76
21098	5.21	6.24	7.55	8.52
21128	7.73	11.17	15.51	18.73
21129	18.68	21.76	25.64	28.53
21143	6.53	8.44	10.86	12.65
21162	28.23	33.42	39.97	44.83
21201	0.37	0.56	0.82	1.00
21207	3.07	4.07	5.33	6.26
21208	0.29	0.44	0.62	0.76
21215	4.36	6.06	8.22	9.82
30008	6.52	7.09	7.81	8.35
30012	17.29	19.99	23.39	25.91
30074	14.23	15.67	17.50	18.85
30089	10.83	12.27	14.09	15.44
30219	6.54	7.77	9.33	10.48
30368	1.56	2.46	3.61	4.45
30370	0.17	0.26	0.39	0.48
30384	1.69	2.58	3.70	4.53





LLUVIAS EXTREMAS

Peligro

La presencia de este fenómeno se relaciona con el clima en un territorio determinado, por lo que intervienen factores (continentalidad, barreras orográficas, altitud, corrientes oceánicas), en la forma en que se presentan los elementos climáticos (temperatura, precipitación, presión atmosférica, vientos)

Se basa en conocer la distribución espacial y temporal de la precipitación en una zona determinada, tomando como referencia los datos meteorológicos históricos recopilados por el Servicio Meteorológico Nacional, los cuales son empleados para establecer escenarios de probabilidad.

Los resultados obtenidos se utilizan para estimar crecidas o modelos de precipitación - escorrentía, ya que episodios de lluvia intensa pueden ser causantes de anegamientos e inundaciones, lo cual tiene graves efectos en la vida cotidiana por los daños materiales y pérdidas humanas.

a) Metodología

De acuerdo al Centro Nacional para la Prevención de Desastres, el grado de intensidad señalado en el fascículo de Tormentas Severas, se clasifica en cinco categorías de acuerdo a su intensidad, las cuales se identifican según la lámina de lluvia expresada en milímetros (mm), en un periodo de 24 horas. (**Tabla 37**)

Tabla 37. Clasificación de los diferentes tipos de precipitación

Tipos de Precipitación	Características
Lluvia Torrencial	Lluvia máxima en mm acumulada en 24 horas, mayor a 150 mm.
Lluvia Intensa	Lluvia máxima en mm acumulada en 24 horas, de 70 a 150 mm.
Lluvia Fuerte	Lluvia máxima en mm acumulada en 24 horas, de 20 a 70 mm.
Lluvia Moderada	Lluvia máxima en mm acumulada en 24 horas, de 5 a 20 mm.

Los valores de lluvia máxima acumulada en 24 horas obtenidos en las estaciones más cercanas al municipio de anexan en la **tabla 38**. Así mismo, a partir de estos datos se realiza una interpolación por ponderación de distancia inversa con lo cual se establecen cartográficamente los niveles de peligro ante este fenómeno.

Tabla 38. Valores de lluvia máxima acumulada en 24 horas obtenidos en las estaciones más cercanas al municipio

Clave	Lluvia (mm)	Clave	Lluvia (mm)
21011	173.1	21162	164.2
21014	154.9	21201	137.5
21032	289.8	21208	69.9
21054	161.4	21209	36.6
21055	172.3	21215	145.9
21059	72.3	30008	113.4
21064	212.8	30012	174.9
21074	173.6	30074	137.3
21090	91.4	30089	139.4
21091	177.1	30219	184.5
21098	103.0	30368	63.3
21129	81.4	30370	46.0
21143	151.4	Promedio	136.4

b) Resultado del análisis

Ponderación de peligro

La información obtenida, se observa que para los periodos de retorno calculados, las lluvias máximas en 24 horas corresponden mayormente a la categoría de lluvia intensa, por lo que el peligro se considera alto para el Municipio de Teziutlán.

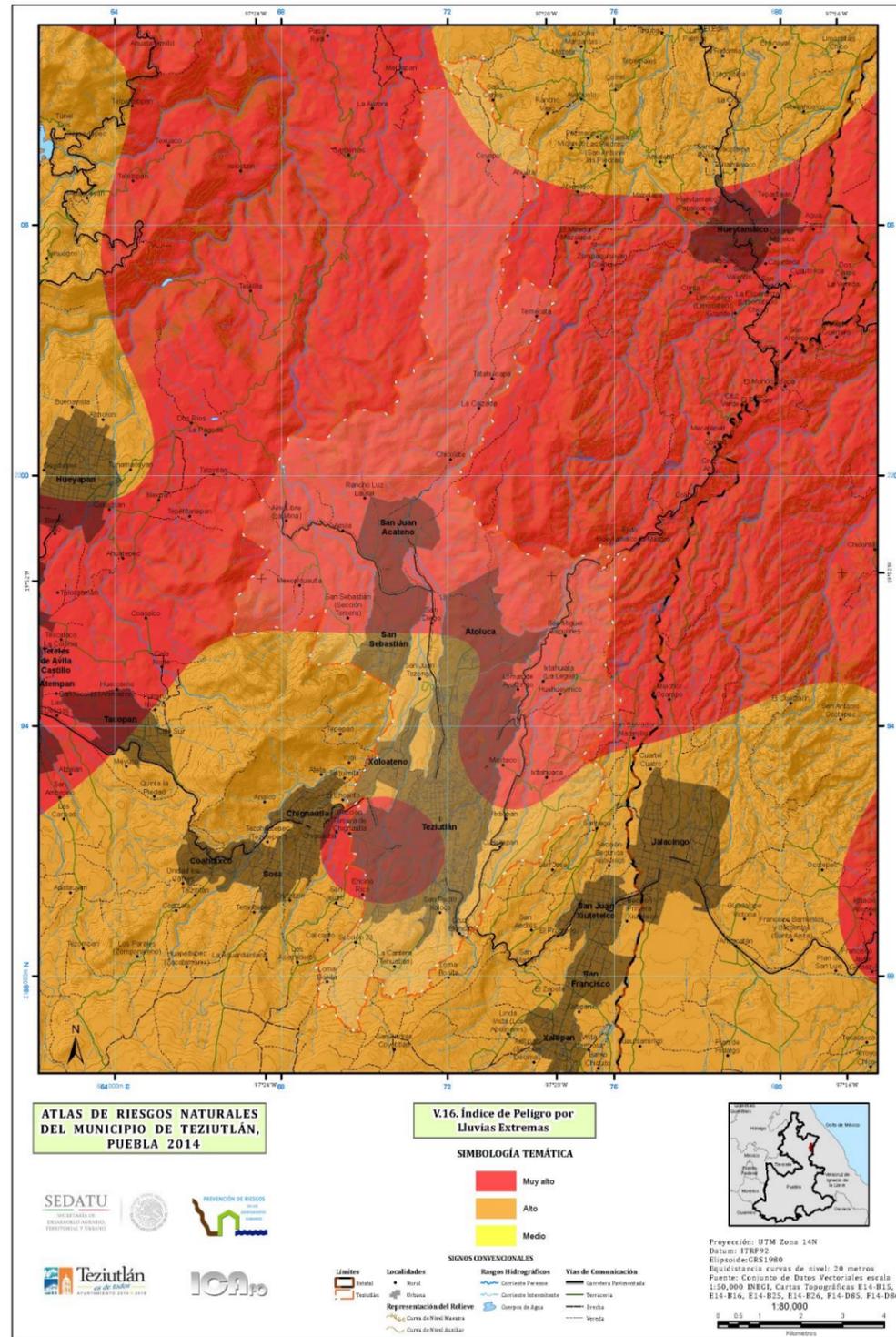
Una visión más detallada se reporta en el mapa, donde se aprecian dentro del municipio dos categorías de peligro:

- Muy alto, correspondiendo a lluvias tipo torrencial, este nivel se localiza en la zona centro y norte del municipio, implicando a la localidad urbana de San Juan Acateno.
- Alto, equivalente a lluvias de carácter intenso, este nivel afecta la zona sur de Teziutlán donde se localiza la cabecera municipal.

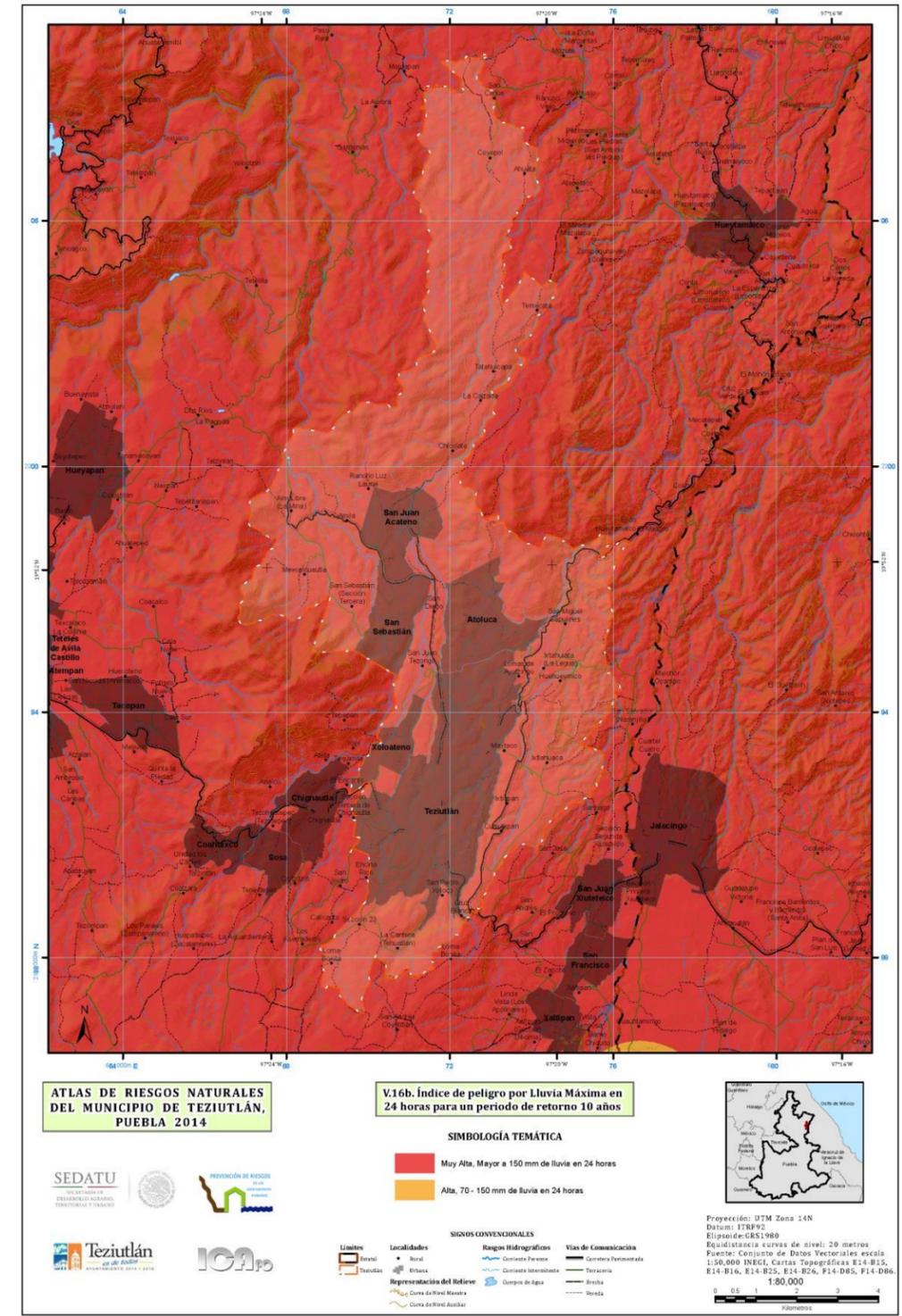
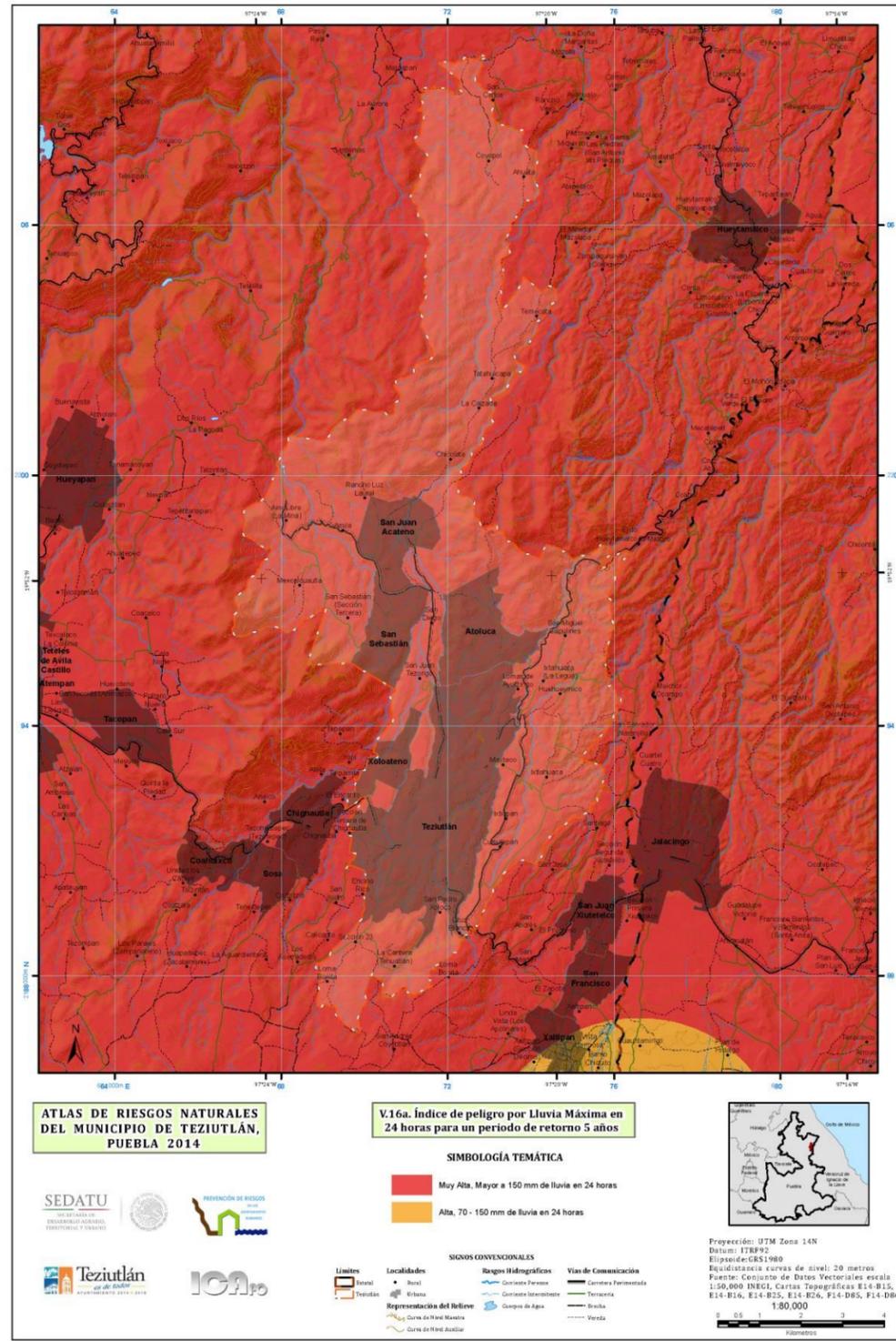
Mapa V. 16. Índice de peligro por lluvias extremas

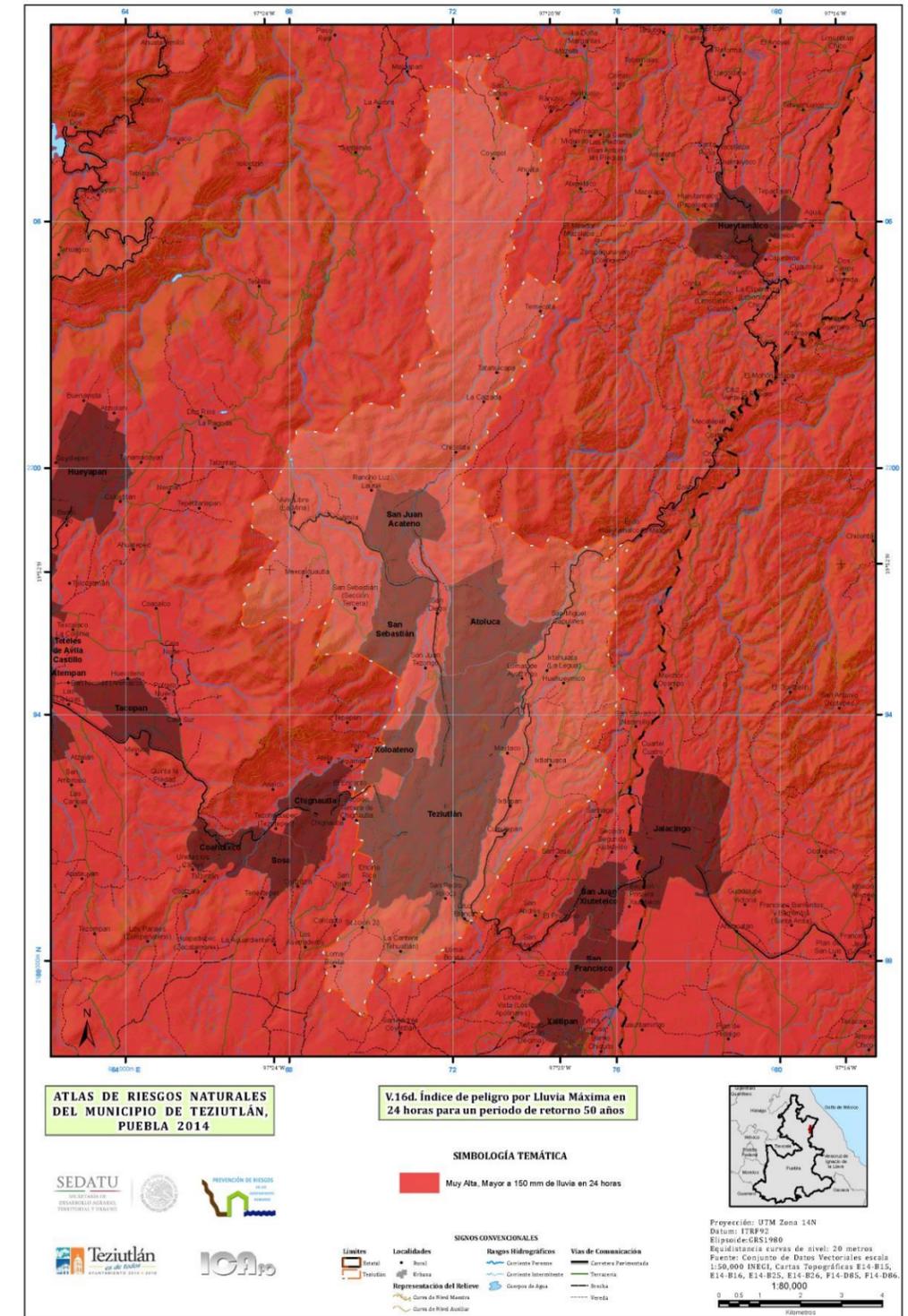
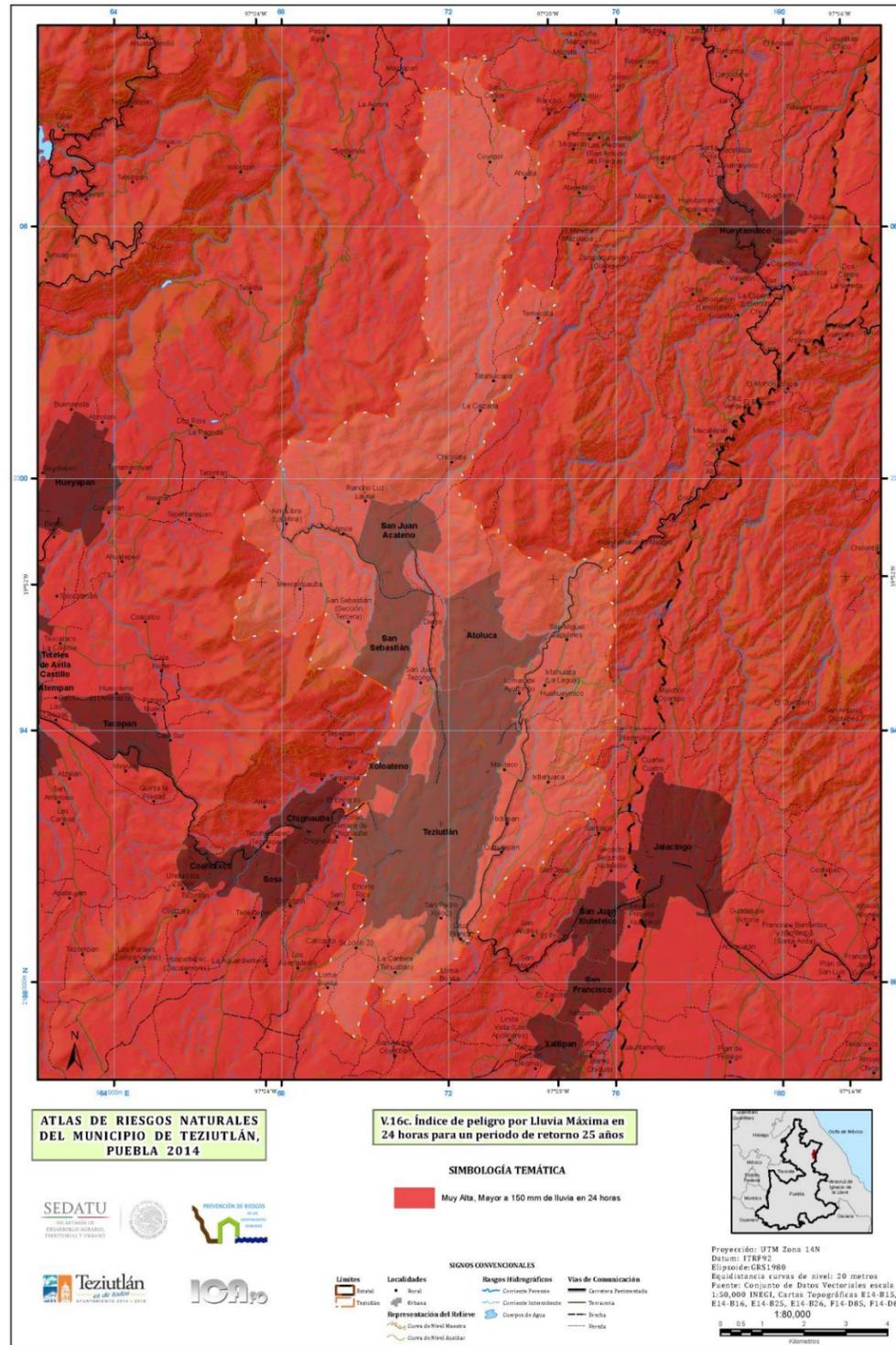
Periodos de retorno

Una de las técnicas que se emplea para estimar a futuro las condiciones que propician el desarrollo de precipitación máxima en 24 horas consiste en la obtención de los periodos de retorno (Tr), el cual está expresado en años y se define como el número promedio de años en que un evento puede ser igualado o excedido. El punto de partida la precipitación máxima en 24 horas. Con base en la información obtenida en las estaciones meteorológicas, se determinan los periodos de retorno (5, 10, 25, 50 años). **Tabla 38**



ESTACIÓN	TR5	TR10	TR25	TR50
21011	232.13	280.12	340.76	385.74
21014	198.38	233.76	278.47	311.64
21032	376.40	446.81	535.78	601.79
21054	221.68	270.67	332.58	378.50
21055	231.22	279.17	339.76	384.72
21059	108.00	137.07	173.79	201.03
21064	267.01	311.08	366.76	408.07
21074	242.80	299.13	370.32	423.12
21090	152.01	201.31	263.59	309.79
21091	246.58	303.09	374.50	427.48
21098	144.14	177.59	219.86	251.22
21128	233.94	273.88	324.34	361.78
21129	142.79	192.72	255.80	302.60
21143	201.94	243.06	295.03	333.58
21162	216.43	258.86	312.49	352.27
21201	178.44	211.77	253.88	285.13
21207	96.49	122.59	155.57	180.03
21208	109.73	142.12	183.03	213.39
21209	49.26	59.56	72.59	82.25
21215	207.00	256.67	319.43	365.99
30008	160.28	198.43	246.64	282.40
30012	232.81	279.89	339.37	383.50
30074	206.34	262.48	333.41	386.03
30089	211.24	269.67	343.50	398.27
30219	227.76	262.91	307.33	340.27
30368	94.76	120.32	152.61	176.56
30370	73.67	96.15	124.54	145.61
30384	167.43	214.47	273.90	317.99





INUNDACIONES PLUVIALES, FLUVIALES, COSTERAS Y LACUSTRES

Peligro

Los fenómenos hidrometeorológicos tienen repercusiones positivas y negativas en nuestro país debidas, entre otros factores, a la ubicación geográfica, orografía y diversos sistemas meteorológicos que la afectan (CENAPRED, 2006), no obstante, las afectaciones son principalmente sobre la población incrementándose en función de la localización y distribución.

Como parte de los riesgos hidrometeorológicos se encuentran las inundaciones, clasificadas con base en los factores que intervienen para su desarrollo: pendiente, geoformas, litología, tipo de suelo, régimen de precipitación, presencia de huracanes, modificaciones antrópicas, de esta forma la tipología es la siguiente:

- Fluviales y Pluviales: se producen en valles con llanuras de inundación como resultado del desbordamiento de los márgenes del canal o de diques artificiales. También son ocasionadas por precipitaciones intensas sobre planicies constituidas por material aluvial.
- Litorales: áreas de costas bajas, incluyendo estuarios y deltas, por penetración de agua del mar superando los diques artificiales.
- Súbitas: en zonas donde la capacidad de infiltración es mínima y la respuesta a la precipitación es rápida (avenidas o torrentes), relacionadas con las características morfológicas y morfométricas de las cuencas.

De esta forma, la inundación se presenta cuando una porción del terreno se encuentra temporalmente cubierta por agua, producto de lluvias extraordinarias, desbordamiento de ríos, saturación del suelo e incremento en la altura del oleaje; esta ocupación del territorio por agua genera afectaciones sobre los elementos que se encuentran en la superficie, principalmente en infraestructura y equipamiento, sectores económicos así como pérdida de vidas humanas.

a) Metodología

Consistió en la revisión y consulta con la Dirección de Protección Civil Municipal, sobre los antecedentes que se han presentado en la zona de estudio, asimismo, se realizó el recorrido de campo al área de interés; durante esta actividad, se hizo el levantamiento de puntos GPS marcando el límite máximo alcanzado durante la inundación.

En gabinete, se empleó la plataforma de Google Earth para el trazado de perfiles transversales con la finalidad de obtener, mediante la configuración del territorio, el límite de la zona de inundación que se representa en el mapa correspondiente; cabe señalar, que los puntos GPS se utilizaron también como referencia para definir el área inundable.

Cabe señalar, que el desarrollo de escenarios para inundaciones en forma uni y bidimensional, se realizó sobre la zona que presenta esta problemática; no obstante, factores como las dimensiones del área y el tipo de información que se requiere, constituyen elementos esenciales para obtener resultados válidos y confiables.

El desarrollo de estos escenarios se realiza a partir de diversos softwares que permiten modelar el comportamiento del agua en una cuenca de estudio y su influencia en el desbordamiento de ríos, a partir de la información correspondiente a las condiciones morfológicas y topográficas de la cuenca, cantidad de precipitación y capacidad del sistema de drenaje para transportar el agua captada; así como la forma del cauce, pendiente, condiciones ambientales (materiales por donde transita, tipo de cobertura natural o antrópica).

Para el presente documento, el ejercicio se efectuó empleando el software HEC - RAS así como una interface gráfica que tiene la posibilidad de intercambio de datos con el sistema de información geográfica ArcGIS mediante la extensión HEC-GeoRas. El conjunto de procesos que comprende el modelado en ríos con flujo permanente, se estructuran en fases de trabajo al momento de ejecutar los módulos en HEC - RAS, en síntesis, las etapas consisten en:

1. Creación de un proyecto: Se establecen los parámetros generales como la interfase de trabajo, nombre del proyecto, ruta en donde se almacenarán los datos que se irán generando durante la modelación.
2. Datos geométricos: La información en formato vectorial y raster, se ingresa usando el módulo que proporciona el software, no obstante y como se mencionó anteriormente, se puede emplear la extensión compatible con ArcGis para crear la geometría (HEC - GeoRas).
3. Caudales y periodos de retorno: Consiste en agregar los cálculos sobre Gasto Máximo expresado en m³/seg, para diferentes periodos de retorno; estos parámetros se emplean para estimar la extensión máxima que puede alcanzar el agua durante la ocurrencia de inundaciones.
4. Ejecución: Establecidos los parámetros correspondientes a la morfología de la cuenca y cauce, así como el volumen de agua transportado; se generan los escenarios sobre la probable extensión y zonas inundables.
5. Análisis de resultados: La validación de los datos y cartografía resultante mediante el modelado, deben sustentarse no solo en la calidad y precisión de los datos ingresados al software (geometría y gasto máximo); también es necesario corroborar en campo los niveles alcanzados durante inundaciones ocurridas en la zona de estudio.

Una vez realizado el procedimiento, los resultados obtenidos se analizaron con la información generada en trabajo de campo así como la proporcionada por la Dirección de Protección Civil

Municipal, estableciendo falta de confiabilidad. Lo anterior está relacionado con la cartografía empleada, específicamente la resolución del Modelo Digital de Elevación (20 metros) considerada extensa para la zona estudiada, lo cual propicia escenarios de inundación que exceden las dimensiones identificadas en campo.

b) Resultado del análisis

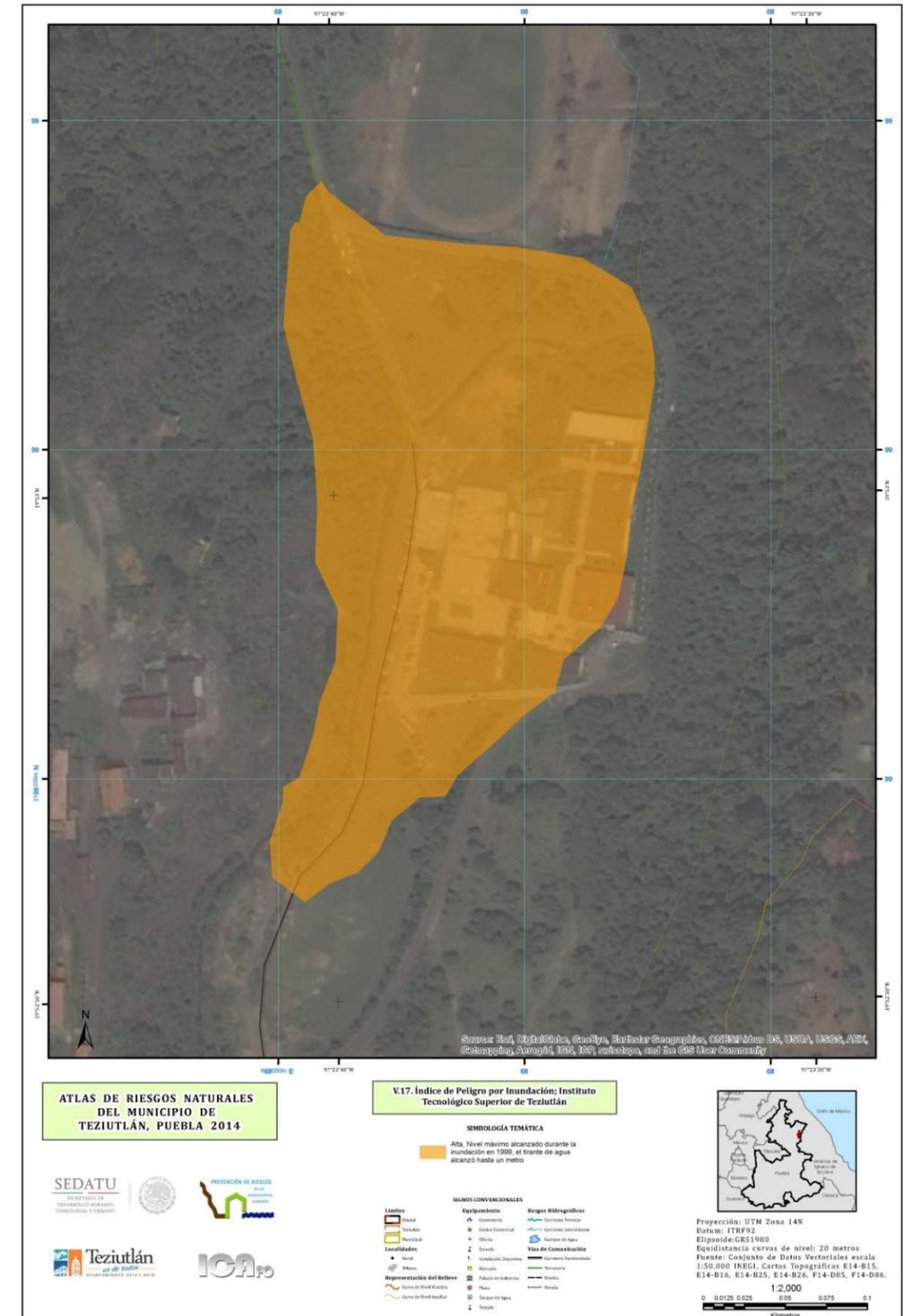
Ponderación de peligro

Como se mencionó anteriormente, las características naturales constituyen los factores que inciden en la presencia o ausencia de inundaciones. Para el Municipio de Teziutlán, el relieve conformado principalmente por un sistema de laderas y valles, actúa como limitante para la ocurrencia de inundaciones.

Esto es debido a que durante la precipitación, la pendiente del terreno propicia la escorrentía del agua sobre las laderas, concentrándose en los cauces principales que la transportan en dirección Norte fuera del límite municipal.

Con base en lo anterior, solamente se estableció una zona que presenta esta problemática, localizada en la porción Noroeste del Municipio, sobre la cual se construyó el Instituto Tecnológico Superior de Teziutlán (**Mapa V.17. Índice de peligro por inundaciones; Instituto Tecnológico Superior de Teziutlán**). De acuerdo a la información proporcionada por la Dirección de Protección Civil, esta área presentó inundaciones durante las lluvias del mes de octubre de 1999, sin que hasta el momento se haya repetido.

Mapa V.17. Índice de peligro por inundaciones; Instituto Tecnológico Superior de Teziutlán



Cabe señalar, que la zona sobre la cual se encuentra el Tecnológico, es una planicie constituida por material aluvial producto del transporte y deposición de sedimentos, esto le confiere una inclinación que no supera los 3° de pendiente, por lo que el agua de lluvia no escurre y satura los materiales. Aunado a lo anterior, existen terrazas fluviales como evidencia de distintos periodos en lo que el río ha superado el cauce actual y generado procesos de inundación.

A pesar de que la inundación no se ha presentado nuevamente, las modificaciones que se están realizando en las partes media y alta de la microcuenca (cambio de uso de suelo y establecimiento de asentamientos humanos), constituyen elementos que alteran la dinámica natural de la cuenca y por ende, incrementar la frecuencia con que éstas se presentan.

VULNERABILIDAD SOCIAL

La vulnerabilidad social se calculó considerando la metodología del CENAPRED, definida 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 población.” Fueron utilizadas cinco categorías socioeconómicas que se relacionan con las condiciones elementales de bienestar y desarrollo de los individuos y en general de la sociedad: salud, educación, vivienda, empleo, ingresos y población. En cada una de estas categorías se identifican factores que inciden y acentúan los efectos de un desastre, dado que la vulnerabilidad social es una condición ligada a la capacidad de desarrollo de la población.

El Grado de Vulnerabilidad Social establece cinco niveles de vulnerabilidad social, mismos que muestran en la **tabla 39**.

TABLA 39. Niveles de vulnerabilidad social.

Rango de vulnerabilidad Social	Nivel de Vulnerabilidad Social Asociado a Desastres
0 a 0.20	Muy Bajo
0.21 a 0.40	Bajo
0.41 a 0.60	Medio
0.61 a 0.80	Alto
> 0.80	Muy Alto

Se identificó por lo tanto la vulnerabilidad social a escala urbana y por localidad.

Vulnerabilidad social por manzana

Se identifican 722 manzanas dentro de la cabecera municipal, de las cuales solo 1 manzana presenta una vulnerabilidad alta, 24 vulnerabilidad media, 144 vulnerabilidad baja y 553 vulnerabilidad social muy baja; ello es representativo de los porcentajes de población y

número de viviendas para los grados de vulnerabilidad baja y muy baja, en los cuales esta última presenta una población con el 56.6% de la población total en la cabecera municipal, y las cuales habitan el 59.7% de las viviendas (**Tabla 40**).

TABLA 40. Población y viviendas según nivel de vulnerabilidad social según manzanas urbanas.

GRADO DE VULNERABILIDAD	POBLACIÓN TOTAL	% POBLACIÓN TOTAL	VIVIENDAS TOTALES	% VIVIENDAS TOTALES
ALTO	143	0.2	24	0.1
MEDIO	4062	5.4	801	3.5
BAJO	28525	37.9	8503	36.8
MUY BAJO	42601	56.6	13805	59.7
TOTAL	75331	100.0	23133	100.0

Vulnerabilidad social por localidad

Se identifica una población de 5756 hab. con vulnerabilidad social media, habitando 1106 viviendas; en vulnerabilidad baja 7181 hab. en 1847 viviendas; y con vulnerabilidad muy baja 79309 hab. en 24529 viviendas.

TABLA 41. Población y viviendas según nivel de vulnerabilidad social según localidades.

GRADO DE VULNERABILIDAD	POBLACIÓN TOTAL	% POBLACIÓN TOTAL	VIVIENDAS TOTALES	% VIVIENDAS TOTALES
MEDIO	5756	6.2	1106	4.0
BAJO	7181	7.8	1847	6.7
MUY BAJO	79309	86.0	24529	89.3
TOTAL	92246	100.0	27482	100.0

Vulnerabilidad social media

Son 3 localidades en este grado de vulnerabilidad, las cuales suman 5756 habitantes y 1106 viviendas.

TABLA 42. Número de localidades según grado medio de vulnerabilidad social.

CLAVE INEGI	LOCALIDAD	GRADO DE VULNERABILIDAD	POBLACIÓN TOTAL	VIVIENDAS TOTALES
211740006	Coyopol	MEDIO	385	81
211740019	San Sebastián		3942	754
211740057	San Sebastián (Sección Tercera)		1429	271
Total			5756	1106

Vulnerabilidad social baja

En este grado se identifican 4 localidades, de las cuales Temecata solo presenta 21 habitantes y 5 viviendas siendo las más significativas por su población y viviendas las tres restantes: San Juan Acateno, Cuaxoxpan y Sección 23.

TABLA 43. Número de localidades según grado bajo de vulnerabilidad social.

CLAVE INEGI	LOCALIDAD	GRADO DE VULNERABILIDAD	POBLACIÓN TOTAL	VIVIENDAS TOTALES
211740016	San Juan Acateno	BAJO	4481	1156
211740021	Temecata		21	5
211740035	Cuaxoxpan		1421	377
211740045	Sección 23		1258	309
Total			7181	1847

Vulnerabilidad social muy baja

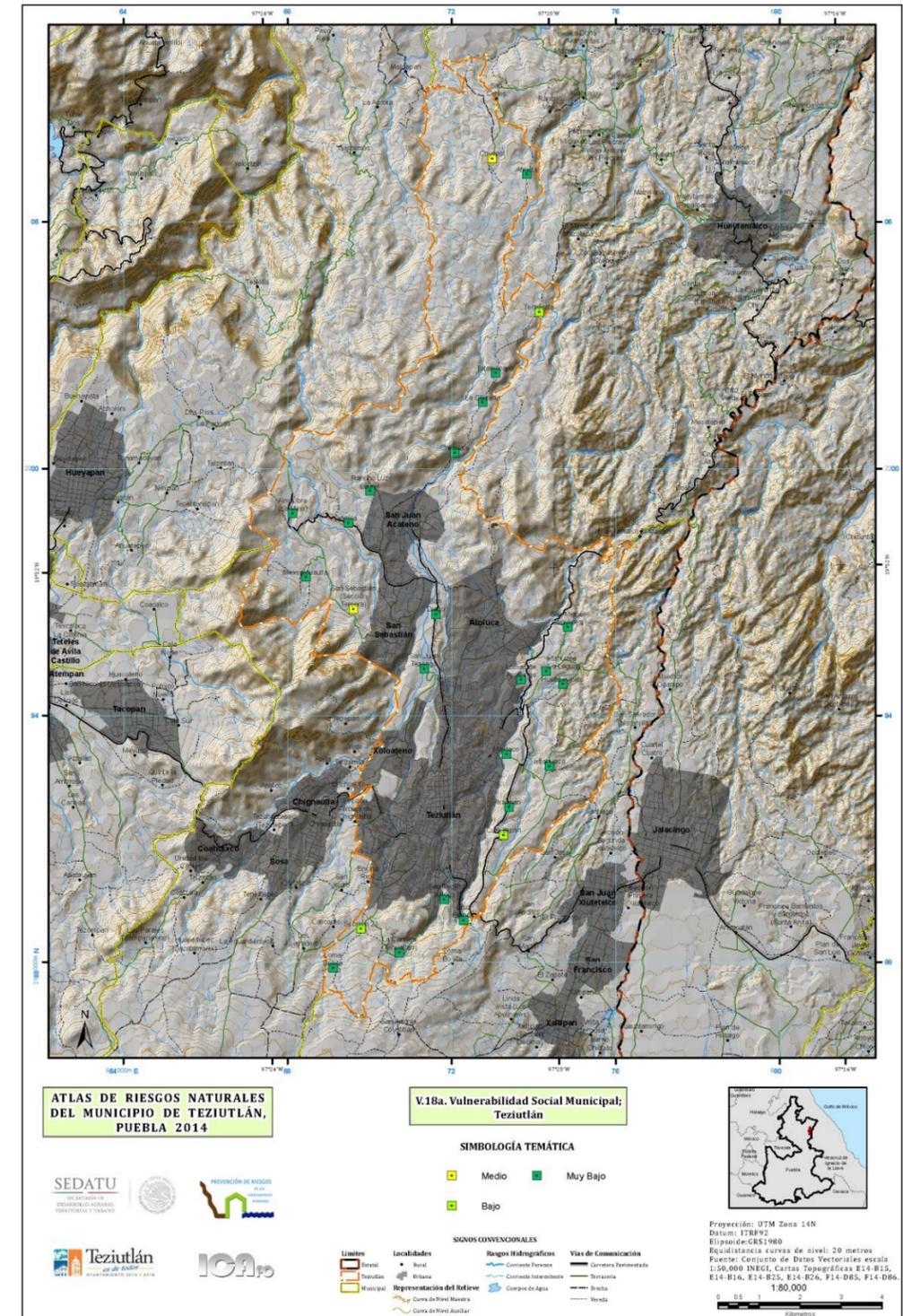
Presenta 24 localidades, incluyendo la cabecera municipal, 6 de las cuales tienen menos de 12 habitantes y menos de 4 viviendas.

TABLA 44. Número de localidades según grado muy bajo de vulnerabilidad social.

CLAVE INEGI	LOCALIDAD	GRADO DE VULNERABILIDAD	POBLACIÓN TOTAL	VIVIENDAS TOTALES
211740001	Teziutlán	MUY BAJO	58699	18812
211740002	Ahuata		82	20
211740004	Atoluca		5187	1570
211740010	Huehueymico		884	201
211740011	Ixtahuiata (La Legua)		1311	342
211740012	Ixticpan		1551	363
211740013	Ixtlahuaca		1063	261
211740014	Mexcalcuautla		1861	480
211740015	San Diego		2026	672
211740017	San Juan Tezongo		1144	269
211740022	Xoloateno		3022	841
211740024	Aire Libre (La Mina)		598	194
211740031	San Miguel Capulines		421	126

21174003 4	La Cantera (Tehuatlán)	156	45
21174003 7	Muxtaco	745	194
21174004 7	Tatahuicapa	9	2
21174005 0	La Calzada	6	2
21174005 1	Loma Bonita	210	47
21174005 4	Cruz Blanca	6	3
21174005 6	San Pedro Xoloco	178	45
21174005 8	Amila	129	33
21174005 9	Rancho Luz Laurel	3	1
21174006 0	Chicolate	6	2
21174006 1	Lomas de Ayotzingo	12	4
Total		79309	24529

Mapa V.18a. Vulnerabilidad social municipal; Teziutlán
V.18b. Vulnerabilidad social urbana; Teziutlán - Atoluca
V.18c. Vulnerabilidad social urbana; San Juan Acateno - San Sebastián



RIESGO: ÍNDICE DE EXPOSICIÓN

Mediante el álgebra de mapas se integraron los mapas de susceptibilidad y vulnerabilidad social, para dar como resultado la cartografía de índice de exposición, obteniendo el número de población y viviendas expuesta según cada tipo de fenómenos analizado

Fenómenos geológicos

Creep

Localidad

Tabla 45. Índice de exposición por creep según localidad.

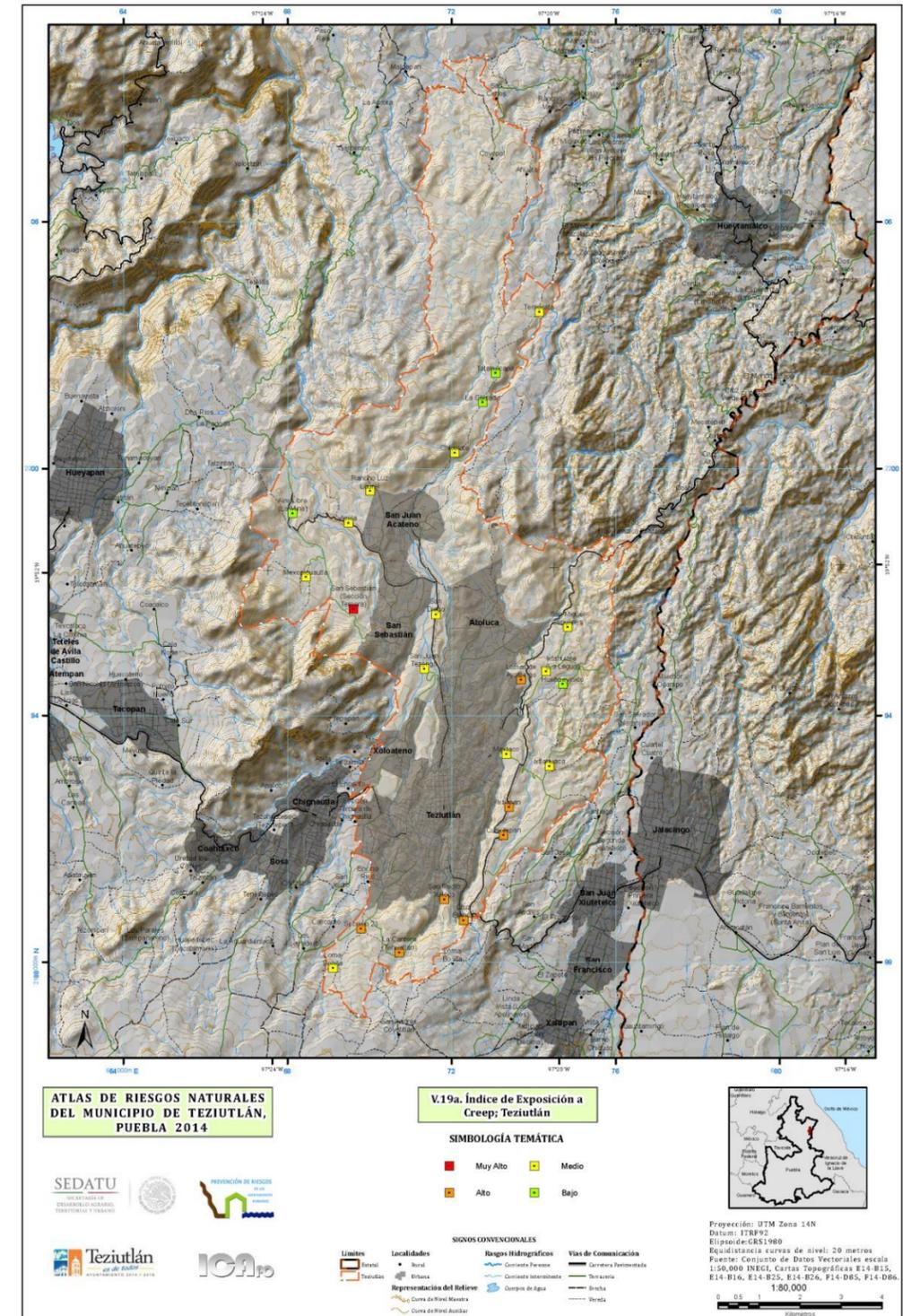
INTENSIDAD	Población	Viviendas
Muy Alto	1,429	271
Alto	4,582	1,146
Medio	8,940	2,432
Bajo	1,497	399

Manzana

Tabla 46. Índice de exposición por creep según manzana.

INTENSIDAD	Población	Viviendas
Muy Alto	1739	425
Alto	23,506	8,755
Medio	44,857	13,986

Mapa V.19a. Índice de exposición a creep; Teziutlán
V.19b. Índice de exposición a creep; Teziutlán - Atoluca
V.19c. Índice de exposición a creep; San Juan Acateno - San Sebastián



Flujos

Localidad

Tabla 47. Índice de exposición por flujos según localidad.

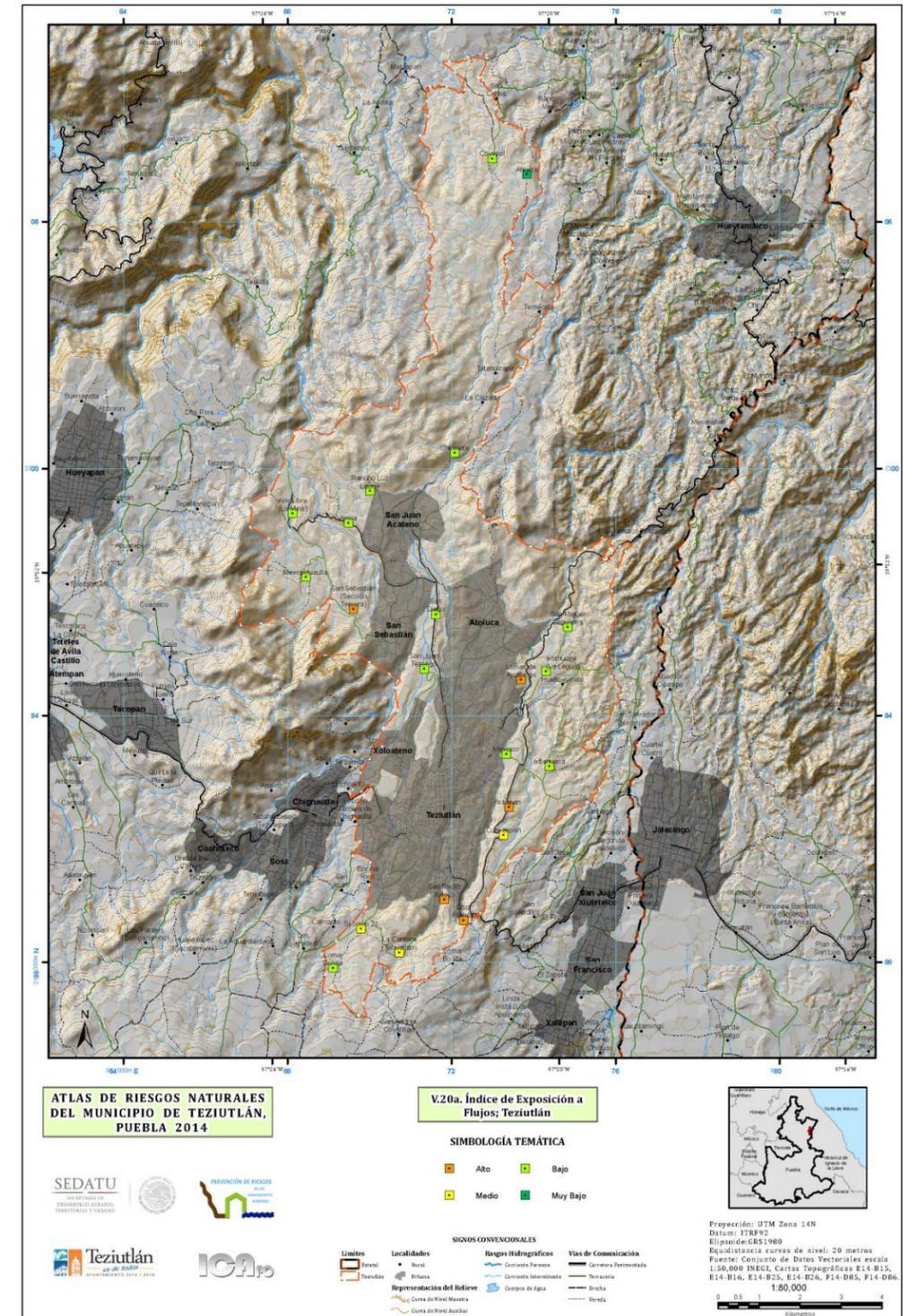
INTENSIDAD	Población	Viviendas
Alto	3,176	686
Medio	2,835	731
Bajo	9,902	2,702
Muy Bajo	82	20

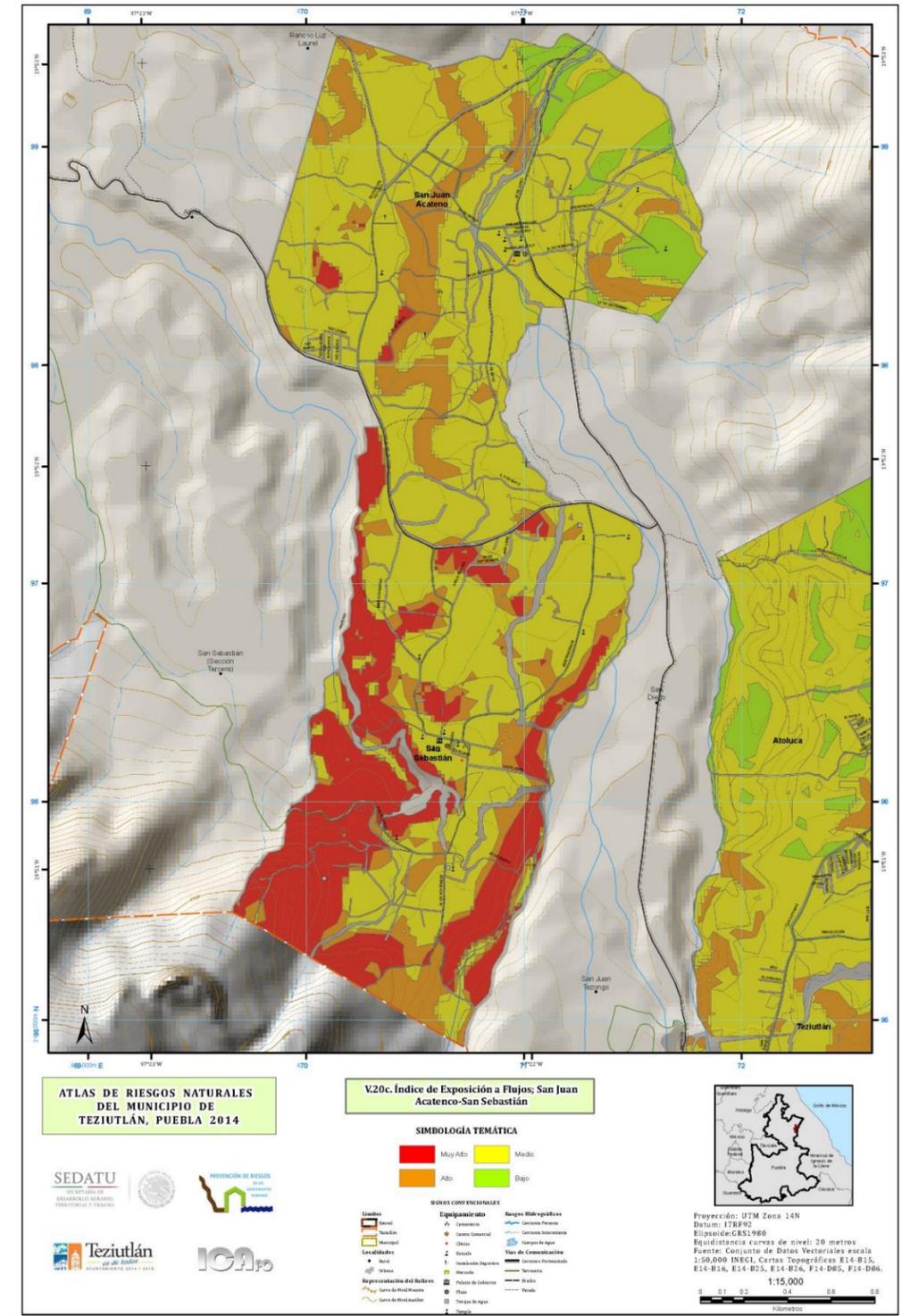
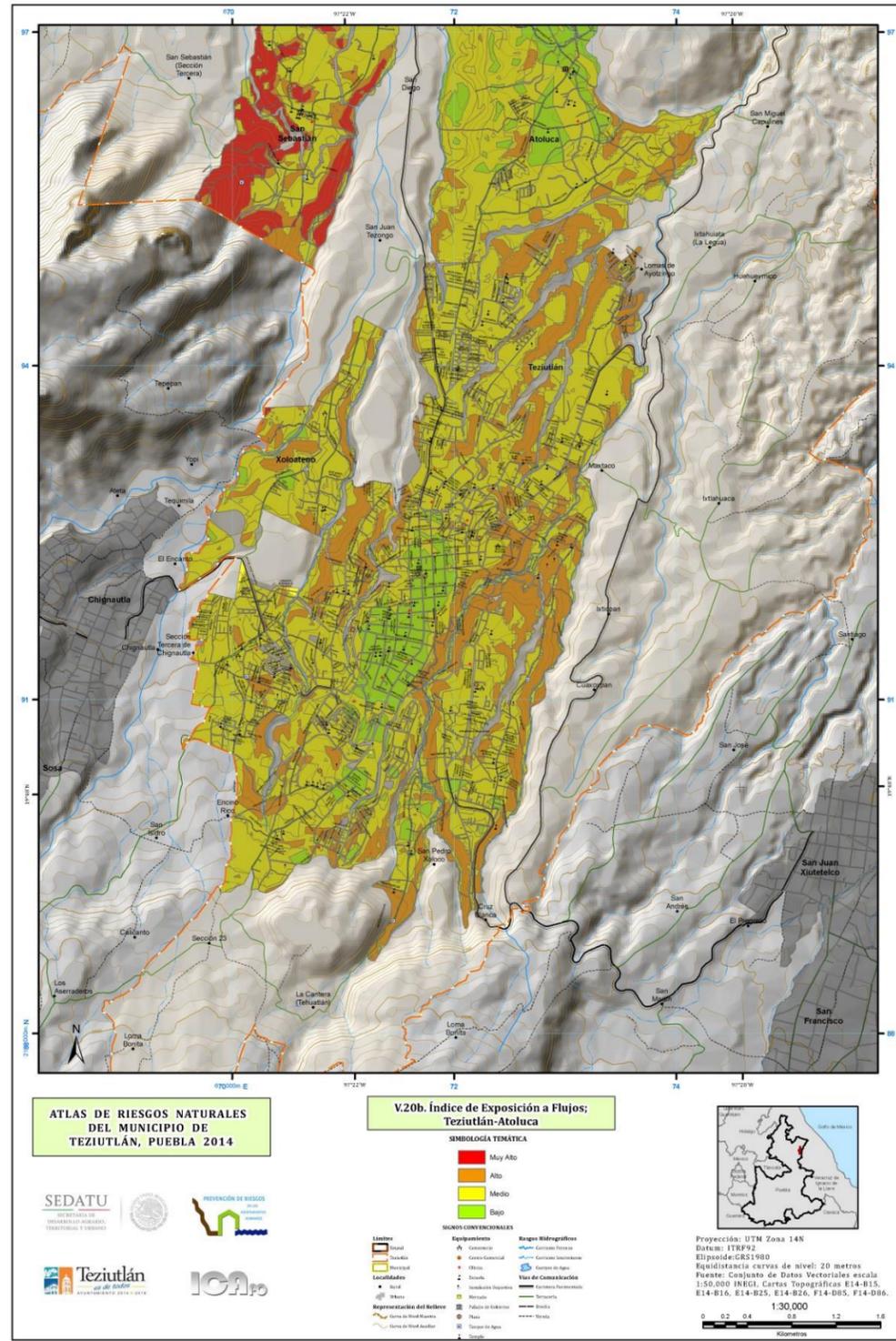
Manzana

Tabla 48. Índice de exposición por flujos según manzana.

INTENSIDAD	Población	Viviendas
Muy Alto	1619	315
Alto	17,245	5,064
Medio	44,176	14,537
Bajo	10,068	3,290

Mapa V.20a. Índice de exposición a flujos; Teziutlán
V.20b. Índice de exposición a flujos; Teziutlán - Atoluca
V.20c. Índice de exposición a flujos; San Juan Acateno - San Sebastián





Inestabilidad de laderas

Localidad

Tabla 49. Índice de exposición por inestabilidad de laderas según localidad.

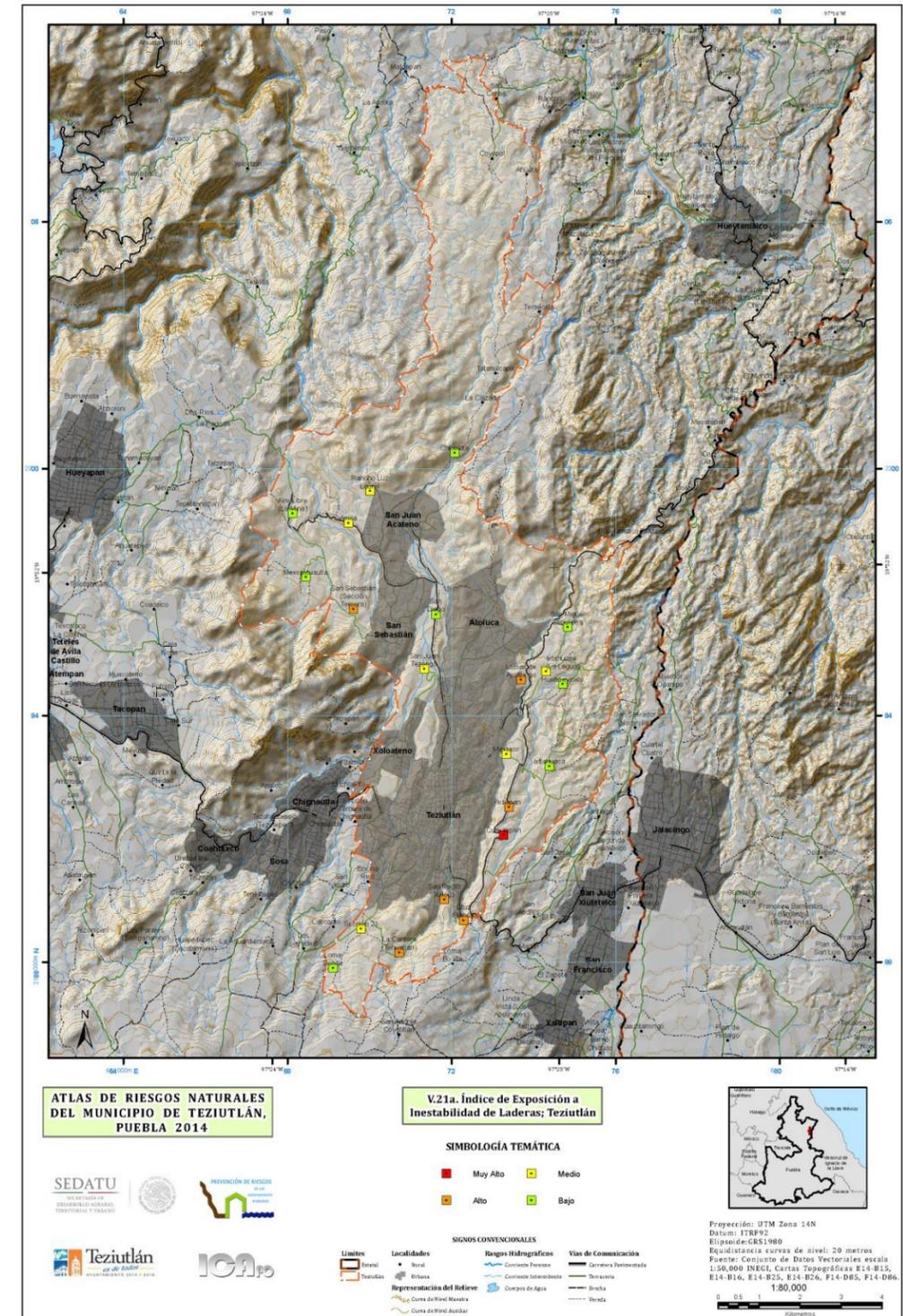
INTENSIDAD	Población	Viviendas
Muy Alto	1,421	377
Alto	3,332	731
Medio	4,590	1,148
Bajo	7,069	1,983

Manzana

Tabla 50. Índice de exposición por inestabilidad de laderas según manzana.

INTENSIDAD	Población	Viviendas
Muy Alto	1717	347
Alto	21,963	6,798
Medio	50,814	16,301
Bajo	1507	466

Mapa V.21a. Índice de exposición a inestabilidad de laderas; Teziutlán
V.21b. Índice de exposición a inestabilidad de laderas; Teziutlán - Atoluca
V.21c. Índice de exposición a inestabilidad de laderas; San Juan Acateno - San Sebastián



Derrumbes

Localidad

Tabla 51. Índice de exposición por derrumbes según localidad.

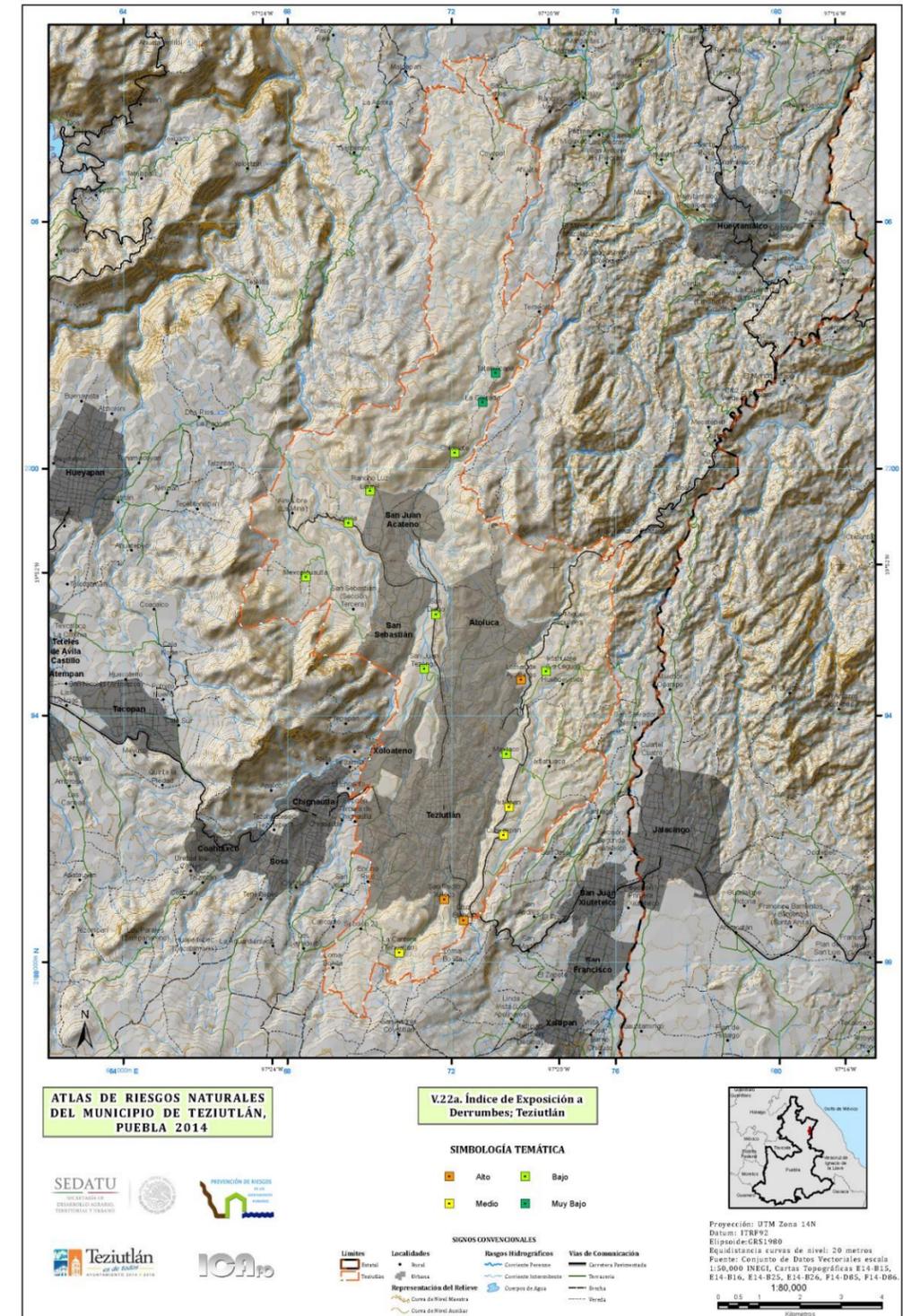
Intensidad	Población	Viviendas
Alto	196	52
Medio	3,128	785
Bajo	7,225	1,993
Muy Bajo	15	4

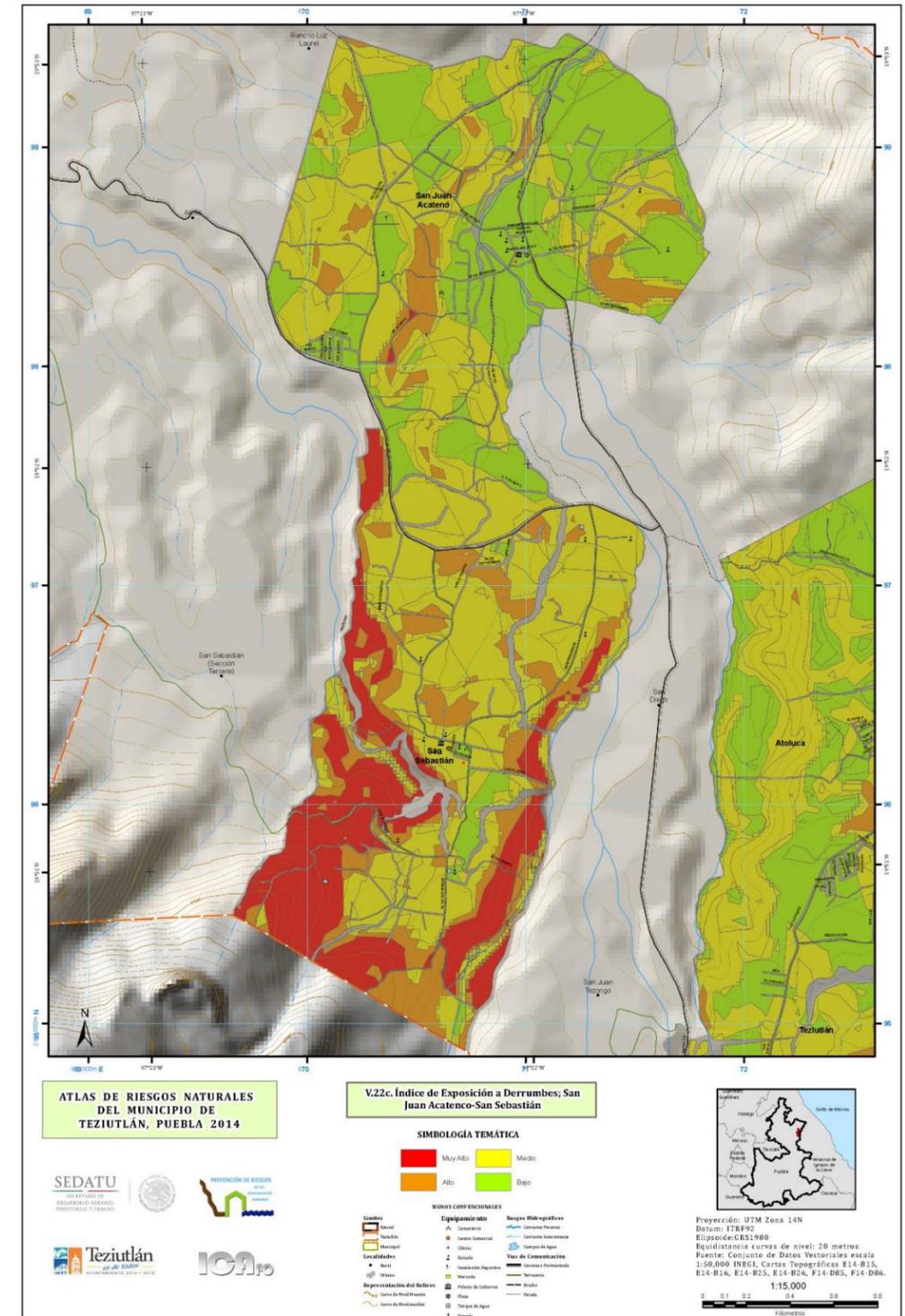
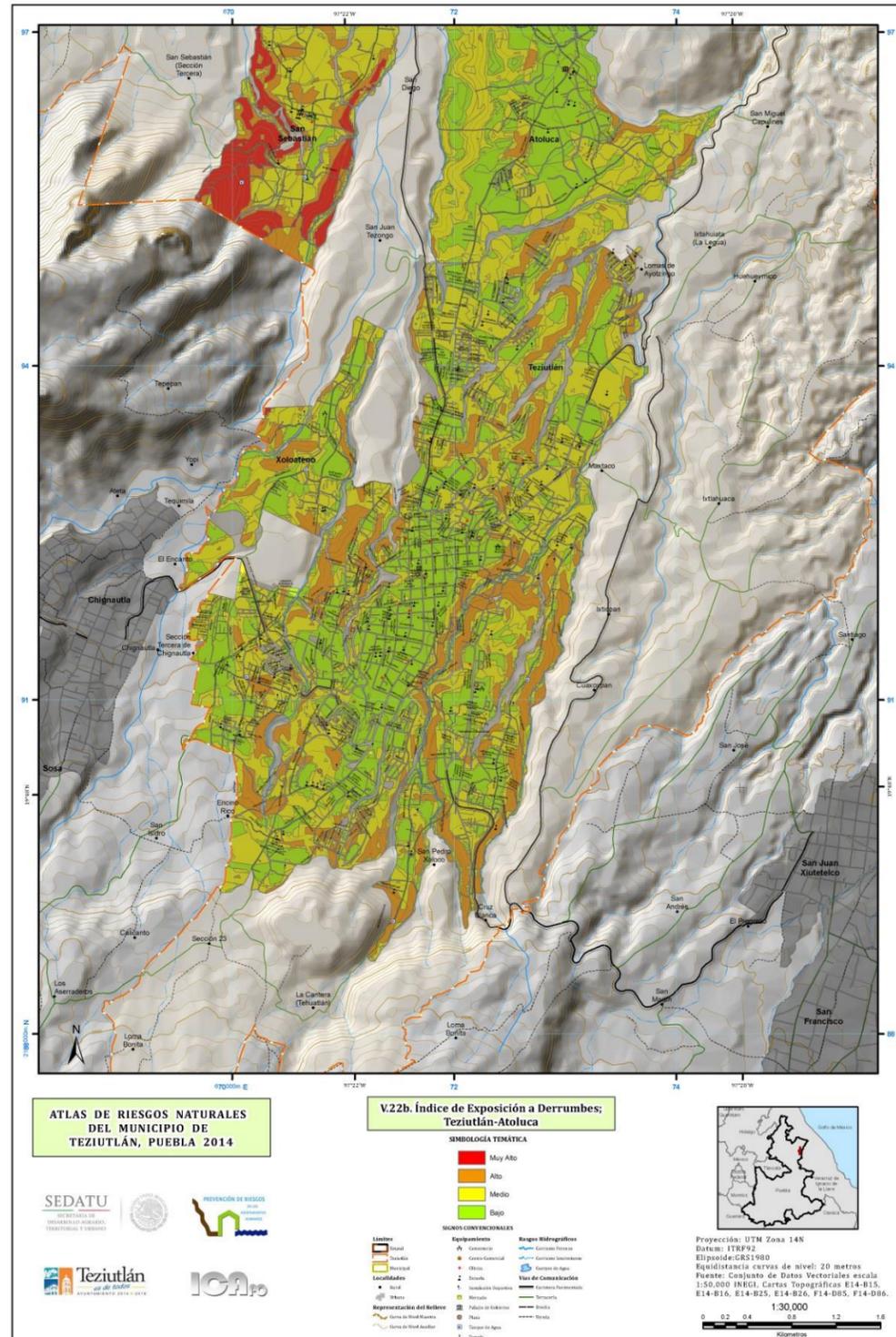
Manzana

Tabla 52. Índice de exposición por derrumbes según manzana.

INTENSIDAD	Población	Viviendas
Muy Alto	648	132
Alto	11,911	3,726
Medio	34,759	10,377
Bajo	25,452	8,646

Mapa V.22a. Índice de exposición a derrumbes; Teziutlán
V.22b. Índice de exposición a derrumbes; Teziutlán - Atoluca
V.22c. Índice de exposición a derrumbes; San Juan Acateno - San Sebastián





Fenómenos Hidrometeorológicos

Temperaturas mínimas

Localidad

Tabla 53. Índice de exposición por temperaturas mínimas según localidad.

Intensidad	Población	Viviendas
Alto	4,474	1,049
Medio	3,564	871
Bajo	8,410	2,328

Sequías

Localidad

Tabla 54. Índice de exposición por sequías según localidad.

INTENSIDAD	Población	Viviendas
Alto	1,429	271
Medio	2,679	686
Bajo	8,551	2,295

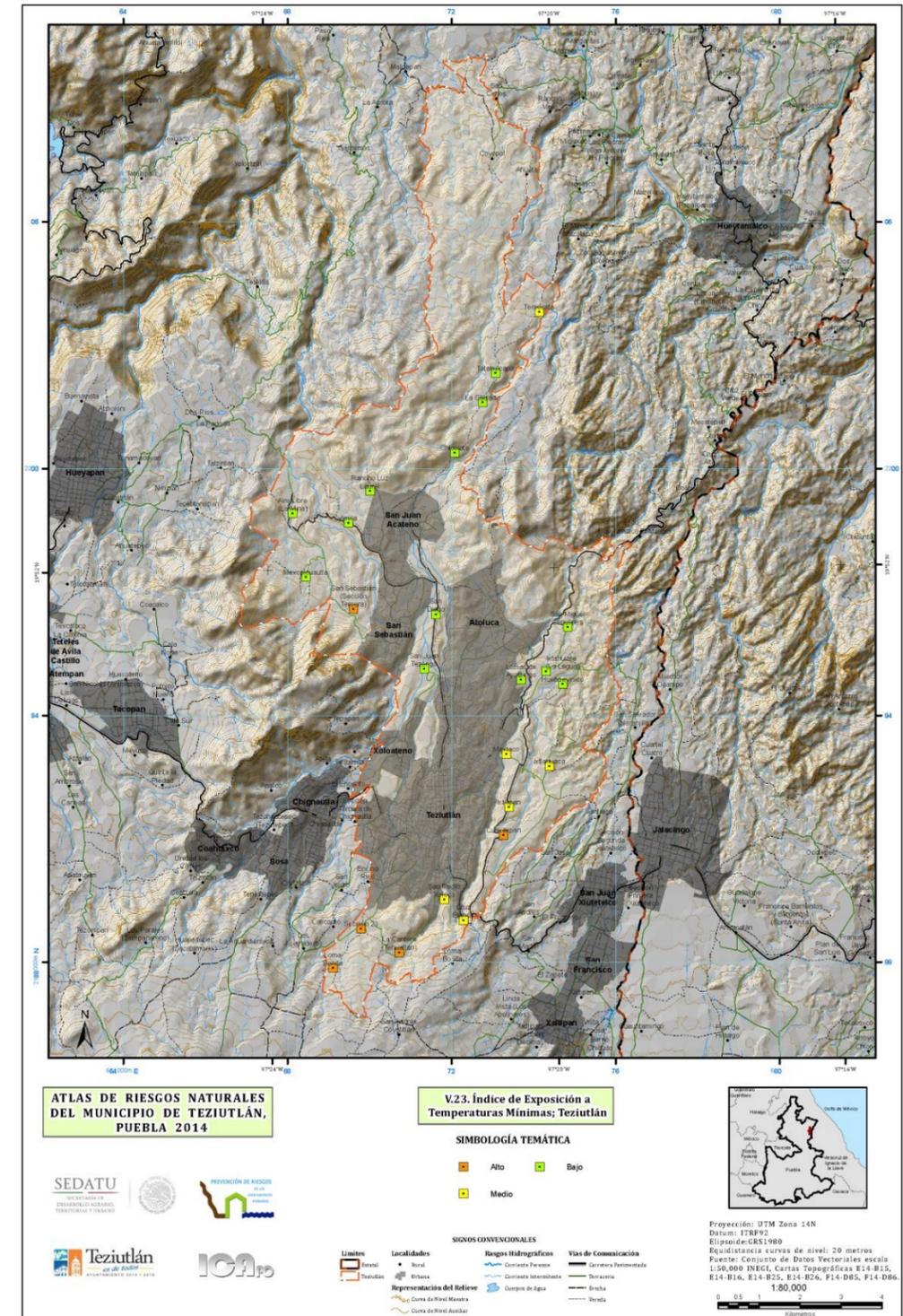
Heladas

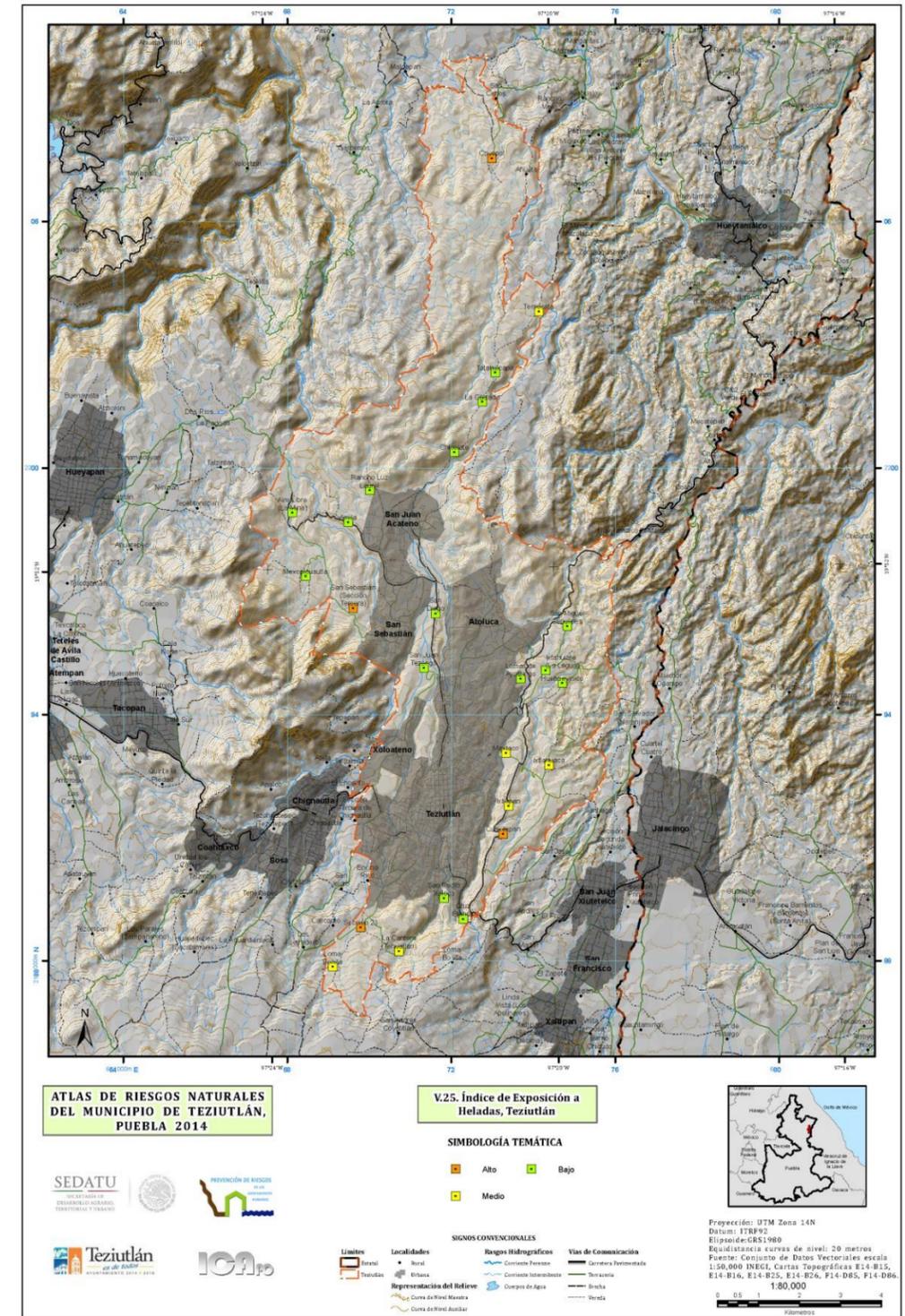
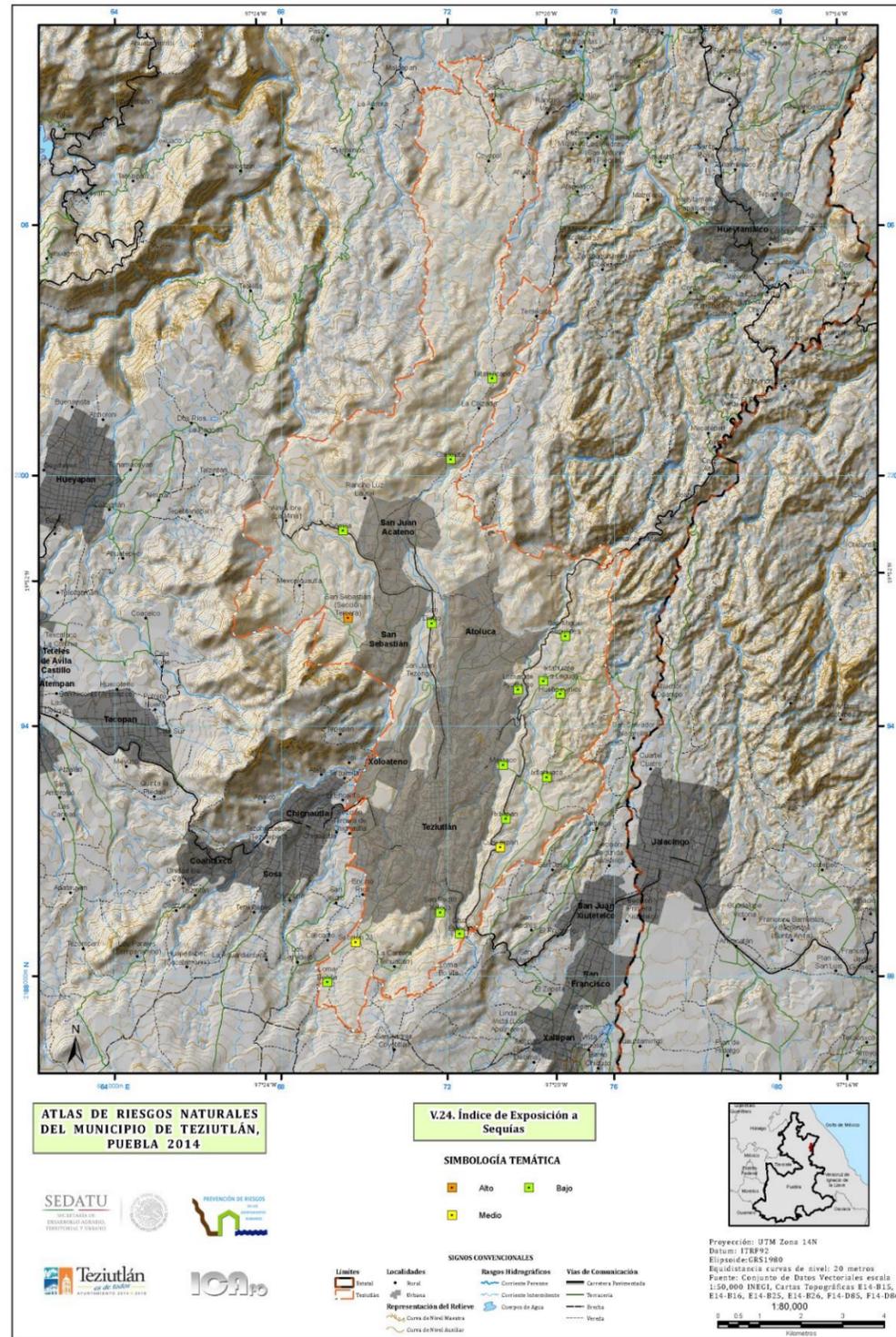
Localidad

Tabla 55. Índice de exposición por heladas según localidad.

INTENSIDAD	Población	Viviendas
Alto	4,493	1,038
Medio	3,746	915
Bajo	8,594	2,376

Mapa V.23. Índice de exposición a temperaturas mínimas; Teziutlán
V.24. Índice de exposición a sequías; Teziutlán
V.25. Índice de exposición a heladas; Teziutlán





Tormentas de granizo

Localidad

Tabla 56. Índice de exposición por granizadas según localidad.

INTENSIDAD	Población	Viviendas
Muy Alto	1,421	377
Alto	6,491	1,583
Medio	2,122	597
Bajo	2,200	560

Tormentas eléctricas

Localidad

Tabla 57. Índice de exposición por tormentas eléctricas según localidad.

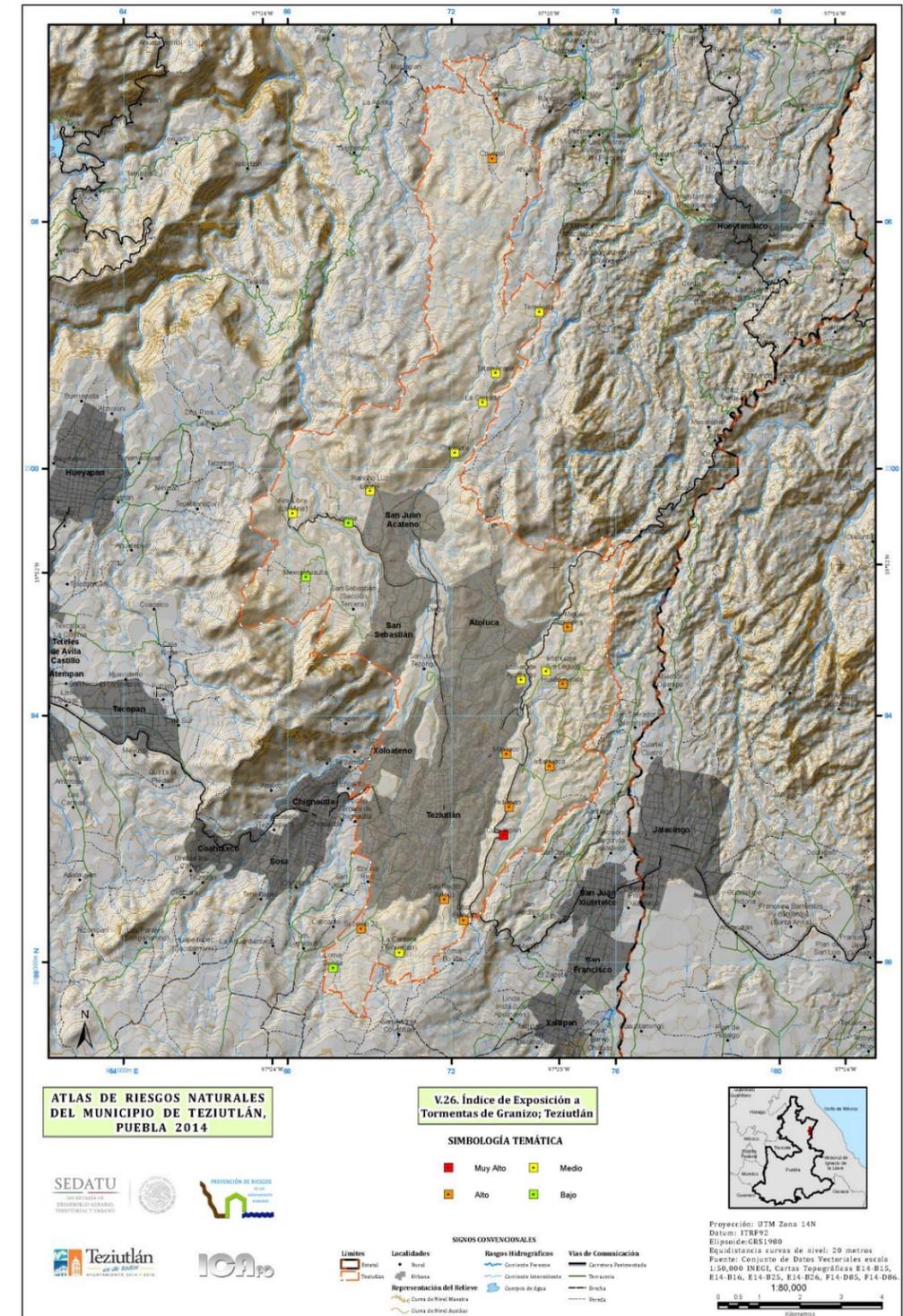
Intensidad	Población	Viviendas
Muy Alto	406	86
Alto	1,526	295
Medio	2,597	710
Bajo	7,606	2,069

Lluvias extremas

Localidad

Tabla 58. Índice de exposición por lluvias extremas según localidad.

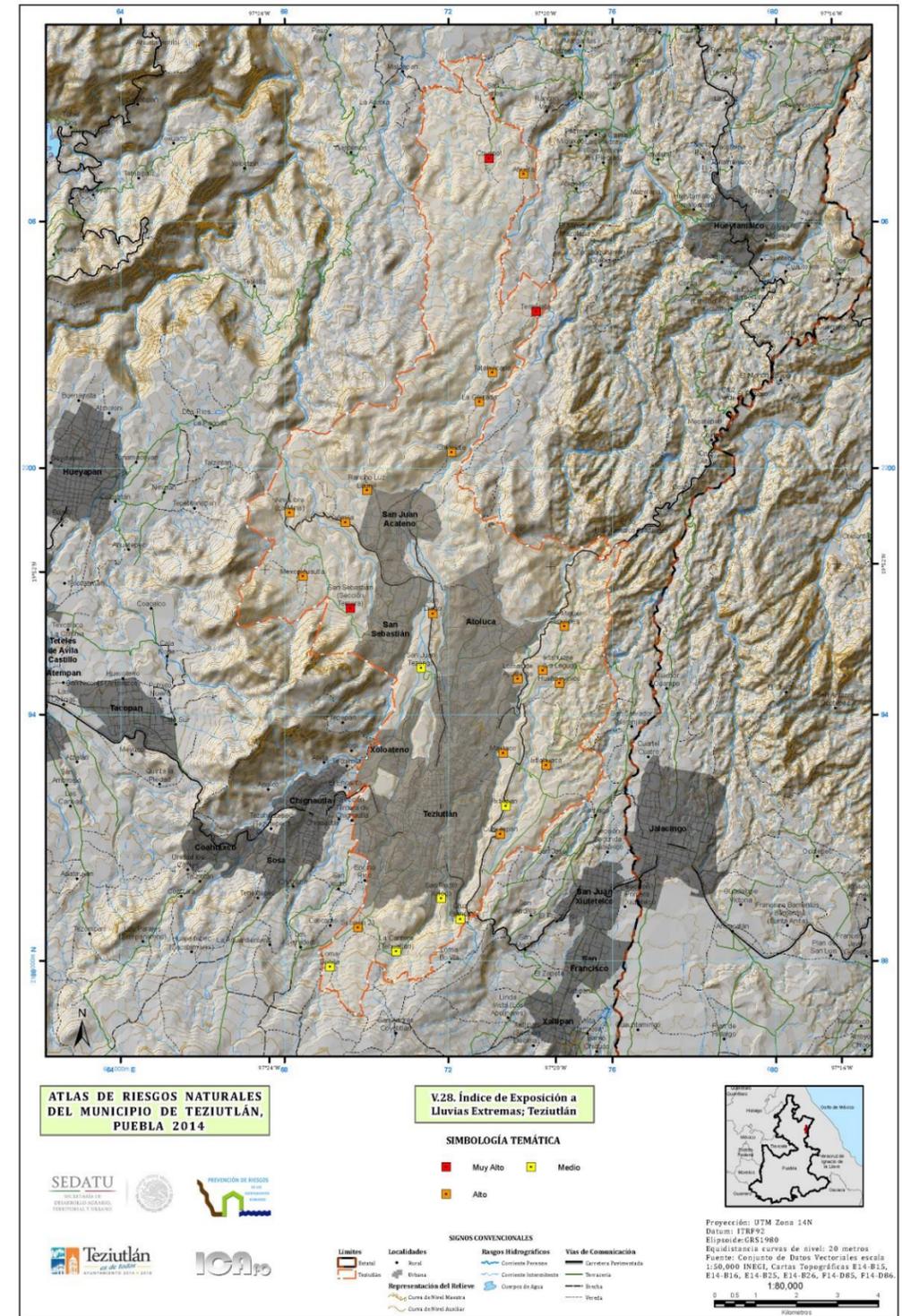
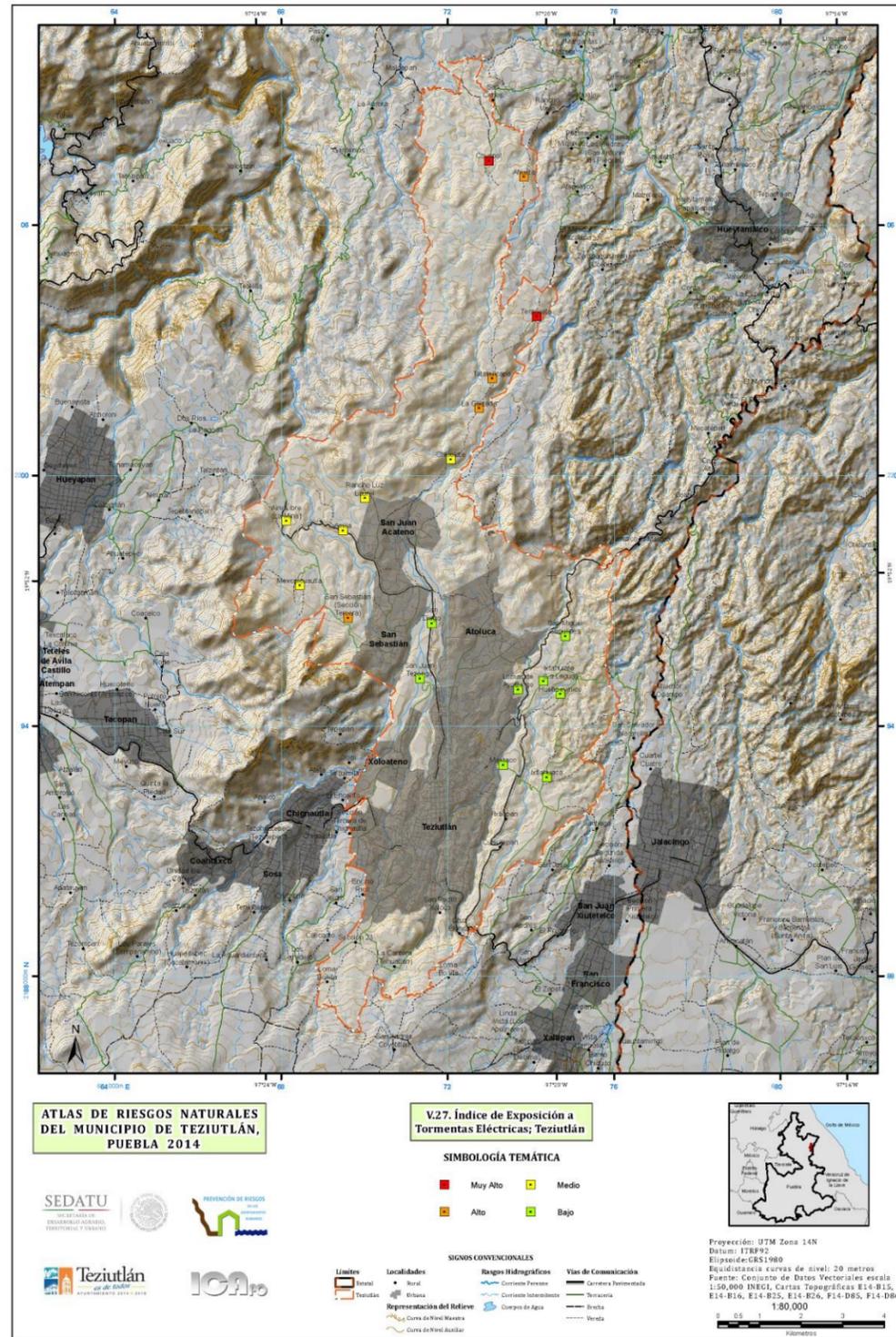
INTENSIDAD	Población	Viviendas
Muy Alto	1835	357
Alto	11,835	3,220
Medio	3,245	772



Mapa V.26. Índice de exposición a tormentas de granizo; Teziutlán

V.27. Índice de exposición a tormentas eléctricas; Teziutlán

V.28. Índice de exposición a lluvias extremas; Teziutlán



ANEXO I

OBRAS DE MITIGACIÓN

CAPÍTULO VI. OBRAS DE MITIGACIÓN

Con base en la información generada a partir del análisis de peligros geológicos e hidrometeorológicos con mayor incidencia en el territorio municipal de Teziutlán, la consulta en las instituciones correspondientes y recorridos de campo, se proponen las obras de carácter estructural encaminadas a prevenir, minimizar o mitigar los efectos producidos por la ocurrencia de alguno de estos fenómenos.

Aunado a lo anterior, también se establecen acciones no estructurales, las cuales deben considerarse como parte de otros instrumentos de planeación territorial (Plan de Desarrollo

Urbano Municipal, Ordenamiento Ecológico Territorial). Ambos tipos de obras propuestas se ubican en el **mapa VI.1. Obras de mitigación**, las características se mencionan en la siguiente **tabla 59**.

Tabla 59. Obras de mitigación

FENÓMENOS/RIESGOS	UBICACIÓN	CAUSA	OBRA O ACCIÓN PROPUESTA	OBSERVACIONES
Geológicos				
Inestabilidad de laderas (creep, deslizamientos, flujos, derrumbes)	Cabecera Municipal	Crecimiento de la Zona Urbana	Delimitar zona urbana.	Está dirigida a prevenir los procesos de remoción en masa, ocasionados por la construcción de viviendas, equipamiento e infraestructura.
			Reforestación.	
			Evitar desagüe y otra infraestructura.	
			Monitorear la base de la ladera y escalonar ante evidencias de creep.	
	Cabecera Municipal (Barrio La Gloria)	Crecimiento no planificado de la Zona Urbana	Evitar nuevas construcciones.	Minimizar las afectaciones en las viviendas ya existentes.
			Reubicación de viviendas a 50 metros del escarpe.	
			Redireccionar sistemas de desagüe.	
	Cabecera Municipal (Zona Centro, Barrio Xoloco)	Crecimiento no planificado de la Zona Urbana	Malla de contención.	Minimizar las afectaciones en las viviendas ya existentes.
			Delimitar zona de construcción en la cabecera del movimiento.	
Escalonamiento de la base.				

			Redireccionar sistema de desagüe	
	Noreste de la Cabecera Municipal	Crecimiento no planificado de la Zona Urbana	Reubicación de casas junto al deslizamiento.	Está dirigida a prevenir los procesos de remoción en masa, ocasionados por la construcción de viviendas, equipamiento e infraestructura.
			Escalonamiento de la ladera.	
			Evitar nuevas construcciones.	
			Redireccionar sistemas de desagüe	
	Cabecera Municipal (Barrio Xoloco)	Crecimiento no planificado de la Zona Urbana	Reubicar viviendas cercanas.	Minimizar las afectaciones en las viviendas ya existentes.
			Ante desgaste de carretera, recubrir porción superior de la ladera con malla o concreto.	
			Evitar paso transporte pesado.	
	Cabecera Municipal (Colonia Cruz Blanca)	Cambio de uso de suelo	Evitar construcción de vivienda e infraestructura.	Prevenir los procesos de remoción en masa.
			Conservar uso de suelo.	
	Cabecera Municipal (San Diego, Atoluca, Lindavista, Los Maestros)	Cambio de uso de suelo	Evitar deforestación, construcción de infraestructura y crecimiento urbano.	Prevenir los procesos de remoción en masa.
			Delimitar zona urbana.	
			Ante evidencias de creep escalar la ladera.	
	Cabecera Municipal (Colonia La Aurora)	Crecimiento no planificado de la Zona Urbana	Monitoreo.	Prevenir la desestabilización de laderas generada por la edificación de infraestructura y equipamiento.
			Reforestar con especies nativas en periodos naturales.	
			Escalonamiento de escarpes incipientes.	
			Evitar cortes artificiales.	
Hidrometeorológicos				
Inundaciones	Microcuenca donde se localiza	Deforestación y cambio de uso	Construcción de Presa de Gavión, con la finalidad de	Prevenir el desarrollo de

	el Instituto Tecnológico Superior de Teziutlán	de suelo	disminuir la velocidad de corriente. Reforestación en la microcuenca para favorecer la infiltración sobre la escorrentía.	inundaciones súbitas durante lluvias extraordinarias.
			Evitar el cambio de uso de suelo.	

- El monitoreo consiste en revisar periódicamente la ladera en búsqueda de evidencias de inestabilidad, por ejemplo abultamientos en el terreno, zonas de infiltración, áreas con cambio de coloración de la vegetación, grietas en el centro o parte superior de la ladera, inclinación de postes, arboles u otras estructuras verticales, agrietamientos en construcciones, material acumulado al pie de la ladera, etc. El monitoreo debe de ser más regular en periodo de precipitaciones

- La reforestación con fines de estabilidad de laderas debe de tener por principio el uso de especies nativas o similares, evitar incluir especies extrañas (aun cuando su crecimiento sea más rápido; esta medida por el contrario puede desestabilizar una ladera); distribuir aleatoriamente, procurando mantener la densidad natural y evitar colocar un exceso de vegetación, que represente un peso adicional a la ladera. Sistemas de riego artificiales tampoco es recomendable, así como trasplantar arboles con tamaño medio a grande. Una reforestación bien estructurada puede requerir tiempo (años) en mostrar visualmente resultados, pero su influencia a favor de la estabilidad del terreno iniciará en algunos meses

- El escalonamiento de laderas es una técnica que requiere de una vigilancia técnica de expertos en estabilidad de laderas en el área ingenieril, debido a que el número, altura y amplitud de los escalones requiere de un estudio de inclinación de taludes, edafología, mecánica de suelos, así como utilizar procedimientos bajo vigilancia. El escalonamiento es una medida que puede estabilizar una ladera con claras evidencias de movimiento del terreno y que es muy difícil retener con técnicas naturales (reforestación, por ejemplo). Es una labor que implica un costo económico notable, por lo que la opción es evitar cualquier actividad humana o construcción en la zona definida como inestable, de manera permanente

- Evitar cortes artificiales implica no realizar más construcciones de vivienda, infraestructura, vías de comunicación u otras actividades humanas, por mínimas que sean, dado que la ladera puede sufrir de un proceso de remoción en masa si se altera, aún más su condición natural o actual. En este mismo sentido, es importante evitar actividades agrícolas

- Evitar nuevas construcciones o infraestructura se considera en aquellas laderas que pueden ser utilizadas como paso de camino o actividad agrícola, pero no para excavaciones mayores o, principalmente, incremento del peso en el terreno.

- La reubicación se sugiere cuando no existen alternativas reales o costeables para estabilizar una ladera y la población se define en una situación real de amenaza. Es importante considerar los ofrecimientos a la población, con fines de asegurar y acelerar la reubicación y aceptación de la población y evitar futuros asentamientos

- Los sistemas de desagüe superficiales, poco profundos o malas canalizados incrementan la humedad subsuperficial, modifican los sistemas de raíces y la vegetación natural y erosionan suelos, incrementando la inestabilidad de una ladera, por lo que se requiere canalizarlos de forma adecuada hacia otra opción destino o bien mantenerlos a nivel de superficie, protegidos y bajo contante mantenimiento

- Clarificar el uso de suelo y respetar dicha definición es una medida legal para evitar que laderas poco inestables se conviertan en una zona de mayor peligro por asentamiento y actividades humanas

- El uso de mallas de contención es una medida relativamente accesible, en términos económicos, y puede contener movimientos superficiales o poco profundos, asegurando las actividades humanas al pie de la ladera, aunque no propiamente sobre el terreno. La decisión requiere de una valoración de costo-beneficio, así como considerar el mantenimiento futuro que la obra requerirá

- Cuando una ladera no es tan prolongada, en términos de distancia de la parte superior a la base, con inclinación menor a 24°, sin zonas de contacto litológico y material homogéneo, puede ser suficiente escalonar la base para evitar un movimiento mayor, aunque dicha obra requiere de mantenimiento constante y vigilancia técnica para realizar la maniobra de estabilidad

- Delimitar la zona urbana o de construcción es una medida de gobierno relativamente sencilla, aunque implica aspectos administrativos y legales, que puede reducir la construcción de viviendas, siempre y cuando se vigile y respete dicho decreto. Esto aplica en laderas poco inestables

- Reubicar viviendas cercanas a una zona de peligro aplica cuando se ha definido que la inestabilidad se puede incrementar en el futuro, con base a un análisis de las causas, por lo que construcciones que al momento no se han visto afectadas podrían estar bajo amenaza posteriormente

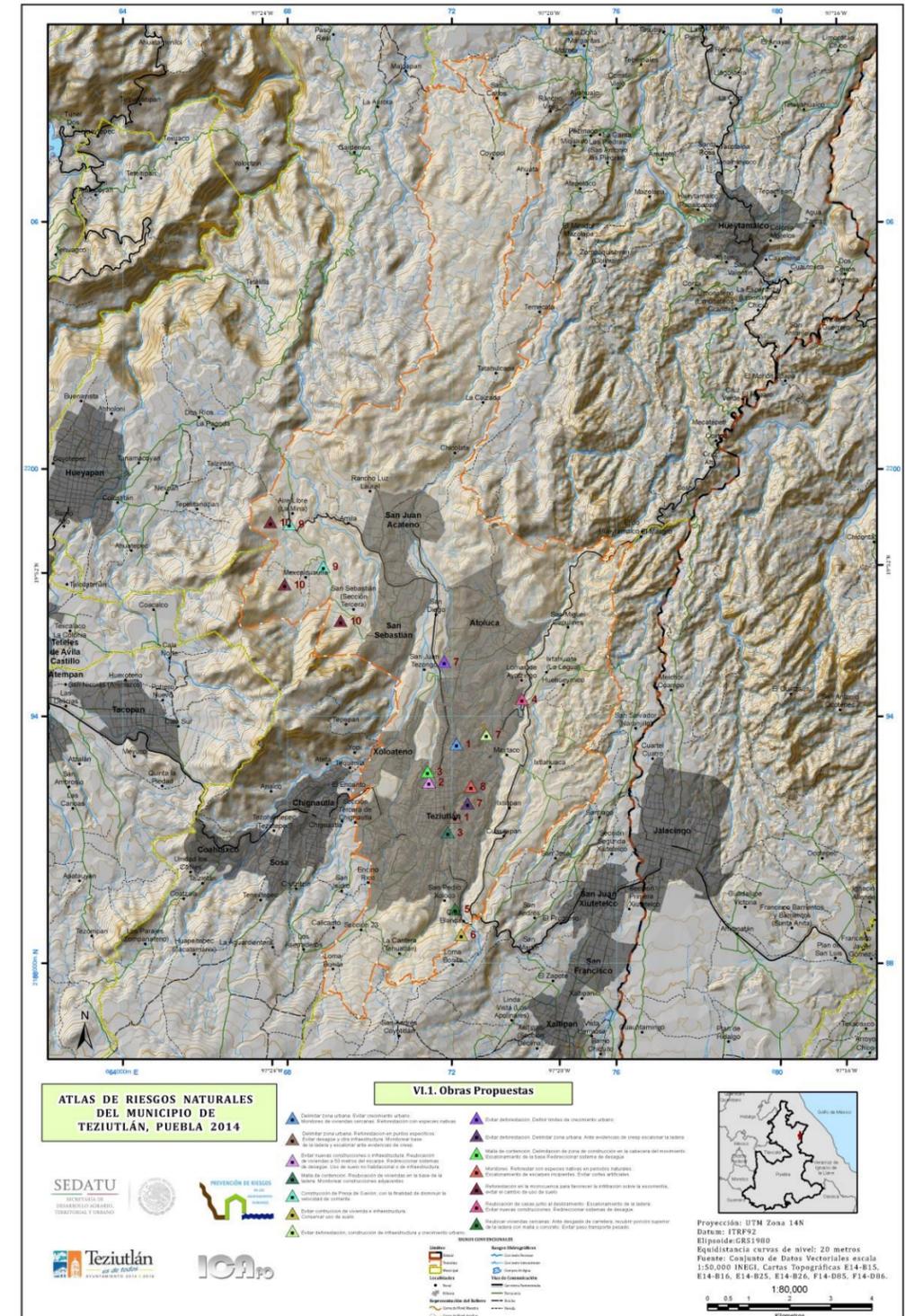
- Las vías de comunicación y el paso de transporte pesado puede generar vibraciones y desgaste en la parte superior de una ladera, que lentamente incrementa la inestabilidad del terreno, más aun cuando se añaden factores causales como deforestación y edificación de viviendas, resultado propio de la presencia de una vía de comunicación
- La cubierta vegetal natural es un factor que reduce la inestabilidad del terreno de forma eficaz, por lo que evitar la deforestación es vital para que una zona potencialmente peligro mantenga una condición de seguridad, además de otros múltiples beneficios de conservar la cobertura forestal natural.

Es importante también de promover la capacitación continua del personal de la Unidad de Protección Civil, principalmente buscar los medios para la adquisición de vehículos y equipo para la atención de emergencias.

Ante la posible ocurrencia de emergencias derivadas de peligros de origen natural, se recomienda además, mantener un programa social de información para saber que hacer antes, durante y después de algún evento, procurando desarrollar una conciencia social ante dichos fenómenos; ello permitiría establecer las bases operativas para un programa de información de peligros y riesgos permanente en coordinación con autoridades de los tres niveles de gobierno.

Adicionalmente, y relacionado con los peligros de origen antrópico, es recomendable realizar un estudio especializado de los riesgos derivados de peligros químicos, ambientales y socio-organizacionales.

Mapa VI.1. Obras de mitigación



DE LAS OBRAS DE MITIGACIÓN Y ACCIONES.

En el presente apartado, se incluyen adicionalmente obras y acciones que deben realizar el Municipio de Teziutlán, Puebla, para mitigación del riesgo en zonas urbanas, de tal manera que se citan de manera enunciativa, proponiendo la zona del municipio en la cual se deber realizar.

Con la presente relación, la administración municipal de que se trate, podrá dar seguimiento a su ejecución o bien su gestión ante instancias federales o estatales, de tal manera que pueda lograrse la acciones necesarias para mitigar el riesgo.

En el presente capítulo, se mencionan además los tipos de estudios que se deben realizar, con la finalidad de regular los asentamientos humanos en zonas detectadas como de riesgo.

Asimismo se recomienda, la reubicación de determinado número de viviendas asentadas en zonas consideradas como de alto riesgo, por lo que, a la zonas que se considere como factible su reubicación, es necesario se realicen los estudios necesarios previos.

ZONAS DE RIESGO DETECTADAS CONFORME AL ATLAS DE RIESGO Y QUE REQUIEREN OBRAS DE MITIGACIÓN.	
No.	UBICACIÓN
1	COLONIA LA AURORA Obra de mitigación: 1. Reforestación de la zona La Aurora, 2. Delimitar la zona del siniestro de 1999, con maya ciclónica estableciendo un área verde. 3. Promover el decreto que expropie la zona declarada de desastre, involucrando a las distintas instancias de gobierno.
2	BARRIO DE HUEHUEYMICO Obra de mitigación: 1. Muros de contención de concreto y piedra en calle principal. 2. Muros de contención de Concreto y piedra a la altura de la Secundaria.
3	BARRIO DE LA GLORIA Obra de mitigación: 1. Reubicación de viviendas. Calle: Emilio Carranza, Privada J.C Bonilla.

4	COLONIA LOS CIPRESES Obra de mitigación: 1. Muros de Contención tipo gavión. 2. Entubar el drenaje sanitario, para evitar erosión en ladera. Zona : Zona Junto a Colonia el Paraíso
5	COLONIA JUÁREZ Obra de mitigación: 1. Entubar drenaje sanitario. 2. Reubicación de viviendas 3. Muros de contención tipo gavión. Calle: Rivera del Rio
6	COLONIA ÁVILA CAMACHO Obra de mitigación: 1. Muro de contención tipo gavión para evitar la erosión hídrica. 2. Reubicación de 15 viviendas a partir del puente en dirección a centro. zona: A la altura del Puente
7	COLONIA CAMPO VERDE Obra de mitigación: 1. Colocación de muros de contención. Zona: Oriente
8	COLONIA LINDA VISTA Obra de mitigación: 1. Delimitar la zona de construcción. 2. Muros de contención tipo gavión. Zona: Por el lado de 3 cruces
9	UNIDAD FOVISSTE Obra de mitigación: 1. Muros de contención gavión. Zona :De lado de la Caseta Cenapred
10	UNIDAD JARDINES DE TEZIUTLÁN Obra de mitigación: 1. Delimitar zonas de construcción. 2. Muros de contención en puntos específicos de áreas construidas.
11	BARRIO DE AHUATENO Obra de mitigación: 1. Ignacio Zaragoza y Juan Escutia reubicación de 9 viviendas.

	<p>2. Reconstrucción de drenaje, debido al colapso que ha ocurrido en viviendas que están asentadas sobre el mismo.</p> <p>3. Privada Paraíso reubicación de viviendas específicas.</p> <p>4. colocación de muros de contención tipo gavión.</p> <p>calle : en 1 y 2 privada de Morelos, Privada Zaragoza y Juan Escutia</p>
12	<p>BARRIO DE AHUATENO SAN RAFAEL</p> <p>Obra de mitigación</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Delimitar con muros de contención zonas construidas 2. Construcción de drenaje hidrosanitario. 3. Restricción de viviendas. <p>Calle: Eucaliptos, retornos de fresnos.</p>
13	<p>FRACCIONAMIENTO VALLE DORADO</p> <p>Obra de mitigación:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Colocación de muros de gavión. 2. Encause de aguas pluviales dirigidas hasta el punto terminal de la barranca. <p>Calle: Roble</p>
14	<p>JUNTA AUXILIAR DE SAN SEBASTIAN. 1RA SECCION</p> <p>Obra de mitigación:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Relleno para evitar socavamiento y hundimiento de calle, y muro tipo gavión. 2. Reubicación en calle 20 de enero. 3. Calle independencia muro de contención tipo gavión. 4. Colocación de canales de desagüe de agua pluvial. <p>zona: referencia calle 5 de mayo</p>
15	<p>JUNTA AUXILIAR DE SAN SEBASTIAN. 3RA SECCION</p> <p>Obra de mitigación:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Relleno para evitar socavamiento y hundimiento de calle, y muro tipo gavión. <p>Calle: Justo sierra</p>
16	<p>JUNTA AUXILIAR DE SAN SEBASTIAN. ZONA CENTRO</p> <p>Obra de mitigación:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Escuela Licurgo colocación de muros de contención tipo gavión. 2. Colocar muros de contención de tipo gavión en calle independencia 3. Colocación de colector –canales- para aguas fluviales. <p>Calle: Principal Independencia.</p>
17	<p>JUNTA AUXILIAR DE SAN JUAN ACATENO</p> <p>Obras de mitigación:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Reubicación de 4 viviendas colindantes a Tatempan. 2. En calle 19 de febrero entubar de drenaje hidrosanitario . 3. En la calle 24 de Junio y Tatempan, Regulación de asentamientos humanos. 4. Muros de contención de gavión evitar el desbordamiento del río, para proteger al

	<p>Internado, Primaria y Jardín de Niños que colinda al mismo.</p> <p>Zona: Lado del Bachiller parte alta.</p>
18	<p>AIRE LIBRE</p> <p>Obras de mitigación:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Entubar drenaje para evitar erosión hídrica. 2. Muros de contención tipo gavión. 3. Reforestación de la zona susceptible de deslizamientos. <p>Zona: desde la desviación de Mexcalcuautla hasta el Instituto Tecnológico</p>
19	<p>BARRIO DE AMILA Y PUENTES</p> <p>Obra de mitigación:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Regular la reconstrucción de los asentamientos humanos 2. Reubicar 2 viviendas por presentar riesgo inminente. 3. Del lado del arenal reubicación del total de viviendas asentadas. <p>Zona: Por el Fraccionamiento.</p>
20	<p>CALLEJÓN DE LAS FLORES, COLONIA CENTRO</p> <p>Obra de mitigación:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Colocación de muros de contención. 2. Entubar drenaje pluvial. <p>Calle: Por la Escuela.</p>
21	<p>BARRIO DE FRANCIA EL CHARCO</p> <p>Obra de mitigación:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Reubicación de 8 viviendas 2. Construcción de drenaje sanitario y pluvial - entubar-
22	<p>JUNTA AUXILIAR DE MEXCALCUAUTLA</p> <p>Obra de mitigación:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Regular los permisos de construcción. 2. Tipificar vivienda de acuerdo al tipo de suelo. 3. Regular asentamientos humanos.
23	<p>BARRIO DE COYOPOL.</p> <p>Obra de mitigación:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Regular los permisos de construcción. 2. Tipificar vivienda de acuerdo al tipo de suelo. 3. Regular asentamientos humanos.
24	<p>COLONIA REVOLUCIÓN BARRIO DEL FRESNILLO</p> <p>Obra de mitigación:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. En calle Tenerías entubar drenaje, por hundimiento asentamientos que presenta la calle Los Castaños 2. Muros de contención tipo gavión. 3. Elaborar un canal para aguas residuales.

	Calle: atrás de grúas colonia colindante.
25	BARRANCA DE TENERIAS (CRUZ VERDE Y FRANCIA) Obra de mitigación: 1. Entubar el drenaje de aguas pluviales. 2. Muros de contención de tipo gavión Calle: Los Castaños
26	BARRIO DE AHUATA Obra de mitigación: 1.- Tipificar el tipo de vivienda a edificar. 2.- Regular asentamiento humanos.
27	PUENTE DE TLALTENANGO Obra de mitigación: 1. Reforzamiento de laderas por ambos lados con captadores de aguas pluviales y reforestación.
28	COLONIA EL PARAISO Obra de mitigación: 1.- Construcción de drenaje. 2.- Colectores pluviales de gran capacidad para evitar afectación a viviendas.
29	PRIVADA ESTOCAPAN Y ARBOLEDAS (POR LA BARRANCA) Obra de mitigación: 1.- Reubicación de viviendas. Calle: Privada Estocapan y Arboledas.
30	CALLE DEL CALVARIO Obra de mitigación: 1.-Regular los asentamientos humanos
31	CALLE DE LOS MIRTO (AURORA) Obra de mitigación: 1. Restringir los asentamientos humanos, es decir, no permitir la construcción de vivienda.
32	BARRIO ZONTECOMACO Y PUENTE Obra de mitigación: 1. Restringir asentamientos humanos
33	BARRIO DE TEMECATA Obra de mitigación: 1.- Tipificar tipos de vivienda a construir. 2. Regular los asentamientos humanos.
34	LAS BRISAS, Barrio DE SAN DIEGO.

	Obra de mitigación 1. Muros de contención.
35	PUENTE DE SAN JUAN TEZONGO Obra de mitigación: 1. Prohibir depósito de desechos sólidos, mediante señalética e imponiendo sanciones a las personas que lo utilicen clandestinamente para depositar residuos. 2. Realizar revisión periódica de las bases del puente, para detectar desperfectos.
36	NOVENA DEL CARMEN Obra de mitigación: 1. Construcción de drenaje pluvial. 2. Revisión periódica de los asentamientos humanos. Calle: Francisco Sarabia
37	COLONIA AZTECA Obra de mitigación: 1. Canal de agua negra -entubar- 2. Regular el asentamiento humano.
38	CRUZ BLANCA BARRIO DE XOLOCO Obra de mitigación: 1. Reforestación de las laderas de la zona. 2. Regular los asentamientos humanos 3. Construcción de muros de contención de tipo gavión. 4. Tipificación de viviendas de una planta. Calle: lado de Colectivas calle Tepeyac.
39	SAN LUNES BARRIO DE XOLOCO Obra de mitigación: 1.- Entubar drenaje -canal- 2.- Restringir asentamientos humanos. Calle: 10 de mayo
40	COLONIA LA PEDRERA Obra de mitigación: 1. Regular asentamientos humanos.
41	LOMAS DEL MIRADOR Obra de mitigación: 1. Tipificar las viviendas no más de dos pisos 2. Regular los asentamientos humanos. 3. Construcción de drenaje. -canal de aguas negras-
42	BARRIO DE SAN DIEGO Obra de mitigación: 1. Regular los asentamientos humanos.

	Calle: J.R Gavilán.
43	LOMAS DE AYOTZINGO Obra de mitigación: 1. Reubicación de viviendas específicas. 2. Muros de contención de tipo gavión 3. Relleno y compactación de zona erosionada, colocación de muros de gavión. 4. Ampliación del drenaje pluvial, para evitar siga ocasionado erosión hídrica. Calle: moraledas 1 y 2.
44	BARRIO DE LA LEGUA Obra de mitigación: 1. Reubicación de viviendas específicas. 2. Muros de contención de tipo gavión. 3. Relleno y compactación de la calle por fractura. 4. Entubar drenaje de aguas pluviales y residuales. 5. Desazolve y/o limpieza canal.
45	JUNTA AUXILIAR DE ATOLUCA Obra de mitigación: 1. De acuerdo al tipo de suelo tipificar vivienda. 2. Regular asentamientos humanos. 3. Reubicación de viviendas específicas en arenal y viviendas expuestas. Calle: Del Bachillerato a la parte Alta
46	SAN PEDRO XOLOCO Obra de mitigación: 1.- Regular los asentamientos humanos. Calle: Los Ángeles.
47	BARRIO DE IXTICPAN PARTE ALTA Obra de mitigación: 1. Monitoreo continuo de laderas. 2. Reforestación.
48	LA GARITA Obra de mitigación: 1. Regular asentamientos humanos.
49	BARRANCA DE XOLOATENO (CAMINO ANTIGUO) Obra de mitigación: 1. Reubicación de viviendas específicas.
50	SAN ANDRES Obra de mitigación: 1. Regular crecimiento urbano.

51	SAN PEDRO XOLOCO, ZONA SUR Obra de mitigación: 1. Regular asentamientos humanos. Calle: Canteras
52	SAN PEDRO XOLOCO ZONA NORTE. Obra de mitigación 1. Regular asentamiento humanos. Calle: Los Ángeles
53	BARRIO DE XOLOATENO (CAMINO ANTIGUO A COYOTZINGO) Obra de mitigación: 1. Reubicación de viviendas específicas.
54	BARRIO DE ZONTECOMACO. Obra de mitigación: 1. Reubicación de 6 viviendas. 2. Construcción del canal de aguas residuales. 3. Estabilización del talud del lado de la Calle Morelia. Calle: Loma Bella, Calle Morelia.
55	BARRIO DE IXTLAHUACA, VIA DE ACCESO. Obra de mitigación: 1. Reforestación. 2. Colocación de canales de agua pluvial. 3. Muros de contención tipo gavión por la Primaria.

DE LOS PLANES, REGLAMENTOS Y ESTUDIOS QUE SE DEBEN REALIZAR DERIVADOS DEL ATLAS DE RIESGOS.

Nº	Tipo de Estudio	Zona de estudio
1	Elaboración del Plan de Desarrollo Municipal del Municipio de Teziutlán	Para la zona urbana y las localidades de mayor densidad poblacional.
2	Actualización del Catastro Municipal del Municipio de Teziutlán	Para la zona urbana y las localidades de mayor densidad poblacional.
3	Elaboración de Reglamentos de Construcción que establezcan la tipología y técnicas constructivas de acuerdo al peligro o riesgo de la zona	De aplicación para todo el municipio
4	Elaboración del Estudio Especial para determinar la zona factible para la reubicación de viviendas ubicadas en zonas de peligro o riesgo.	La que determine el estudio

ANEXO II

ANALISIS POR COLONIAS

ANEXO III

MAPAS