

SEDATU
SECRETARÍA DE
DESARROLLO AGRARIO,
TERRITORIAL Y URBANO



Atlas de Riesgos Naturales Acambay de Ruiz Castañeda, México 2014



6 de abril 2015
Número de obra: 415001PP003451
Número de expediente: PP14/15001/AE/1/0021
Municipio de Acambay de Ruiz Castañeda Estado de México
Edhucac A.C.
Av. Playa Langosta No. 104
Colonia Reforma Iztaccíhuatl, México D.F.
Tel /Fax (55) 43360486
edhucac1@gmail.com

ESTE PROGRAMA ES DE CARÁCTER PÚBLICO, NO ES PATROCINADO NI PROMOVIDO POR PARTIDO POLÍTICO ALGUNO Y SUS RECURSOS PROVIENEN DE LOS IMPUESTOS QUE PAGAN TODOS LOS CONTRIBUYENTES. ESTA PROHIBIDO EL USO DE ESTE PROGRAMA CON FINES POLÍTICOS, ELECTORALES, DE LUCRO Y OTROS DISTINTOS A LOS ESTABLECIDOS. QUIEN HAGA USO INDEBIDO DE LOS RECURSOS DE ESTE PROGRAMA DEBERÁ SER DENUNCIADO Y SANCIONADO DE ACUERDO CON LA LEY APLICABLE Y ANTE LA AUTORIDAD COMPETENTE.

ESTE PROGRAMA ES DE CARÁCTER PÚBLICO, NO ES PATROCINADO NI PROMOVIDO POR PARTIDO POLÍTICO ALGUNO Y SUS RECURSOS PROVIENEN DE LOS IMPUESTOS QUE PAGAN TODOS LOS CONTRIBUYENTES. ESTA PROHIBIDO EL USO DE ESTE PROGRAMA CON FINES POLÍTICOS, ELECTORALES, DE LUCRO Y OTROS DISTINTOS A LOS ESTABLECIDOS. QUIEN HAGA USO INDEBIDO DE LOS RECURSOS DE ESTE PROGRAMA DEBERÁ SER DENUNCIADO Y SANCIONADO DE ACUERDO CON LA LEY APLICABLE Y ANTE LA AUTORIDAD COMPETENTE.

ESTE PROGRAMA ES DE CARÁCTER PÚBLICO, NO ES PATROCINADO NI PROMOVIDO POR PARTIDO POLÍTICO ALGUNO Y SUS RECURSOS PROVIENEN DE LOS IMPUESTOS QUE PAGAN TODOS LOS CONTRIBUYENTES. ESTA PROHIBIDO EL USO DE ESTE PROGRAMA CON FINES POLÍTICOS, ELECTORALES, DE LUCRO Y OTROS DISTINTOS A LOS ESTABLECIDOS. QUIEN HAGA USO INDEBIDO DE LOS RECURSOS DE ESTE PROGRAMA DEBERÁ SER DENUNCIADO Y SANCIONADO DE ACUERDO CON LA LEY APLICABLE Y ANTE LA AUTORIDAD COMPETENTE.

2.1 Localización y límites del Municipio	13	4.4 Reserva Territorial	49
2.2. Determinación de la zona de estudio.....	14	Equipamiento en el municipio de Acambay de Ruiz Castañeda	49
3.1. Fisiografía	19	Vulnerabilidad	53
3.2. Geomorfología.....	20	5.1 Vulcanismo o erupciones volcánicas.....	57
3.3. Geología.....	21	5.2. Sismos.....	58
3.4. Edafología	23	2.3. Tsunamis.....	64
3.5. Hidrografía.....	24	5.4. Inestabilidad de laderas	65
3.6. Cuencas y Subcuencas.....	24	5.5. Flujos	72
3.7 Clima	26	5.6. Caídos o Derrumbes	77
3.8 Uso de Suelo y Vegetación	28	5.7. Hundimientos.....	80
3.9. Áreas Naturales Protegidas	29	5.8. Subsistencia.....	81
4.1 Dinámica demográfica.....	33	5.9. Agrietamientos.....	84
4.1.1 Distribución de la población.....	34	a. Ondas cálidas y gélidas	88
4.1.2 Estructura poblacional.....	36	5.10.2. Ondas gélidas	91
4.1.3 Mortalidad.....	37	5.11. Sequías	93
4.1.4 Densidad de población.....	38	5.12. Heladas.....	95
4.2. Características sociales.....	39	5.13. Tormentas de granizo.....	99
4.2.1 Escolaridad	39	5.14. Tormentas de nieve.....	101
4.2.2 Hacinamiento y condición de la vivienda.....	40	5.15. Ciclones Tropicales.....	103
4.2.3 Población con discapacidad	41	5.16. Tornados.....	107
4.2.4 Marginación y pobreza.....	44	5.17. Tormentas de polvo	108
4.2.5 Población indígena	44	5.18. Tormentas eléctricas.....	108
4.3. Principales actividades económicas en la zona	45	5.19. Lluvias extremas.....	111
4.3.1 Actividad económica primaria	45	5.20. Inundaciones	113
4.3.2 Actividad económica secundaria.....	46		
4.3.3 Actividad económica terciaria.....	46		

CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN, ANTECEDENTES Y OBJETIVO



Introducción

El peligro, el grado de exposición y la vulnerabilidad de los bienes expuestos son los tres factores fundamentales que determinan el riesgo de desastres. La probabilidad de que un peligro se materialice en algún daño depende del nivel o grado de exposición de la población, sus bienes materiales, la infraestructura construida y su relación con los fenómenos perturbadores, cualquiera que éstos sean. Por ello, las actuales políticas en materia de protección civil están menos enfocadas al desastre en sí mismo y mucho más a la reducción o mitigación del riesgo y de las causas que lo generan o que potencian sus efectos destructivos. Este enfoque implica estimar los riesgos de desastres y por ende, evaluar qué tan expuesta está la población o sus bienes materiales, diagnosticar su vulnerabilidad e identificar las causas que la generan, con lo cual se deja atrás la política reactiva y se transita a una política integral de prevención y gestión del riesgo ante los desastres.

Debido a lo anterior, la creciente necesidad de conocer las características de los eventos que pueden devenir en desastres y determinar la forma en que estos eventos inciden en los asentamientos humanos, en la infraestructura y en el entorno, dio paso a la elaboración del *Atlas de Riesgos Naturales del Municipio de Acambay de Ruiz Castañeda Estado de México 2014*, el cual pretende funcionar como una herramienta básica para el diagnóstico, ponderación y detección precisa de riesgos, peligros y vulnerabilidad. Su propósito es reducir el riesgo a través de la adecuada planeación y ordenamiento territorial, coadyuvando a la disminución de la vulnerabilidad de la población ante los efectos destructivos de los fenómenos naturales, por medio de la mejora en sistemas estructurales de mitigación y en la implementación de una normatividad más adecuada de los métodos constructivos, factores integrales en los ámbitos de planeación del desarrollo socioeconómico, del ordenamiento del territorio y de la utilización sustentable de los recursos naturales, tomando en consideración la ocurrencia de afectaciones y daños de una magnitud tal que se vean afectadas la salud, las vidas y el bienestar de la población.

El *Atlas de Riesgos Naturales del Municipio de Acambay de Ruiz Castañeda Estado de México 2014* está basado en los criterios señalados por el Centro Nacional de Prevención de Desastres (CENAPRED) y los planteamientos del Plan Nacional de Desarrollo 2014-2018, donde se precisa como estrategia nacional “hacer de la prevención de desastres y la gestión del riesgo una política de desarrollo sustentable”. Para alcanzar esta meta, la prevención de desastres no sólo busca coadyuvar al establecimiento de una política municipal de prevención de desastres vinculada a la regulación del uso y ocupación del suelo y a la reducción de la vulnerabilidad de la población ante los efectos destructivos de los fenómenos naturales, sino que además lo hace buscando que los resultados de las investigaciones efectuadas para configurar el *Atlas* se integren a las redes regionales, estatales y nacionales construidas para enfrentar los riesgos de desastres. Todo ello propicia la integración de Acambay de Ruiz Castañeda a un sistema de prevención centrado en los riesgos y a la implementación de un efectivo programa municipal de protección civil.

Asimismo, es el resultado del trabajo de campo y gabinete realizado por un equipo de especialistas en el estudio de los fenómenos naturales perturbadores y en el manejo de sistemas de información geográfica (SIG), profesionistas de áreas relativas al medio ambiente y el ordenamiento territorial (geógrafos, geólogos, geomorfólogos, hidrólogos, geomáticos, geofísicos, climatólogos, urbanistas, planificadores y sociólogos). En conjunto, el *Atlas* integra un esfuerzo de planeación del desarrollo social enfocado a que gobierno, instituciones y habitantes del municipio regulen coordinadamente las acciones para responder a las

contingencias de carácter natural que representen riesgos de catástrofe, pero sin dejar de lado los factores de índole social agravantes del riesgo, convirtiéndolo en una herramienta rectora para definir acciones programáticas y presupuestales enfocadas a guiar el desarrollo territorial en espacios ordenados y sustentables, cuyo objetivo fundamental es el desarrollo equilibrado de las regiones y la organización física del espacio.

Considerando estas características, el *Atlas de Riesgos Naturales del Municipio de Acambay de Ruiz Castañeda Estado de México 2014* describe los antecedentes de riesgos causados por fenómenos naturales perturbadores, haciendo énfasis en la alta sismicidad de la zona. Ofrece también un listado de los ordenamientos y leyes que facultan su elaboración y objetivos. Incluye la localización y extensión territorial del municipio, así como la extensión del marco de análisis del *Atlas*, que para efectos de representación abarca poco más de un kilómetro, aunque la delimitación de la zona se ha establecido con base en las cuencas para definir toda la zona de captación de aguas municipales, para lo cual cuenta con mapas base y escalas de representación cartográfica.

Por otra parte, el *Atlas* también ofrece un panorama general sobre las características fisiográficas, geomorfológicas, geológicas y edafológicas de la zona, así como la hidrografía superficial y subterránea, las cuencas y subcuencas, además de los recursos naturales que existen en el municipio y las formas en que el suelo y sus recursos son utilizados por la población. En cuanto a los aspectos sociodemográficos y socioeconómicos, así como a la estructura urbana del territorio municipal, se describen las interrelaciones y dinámicas que ocurren entre el territorio y sus pobladores, así como los niveles de vulnerabilidad.

La parte nodal del *Atlas* está constituida por la localización cartográfica de los fenómenos naturales considerados como factores de riesgo, así como las representaciones de peligro en cuanto a desastres. Además, se hace el análisis de los niveles de vulnerabilidad que el municipio presenta ante dichos riesgos y peligros, ofreciendo las recomendaciones y medidas que se deben llevar a cabo para prevenir, mitigar o, si es posible, evitar los daños causados por la ocurrencia de fenómenos naturales perturbadores de origen geológico o hidrometeorológico. Asimismo, se incluyen anexos documentales que complementan y detallan la información contenida en el *Atlas*.

Antecedentes

El Municipio lleva el nombre de Acambay que significa en otomí, según el lingüista Ángel Ma. Garibay, “en los peñascos de Dios”. Son acambayenses las personas nacidas dentro de su territorio, así como los vecinos de nacionalidad mexicana con 5 años de residencia efectiva e ininterrumpida dentro del territorio del Municipio, previa solicitud al Secretario del Ayuntamiento en turno. El Municipio se divide en una cabecera municipal cuyo nombre es Villa Acambay de Ruiz Castañeda, 69 delegaciones, 20 subdelegaciones, 12 barrios y 13 colonias de cabecera. Su organización territorial y administrativa está dividida en nueve zonas a fin de garantizar una gestión más eficiente.

Acambay de Ruiz Castañeda cuenta con la zona arqueológica Huamango o Cuemango, localizada a cinco kilómetros al norte del municipio, sobre la meseta de San Miguel, con cuatro áreas naturales protegidas a nivel federal y con el área natural protegida estatal “Parque Estatal Oso Bueno”.

Acambay de Ruiz Castañeda se localiza al noroccidente del Estado de México, en los límites con Querétaro. Pertenece a la región II Atacomulco y se encuentra en el sistema orográfico Tarasco-Náhuatl y el eje volcánico Colima-Orizaba, lo que lo dota de formaciones montañosas erectas y profundas barrancas. Destacan los cerros denominados Peña Picuda y Peña Redonda. Otro aspecto a considerar es que, siendo esta una zona de alta frecuencia sísmica, existe un paulatino desgarramiento y hundimiento en la zona conocida en la región como cordillera Madó-Agostadero, provocando la formación de acantilados y barrancas. En cuanto a la actividad volcánica, ésta se registró en tiempos remotos, sin haber indicios de actividad en la actualidad.

En cuanto a la hidrografía, forma parte de dos regiones hidrológicas, la cuenca del río Lerma-Toluca y la del río Moctezuma, pero la mayor parte del sistema hidrológico se forma por corrientes intermitentes. El único río de caudal permanente es el denominado Las Juntas, localizado al pie del cerro Colmilludo que cuenta con 45 manantiales, cuyas aguas se emplean para actividades agrícolas, pecuarias y de uso doméstico. Otros ríos de la región que se unen para alimentar el caudal del Lerma son el Río de la Laguna, ubicado en el Valle de Acambay, Agostadero, La Loma, Puentecillas, Tixmadeje y Pathé.

Por otra parte, el territorio de Acambay de Ruiz Castañeda no presenta altos grados de erosión ni riesgo de deslaves o deslizamientos. No obstante, los asentamientos humanos, la explotación de los bosques y la falta de planeación en cuanto al cambio de uso de suelo de forestal a urbano, agrícola o pecuario, y la construcción de caminos, han provocado daños al entorno.

La población acambayense, como población vulnerable, está expuesta a diferentes tipos de riesgos además de los que se pueden dar por fenómenos naturales. Uno de ellos es el catalogado como de tipo socio-organizativo. En este rubro están aquellos eventos con alta concentración de población, por ejemplo la fiesta patronal de Pueblo Nuevo (1 al 8 de diciembre) y las celebraciones de fiestas cívicas y religiosas como el día de San Miguel, con feria, música y danzas de Moros y Cristianos (29 de septiembre), donde el riesgo de desastre aumenta considerablemente debido al uso de juegos pirotécnicos.

Otros espacios donde se presenta alta concentración de personas son el mercado municipal y el tianguis dominical. En cuanto a los riesgos en carretera, éstos son frecuentes debido al mal estado de las vías de comunicación, falta de señalamientos y educación vial. Los entronques que presentan mayor incidencia de accidentes son los de la Carretera Panamericana, con las carreteras que comunican a Juandó y La Loma, la carretera estatal número 70, que comunica con Temascalcingo, y el de la carretera que comunica a Timilpan.

Se consideran asentamientos humanos en riesgo los establecidos en zonas con pendientes muy pronunciadas, en las márgenes de los ríos o al pie de laderas donde pueden ocurrir desbordamiento de ríos, trombas o deslizamientos en la época de lluvia, ante una derrama pluvial alta. Al respecto, de acuerdo con el recorrido de campo y las entrevistas efectuadas a las autoridades y vecinos del municipio, se pudo corroborar que prácticamente no existen asentamientos humanos de alto riesgo.

En cuanto a riesgos químicos, un ducto de gasolina y otro de gas corren por la parte central del territorio, pasando cerca de las localidades de San Antonio Detiñá y El Ermitaño. Asimismo, por la carretera federal No. 55 (Carretera Panamericana) se transportan productos derivados del petróleo, también hay una gasolinera sobre esta carretera, entre las localidades de Acambay de Ruiz Castañeda y San Pedro de los Metates con baja o nula vulnerabilidad para la población. Hasta el momento ninguno de estos riesgos representa peligro

para las comunidades aledañas, pero es necesario observar de manera estricta la reglamentación en materia de asentamientos humanos para evitar futuros desastres.

Las grandes extensiones de bosque representan alta vulnerabilidad a los incendios forestales. En el año 2000 se registraron 22 siniestros en pastizales, arbustos y áreas arboladas, afectando las actividades agropecuarias y forestales de la zona. Llama la atención el alto índice de incendios en viviendas debido a los materiales utilizados para la construcción (lámina de cartón, material de desecho, palma, tejamanil y madera).

Otro foco de alerta podrían ser los riesgos sanitarios, los cuales están representados por la contaminación de los cuerpos de agua tanto superficial como subterránea y se deben principalmente al empleo de insecticidas, pesticidas y fertilizantes utilizados para la producción agrícola, además de las descargas de aguas negras de las comunidades urbanas, así como la deficiencia en la recolección de basura, proliferando los tiraderos clandestinos.

Los fenómenos hidrometeorológicos tampoco son motivo de alerta, pues las zonas susceptibles de inundación se localizan en las inmediaciones de la Presa Huapango, y no representan riesgo para la población al no existir asentamientos humanos próximos a los límites históricos máximos de inundación. Las granizadas se presentan con mayor frecuencia en zonas montañosas de mayor altitud, ocasionalmente ocurren en los valles, afectando cosechas. En cuanto a las heladas, éstas se presentan en un 60% del territorio municipal. Sin embargo, los focos de atención en cuanto al peligro y alto nivel de exposición están dirigidos preeminentemente a la alta sismicidad presente en el municipio.

Antecedentes de riesgo por fallas geológicas

El municipio de Acambay de Ruiz Castañeda, Estado de México, dentro del Eje Neovolcánico Mexicano, es una región donde se tienen numerosas fallas geológicas regionales. Se encuentra ubicado específicamente en la zona denominada Graben de Acambay, del sistema de fallas Acambay-Tixmadeje, donde existen distintos grados de actividad sísmica cuyo registro data de 1858, año en que se generó un sismo de 6 grados de magnitud, con epicentro en Temascalcingo, que provocó la caída parcial del campanario y bóveda de la iglesia (Peña y Vergara, 2004). Durante el periodo 1912-1996, se registraron 71 sismos con epicentro en territorio mexiquense, de ellos 8 en Acambay de Ruiz Castañeda. Uno de los sismos de mayor intensidad acaecidos en la zona fue el del 19 de noviembre de 1912, el cual tuvo 6.9 grados de magnitud, cobrando al menos 100 vidas, alrededor de 600 personas heridas y la destrucción de prácticamente todos los inmuebles, entre éstos el templo, el convento, el portal y otros edificios coloniales en la cabecera municipal. La noticia fue publicada por diversos diarios, entre ellos *El Imparcial* del 21 de noviembre de 1912, donde se lee: "Sólo quedaron ruinas del pueblo de Acambay... pues no quedó ni una sola casa en pie, habiéndose derrumbado la iglesia en el momento que se celebraba una misa..." (Hernández, s/f). Este evento afectó las laderas creando grietas al norte de Acambay de Ruiz Castañeda y generando desniveles de hasta 50 cm en caminos y canales de la localidad de Tixmadeje.

Siguiendo la investigación realizada por Peña y Vergara (2004), el 13 de abril del siguiente año se presentó otro sismo de tipo trepidatorio, con detonaciones subterráneas y duración de 4 segundos. Dos años más tarde, en 1915 ocurrió un sismo de 5 grados sobre la falla Acambay-Tixmadeje, dicho evento no generó daños ni pérdidas económicas. Con un grado menor de magnitud, en el año de 1916 se registró un nuevo movimiento sin dejar afectaciones en la infraestructura de la zona. En 1947 acontecieron dos sismos de 4

grados sobre la falla de Acambay-Tixmadeje. La ocurrencia continúa en 1953, 1964 y en 1979, este último de 5 grados, sin generar pérdidas humanas o materiales. El Sistema Sismológico Nacional registró en 1979 un total de 28 sismos de baja magnitud, oscilando entre los 3 y los 5 grados Richter. En marzo de 1993 vuelve a registrarse un sismo de 3.4 y en enero del 98 se presentan 27 sismos con magnitudes que no rebasan los 4.2 grados. Cabe destacar que el peligro se potencializa en el caso de las construcciones de adobe, material que predomina en el 49.59% de las viviendas de Acambay de Ruiz Castañeda.

En septiembre del 2009, la población de la localidad de Dongú Barrio II presentó agrietamientos del terreno, con ranuras en el tepetate de hasta 30 cm y profundidad de 8 metros. Las grietas aumentaron en octubre del mismo año, afectando caminos y construcciones, por lo que se realizó el desalojo de algunas casas. Como acción preventiva, en el Bando Municipal se establece evitar la construcción de nuevas áreas habitacionales en zonas afectadas por la falla sísmica.

Foto 1. Grieta en la Carretera Panamericana* **Foto 2. Grieta en la localidad de Dongú***



Este escenario coloca al Municipio en una situación de alto riesgo, por lo que se ha aplicado el Índice de Vulnerabilidad Social (SOVI, por sus siglas en Inglés), creado por Susan Cutter en 2003, para conocer los niveles de vulnerabilidad existentes. Dentro de los resultados se ha encontrado que Acambay de Ruiz

Castañeda y Temascalcingo son los municipios más vulnerables. Esto es debido a diversos fenómenos sociales, culturales, políticos y económicos que se ven reflejados en los resultados obtenidos por el SOVI, los cuales deben ser un indicador de acción para las autoridades y contemplarse dentro de los planes de desarrollo local de respuesta y mitigación de riesgos, para así comenzar a frenar la creciente vulnerabilidad que se está gestando en el municipio (Merlon, s/f).

Como acción preventiva, en el *Bando Municipal de de Ruiz Castañeda* se establece evitar la construcción de nuevas áreas habitacionales en zonas afectadas por la falla sísmica.

Las directrices para la elaboración del *Atlas* fueron establecidas a partir de las *Bases para la Estandarización en la Elaboración de Atlas de Riesgos y Catálogo de Datos Geográficos para representar el riesgo 2014* (BEEAR), donde están contenidos los criterios del Centro Nacional de Prevención de Desastres (CENAPRED) y los planteamientos del Programa de Prevención de Riesgos en los Asentamientos Humanos de la Secretaría de Desarrollo Agrario, Territorial y Urbano (SEDATU).

En el Artículo 1, fracción XII, del *Bando Municipal de Acambay de Ruiz Castañeda* se establece como uno de los fines esenciales del ayuntamiento garantizar a todos los habitantes el derecho a un medio ambiente sano, equilibrado y adecuado para su desarrollo, salud y bienestar, así como el derecho a la protección,

* Recolección de datos y fotografías en la localidad de Dongú y en las oficinas de Protección Civil del municipio de Acambay.

* Recolección de datos y fotografías en la localidad de Dongú y en las oficinas de Protección Civil del municipio de Acambay.

preservación, uso y aprovechamiento sostenible de los recursos naturales, a la salvaguarda y uso de la biodiversidad en su conjunto.

Entre otros documentos examinados, se puede mencionar el *Programa Municipal de Desarrollo Urbano de Acambay*, el *Atlas de Riesgos Acambay 2009-2012* y las bitácoras de campo del Sistema Municipal de Protección Civil, aunque también se consideraron ordenamientos a nivel federal y estatal para la elaboración de este atlas, a saber:

- I. Plan Nacional de Desarrollo 2013-2018
- II. Constitución Política del Estado Libre y Soberano de México
- III. Ley Estatal de Planeación del Estado de México
- IV. Ley General de Protección Civil para el Estado de México
- V. Plan de Ordenamiento Ecológico del Territorio del Estado de México (1999)
- VI. Programa Estatal de Protección Civil

Objetivos

Objetivo general

Generar el *Atlas de Riesgos Naturales del Municipio de Acambay de Ruiz Castañeda Estado de México 2014*, un documento científicamente elaborado, en el que se detectan y ponderan tanto los riesgos de desastres y daños por fenómenos naturales perturbadores, como los estados y niveles de vulnerabilidad que presentan ante esos fenómenos la sociedad y la infraestructura del Municipio.

Objetivos particulares

- I. Detectar, clasificar y ponderar los peligros y riesgos de fenómenos naturales en el territorio municipal de Acambay de Ruiz Castañeda de acuerdo con parámetros estandarizados que permitan homologar los criterios de calificación y cuantificación de riesgos, peligros y vulnerabilidad.
- II. Generar una cartografía propia del Atlas en la que se incorpore la información recopilada en el levantamiento en campo y aquella otra que se ha obtenido a través de información de gabinete. Definir conceptualmente y delimitar cartográficamente las situaciones de riesgo y las posibilidades de desastres de origen natural en el territorio del municipio de Acambay de Ruiz Castañeda.
- III. Señalar las medidas de mitigación de riesgos y recomendar los lineamientos para un programa de protección civil que incluya medidas sobre la prevención, mitigación y restauración de los daños que puedan generar los fenómenos naturales perturbadores a suceder en el territorio del municipio de Acambay de Ruiz Castañeda.
- IV. Hacer posible la consulta y análisis de la información de los diferentes peligros que afectan al municipio de Acambay de Ruiz Castañeda, así como ubicar e identificar el tipo y grado de riesgos existentes de acuerdo con el origen de los mismos a escala municipal y de localidad.
- V. Homologar el diccionario de datos municipal con la finalidad de obtener instrumentos confiables y capaces de integrarse a una base de datos nacional.

Alcances

El *Atlas de Riesgos Naturales del Municipio de Acambay de Ruiz Castañeda Estado de México 2014* se ha construido siguiendo los lineamientos generales y los tratamientos específicos que se definen en el documento normativo BEEAR de la SEDATU, en este sentido, sus contenidos tienen alcances estrictamente apegados a los señalamientos marcados en ese instrumento. Esto es aplicable tanto en el manejo instrumental de elementos cartográficos, diccionarios de datos y metadatos, así como en el manejo técnico y analítico de las descripciones y referencias que integran el documento.

El alcance máximo del Atlas apunta a que éste y sus componentes instrumentales posibiliten una adecuada identificación de los peligros, riesgos y niveles de vulnerabilidad a los que están expuestos el municipio y sus habitantes. Este alcance se logra tras realizar el análisis y síntesis de la situación de peligros y riesgos ocasionados por eventos naturales (en conjunción con las variables de vulnerabilidad del sistema afectable). Una vez realizado dicho análisis, esta información se traduce en términos cartográficos y se cuantifica por medio de tablas y descripciones analíticas dentro del texto.

Metodología general

Para la realización del *Atlas de Riesgos Naturales del Municipio de Acambay de Ruiz Castañeda Estado de México 2014* se tomó como directriz el marco metodológico establecido en el documento BEEAR, así como lo señalado al respecto en los instrumentos de la legislación nacional vigente en materia de riesgos y protección civil, como son la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, la Ley General de Protección Civil y los planes de desarrollo estatal y municipal. Siguiendo estas pautas metodológicas y de ordenamiento, el *Atlas* permite establecer los lineamientos básicos para diagnosticar, ponderar y detectar amenazas, peligros, vulnerabilidades y estimar los riesgos en el espacio geográfico a través de criterios estandarizados, catálogos y bases de datos homologadas, compatibles y complementarias, aunado al fomento de una cultura de protección civil, lo cual facilitaría la implementación de acciones en caso de algún siniestro a través de:

- I. Contar con un documento cartográfico y escrito que represente y zonifique cada uno de los fenómenos naturales perturbadores de manera clara y precisa.
- II. Desarrollar y fundamentar una base de datos homologada para cada uno de los fenómenos naturales perturbadores presentes en la localidad.
- III. Sentar las bases para definir un esquema de prevención, planeación y gestión del riesgo.

El propósito metodológico general, de acuerdo con los criterios de clasificación y los términos de referencia establecidos por el CENAPRED en materia de riesgos, es la estandarización de criterios en la elaboración del *Atlas*. Esta metodología se circunscribe a la unificación de cuatro elementos básicos que permitan equiparar y homologar la información del municipio en cuanto a:

- I. Métodos de estudio del sistema perturbador. Se refiere a los planteamientos metodológicos que existen para obtener información precisa y en diferentes escalas de trabajo acerca de los sistemas perturbadores de origen natural que pueden afectar el territorio municipal, a sus habitantes y su infraestructura.

- II. Jerarquía de complejidad de métodos de estudio. Este punto observa el desarrollo jerárquico de métodos, se consideran desde lo más simple hasta lo más complejo desde el punto de vista de la metodología empleada. De esta forma, el "Método 1" representa el nivel más básico de estudio y obtención de información, el cual de manera progresiva aumentará la complejidad de acuerdo a las características de la zona de estudio, aumentando también la numeración del mismo. Es decir, el "Método 2" será más complejo que el número 1, el 3 más que el número 2 y así sucesivamente.
- III. Métodos de representación cartográfica de los sistemas naturales. Se definen las escalas de representación cartográfica de acuerdo con el origen y expresión territorial de cada uno de los sistemas perturbadores de la zona de estudio.
- IV. Especificaciones técnicas para la confección de la cartografía.

Otro instrumento empleado como referente para la metodología de análisis y descripción de los fenómenos naturales fue el *Atlas de Riesgos y Peligros del Estado de México 2009-2012* publicado por el Gobierno del Estado de México.

Finalmente, cabe hacer mención del eje analítico de la propuesta, el cual plantea que la correlación funciona como evidencia de diferentes niveles de vulnerabilidad desde una perspectiva cualitativa y cuantitativa. Con ello pueden establecerse las prioridades aplicables a la realización de acciones de ordenamiento territorial, prevención de desastres, reducción de vulnerabilidad, riesgos y todas aquellas relacionadas con el desarrollo sustentable de los asentamientos humanos.

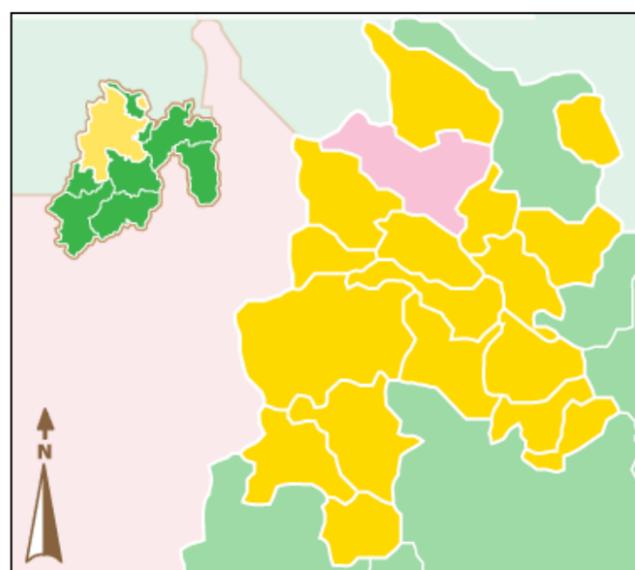
CAPÍTULO II
DETERMINACIÓN DE NIVELES DE ANÁLISIS Y ESCALAS DE REPRESENTACIÓN CARTOGRÁFICA

2.1 Localización y límites del Municipio

El municipio Acambay de Ruiz Castañeda se localiza al Noroccidente del Estado de México, a 86 km de su Capital, Toluca. Pertenece a la región Atlacomulco, su Cabecera Municipal se encuentra situada entre los paralelos 19° 57' 18" de latitud norte y a 99° 50' 47" de longitud oeste del meridiano Greenwich¹, a una altura promedio de 2,552 metros sobre el nivel del mar, con una extensión territorial aproximada 427.13 km² y representa alrededor del 2% del territorio estatal.

Colinda al norte con el estado de Querétaro y el municipio de Aculco, al este con los municipios de Aculco y Timilpan, al sur con los municipios de Timilpan, Atlacomulco y Temascalcingo y al oeste con el municipio de Temascalcingo y el estado de Querétaro.

Figura 1. Ubicación del municipio Acambay de Ruiz Castañeda



Fuente: Enciclopedia de los municipios y delegaciones de México

De acuerdo con las Bases para la Estandarización y la Elaboración de Atlas de Riesgos y Catálogo de Datos Geográficos para Representar el Riesgo 2014, en el Atlas de Riesgos Naturales del Municipio de Acambay de Ruiz Castañeda Estado de México 2014 se han definido los niveles de análisis 1 y 2, distinguiendo los ámbitos municipal y urbano como escala de análisis, como se aprecia en la tabla siguiente.

TABLA 1 Niveles de tratamiento de la información geológica e hidrometeorológica

¹ Datos del Plan Municipal de Desarrollo 2013-2015

Origen	Fenómenos de estudio	Nivel de análisis	Escala de análisis
Riesgos, peligros y/o vulnerabilidad ante fenómenos de origen geológico	Vulcanismo	1	Regional
	Sismicidad	2	Regional
	Tsunamis	1	Regional
	Inestabilidad de laderas	2	Municipal
	Flujos	2	Municipal
	Caídos y derrumbes	1	Municipal
	Hundimientos	1	Municipal
	Subsidencia	1	Municipal
Riesgos, peligros y/o vulnerabilidad ante fenómenos de origen hidrometeorológico	Agrietamientos	1	Municipal
	Ondas cálidas y gélidas	2	Regional
	Sequías	1	Municipal
	Heladas	3	Municipal
	Tormentas de granizo	2	Municipal
	Tormentas de nieve	1	Municipal
	Ciclones tropicales, Huracanes	1	Regional
	Tornados	1	Municipal
	Tormentas eléctricas	2	Municipal-Urbano
	Tormentas de polvo	2	Municipal-Urbano
	Lluvias extremas	2	Regional
	Inundaciones pluviales, fluviales, costeras y lacustres	2	Municipal-Urbano

Fuente: elaboración propia con información de gabinete.

Para la calificación y cuantificación de amenazas, peligros, riesgos y vulnerabilidad, un equipo de especialistas expertos en el ámbito de los peligros naturales ha realizado trabajo en gabinete, mismo que en un segundo momento fue ratificado y/o rectificado por el levantamiento en campo de información referente a los fenómenos perturbadores de origen natural a través de la aplicación de entrevistas dirigidas. A partir de esta

recopilación, análisis y sistematización, se elaboró la cartografía con base en sistemas de información geográfica SIG y se propusieron obras o acciones de mitigación metodológica y cartografía.

2.2. Determinación de la zona de estudio

Para efectos del *Atlas de Riesgos Naturales del Municipio de Acambay de Ruiz Castañeda Estado de México 2014*, se consideró estudiar toda el área que ocupa el Municipio para lo cual se requiere usar una escala de 1:130,000, con una proyección UTM (Universal Transversa de Mercator).

El análisis en las localidades será igualmente en la proyección UTM, en las que se consideran las dos localidades urbanas dentro del Municipio, Acambay de Ruiz Castañeda y Pueblo Nuevo, siendo las mismas escalas de representación.

Se utilizarán las áreas geoestadísticas básicas (AGEBs) definidas por el INEGI, con las cuales se podrá representar la vulnerabilidad a nivel de manzana, así como algunas variables sociales que sean de interés para el municipio a nivel de las localidades urbanas.

La representación se hace considerando los criterios que se establecen en el *Bando Municipal del Municipio de Acambay de 2013*, que para su organización territorial y administrativa está integrado por la Cabecera Municipal cuyo nombre es Villa Acambay de Ruiz Castañeda, donde se asienta el Ayuntamiento que es el órgano de gobierno, delegaciones, subdelegaciones y barrios.

CABECERA MUNICIPAL

Villa Acambay de Ruiz Castañeda

DELEGACIONES:

1. AGOSTADERO	24. ENDEJE	47. LOMA DE SAN ÁNGEL
2. AGUA LIMPIA	25. ESDOCA	48. LOS CHARCOS
3. BARRANCAS	26. GANDÓ	49. LOS PILARES
4. BARRIO DE GUADALUPE	27. GANZDÁ	50. LOS SAUCES
5. SAN JOSÉ BOCTÓ	28. GOLONDRINAS	51. LOS TORILES
7. BOSHÍ GRANDE	29. HONDIGÁ	52. MADÓ SECTOR I
8. BOSHINDÓ	30. JUANDÓ	53. MADÓ SECTOR II
9. BOTÍ	31. LA CARIDAD	54. MUYTEJÉ
10. BOTIDÍ	32. LA ESTANCIA SECTOR I	55. PATHÉ
11. BOVINÍ	33. LA ESTANCIA SECTOR II	56. PUEBLO NUEVO BARRIO I
12. BUENAVISTA	34. LA FLORIDA	57. PUEBLO NUEVO BARRIO II
13. CAÑADA DEL GALLO	35. LA HUERTA	58. PUENTECILLAS
14. CERRITO DE TIXMADEJÉ	36. LA LAGUNA	59. SAN ANTONIO LAS PALMAS
15. CONEJERAS	37. LA LOMA	60. SAN FRANCISCO SHAXNÍ CENTRO
	38. LA MANGA	61. SAN FRANCISCO SHAXNÍ EJIDO

DELEGACIONES:

16. CHANTEJE	39. LA PALMA	62. SAN ILDEFONSO
17. DESHPE	40. LA SOLEDAD	63. SAN JUANICO SECTOR I
18. DETIÑA	41. LA TERESA	64. SAN JUANICO SECTOR II
19. DATEJÉ	42. LA VENTA	65. SAN NICOLÁS
20. DONGÚ CENTRO	43. LAS ARENAS	66. SAN PEDRO DE LOS METATES
21. DOXTEJÉ CENTRO	44. LAS MANGAS	67. SANTA MARÍA LAS ARENAS
22. DOXTEJÉ BARRIO I	45. LOMA LINDA	68. TIXMADEJE CHIQUITO
23. EL ERMITAÑO	46. LOMA DEL FRESNO	69. TIXMADEJE GRANDE

SUBDELEGACIONES

1. DETIÑA EJIDO	8. EL PEDREGAL DE TIXMADEJE	15. LA NOPALERA
2. DONGÚ BARRIO I	9. LA PROVIDENCIA	16. SANTA MARÍA LAS ARENAS II
3. DONGÚ PUERTO	10. LAS POMAS	17. TIXMADEJE BARRIO II
4. DONGÚ BARRIO II	11. LAS TROJES	18. CRUZ COLORADA
5. DOXTEJÉ BARRIO II	12. LOMA DE ENMEDIO	19. BARRIO CANDEJE
6. EJIDO DE TIXMADEJE	13. RINCÓN DE JUANDÓ	20. LA PEÑITA
7. EL CAPULÍN	14. LA CUMBRE	15. LA NOPALERA

BARRIOS

1. COLONIA HERMOSA PROVINCIA	6. LAS ORTIGAS	11. SAN JUANICO BARRIO LA LOMA
2. ESDOCA BARRIO I	7. LA MANZANA HONDIGÁ	12. SAN JUANICO BARRIO TIERRAS BLANCAS
3. RANCHO EL MEDRANO	8. LA VEGA	13. LA ESTANCIA CHICA
4. HUAMANGO	9. RINCÓN DE SAN FRANCISCO SHAXNÍ	
5. LAS CHIVAS	10. SAN AGUSTÍN LA LOMA	

Igualmente, el Bando Municipal del Municipio de Acambay de 2013 subdivide el territorio en 9 zonas de la siguiente manera:

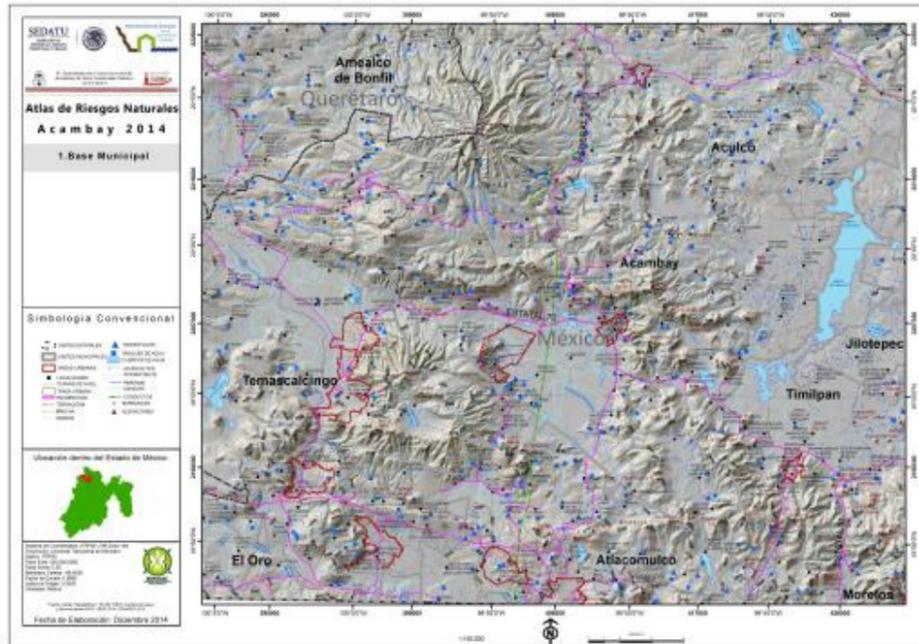
ZONA I	ZONA II	ZONA III
1. LOS SAUCES	1. SAN FRANCISCO SHAXNÍ EJIDO	1. LA FLORIDA
2. LAS MANGAS	2. SAN FRANCISCO SHAXNÍ CENTRO	2. DETIÑA EJIDO
3. LOS TORILES	3. AGOSTADERO	3. EL ERMITAÑO
4. EL CAPULÍN	4. LOS CHARCOS	4. LA PALMA
5. GANDÓ	5. LOMA DE ENMEDIO	5. MUYTEJÉ
6. LA LOMA	6. RINCÓN DE JUANDÓ	6. EJIDO DE TIXMADEJE
7. LOMA DEL FRESNO	7. PUENTECILLAS	7. CAÑADA DEL GALLO
	8. JUANDÓ	8. CONEJERAS

ZONA IV	ZONA V	ZONA VI
1. HONDIGÁ	1. BOTIDÍ	1. DESHPE
2. SAN PEDRO DE LOS METATES	2. ESDOCA	2. BOSHINDÓ
3. LA LAGUNA	3. ESDOCA BARRIO I	3. PATHÉ
4. LOMA DE SAN ÁNGEL	4. DONGÚ BARRIO I	4. SAN ILDEFONSO
5. SAN JOSÉ BOCTÓ	5. DONGÚ BARRIO II	5. ENDEJE
6. LA SOLEDAD	6. DONGÚ CENTRO	6. BOSHÍ GRANDE
7. PUEBLO NUEVO BARRIO I	7. DETIÑA	7. LA CUMBRE
8. PUEBLO NUEVO BARRIO II	8. TIXMADEJE CHIQUITO	8. HUAMANGO
9. BARRIO DE GUADALUPE	9. TIXMADEJE BARRIO II	9. CABECERA MUNICIPAL
10. EL PEDREGAL DE TIXMADEJE	10. TIXMADEJE GRANDE	10. LA CARIDAD
11. DOXTEJÉ BARRIO I	11. DOXTEJÉ CENTRO	
	12. DOXTEJÉ BARRIO II	
	13. BOTÍ	
	14. LA TERESA	
	15. LA NOPALERA	

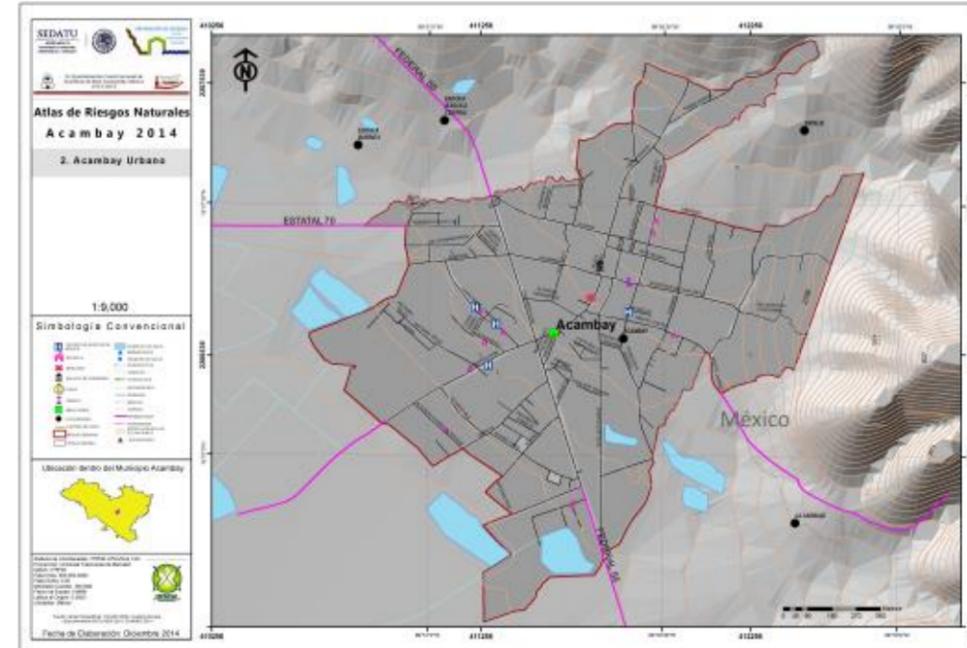
ZONA VII	ZONA VIII	ZONA IX
1. DONGÚ PUERTO	1. LA ESTANCIA SECTOR I	1. AGUA LIMPIA
2. GANZDÁ	2. LA ESTANCIA SECTOR II	2. BOSHÍ CHIQUITO
3. DATEJE	3. LA ESTANCIA CHICA	3. SAN JUANICO SECTOR II
4. LOMA LINDA	4. CHANTEJÉ	4. LA MANGA
5. BOVINÍ	5. LA VENTA	5. SAN ANTONIO LAS PALMAS
6. BARRANCAS	6. SAN JUANICO SECTOR I	6. MADÓ SECTOR I
7. LAS POMAS	7. MADÓ SECTOR II	7. SANTA MARÍA LAS ARENAS
8. GOLONDRINAS	8. SANTA MARÍA LAS ARENAS II	8. SAN NICOLÁS
9. LA HUERTA	9. LAS TROJES	
10. BUENAVISTA	10. LAS ARENAS	
	11. LOS PILARES	

La representación cartográfica se hace a través de los mapas temáticos, cubriendo todo el territorio del municipio de Acambay de Ruiz Castañeda. También se presentan los mapas base de las localidades en las que se presenten los mayores peligros.

MAPA 1 Mapa base del municipio de Acambay de Ruiz Castañeda



MAPA 2 Mapa base de la localidad de Acambay de Ruiz Castañeda
MAPA 3



CAPÍTULO III
CARACTERIZACIÓN DE ELEMENTOS
DEL MEDIO NATURAL

Caracterización de elementos del medio natural

El objetivo de la caracterización del sistema natural es establecer las condiciones medioambientales que prevalecen en un espacio determinado, en este caso, el municipio de Acambay de Ruiz Castañeda. Una vez caracterizadas dichas condiciones, se logrará una primera aproximación a las causas naturales que generan fenómenos potencialmente peligrosos.

3.1. Fisiografía

En las ciencias de la tierra, una región se considera provincia o región fisiográfica cuando presenta un origen geológico unitario sobre la mayor parte de su área, así como una morfología y litología propias y distintivas. Estas unidades a su vez pueden ser divididas en una serie de subprovincias fisiográficas, que pueden presentar elementos discordantes conocidos como discontinuidades fisiográficas.

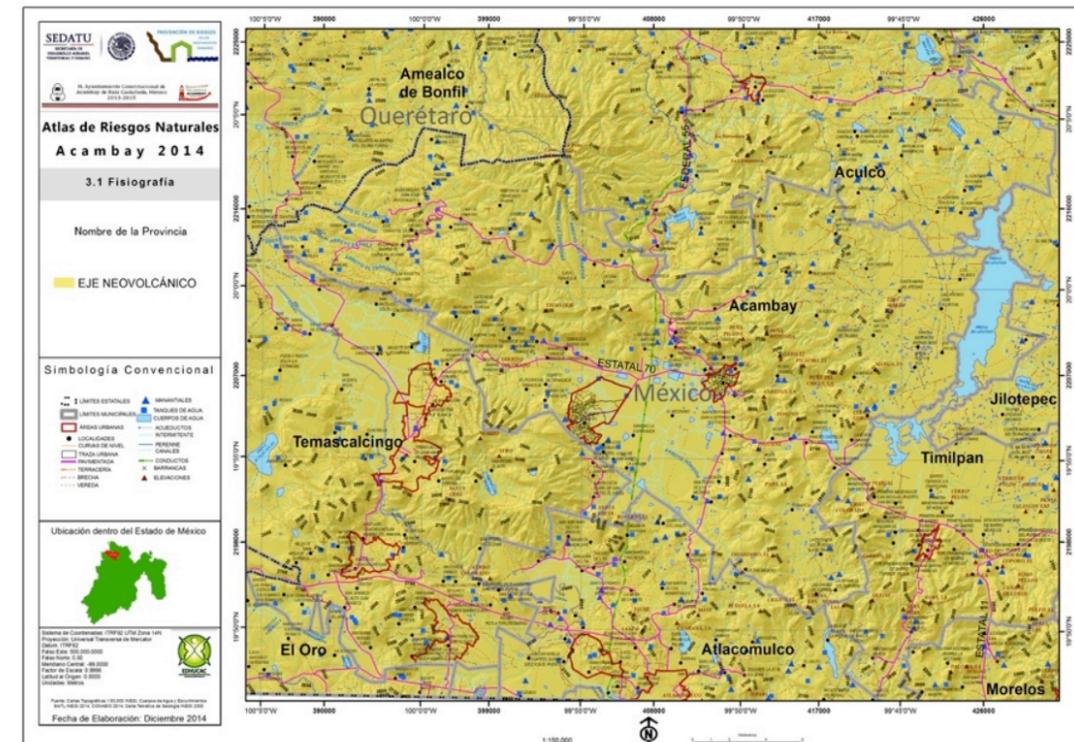
El municipio de Acambay de Ruiz Castañeda se encuentra asentado en la Provincia del Eje Neovolcánico, que casi en línea recta atraviesa el país, más o menos sobre el paralelo 19. Esta provincia, que se caracteriza por tener grandes sierras volcánicas, enormes coladas lávicas, conos cineríticos y depósitos de arena y cenizas, comprende a las subprovincias Llanuras y Sierras de Querétaro e Hidalgo, que es una zona de terrenos accidentados en la que dominan los sistemas de topoformas, una pequeña sierra compleja y un lomerío de colinas redondeadas, constituidos principalmente por rocas basálticas. La subprovincia Mil Cumbres es una región accidentada y complicada por la diversidad de sus geoformas que descienden. Abarca sierras volcánicas complejas debido a la variedad de sus antiguos aparatos volcánicos, mesetas lávicas escalonadas y lomeríos basálticos. Por otro lado, la subprovincia de Lagos y Volcanes de Anáhuac cuenta con un sistema fisiográfico de topoformas caracterizado por lomerío de basalto, vaso lacustre de piso rocoso o cementado, sierra volcánica con extracto de volcanes, llanura aluvial, escudo de volcanes con meseta y lomerío de basalto con cañadas.

TABLA 2 Porcentajes de la fisiografía del municipio de Acambay de Ruiz Castañeda

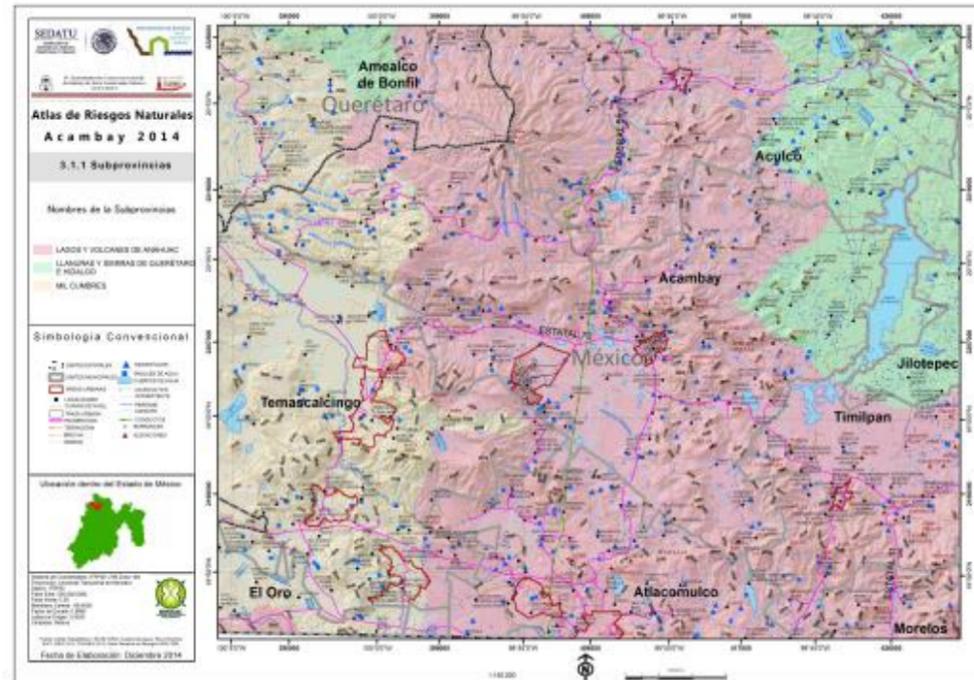
Fisiografía	Superficie (ha)	Porcentaje (%)
Eje Neovolcánico	42,809.00	100
Subprovincias	Superficie (ha)	Porcentaje (%)
Llanuras y Sierras de Querétaro e Hidalgo	2,414.44	5.64
Mil Cumbres	5,903.35	13.79
Lagos y Volcanes de Anáhuac	34,491.21	80.57
Total	42,809.00	100.00

Fuente: elaboración propia con base en datos de las cartas temáticas de las provincias fisiográficas y subprovincias fisiográficas, INEGI.

MAPA 4 Fisiografía del municipio de Acambay de Ruiz Castañeda



MAPA 5 Subprovincias fisiográficas del municipio de Acambay de Ruiz Castañeda



3.2. Geomorfología

Dentro del estudio del relieve, la geomorfología es la ciencia que permite explicar el origen, estructura y disposición de los materiales formadores del relieve, es decir, define las formas del territorio.

La descripción geomorfológica de un espacio geográfico permite interpretar de manera integral y homogénea un territorio, abordando su complejidad estructural-funcional a partir de la identificación de distintas geoformas.

Estas unidades sirven para comprender los procesos físicos, químicos y biológicos que ocurren dentro del paisaje. Las formas del terreno determinan el flujo de agua superficial, transporte de sedimentos y contaminantes, clima a escala regional y/o local y la naturaleza y distribución de los hábitats para especies de plantas y animales. Es también una expresión de los procesos geológicos y de intemperización que han contribuido a su formación. El conocimiento de las formas del terreno es indispensable para un adecuado manejo de los recursos naturales.

La superficie de este municipio es irregular, con cerros y formaciones montañosas erectas, profundas barrancas y extensos valles que son útiles para la recarga de los mantos acuíferos en época de lluvias.

Destacan por sus características los cerros denominados Peña Picuda y Peña Redonda, al pie de los cuales se ubica la cabecera municipal y cuyas alturas superan los 3,150 m.s.n.m. Entre los valles más importantes están el de Acambay de Ruiz Castañeda (Valle de los Espejos), San Lucas, Muytejé, Boshí, Dongú y Ganzdá, cuyas altitudes varían de los 2,500 a los 2,900 m.s.n.m.

Descripción de las Geoformas

La Sierra Volcánica corresponde a todos los centros eruptivos, derrames y superficies cubiertas de material volcanoclástico asociado, las cuales se distinguen por ser un relieve de edad geológica reciente, que conserva las formas originales o estructuras primarias del mismo y de las rocas, con escasas e incipientes formas de erosión, ya que los agentes de denudación apenas han retocado dicho relieve. Cuenta con una superficie de 151.58 hectáreas, lo que representa un 3.54% del total del Municipio.

La Montaña de Plegamiento es una elevación más o menos grande del terreno producida por el hundimiento o plegamiento (elevación) de bloques de la corteza terrestre como consecuencia del movimiento de las placas tectónicas. Cuenta con una superficie de 576.20 hectáreas, lo que representa un 13.46% del total del municipio.

El lomerío de basalto es una unidad de terreno localizada en las partes bajas de la montaña y que constituye la zona de transición y se caracteriza por tener laderas de pendiente suave a intermedias. Cuenta con una superficie 417.61 hectáreas, lo que representa el 9.76% del municipio.

Se denomina *valle intermontano* a la unidad de terreno localizada en las partes bajas de la montaña y se caracterizan por tener laderas de pendiente suave a intermedias. Cuenta con una superficie de 273.72 hectáreas, lo que representa un 6.40% del total del Municipio.

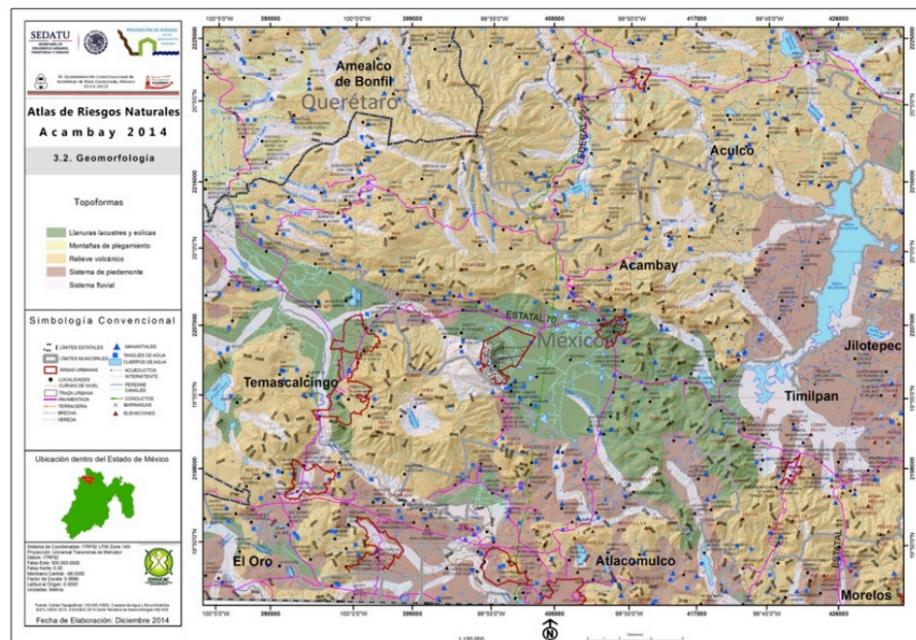
La planicie es una unidad de terreno localizada en las llanuras del Municipio con una gran extensión plana, o ligeramente ondulada, de tierra a poca altura sobre el nivel del mar. Está formada por la erosión de los terrenos más elevados. Cuenta con una superficie de 2806.50 hectáreas, lo que representa un 66.84% del total del Municipio. La descripción de las geoformas se resume en la tabla a continuación.

TABLA 3 Porcentajes de las geoformas del municipio Acambay de Ruiz Castañeda

Geoformas	Superficie (ha)	Porcentaje (%)
Sistema fluvial	1741.68	3.54
Montaña de Plegamiento	6,622.32	13.46
Sistema Pie de monte	4,801.92	9.76
Llanuras lacustres y e.	3,148.80	6.40
Relieve Volcánico	32,885.28	66.84
Totales	49,200.00	100.00

Fuente: elaboración propia con base en datos de la carta temática de Geomorfología de INEGI.

MAPA 6 Geomorfología del municipio Acambay de Ruiz Castañeda



3.3. Geología

El factor geológico y su interdependencia socio-ambiental representan la base a partir de la cual se han desarrollado los paisajes. La coherencia y los lugares de contacto de las rocas, la heterogeneidad en edades, el origen y los tipos de unidades litológicas determinan la edafogénesis, la composición fisicoquímica del suelo, la formación de relieve, la localización de los recursos hidráulicos subterráneos, así como la ubicación de los depósitos minerales y materiales de construcción, además de mantener una estrecha relación con otros elementos, como son la vegetación y la fauna.

En el municipio se encuentran eventos geológicos volcánicos de tipo extrusivos y sedimentarios, pertenecientes al periodo Neógeno y Cuaternario. Ambos de la era geológica cenozoica.

Las unidades litológicas que componen cada formación del municipio se describen a continuación y se muestran en la tabla que se incluye posterior a dicha descripción:

Aluvial (Al).- Suelo del Cuaternario y una unidad que consiste de una mezcla de materiales granulares no consolidados de arrastre, conformados principalmente por gravas, arenas, limos y arcillas. Cuenta con una superficie de 573.26 hectáreas, lo que representa apenas un 13.28 % del territorio.

Andesita (A).- Es el tipo de roca volcánica de plagioclasa sódica que se encuentra en el municipio, cubre aproximadamente 27.63% de la superficie municipal, está localizada principalmente al suroeste del municipio. Este tipo de roca es característica de zonas montañosas y boscosas.

Areniscas (Ar).- Son rocas sedimentarias detríticas formadas en ambientes marinos, fluviales o de origen eólico. Con textura clástica y de grano normalmente fino, de un diámetro inferior a los 2 milímetros, formadas por fragmentos de roca o minerales, básicamente cuarzo, calcita, micas o feldespatos, que pueden estar acompañados por otros, como la magnetita. Cuenta con una superficie de 61.22 hectáreas, lo que representa apenas un 1.42% del Municipio.

Basalto (B).- Roca volcánica del Cuaternario se genera a través de la expulsión de lava volcánica, de color oscuro, pesado, completo y resistente, de grano fino generalmente. Por sus características hidráulicas, son rocas de permeabilidad secundaria, por lo que favorecen tanto el escurrimiento como la recarga de acuíferos. Cubre una extensión de sólo 824.57 hectáreas, lo que representa el 19.10% del Municipio.

Brecha Volcánica (Bvb).- Roca de Origen volcánico formada por materiales fragmentados expulsados por conductos volcánicos proyectados al aire y depositados en la superficie. Comprende fragmentos de diferentes tamaños. Cuenta con una superficie de 51.56 hectáreas, lo que representa apenas un 1.19% del Municipio.

Conglomerado (Cg).- Es una roca sedimentaria de tipo detrítico formada mayoritariamente por clastos redondeados tamaño grava o mayor (>2 mm). Dichos clastos pueden corresponder a cualquier tipo de roca. Un tipo de roca similar son las brechas, pero éstas se distinguen de los conglomerados por estar compuestas de clastos angulosos. Los conglomerados componen menos del 1% de las rocas sedimentarias en cuanto a su peso se refiere. Cubre una extensión de sólo 36.50 hectáreas, lo que representa el 0.85 % del Municipio.

Dacita (Dc). Es una roca ígnea volcánica con alto contenido de hierro. Su composición se encuentra entre las composiciones de la andesita y de la riolita y, al igual que la andesita, se compone principalmente de feldespato plagioclasa con biotita, hornblenda, y piroxeno (augita y/o enstatita). Posee una textura entre afanítica y pórfida con cuarzo en forma de cristales de tamaño considerable, redondeados, corroídos o como elemento de su pasta base. Las proporciones relativas de feldespatos y cuarzo en la dacita, y en muchas otras rocas volcánicas.

Riolita (R).- Roca Volcánica formada de cuarzo y feldespato alcalino. Cuenta con una superficie de 26.93 hectáreas, lo que representa apenas un 0.62 % del Municipio.

Toba ácida (Ta).- Roca piroclástica cuya composición mineralógica es similar a la roca basáltica. Cuenta con una superficie de 1005.24 hectáreas, lo que representa apenas un 23.29% del Municipio.

Volcanoclástico (Vc): Roca constituida de fragmentos derivados por cualquier mecanismo y origen, depositada en ambientes continentales y marinos. Su clasificación se basa en la combinación de la textura y estructura de rocas piroclásticas y sedimentarias. Cuenta con una superficie de 505.05 hectáreas, lo que representa un 11.70% del Municipio.

Cuerpo de Agua: Depósito natural de agua, presas, lago o bordo, donde se almacenan aguas fluviales, así como los terrenos en donde se infiltran o inyectan dichas aguas. Representa un 0.92% del Municipio.

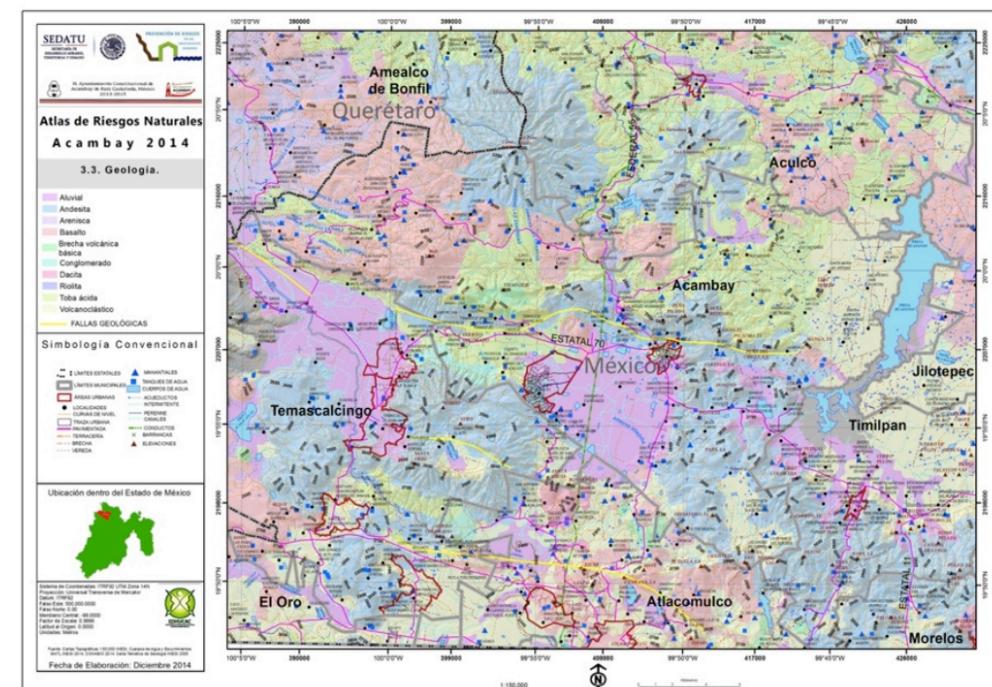
TABLA 4 Porcentajes de las unidades litológicas del municipio de Acambay de Ruiz Castañeda

Unidades Litológicas	Superficie (Ha)	Porcentaje (%)
Aluvial	6,533.76	13.28
Andesita	13,593.96	27.63
Arenisca	698.64	1.42
Basalto	9,397.2	19.10
Brecha volcánica básica	585.48	1.19
Conglomerado	418.20	0.85
Dacita	364.08	0.74
Riolita	305.04	0.62
Toba Acida	11,458.68	23.29
Volcanoclástico	5,756.40	11.70

Unidades Litológicas	Superficie (Ha)	Porcentaje (%)
Cuerpos de Agua	452.64	0.92
	49,200.00	100

Fuente: Elaboración propia con base en datos de la carta temática de Geología de INEGI.

MAPA 7 Geología del municipio de Acambay de Ruiz Castañeda



El Municipio se ubica en la placa tectónica Norteamericana y se tiene el registro que en el año 1912 ocurrió un sismo de magnitud 6.9 aproximadamente, en el que las áreas de daños reportadas para este sismo sugieren que éste se originó en fallas superficiales, principalmente en dos de estas fallas que constituyen el graben de Acambay del sector oriental del Eje Neovolcánico Mexicano, la falla de Acambay-Tixmadeje y el sistema de fallas de Venta de Bravo-Pastores. Esto se sabe gracias al registro del sismo principal de Tlaxcoapan, Hidalgo, (M =3.9) del 18 de marzo de 1998.

En el Municipio se localizan dos fallas, una de ellas ubicada al norte del municipio cubriendo de este a oeste y denominada Acambay-Tixmadeje, la otra ubicada al sur del Municipio de este a oeste y la llaman Pastores. Una más es el límite topográfico de la caldera San Pedro el Alto, que es atravesado en dirección este-oeste

por una falla de carácter continental, que se denomina fracturamiento Zapopan-Acambay-Oxochitlán, la cual inicia en las Islas Marías, para atravesar el continente e ir hasta el Golfo de México. Esta falla, en su trayectoria por el territorio municipal, según el *Atlas de Riesgos del Estado de México (DGPC)*, se ubica próxima a localidades como son Botí, Doxteje (Barrio II), Santa María Tixmadeje, Dongú, Esdocá, Botidí y La Manga.

Por otra parte, a excepción del denominado Valle de los Espejos, la mayor parte del territorio municipal y principalmente las porciones este y extremo noreste presentan una serie de fallas geológicas, lo que implica una mediana vulnerabilidad a las localidades próximas a las mismas, tales como La Loma, Juandó, El Agostadero, Pathé, Pueblo Nuevo, Muyteje y Puenteceillas, ya consolidadas, y algunos asentamientos dispersos.

3.4. Edafología

El suelo es la capa superficial de material mineral no consolidado que cubre las zonas terrestres que, además de servir como medio de crecimiento para diversos organismos, mantiene complejas interacciones con la atmósfera y los estratos que se encuentran por debajo de él, permitiendo el mantenimiento de los servicios ambientales de los ecosistemas e influyendo en el clima y en el ciclo hidrológico (Doran, 1996).

El suelo como componente del medio ambiente es un recurso vivo y dinámico que se renueva muy lentamente, por lo que su capacidad para cumplir con sus funciones es un indicador de salud ambiental y, por ende, de salud humana. La función más conocida es la de soporte y suministro de nutrientes a las plantas (Castillo, 2004).

De acuerdo a la carta edafológica de INEGI, en el municipio de Acambay de Ruiz Castañeda existen seis unidades de suelo, sobresaliendo en orden ascendente los Feozem, Planosol, Luvisol, Vertisol y Andosol. A continuación se describe cada una y se muestra todo en conjunto en la tabla correspondiente.

Feozem.- Se considera que este tipo de suelo presenta igual o mayor fertilidad que los vertisoles, son suelos ricos en materia orgánica, textura media, buen drenaje y ventilación, en general presentan profundidad media, casi siempre pedregosos y muy inestables, restringiendo por ello su uso en la agricultura permanente, pudiéndose utilizar en el cultivo de pastos, aunque se recomienda mantenerlos con vegetación permanente. Cubre una extensión de sólo 1954.93 hectáreas, lo que representa el 45.68% del Municipio.

Planosol.- Muestran una capa superficial con alto contenido de materia orgánica, tienen un drenaje deficiente debido a una capa en el subsuelo de muy baja permeabilidad y son moderadamente aptos para la agricultura. Se localizan principalmente en zonas bajas y son fáciles de erosionar. Cuenta con una superficie de 686.87 hectáreas, lo que representa apenas un 16.05% del Municipio.

Luvisol.- Son suelos típicos donde la precipitación es alta. Presentan acumulación de arcilla o sesquióxidos, coloración rojiza, parda o gris. Su vocación natural es la forestal y su rendimiento en la agricultura es bajo. Son susceptibles a la erosión en todos sus grados. Cubre una extensión de sólo 680.46 hectáreas, lo que representa el 15.90% del Municipio.

Vertisol.- Suelo que se caracteriza por las grietas anchas y profundas que presentan en época de sequía, son suelos arcillosos de color café rojizo y pegajoso cuando están húmedos y muy duros cuando están secos. Su utilización agrícola es muy extensa, variada y productiva, son generalmente muy fértiles, pero presentan problemas en su manejo debido a su dureza, y con frecuencia ocasionan problemas de inundación y drenaje. Se encuentra distribuido principalmente en algunos valles o cañadas. Se distribuye con una superficie de 633.38 hectáreas y un 14.80% en el Municipio.

Andosol.- Son suelos que se han formado a partir de cenizas volcánicas. En condiciones normales se encuentran asociados con el bosque templado. Su textura es muy suelta y por lo mismo poseen una alta susceptibilidad a la erosión eólica e hídrica. Cubre una extensión de solo 305.99 hectáreas, lo que representa el 7.15% del Municipio.

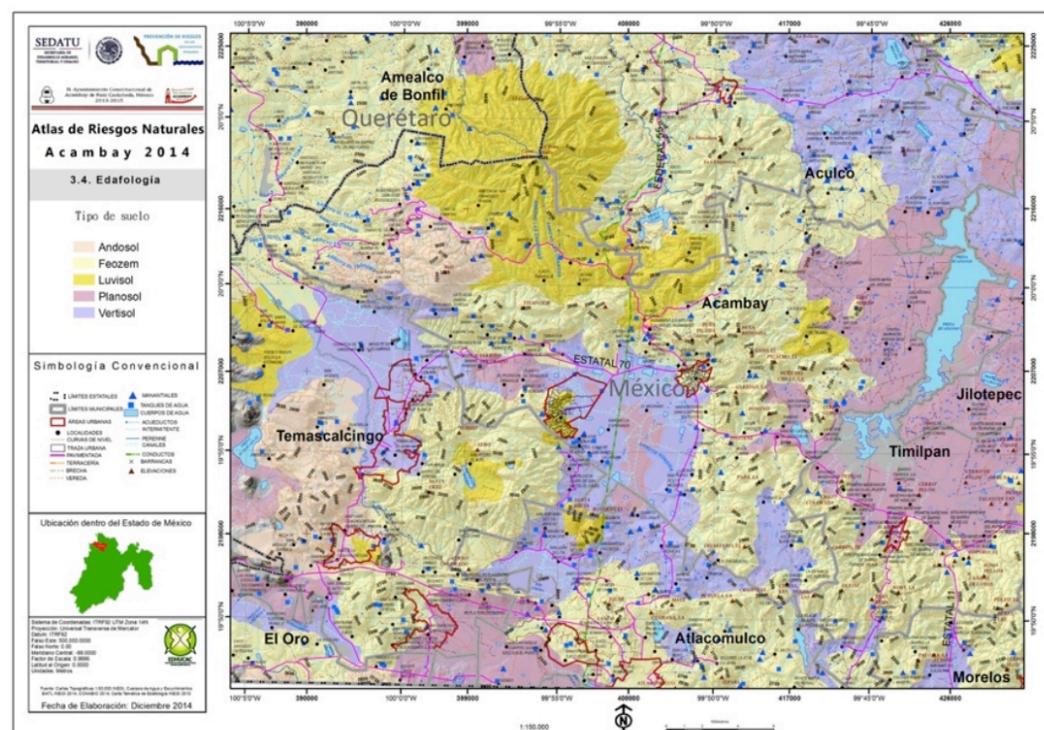
Cuerpo de Agua.- Depósito natural de agua, presas, lago o bordo, donde se almacenan aguas fluviales, así como los terrenos en donde se infiltran o inyectan dichas aguas. Cuenta con un 0.42% de la superficie del Municipio.

TABLA 5 Porcentajes de las Unidades Edafológicas del municipio de Acambay de Ruiz Castañeda

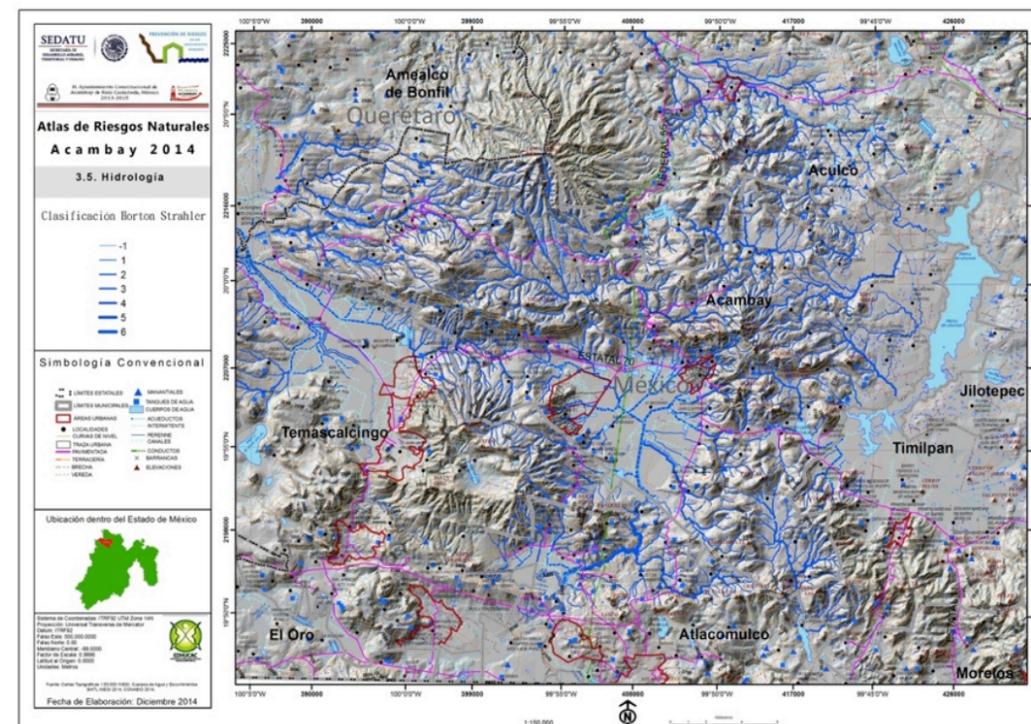
Unidades de Suelo	Superficie (ha)	Porcentaje (%)
Feozem	22,474.56	45.68
Planosol	7,896.60	16.05
Luvisol	7,822.8	15.90
Vertisol	7,281.60	14.80
Andosol	3,517.8	7.15
Cuerpos de Agua	206.64	0.42
Totales	49,200.00	100

Fuente: elaboración propia con base en datos de la carta temática de Edafología de INEGI.

MAPA 8 Edafología del municipio de Acambay de Ruiz Castañeda



MAPA 9 Hidrología del municipio de Acambay de Ruiz Castañeda



3.5. Hidrografía

El Municipio forma parte de dos regiones: la región hidrológica Pánuco y la región hidrológica Lerma Santiago. Al suroeste lo alimenta la Cuenca del Río Lerma-Toluca y las subcuencas Río Oztolotepec-Atlacomulco y Atlacomulco-Paso de Ovejas, al noreste la Cuenca del Río Moctezuma y subcuencas río Prieto y Arroyo Zarco.

La mayoría de los recursos hidrológicos del Municipio son escasos e intermitentes, identificándose un total de 41 corrientes de agua que alimentan a ramales tributarios de los Ríos San Juan y Lerma. Las corrientes permanentes del Municipio son los ríos Las Juntas, San Francisco Shaxní, El Agostadero, San Juan y el Juandó.

En la porción suroeste se localiza el río La Laguna, ahora con características de canal, así como pequeños arroyos: San Francisco Shaxní, Puenteillas, Tixmadeje, Camposanto, Pathé, los cuales se unen para alimentar el caudal del Río Lerma.

Destaca la existencia de bordos y presas con cierto grado de azolvamiento, las cuales se emplean como abrevaderos para el ganado y para el riego de parcelas agrícolas. Por otra parte, se identifican cuarenta y cinco pequeños manantiales, cuyas aguas se emplean para abastecer el consumo de las actividades agrícolas y el uso doméstico.

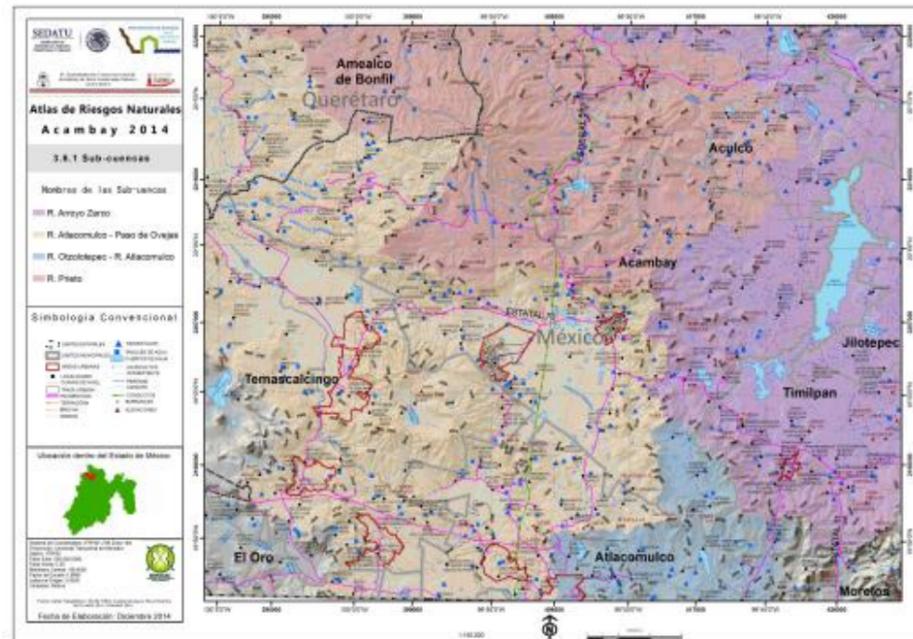
3.6. Cuencas y Subcuencas

Un enfoque de cuenca hidrográfica nos permite entender las interrelaciones de los recursos naturales (clima-relieve-suelo-vegetación), así como la forma en que se organiza la población para apropiarse de ellos y su impacto en la cantidad, calidad y temporalidad del agua. Este enfoque brinda la posibilidad de evaluar y de explicar las externalidades resultantes de los diferentes usos del suelo. Por esta razón se considera que las cuencas hidrográficas constituyen un marco apropiado para el análisis de los procesos ambientales generados como consecuencia de las decisiones en materia de uso y manejo de los recursos suelo, agua y vegetación (Cotler, 2004).

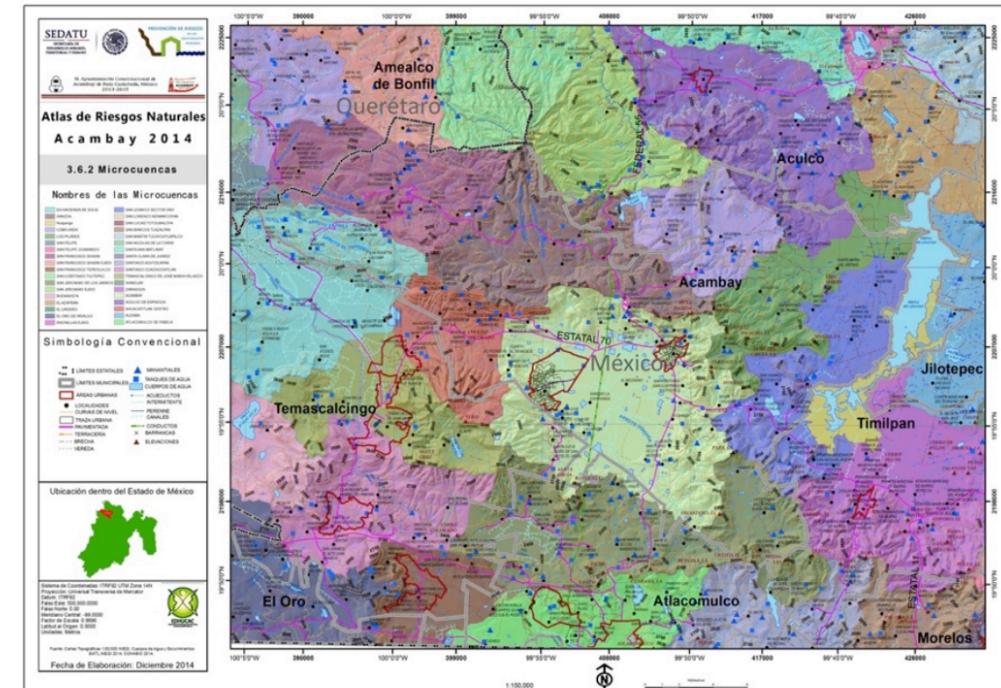
El Municipio forma parte de dos regiones: la región hidrológica Pánuco, Cuenca río Moctezuma y región hidrológica Lerma Santiago, Cuenca río Lerma-Toluca. (ver mapas correspondientes).

MAPA 10 Regional de cuencas del municipio de Acambay de Ruiz Castañeda

MAPA 12 Subcuencas del municipio de Acambay de Ruiz Castañeda



MAPA 13 Microcuencas del municipio de Acambay de Ruiz Castañeda



3.7 Clima

El clima de una región está determinado principalmente por la interacción de factores como la temperatura, la humedad, la evaporación y la dirección de los vientos. También los pisos térmicos determinan el carácter de la vegetación, tanto en su estado natural como en cultivos. Asimismo, el clima condiciona las actividades productivas que pueden llevarse a cabo.

Dada la ubicación geográfica del Municipio el clima dominante es templado, sin embargo, las variaciones del relieve originan diversidad de climas, de tal suerte que existen los templados en los valles elevados. Tomando en cuenta el sistema de clasificación climática de Köppen, el Municipio presenta los siguientes tipos de clima:

Templado subhúmedo C (w).- Presenta verano fresco y largo, lluvia invernal inferior a 5 % de la anual, con oscilación térmica de 5-7 °C. Los subtipos de clima presentan las características y simbología siguientes: alta humedad C(w2)(w)b(i)g, humedad moderada C(w1)(w)b(i')g y baja humedad C(w0)(w)b(i'')g. Está presente en gran parte de las regiones Pánuco y Lerma, correspondiente a las localidades de San Francisco Shaxní, Juandó y Los Sauces (Tabla 6).

Semifrío C (E).- Se presentan dos subtipos, el primero C (E) (W2) (w) b (i) g, clima semifrío, subhúmedo, con porcentaje de precipitación invernal menor a 5 %. El verano es largo, isotermal y con la temperatura más elevada antes del solsticio de verano. Es característico de aquellas zonas

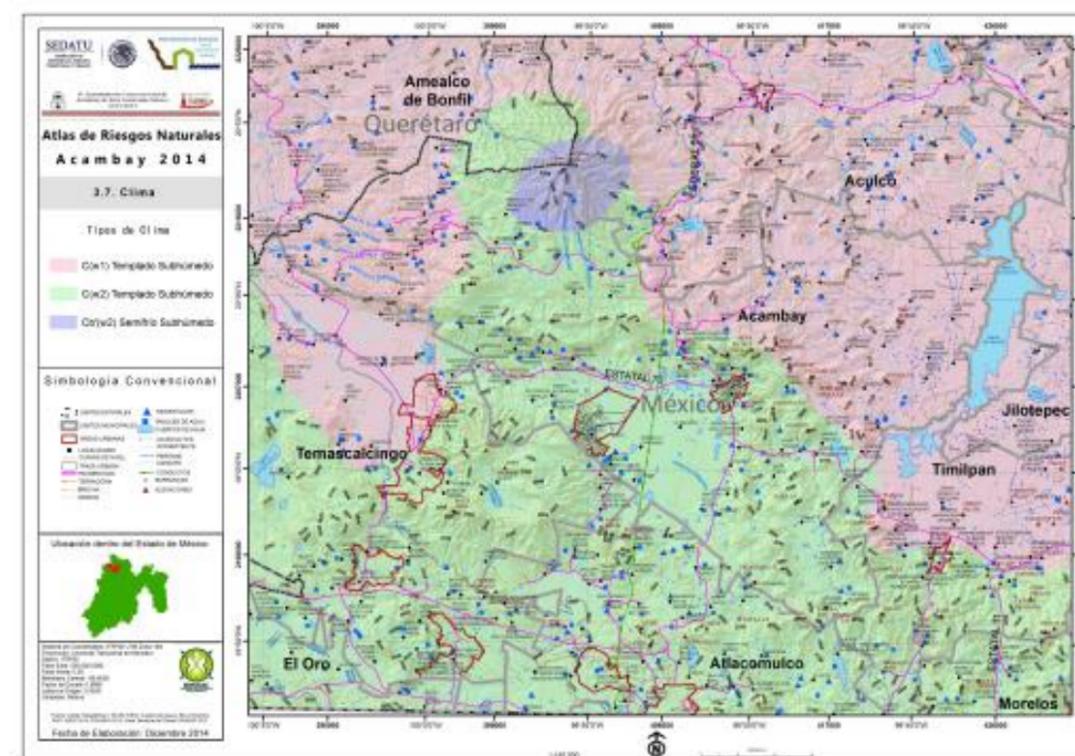
con altitud considerable, como el Nevado de Toluca. El segundo subtipo, el C (E) (m) (w) b (i) g, clima semifrío, húmedo, con verano largo isotermal. La lluvia de invierno es menor a 5 % y la temperatura más alta se presenta antes del solsticio de verano. Se localiza en la zona correspondiente a las localidades de Los Toriles y Las Mangas (Tabla 6).

TABLA 6 Porcentajes de los tipos de clima del municipio de Acambay de Ruiz Castañeda

Tipo de Clima	Superficie(Ha)	Porcentaje (%)	Rangos de Temperatura
Templado subhúmedo C(w1) Con Humedad Moderada	20,427.84	41.52	12° -18°
Templado subhúmedo C(w2) Con Alta Humedad	27,448.68	55.79	12° -18°
Semifrío subhúmedo con verano fresco largo Cb'(w2)	1,323.48	2.69	5° -12°
Suma	49,200.00	100.00	

Fuente: elaboración propia con base en datos de la carta temática de Climas de INEGI.

MAPA 14 Climas del municipio de Acambay de Ruiz Castañeda



V. Temperatura

Templado subhúmedo C (w1 w2).- 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.

Semifrío, subhúmedo con verano fresco largo Cb' (w2).- temperatura media anual entre 5°C y 12°C, temperatura del mes más frío entre -3°C y 18°C, temperatura del mes más caliente bajo 22°C.

VI. Precipitación

Templado subhúmedo C (w1, w2).- Precipitación en el mes más seco menor de 40 mm, lluvias de verano con índice P/T mayor de 55 y porcentaje de lluvia invernal del 5 al 10.2% del total anual. Con una precipitación media anual de 800 mm a 900 mm.

Semifrío, subhúmedo con verano fresco largo Cb' (w2).- Precipitación en el mes más seco menor de 40 mm, lluvias de verano y porcentaje de lluvia invernal del 5 al 10.2% del total anual y una precipitación media anual de 1000 mm.

3.8 Uso de Suelo y Vegetación

El término uso del suelo se refiere a las actividades humanas que se desarrollan en un territorio, resultado de la interrelación entre los factores físicos o naturales y los factores socioeconómicos y culturales. Se encuentra representado por las formas de ocupación, las prácticas específicas de manejo y las fuerzas sociales, políticas y económicas que determinan el uso del territorio (Mendley *et al.*, 1995; Rossete, 2009).

Desde el punto de vista ambiental, el uso del suelo está muy relacionado con el tema de la sostenibilidad ya que la forma en que cambia la cubierta vegetal determina la persistencia de bosques, selvas y suelos en el futuro, así como de los recursos que estos proporcionan. Asimismo, tiene una serie de implicaciones ecológicas como, por ejemplo, la alteración de los ciclos biogeoquímicos, la pérdida de recarga de mantos acuíferos, alteraciones en el microclima y la pérdida de hábitat y por consiguiente de biodiversidad.

La cartografía de uso de suelo y vegetación de un área es necesaria, ya que permite tener una visión sinóptica y cuantitativa de la condición de los recursos naturales y su dinámica espacio-temporal, así como sus procesos de degradación, constituyendo una herramienta importante como apoyo a las tareas vinculadas con la instrumentación de políticas ambientales y eventualmente la base para los planes de uso y conservación del territorio.

Los usos del suelo en el municipio de Acambay de Ruiz Castañeda están conformados en forma ascendente por:

Bosque de Encino- Los encinares ocupan zonas templadas, áridas y tropicales. Las principales especies de encino en este tipo de bosque son *Q. macrophylla*, *Quercus rugosa*, *Q. crassipes*, *Q. elliptica*, *Q. acutifolia* y *Q. castanea*.

Bosque de Pino-Encino.- Comprende las comunidades mezcladas de diversas especies de pino, encino en proporción diversa, siendo difícil separar una especie de otra debido a la heterogeneidad con que se presentan. Las asociaciones más frecuentes son pino-encino. Las especies dominantes en este tipo de vegetación pertenecen a los géneros *Pinus* y *Quercus*, suelen ir acompañadas por especies de los géneros *Arbutus*, *Buddleia*, *Alnus* y *Cupressus*.

Bosque de Pino-Encino.- igual que el anterior pero con clara predominancia de pináceas.

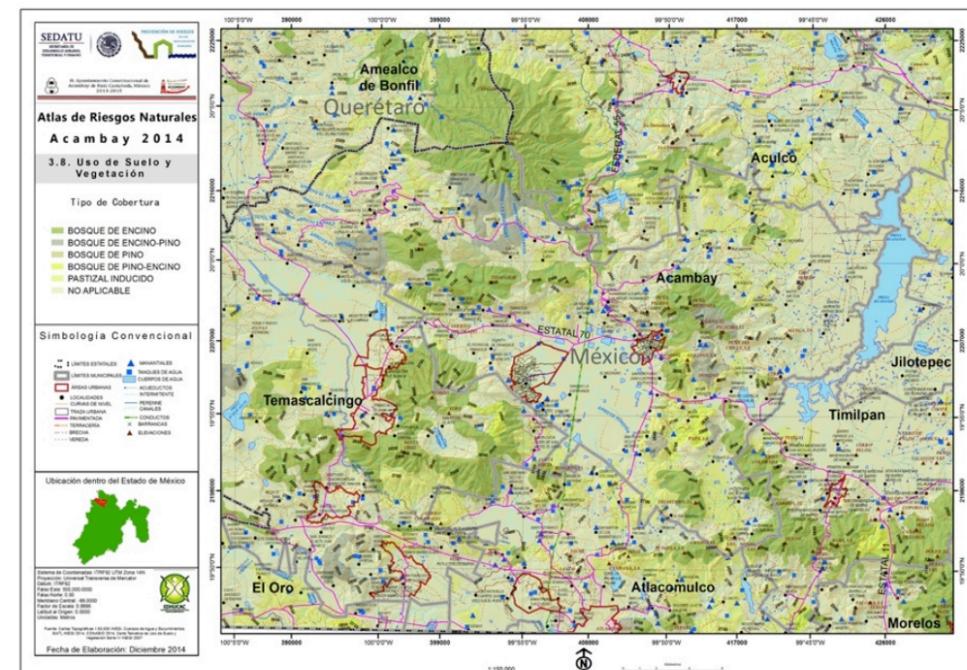
Pastizal inducido.- La presencia de este tipo de vegetación implica la degradación o eliminación de la vegetación original por desmonte o bien producto de áreas incendiadas. Esta comunidad es por pastos y zacates (*Gramineae*) y la presencia de árboles es muy esporádica. Los pastizales en el Municipio se encuentran en parches aislados conformando grandes manchones, principalmente caracterizados por ser áreas de agostadero.

TABLA 7 Porcentajes del Uso de Suelo y Vegetación del municipio de Acambay de Ruiz Castañeda

Uso de Suelo y Vegetación	Superficie (Ha)	Porcentaje (%)
Bosque de Encino	369.00	0.75
Bosque de Pino - Encino	526.44	1.07
Bosque de Encino - Pino	8,546.04	17.37
Pastizal Inducido (agricultura)	37,549.44	76.32
Cuerpos de Agua	1,156.20	2.35
	49,200.00	100.00

Fuente: elaboración propia con base en datos de la carta temática de Uso de Suelo y Vegetación serie IV de INEGI.

MAPA 15 Uso del suelo y vegetación en el municipio de Acambay de Ruiz Castañeda



3.9. Áreas Naturales Protegidas

El *Parque Estatal Oso Bueno* decretado como reserva natural en el año de 1977, ocupa parte de los municipios de Acambay de Ruiz Castañeda y Aculco. El parque tiene una superficie de 15,256 ha y en el Municipio cubre un 19.45%. Así como el Santuario de Agua de la Presa Dado, con una superficie de 5.35 % del Municipio.

Se crea el *Parque El Oso Bueno* como un fundamental servicio público del gobierno a sus comunidades. Las causas de su creación son las siguientes: absorción de agua, prevención de inundaciones y erosiones, mejoramiento del suelo y prohibición de construcciones.

Su uso será el establecimiento de áreas deportivas y de recreo, así como instalaciones que propicien el esparcimiento físico y mental de las comunidades y sus visitantes (2001, INE-CONANP).

El *santuario del agua sistema hidrológico presa Huapango* rodea al Municipio por las partes sur, este y norte, con una superficie de 743.46 hectáreas y un 17.37% del Municipio, asimismo colinda con el municipio de Aculco, Jilotepec, Polotitlán y Timilpan, donde se localizan las principales fuentes tributarias de aguas hacia el embalse, para ser destinada a la ejecución de las principales políticas ambientales, destinadas a la protección conservación, restauración y aprovechamiento sustentable del entorno. Comprende zonas de vocación con cobertura vegetal en diferentes grados de conservación, debido al aprovechamiento forestal excesivo o cambio de uso de suelo que provocan pérdida del recurso suelo y propicia el detrimento de los servicios ambientales que inicialmente generaban.

Se crea *El santuario del agua sistema hidrológico presa Huapango* como un fundamental servicio público del gobierno a sus comunidades. Las causas de su creación son el contribuir al desarrollo forestal sustentable, mediante acciones de recuperación y conservación de suelos forestales y agropecuarios que permitan acceder a la población a un mejor nivel de vida, así como a la recarga de acuíferos, la fomentación del desarrollo ecoturístico, la cultura del uso integral del recurso agua, suelo y de su flora y fauna evitando su contaminación y aprovechamiento excesivo.

MAPA 16 Áreas Naturales protegidas en el municipio de Acambay de Ruiz Castañeda

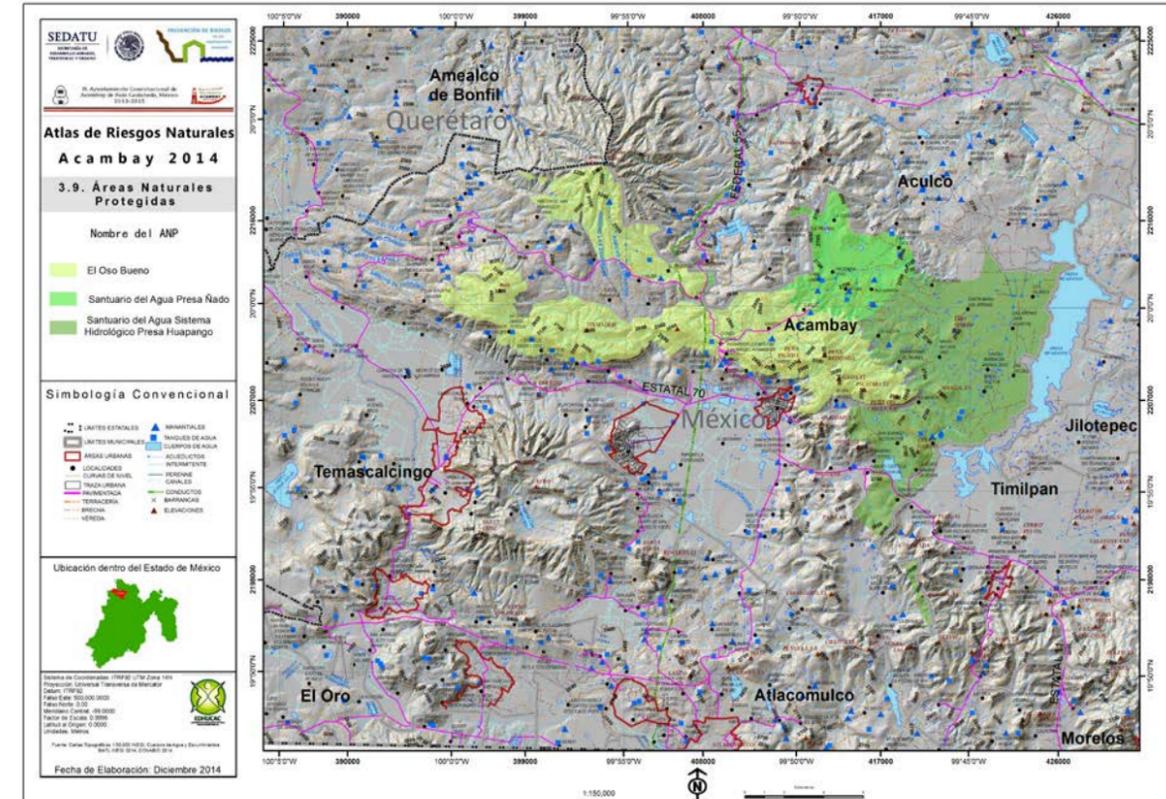


TABLA 8 Áreas naturales protegidas del municipio de Acambay de Ruiz Castañeda

Áreas Naturales Protegida	Superficie (ha)	Porcentaje (%)
Santuario del Agua Sistema Hidrológico Presa Huapango	743.46	17.37
Santuario del Agua Presa Dado	229.35	5.35
El Oso Bueno	832.54	19.45

Fuente: CONANP

CAPÍTULO IV
CARACTERIZACIÓN DE LOS ELEMENTOS
SOCIALES, ECONÓMICOS Y DEMOGRÁFICOS

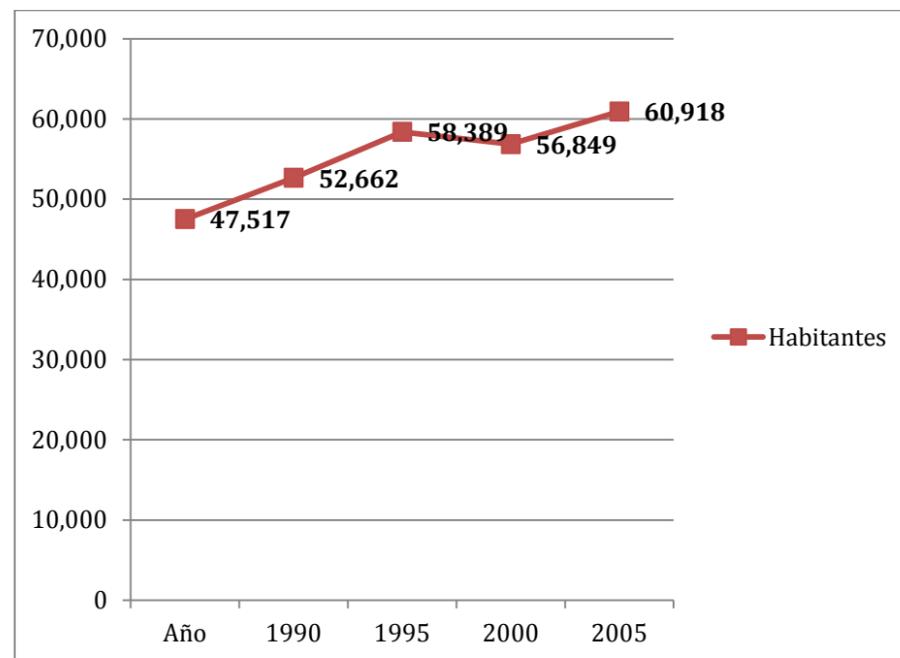
4.1 Dinámica demográfica

De acuerdo con el censo realizado por el INEGI en 2010, el Municipio cuenta con 60,918 habitantes distribuidos en las 102 localidades. De ellas, 18 contaron con más de mil habitantes, el resto tenía entre uno y 999 habitantes.

Entre las localidades con más habitantes sólo dos podían ser consideradas urbanas por tener más de 2,500 habitantes. En ellas habita el 14% del total de la población, mientras que el 86% restante se considera población rural.

La población ha aumentado en las últimas décadas con excepción del año 2000, que registró un descenso equivalente de alrededor de 1,500 personas, con una tasa de crecimiento promedio anual del 1.4%. En la Gráfica 1 se observa que entre 1990 y 2010 la población creció poco más del 28%.

Grafica 1. Evolución de la población en el municipio Acambay de Ruiz Castañeda 1990-2010

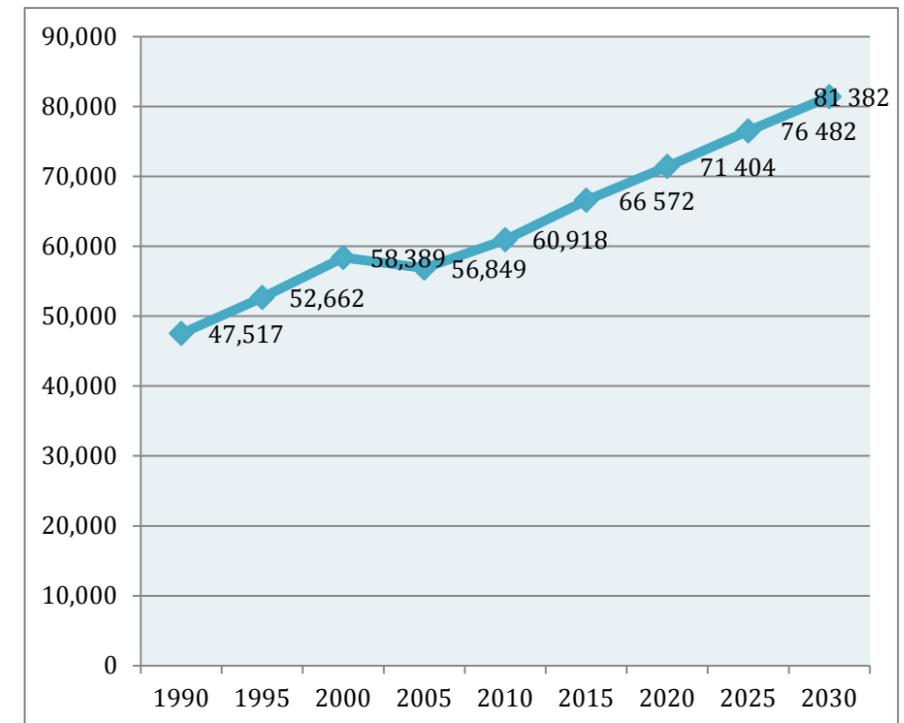


Fuente: elaboración propia con los censos de población de 2000 y 2010 y los conteos de 1995 y 2005 del INEGI

Proyección al 2030

De acuerdo con las proyecciones de la población por municipios y localidades de la CONAPO, la población del municipio de Acambay de Ruiz Castañeda en 2030 será de 81,382 habitantes, como se observa en la Gráfica 2.

Grafica 2. Evolución de la población en el municipio Acambay de Ruiz Castañeda 1990-2030

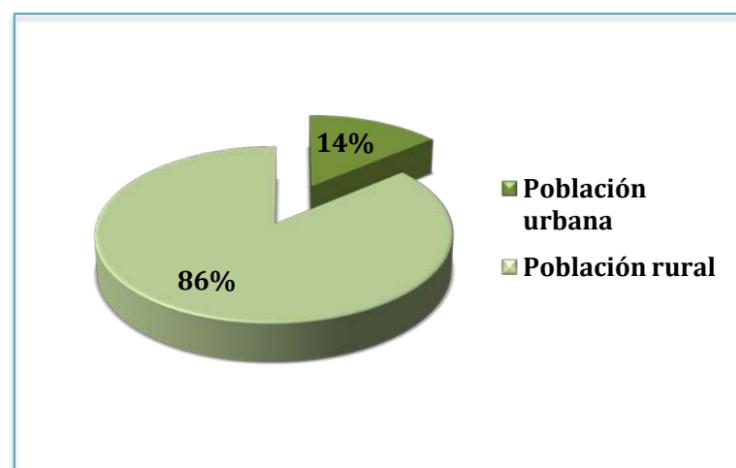


Fuente: elaboración propia con los censos de población de 2000 y 2010 y los conteos de 1995 y 2005 del INEGI.

4.1.1 Distribución de la población

Las localidades Acambay de Ruiz Castañeda y Pueblo Nuevo son las únicas que se consideran urbanas pues en ellas habitan 40,007 y 4,422 personas, respectivamente. Dicha población representa el 14% del total de habitantes, mientras que las 100 localidades restantes son rurales y concentran a 52,419 habitantes. Por lo anterior, se le considera un municipio semiurbano, tomando en cuenta también las características económicas y de infraestructura (Núñez y Vargas, 1992). En la siguiente gráfica podemos observar la distribución de la población de acuerdo al tipo de localidad en la que habitan.

Grafica 3. Distribución de la población municipal

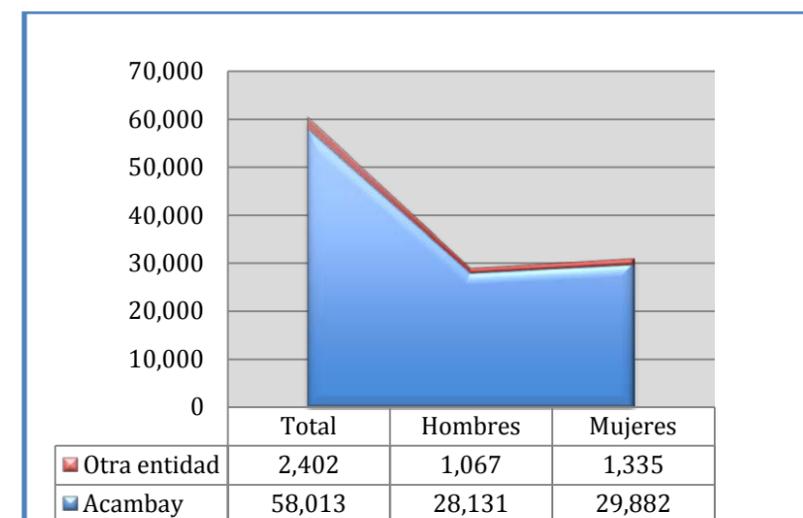


Fuente: elaboración propia con datos del XIII Censo de Población y Vivienda, 2010, INEGI.

En cuanto al tamaño de la población de las localidades que integran el Municipio se realiza una clasificación según rangos que pueden observarse en los mapas correspondientes.

La población de las localidades ha nacido principalmente en el Municipio y equivale al 96% de la población total, proporcionalmente equitativo para hombres y mujeres. En la Gráfica 4 se muestra en color rojo la población que vive en Acambay de Ruiz Castañeda pero que nació en otra entidad (4%) y en azul la población nativa. Se observa cómo la población femenina y masculina es similar para ambos casos.

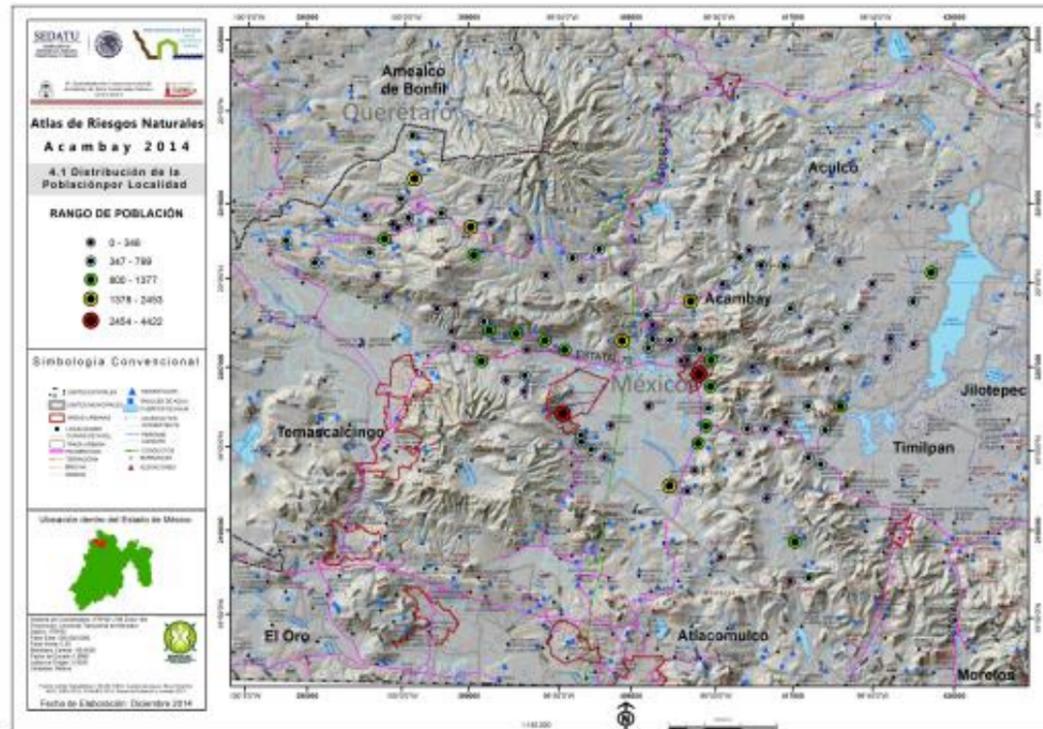
Grafica 4. Porcentaje de la población por localidad de origen



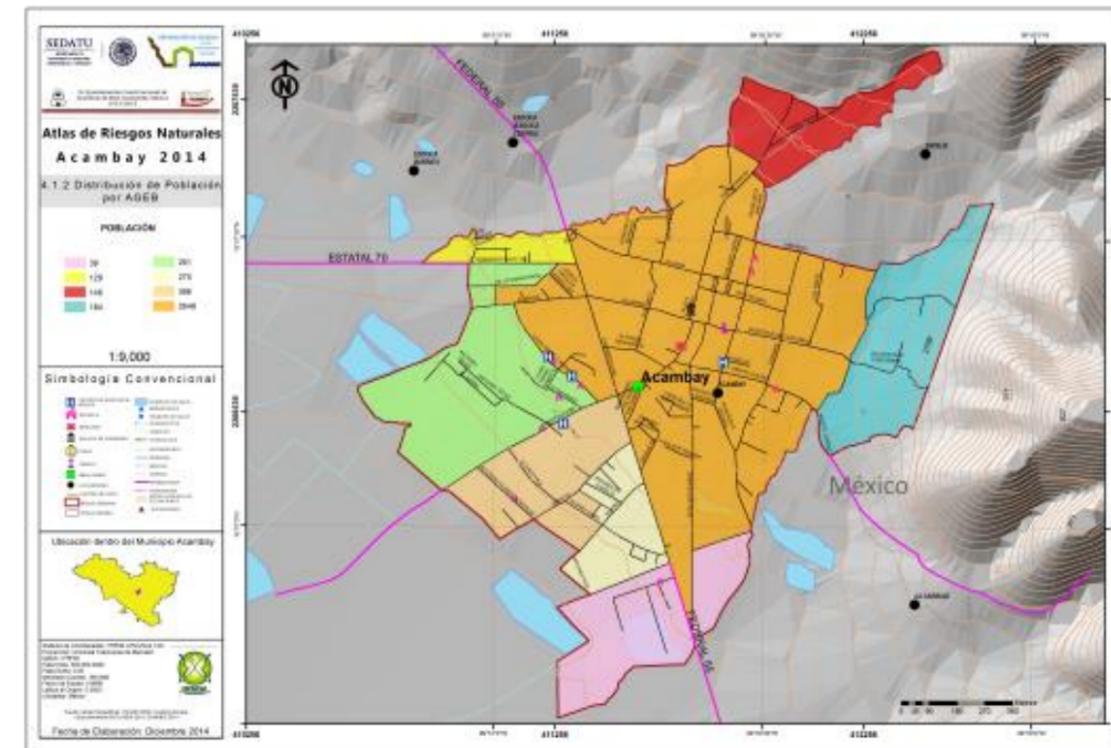
Fuente: elaboración propia con datos del XIII Censo de Población y Vivienda 2010, INEGI.

Los lugares donde la población habitaba cinco años antes, según el INEGI, y actualmente vive en el municipio son Estados Unidos, Distrito Federal, Michoacán, Querétaro e Hidalgo.

MAPA 17 Distribución de la población por localidad



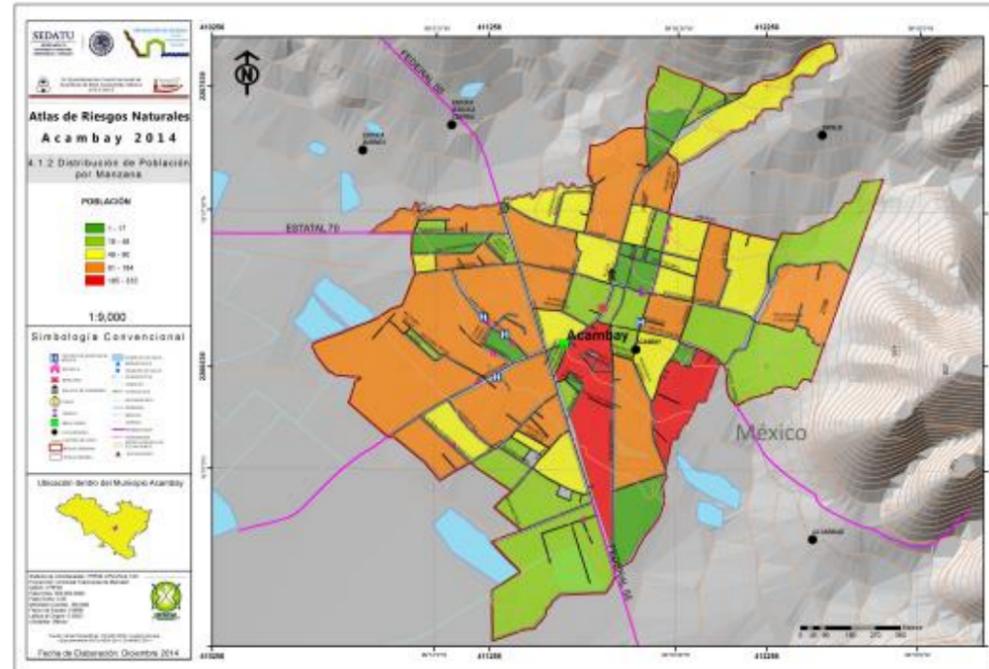
MAPA 18 Distribución de población por AGEB en Acambay de Ruiz Castañeda



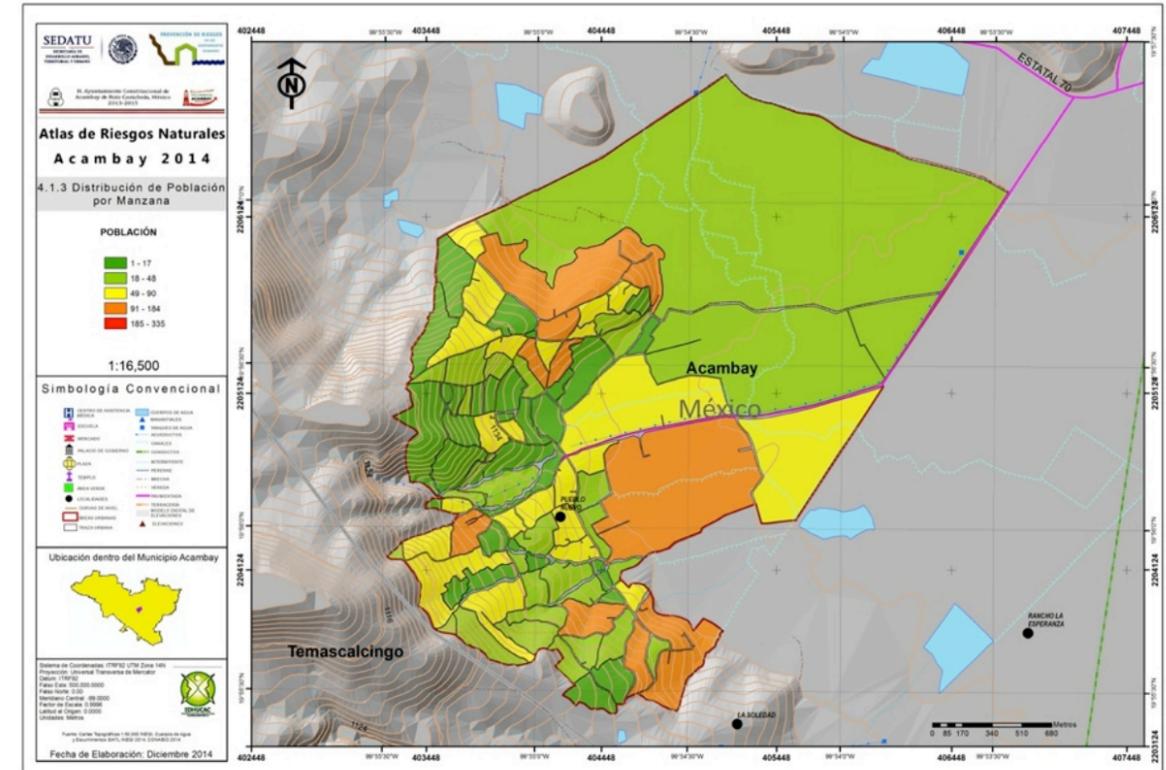
A continuación se presentan los mapas por manzana según la distribución de la población para la localidad de Acambay de Ruiz Castañeda y Pueblo Nuevo. Se observa que para la primera la mayoría de las manzanas supera los 100 habitantes. Sólo algunas ubicadas al este, centro y sur del Municipio presentan niveles por debajo de los 50 habitantes por manzana.

En contraste, en Pueblo Nuevo la mayoría de las manzanas no supera los 100 habitantes. Algunas con una población de entre 91 y 184 habitantes están distribuidas a lo largo de toda la localidad, pero siguen sin representar gran complejidad en caso de que sea necesaria una evacuación.

MAPA 19 Distribución de la población por manzana urbana en la localidad de Acambay de Ruiz Castañeda



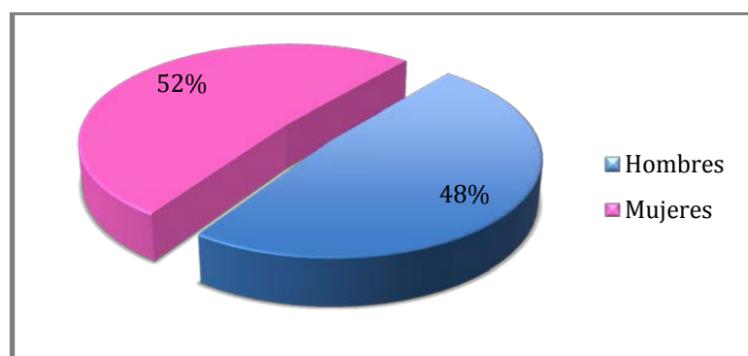
MAPA 20 Distribución de la población por manzana urbana en Pueblo Nuevo, Acambay de Ruiz Castañeda 2010



4.1.2 Estructura poblacional

El 52% de la población en el Municipio son mujeres y 48% son hombres, lo que resulta en una relación hombre-mujer de 94 (Gráfica 5). Dicha relación es ligeramente menor a las proporciones estatal y nacional.

Grafica 5. Distribución de la población por sexo en Acambay de Ruiz Castañeda

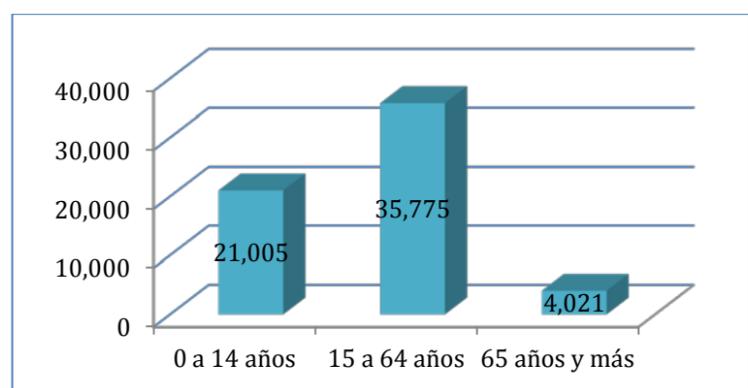


Fuente: elaboración propia con información del XIII Censo Nacional de Población y Vivienda, INEGI 2010.

En las localidades las proporciones son muy diversas, la relación hombre-mujer va de 75.26 en La Laguna hasta 131 en Barrancas.

Respecto a las edades, según el censo de 2010 (INEGI), del total de personas que habitan el Municipio, 35,775 (59%) tienen entre 15 y 64 años, es decir, se encuentran en edad productiva, 21,005 (34%) son niños entre 0 y 14 años y solamente 4,021 (7%) tienen 65 años o más, es decir, su edad productiva se considera estadísticamente terminada. En la Gráfica 6 se observa dicha distribución de la población, donde se demuestra que la población en edad de mayor productividad económica es considerablemente mayor y por lo tanto es un momento propicio para el desarrollo económico del Municipio.

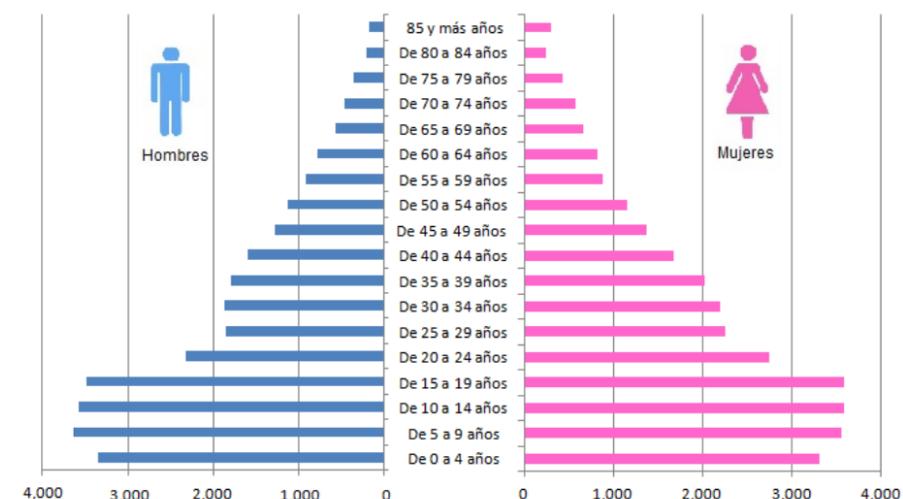
Grafica 6. Distribución de población por grupos de edad, Acambay de Ruiz Castañeda



Fuente: elaboración propia con información del XIII Censo Nacional de Población y Vivienda, INEGI 2010.

Al realizar la observación por quinquenios de edad y sexo (pirámide poblacional), mostrado en la Gráfica 7, puede observarse que el grupo de menor edad (0 a 4 años) es más reducido que el siguiente (5 a 9 años), lo cual nos indicaría, si se genera una tendencia de disminución en los siguientes años, que la población está pasando por una transición demográfica. Si es el caso, dicha transición apenas comienza y los indicadores sólo nos permiten observar que el Municipio en algunas décadas tendrá un crecimiento poblacional más lento debido a una menor cantidad de nacimientos cada año. Actualmente (mientras el presente *Atlas* sea vigente) esta situación demográfica no debe constituir ningún tipo de alarma.

Grafica 7. Pirámide de población por sexo en el municipio de Acambay de Ruiz Castañeda



Fuente: elaboración propia con datos de CID (Consulta Interactiva de Datos) del Censo de Población y Vivienda 2010, INEGI.

4.1.3 Mortalidad

En el 2012 las cifras sobre mortalidad del INEGI registran 307 decesos en el municipio. Las principales causas de muerte son enfermedades del aparato digestivo (18.9%), enfermedades isquémicas del corazón (12.4%) y enfermedades del aparato respiratorio (12.1%).

En la Tabla 9 se presentan enlistadas las causas de muerte según el número de decesos provocados. En la categoría "otras causas" se suman aquellas que tenían únicamente uno o dos casos totales o las no clasificadas.

TABLA 9 Principales causas de muerte según sexo en Acambay de Ruiz Castañeda, 2012

Causa de muerte	Hombre	Mujer	Total
Enfermedades del aparato digestivo	58	38	20
Enfermedades isquémicas del corazón	38	19	19
Enfermedades del aparato respiratorio	37	19	18
Enfermedades endocrinas y metabólicas	34	15	19
Tumores malignos	18	6	12
Enfermedades de la circulación pulmonar, hipertensivas y otras enfermedades del corazón	17	9	8
Caídas y otros accidentes	17	13	4
Enfermedades cerebrovasculares	13	5	8
Agresiones	9	4	5
Accidentes de transporte	8	7	1
Desnutrición y otras deficiencias nutricionales	7		7
Afecciones originadas en el período perinatal	7	2	5
Enfermedades del aparato urinario	6	2	4
Malformaciones congénitas, deformidades y anomalías cromosómicas	6	2	4
Trastornos mentales y del comportamiento	6	5	1
Enfermedades infecciosas intestinales	3	1	2
Otras enfermedades	23	16	7
Total	307	163	144

Fuente: consulta interactiva de datos, estadísticas de mortalidad, INEGI 2012.

Las enfermedades y padecimientos causantes de muerte son similares en hombres y mujeres, sin embargo, destaca en el caso femenino una mayor incidencia a padecer enfermedades endócrinas y metabólicas, tumores malignos, desnutrición y otras deficiencias nutricionales. Por su lado, en los hombres las enfermedades del aparato digestivo, caídas y otros accidentes se presentan más frecuentemente. Los desastres naturales no aparecen como determinantes indirectos en las principales causas de muerte porque dicho tipo de eventos ocurridos en el municipio no han tenido un nivel tan elevado de gravedad.

4.1.4 Densidad de población

La densidad poblacional es de 131.2 habitantes por km², la cual equivale a 1.3 habitantes por hectárea, poco más de la quinta parte de la densidad del Estado de México, donde viven 679 hab/km². Para tener un comparativo del indicador, en la Tabla 10 se enlistan las densidades en otras unidades territoriales, de acuerdo con la información del INEGI.

TABLA 10 Densidad poblacional de diferentes unidades territoriales

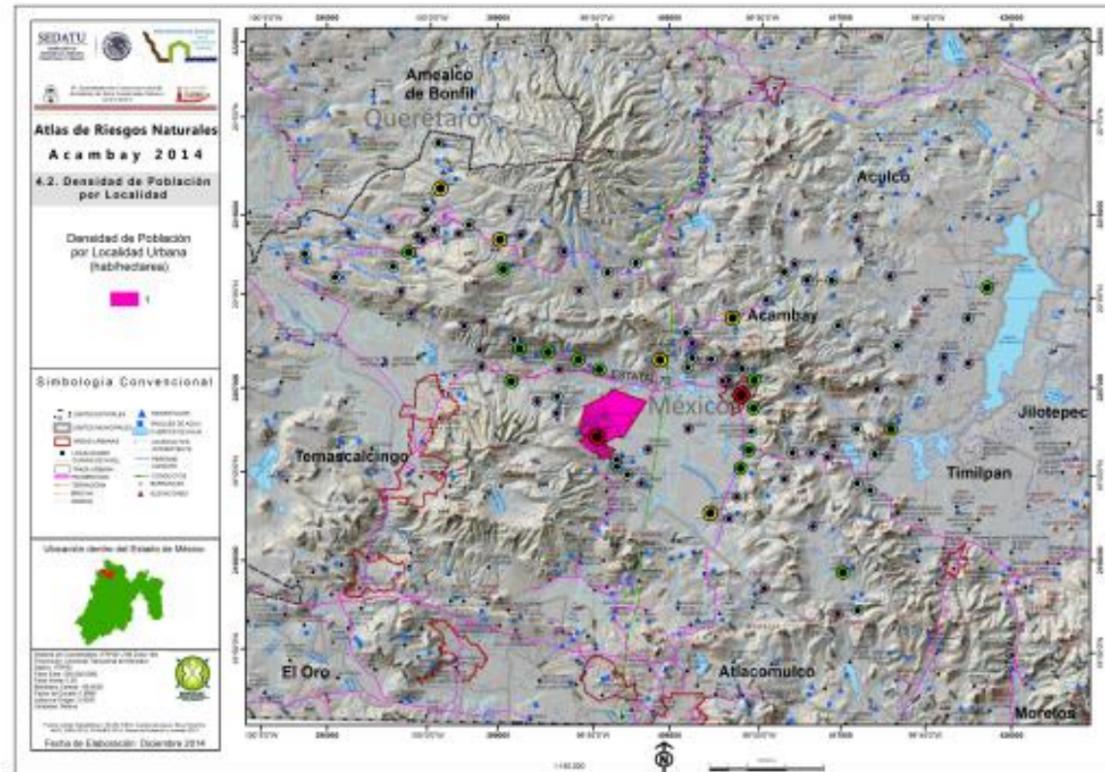
Unidad territorial	Densidad promedio (hab por km ²)
Acambay de Ruiz Castañeda	131.2
Edo. De México	679 .00
Distrito Federal	5,920.00
México	57.00

Fuente: cédulas de información municipal de SEDESOL

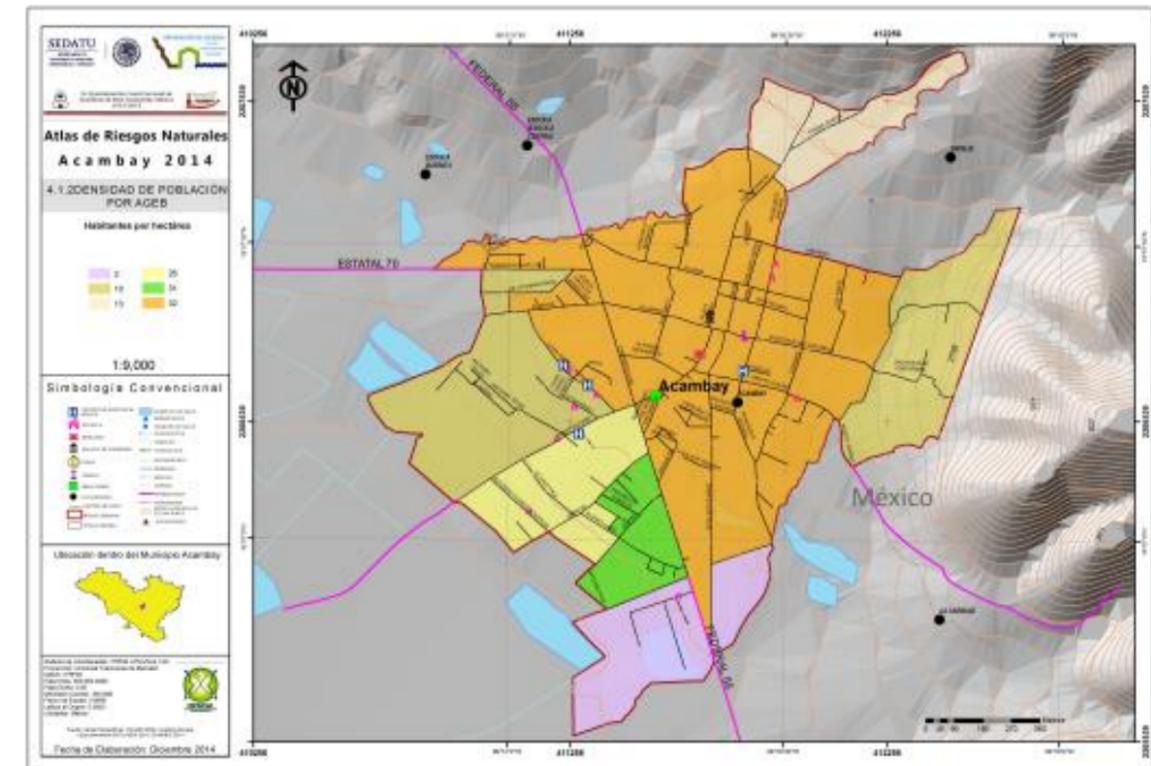
Al presentar una baja densidad poblacional, las localidades urbanas no enfrentan un peligro alto en caso de desastre para evacuar adecuadamente las zonas de riesgo.

A continuación se presenta el mapa que contiene a Acambay de Ruiz Castañeda y Pueblo Nuevo como las localidades urbanas registradas por INEGI que en consecuencia tendrían una alta densidad demográfica.

MAPA 21 Densidad poblacional por localidad en el municipio de Acambay de Ruiz Castañeda



MAPA 22 Densidad poblacional por AGEB localidad Villa de Acambay de Ruiz Castañeda



4.2. Características sociales

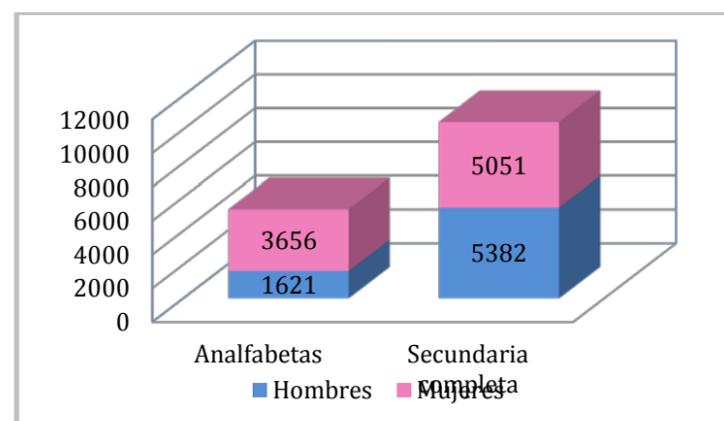
4.2.1 Escolaridad

La importancia de conocer el nivel educativo de un municipio o localidad radica en que facilita la posibilidad de comunicación y mejora la respuesta de la población en un caso de emergencia. Para el municipio de Acambay de Ruiz Castañeda, el grado promedio de escolaridad es de 6.85 años, equivalente a haber ingresado a secundaria sin lograr terminar el primer año. Existe un menor nivel educativo en las mujeres que en los hombres, ya que ellas acuden en promedio 6.59 años a la escuela y ellos 7.13 años. La localidad con mayor nivel educativo es la cabecera municipal del mismo nombre, en ella el grado promedio de escolaridad general es de 10.76, que para las mujeres equivale a 10.62 y para hombres a 10.93. La localidad con mayor rezago es San Francisco Shaxni Ejido, donde el promedio general corresponde a 4.23 años, en este caso las mujeres cuentan con 3.95 años en promedio y los hombres estudian 4.58 años.

Por su parte, la población de 15 años y más con secundaria terminada es considerablemente mayor, principalmente para los hombres, que la población analfabeta, como se aprecia en la

Gráfica 8. El mayor rezago educativo femenino está presente en ambos casos: existen más mujeres analfabetas y menos mujeres con secundaria terminada, pues los hombres tienen mayores grados de escolaridad.

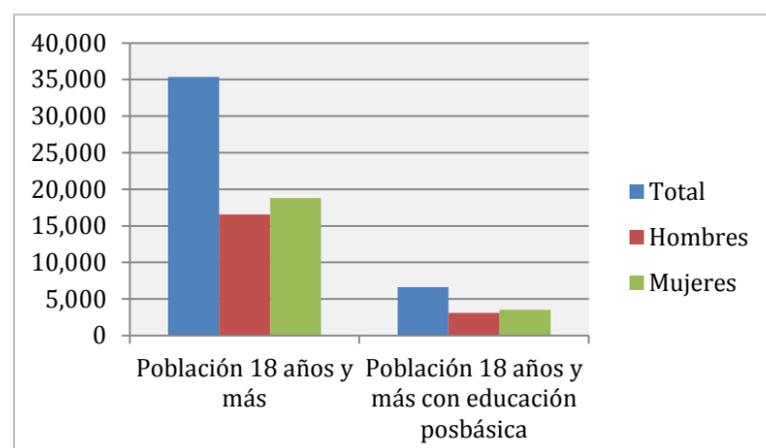
Gráfica 8. Población de 15 años y más. Comparativo analfabetas y con secundaria terminada por sexo



Fuente: elaboración propia con datos del XIII Censo de Población y Vivienda 2010, INEGI.

La población con educación posterior a secundaria y que por lo tanto sería la mejor preparada para enfrentarse a un caso de desastre es una minoría en el Municipio. Del total de mayores de 18 años sólo el 18.7% cuenta con este nivel de estudios. De ellos el 47% son hombres y 53% son mujeres, por lo tanto podemos afirmar que las mujeres que estudian tienen mayor probabilidad de obtener grados educativos posbásicos que los hombres, sin embargo, esta oportunidad no se presenta para la mayoría de la población femenina (Gráfica 9).

Gráfica 9. Población de 18 años y más total y la que tienen algún grado posbásico (nivel medio o superior) de estudios



Fuente: elaboración propia con datos del XIII Censo de Población y Vivienda 2010, INEGI.

4.2.2 Hacinamiento y condición de la vivienda

El hacinamiento en el Municipio es ligeramente más elevado que en el resto de la entidad. En cada vivienda en promedio habitan entre 4 y 5 personas y por habitación hay entre 1 y 2. El 48.07 por ciento de las viviendas, según CONAPO (2010), tiene algún nivel de hacinamiento.

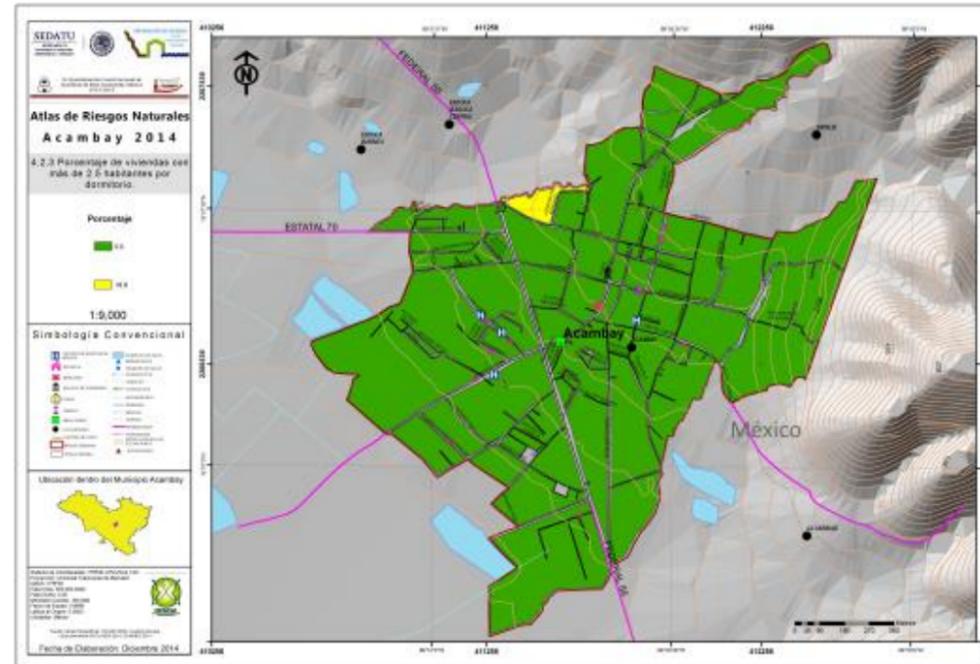
El promedio de habitantes por vivienda más alto del Municipio se registra en la localidad La Venta (Barrio La Venta), con un rango cercano al promedio municipal. La localidad con menor población por vivienda es El Fresadero, con 3 habitantes por vivienda, mientras que tiene un promedio de habitantes por cuarto de 1 (esta localidad tiene solamente 9 habitantes).

En el Municipio, 22% de los jefes de familia son mujeres, en concordancia con el 23% en hogares a nivel estatal y el 25% a nivel nacional. Las localidades con mayor proporción de jefatura femenina son La Soledad Huamango, La Florida, Cerrito de Tixmadeje y La Soledad, con proporciones de jefatura femenina de entre 50% y 33%. Las Chivas (El Cerro) y El Fresadero tienen porcentajes muy altos de jefatura femenina, sin embargo, por el tamaño de su población, no resulta significativo el cálculo. Es importante considerar esta circunstancia debido a que frecuentemente los hogares con jefatura femenina son monoparentales y las dificultades para poner a la familia a salvo aumentan.

El hacinamiento se observa bastante uniforme en el nivel de manzanas urbanas. Tanto en Acambay de Ruiz Castañeda como en Pueblo Nuevo la gran mayoría de éstas presentan cero por ciento de las viviendas con 3 habitantes o más por habitación. En la primera localidad sólo una manzana tiene 18.8% de viviendas con hacinamiento, ubicada al norte de la misma. En la segunda, encontramos dos manzanas en un rango similar y tres que superan el 22.3% de viviendas en dicha situación, pero ninguna alcanza el 50% de viviendas con hacinamiento.

De lo anterior se entiende que la localidad Pueblo Nuevo tiene mayores necesidades de atención en este tema, incluso sobre Acambay de Ruiz Castañeda, que es la cabecera municipal y como comportamiento demográfico normal debería tener mayores niveles de hacinamiento.

MAPA 23 Porcentaje de viviendas con más de 3 habitantes por dormitorio por manzana urbana en Acambay de Ruiz Castañeda 2010



En lo que respecta a las condiciones de las viviendas particulares habitadas, en Acambay de Ruiz Castañeda destaca que el 49% de ellas no cuentan con los tres servicios básicos dentro del terreno (luz eléctrica, agua entubada y drenaje), éstas se encuentran principalmente en las localidades rurales del Municipio. El 51% de las viviendas restante cuenta con los tres servicios.

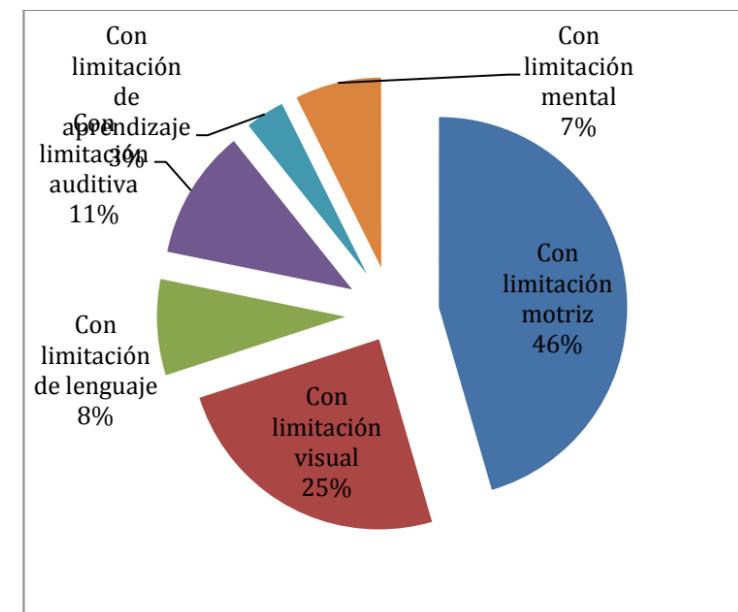
Las localidades urbanas de Acambay de Ruiz Castañeda presentan una gran heterogeneidad en cuanto al acceso a los servicios básicos (agua, luz y drenaje) en la vivienda. En general, Acambay de Ruiz Castañeda tiene una gran cantidad de manzanas que superan el 80% de la cobertura, sin dejar de destacar las 11 manzanas que no superan el 20% de cobertura en las viviendas.

Sin embargo, la localidad de Pueblo Nuevo presenta una situación mucho más precaria de acceso a servicios. Ahí, sólo 3 localidades ha tenido más de 20% de cobertura, dos tienen entre 1 y 35% de cobertura y la otra entre 35.1 y 88.9%

4.2.3 Población con discapacidad

En el Municipio habitan 2,727 personas que tienen dificultad para el desempeño y/o realización de tareas en la vida cotidiana, lo que equivale al 4.5% de la población. Las principales limitaciones o discapacidades son las relacionadas con el desplazamiento, facultades visuales y auditivas, todas ellas pueden, potencialmente, aumentar la vulnerabilidad de la población que las padece en caso de desastre. En la siguiente gráfica se muestran todas las limitaciones contabilizadas y la proporción de incidencia con que se presentan. Véase la Tabla que muestra la descripción de cada limitación.

Gráfica 10. Incidencia de tipo de discapacidad en Acambay de Ruiz Castañeda, 2010



Fuente: elaboración propia con datos del XIII Censo de Población y Vivienda 2010, INEGI.

MAPA 24 Discapacidad por localidad en el municipio de Acambay de Ruiz Castañeda

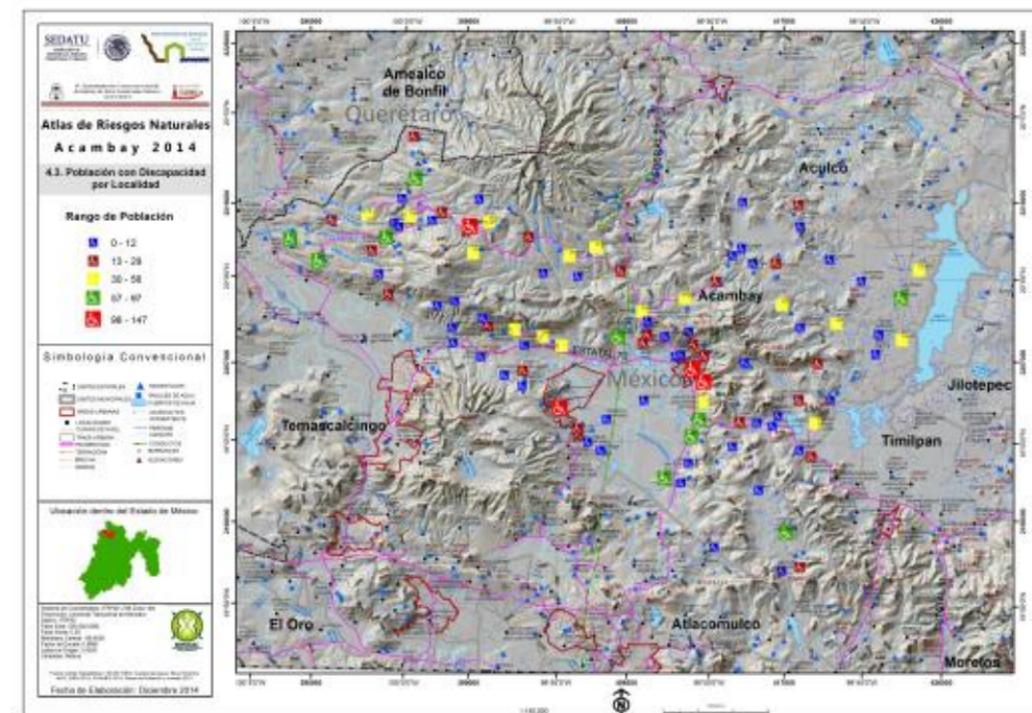
TABLA 11 Detalle del tipo de discapacidad

Limitación de desplazamiento	Personas con dificultad para caminar o moverse, subir o bajar.
Limitación visual	Personas con dificultad para ver, aun cuando usen lentes.
Limitación de lenguaje	Personas con dificultad para comunicarse con los demás o que tienen limitaciones para la recepción y producción de mensajes para hacerse entender a través del lenguaje, signos y símbolos.
Limitación auditiva	Personas con dificultad para escuchar, aun usando aparato auditivo.
Limitación motriz	Personas con dificultad para bañarse, vestirse y/o comer.
Limitación de aprendizaje	Personas con dificultad para mantener un nivel de atención en cosas sencillas.
Limitación mental	Personas con dificultad o con alguna limitación mental.

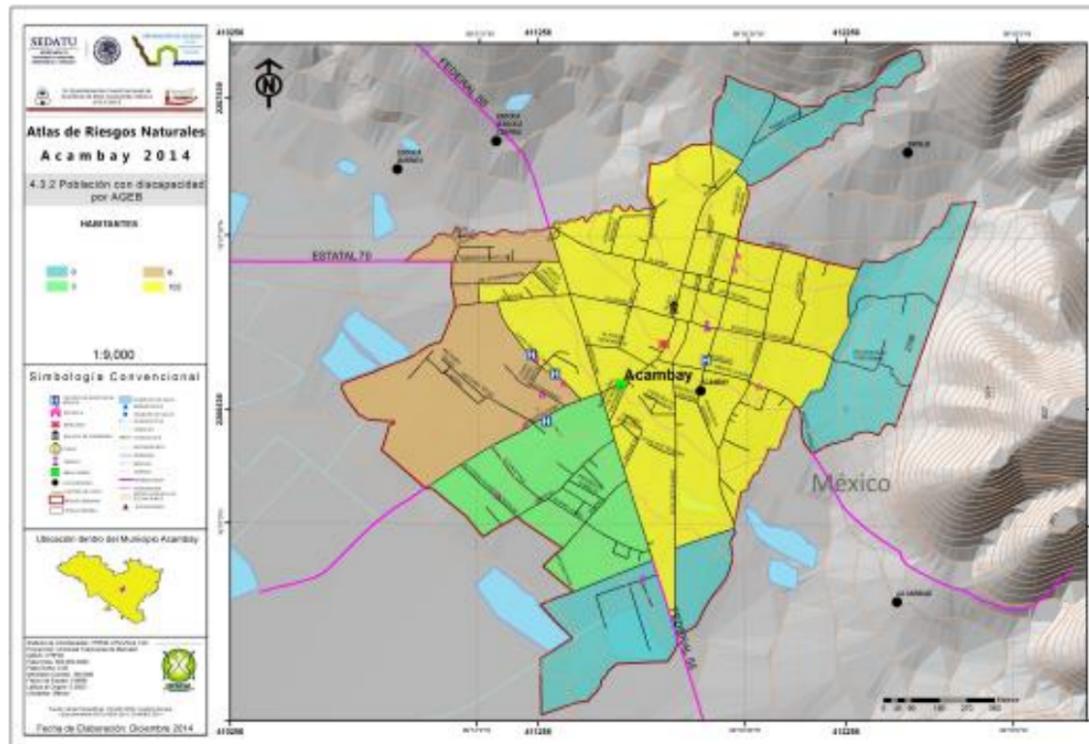
Fuente: INEGI.

La localidad con mayor número de discapacitados es la cabecera municipal, con 123 por tener al mayor número de habitantes. Destacan, por el contrario, El Fresadero y El Pedregal Tixmadejé, donde no se reportó un solo caso de limitación. La Providencia, Santa María las Arenas y La Cumbre presentan 1 o 2 casos. Es importante resaltar que las localidades con mayor porcentaje de habitantes con limitaciones y, por lo tanto, donde será necesaria ayuda focalizada en una situación de desastre son Lo Charcos (23.6%), Gando (17.4%), Los Toriles (15.6%) y Las Mangas (15.2%), todas ellas localidades con menos de 2,500 habitantes. En las localidades consideradas urbanas, el porcentaje es de 3% y 3.3%, respectivamente. El promedio general del Municipio es de 4.8%.

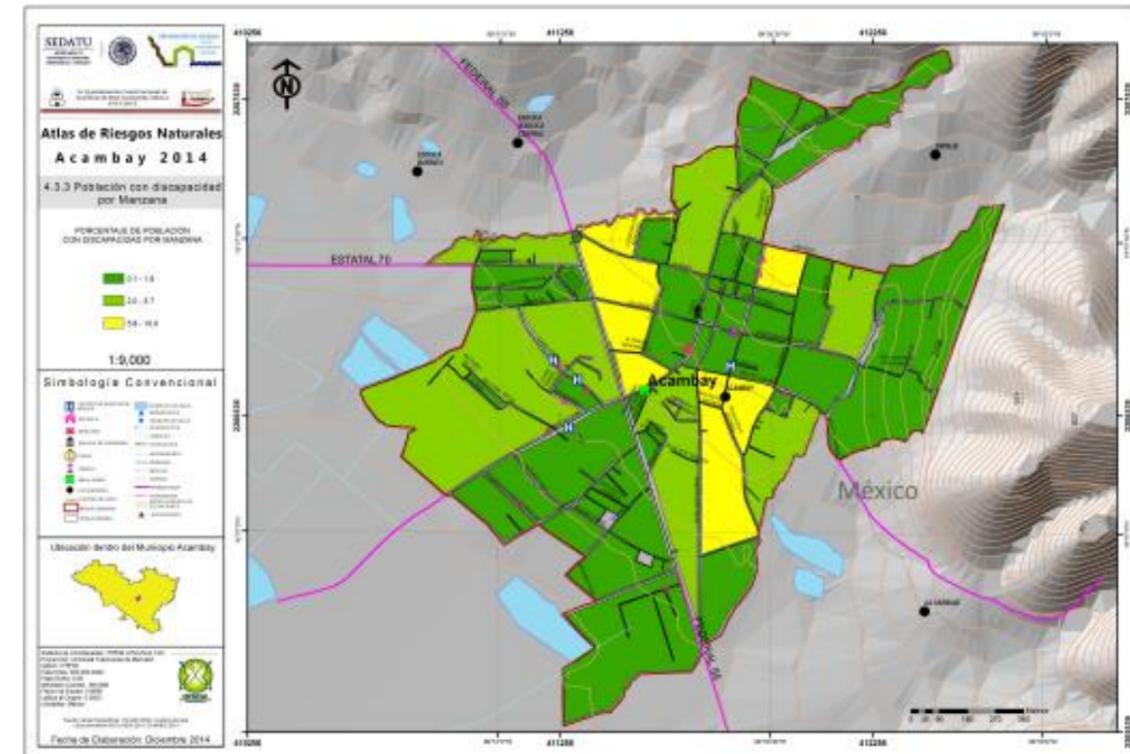
En el mapa de discapacidad se presentan las personas con una o más limitaciones por localidad. El círculo color blanco presenta las localidades con 0 a 13 habitantes discapacitados, el azul representa a las localidades que tienen entre 18 y 33, el verde a las que tienen entre 52 y 104, el amarillo entre 125 y 210 y el rojo a la que tiene 117 (cabecera municipal). Observamos que la mayoría de las localidades cuentan con entre 18 y 33 habitantes con alguna limitación, lo cual es una cantidad aceptable al considerar la proporción que representan respecto al resto de la población.



MAPA 25 Discapacidad por AGEB por localidad en el municipio de Acambay de Ruiz Castañeda



MAPA 26 Población con discapacidad por manzana urbana en Acambay de Ruiz Castañeda 2010



La discapacidad por manzana tiende a ser baja en el municipio de Acambay de Ruiz Castañeda. En los mapas que se presentan a continuación, se observa un acercamiento a las localidades urbanas de Pueblo Nuevo y Acambay de Ruiz Castañeda, ahí vemos que sólo una manzana, ubicada en la primera localidad, tiene más de 15% de personas con discapacidad, sin alcanzar el 32 por ciento. Al centro de la localidad de Acambay de Ruiz Castañeda se ubican varias manzanas que tienen un rango de entre 5.8 y 10% con personas discapacitadas, donde habría que poner especial atención en caso de siniestro.

Finalmente, en la localidad de Pueblo Nuevo observamos mayores niveles de discapacidad en las manzanas. Cuatro localidades tienen un rango entre 10.1 y 15 por ciento de personas con discapacidad, siete tienen entre 5.8 y 10% y tres entre 2 y 5.7 por ciento.

4.2.4 Marginación y pobreza

El grado de marginación del Municipio es medio y ocupa el lugar 15 en el contexto estatal (Ver tabla de indicadores de marginación). Para entender dicho resultado, es importante destacar que 31.9% de la población mayor de 15 años no estudió la primaria completa, que el 61.3% de la población ocupada tiene ingresos de hasta dos salarios mínimos y que el 30.1% de las viviendas no tienen ni drenaje ni excusado.

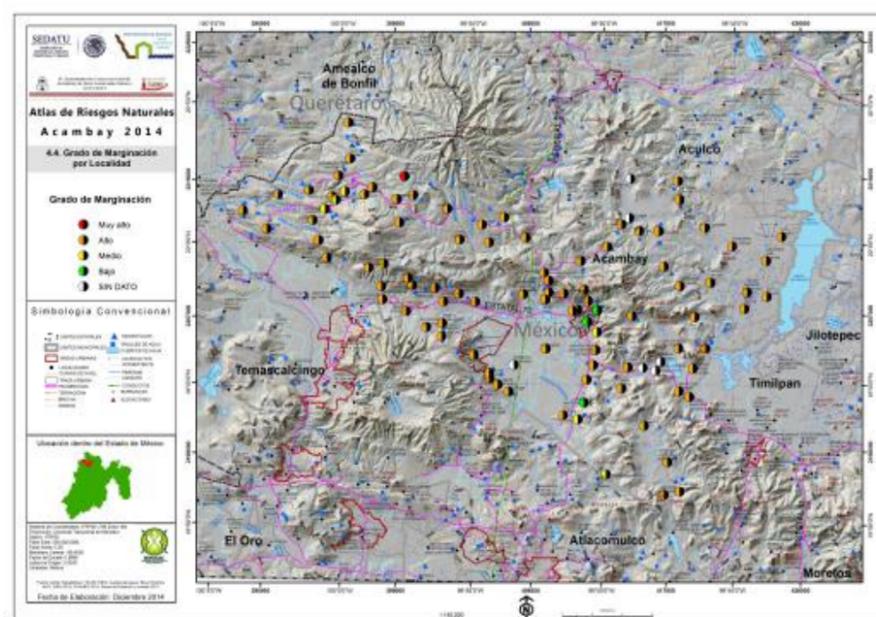
TABLA 12 Indicadores de marginación para el municipio Acambay de Ruiz Castañeda

Indicador	Índice de marginación	Grado de marginación	Índice de marginación escala 0 a 100	Lugar que ocupa en el contexto estatal	Lugar que ocupa en el contexto nacional
Resultado	0.30325	Medio	31.099	15	926

Fuente: índice de marginación por entidad federativa y municipio de CONAPO.

A continuación, se presentan los niveles de marginación de las localidades según su tamaño. El mapa muestra que tanto la cabecera municipal como Endeje y Desphe son las localidades con mejores condiciones del Municipio al tener un grado de marginación bajo, mientras que Rincón de San Francisco Shaxni presenta un grado muy alto de marginación.

MAPA 27 Marginación por localidad en el municipio de Acambay de Ruiz Castañeda



Respecto a la relación de la pobreza con el nivel de riesgo es necesario saber que se trata de una situación que limita las capacidades de desarrollo y acción en diversos aspectos de quienes las padecen. En el mismo sentido, la vulnerabilidad social producida por la pobreza incrementa también el riesgo frente a un desastre natural. Si la población no puede cubrir ciertas necesidades en condiciones normales, las dificultades para satisfacerlas en caso de emergencia aumentarán aún más. En respuesta a ello, la población en condiciones de pobreza debe ser prioridad para otorgarles ayuda.

En el caso particular de Acambay de Ruiz Castañeda, el índice de rezago social es calificado como medio (CONEVAL). Sin embargo, los niveles de pobreza son elevados en comparación con otros municipios. El porcentaje de personas según el tipo de pobreza en el Municipio se muestra en la Tabla 13 a continuación:

TABLA 13 Comparativo de niveles de pobreza en Acambay de Ruiz Castañeda, Estado de México y otros municipios

Indicador	Pobreza alimentaria	Pobreza de capacidades	Pobreza de patrimonio
Estado de México	14.3	22.4	49.9
Acambay de Ruiz Castañeda	39.4	49.2	72.1
Benito Juárez, D. F.	0.5	1.2	6.4
San Juan Tepeuxila, Oaxaca	46.2	57.4	80.8

Fuente: CONEVAL, 2010.

La pobreza en el Municipio es más elevada que a nivel estatal. El porcentaje con mayor diferencia es el de pobreza de capacidades (49.2% de los habitantes del Municipio no pueden cubrir consumos básicos de alimentación, salud y educación), es decir 26.8 puntos porcentuales por encima del estatal. La pobreza alimentaria es 25.1 puntos más elevada en el Municipio con relación al Estado de México (se considera en dicho rango por no poder costear una canasta básica aunque destinaran el total de sus ingresos para ese fin). La pobreza de patrimonio se encuentra presente en el 72.1% de los habitantes y significa que sus ingresos no son suficientes para cubrir los costos de una canasta alimentaria, salud, vestido, vivienda, transporte y educación. En contraste, a nivel nacional el 47% de la población se encuentra en esta situación.

4.2.5 Población indígena

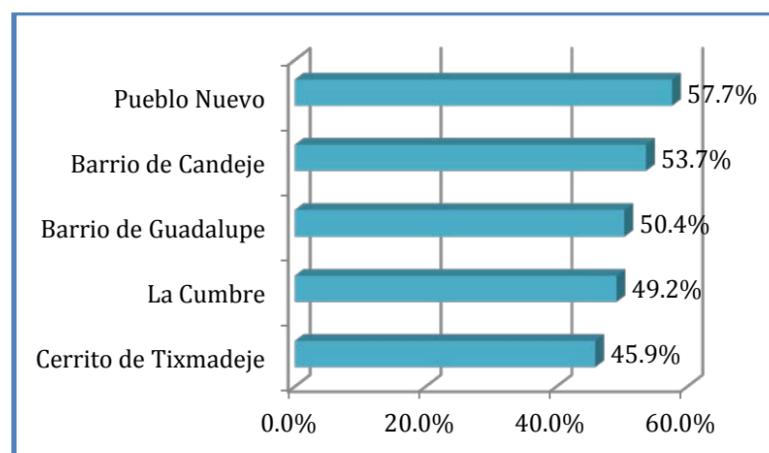
El Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI) pregunta si el habitante habla una lengua indígena para considerarlo o no indígena en los censos y conteos de población y vivienda. En consecuencia con lo anterior y para el presente Atlas se considerarán como indígenas quienes hayan sido contabilizados en el último censo como hablantes de alguna de dichas lenguas,

aunque además hablen español. En Acambay de Ruiz Castañeda esta cifra representa un total de 8,563 habitantes, equivalentes al 15% de la población y se encuentran distribuidos en 73 localidades.

Por su parte, el CONAPO hace una proyección de la población indígena considerando que no todos los indígenas aceptan que conocen alguna lengua en los censos o incluso son indígenas pero no hablan una lengua. Este instituto calculó para 2005, la cifra más reciente de 16,870 personas indígenas en el Municipio, lo cual representa el 27.7% de la población total.

En cinco localidades, dicha población supera el 45% del total de habitantes (Gráfica 11). La localidad urbana Pueblo Nuevo tiene 57.7% de habitantes considerados indígenas, mientras la cabecera municipal sólo cuenta con el 1.5%.

Gráfica 11. Principales localidades con población indígena en el municipio Acambay de Ruiz Castañeda 2005



Fuente: elaboración propia con datos de las proyecciones de hogares indígenas de México y las entidades federativas de CONAPO para 2005.

Todas las localidades presentadas en la gráfica tienen un grado de marginación alto, lo cual nos habla de una mayor vulnerabilidad social en estas localidades frente a cualquier tipo de eventualidad, especialmente en casos de desastres.

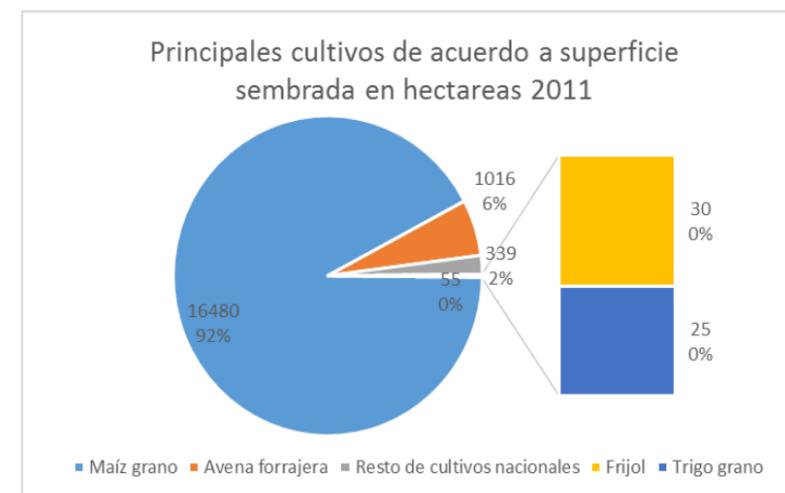
4.3. Principales actividades económicas en la zona

4.3.1 Actividad económica primaria

Con base en la información obtenida del INEGI, el municipio de Acambay de Ruiz Castañeda cuenta con una superficie total de 49,213 hectáreas, de las cuales emplea un 36.4% en actividades agrícolas, cultivando productos como maíz, avena forrajera, frijol, trigo, alfalfa, tomate rojo y tomate verde, entre otros. Sin embargo, destaca el cultivo de maíz por ocupar casi la

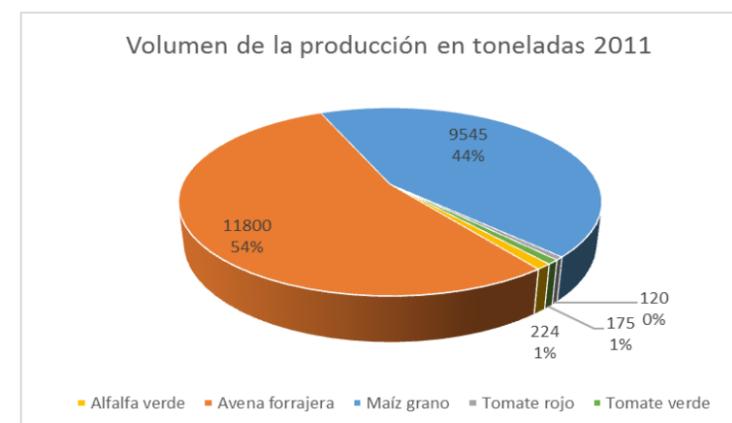
totalidad del espacio sembrado con un 92% de la superficie, como se puede apreciar en la siguiente gráfica:

Gráfica 12. Producción agrícola del municipio de Acambay de Ruiz Castañeda



Fuente: elaboración propia con información del INEGI, 2011.

Gráfica 13. Volumen de la producción agrícola del municipio de Acambay de Ruiz Castañeda



Fuente: elaboración propia con información del INEGI, 2011

En cuanto al volumen de la producción, se observó un mayor tonelaje de avena forrajera comparado con el cultivo de maíz, no obstante, este último representa el 80% del valor de la producción agrícola que para el año 2011 ascendía a \$ 54,772,000.

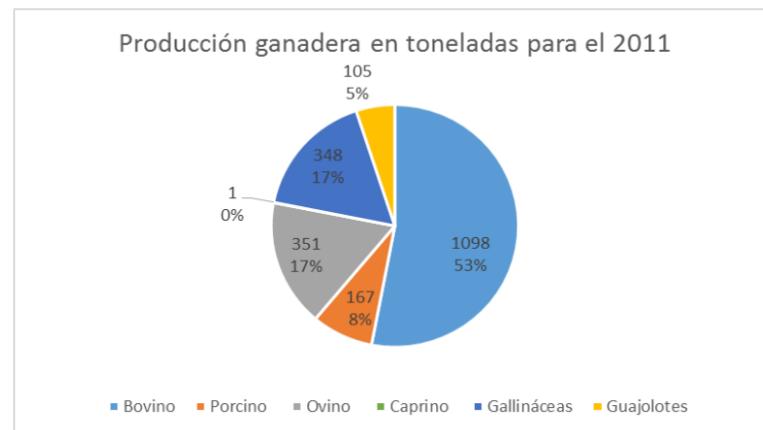
De acuerdo con el *Plan de Desarrollo Municipal* del año 2005, la agricultura figura como la actividad más relevante del municipio debido a las características de sus terrenos y a la superficie destinada. Con base en los datos del 2011, se puede apreciar un decremento del 6.3% de la extensión empleada de los cultivos respecto a los datos del año 2000.

Es importante mencionar que el 80% de la actividad agrícola desarrollada en Acambay de Ruiz Castañeda es de temporal, con una superficie de 3,571 hectáreas de riego, conforme a cifras del INEGI 2011, por lo que el rendimiento del cultivo se encuentra fuertemente determinado por las inclemencias del tiempo.

En cuanto a la actividad ganadera destaca la producción de carne de bovino en canal, con un 53%, seguida de ovino y gallináceo, con un 17%, y en menor proporción la de porcino, guajolotes y caprino.

De acuerdo con información del INEGI, se produjeron 571 mil litros de leche de bovino y 215 toneladas de huevo durante el 2011, así como una tonelada de miel, 2001 metros cúbicos rollo de producción forestal maderable y 1232 metros cúbicos rollo de producción forestal maderable de coníferas.

Grafica 14. Producción ganadera en 2011



Fuente: elaboración propia con información de INEGI, 2011.

Respecto a la actividad minera, las cifras preliminares del 2012 arrojan un volumen de la producción de 1,124 metros cúbicos en cantera, con un valor de \$79,000 a partir de datos del Instituto de Información e Investigación Geográfica, Estadística y Catastral del Estado de México (IGECEM).

4.3.2 Actividad económica secundaria

La actividad industrial en Acambay de Ruiz Castañeda es diversa, desde la elaboración de prendas de vestir, la fabricación de productos de cuero y piel hasta la industria del plástico y de productos metálicos. El Municipio cuenta con 269 unidades económicas, de acuerdo con el último censo económico del INEGI, siendo la mayoría de ellas pequeñas industrias con un personal ocupado que va de los 2 a los 20 empleados, con excepción de la industria de fabricación de prendas de vestir que es la que más personal emplea.

TABLA 14 Unidades económicas del municipio de Acambay de Ruiz Castañeda

Actividad Económica	Unidades económicas
Industrias manufactureras	269
Industria alimentaria	28
Industria de las bebidas y del tabaco	*
Fabricación de productos textiles, excepto prendas de vestir	*
Fabricación de prendas de vestir	24
Curtido y acabado de cuero y piel, y fabricación de productos de cuero, piel y materiales sucedáneos	67
Industria de la madera	7
Impresión e industrias conexas	3
Industria del plástico y del hule	13
Fabricación de productos metálicos	14
Fabricación de muebles, colchones y persianas	*
Otras industrias manufactureras	108

La columna unidades económicas se encuentra inhibida en varios renglones, mostrando un asterisco (*). Esto se debe a que la ley del sistema nacional de información estadística y geográfica, en vigor, en sus artículos 37, 38, 42 y 47 establece la confidencialidad de la información.

Fuente: INEGI. Censos Económicos 2009. Resultados definitivos.

4.3.3 Actividad económica terciaria

La actividad comercial en el Municipio se desarrolla a través de un mercado público y un tianguis, así como 39 misceláneas y dos recauderías inscritas en el padrón del Sistema de Información Empresarial Mexicano (SIEM).

Adicionalmente, se cuenta con un registro de cinco ferreterías, tres farmacias y tres unidades económicas relacionadas con la industria de la construcción. Cabe señalar que de acuerdo con datos del IGECEM, existen 25 unidades económicas destinadas al comercio al mayoreo y 406 al menudeo.

De acuerdo con la información del último censo del INEGI, Acambay de Ruiz Castañeda posee diez oficinas postales, dos sucursales de la banca comercial y una de la banca de desarrollo.

En cuanto al parque vehicular se refiere, las estadísticas del INEGI del 2012 contemplan un parque vehicular privado que asciende a las 9,664 unidades en circulación, excluyendo motocicletas, de las cuales 4,946 son automóviles, 4,717 corresponden a camiones y camionetas para carga y 1 camión de pasajeros.

La actividad turística de Acambay de Ruiz Castañeda se desarrolla alrededor de su atractivo natural, del sitio arqueológico de Huamango, de su arquitectura y sus artesanías. Estas últimas, elaboradas en popotillo, ixtle, lana y algodón, resultan de gran valor turístico, y de la misma forma los metates y molcajetes en piedra negra fabricados en el poblado de San Pedro de los Metates. Para el desarrollo de dicha actividad, el Municipio cuenta con 65 habitaciones distribuidas en tres hoteles.

Foto 3. Parroquia de San Miguel



Foto 4. Zona Arqueológica Otomí de Huamango



La inversión pública ejercida en 2010 se aprecia en la Tabla 15:

TABLA 15 Inversión pública ejercida en 2010

Inversión pública ejercida (Miles de pesos), 2010	
Inversión pública ejercida en desarrollo económico (Miles de pesos), 2010	15855
Inversión pública ejercida en urbanización y medio ambiente (Miles de pesos), 2010	23977

Fuente: INEGI 2010.

TABLA 16 Presupuesto de ingresos y egresos del municipio de Acambay de Ruiz Castañeda

Finanzas públicas	Acambay	México
Ingresos brutos de los municipios (Miles de pesos), 2012	217953	42913574
Egresos brutos de los municipios (Miles de pesos), 2012	217953	42913574

Fuente: INEGI 2012.

Características de la Población Económicamente Activa PEA

El municipio de Acambay de Ruiz Castañeda cuenta con una población económicamente activa de 19,427 personas, de las cuales 17,388 cuentan con un empleo y 2,039 se encuentran desempleadas, con un tasa de desocupación del 10.5%, de acuerdo con los datos arrojados en el último censo nacional.

El salario mínimo que rige en el Municipio es de \$63.77 y corresponde al área geográfica B, de acuerdo a la Comisión Nacional de Salarios Mínimos vigente a partir del 1º de enero del 2014.

TABLA 17 Población económicamente activa del municipio de Acambay de Ruiz Castañeda

Total	Población económicamente activa (PEA)(1)		Población no económicamente activa (2)	No especificado
	Ocupada	Desocupada		
19427	17388	2039	24386	279

Fuente: INEGI, Censo de Población y Vivienda 2010.

Notas:

(1) Personas de 12 años y más que trabajaron, tenían trabajo, pero no trabajaron o buscaron trabajo en la semana de referencia

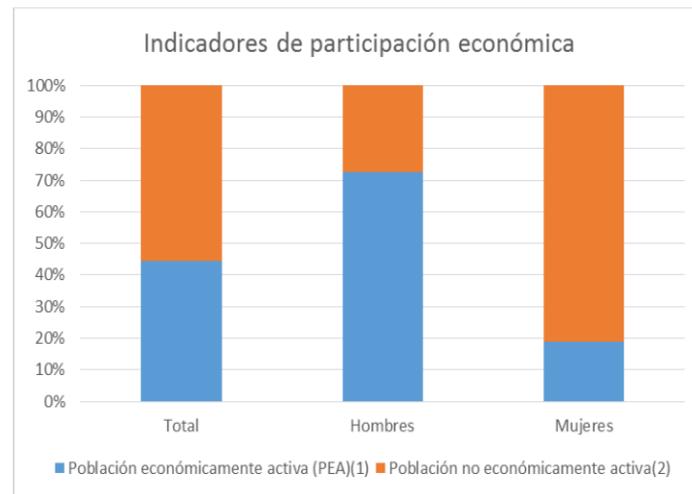
(2) Personas de 12 años y más pensionadas o jubiladas, estudiantes, dedicadas a los quehaceres del hogar, que tenían alguna limitación física o mental permanente que le impide trabajar

Resalta que menos del 50% de la población se encuentra dentro del rubro de económicamente activa registrando una tasa de participación en la actividad económica del 39.68%

En cuanto a los rubros de género, es llamativa la escasa participación de las mujeres en actividades remuneradas. La población masculina representa el 78% de la población

económicamente activa y el 76% de la PEA ocupada, en tanto que la población femenina representa el 22% de la PEA activa y el 24% de la PEA desocupada.

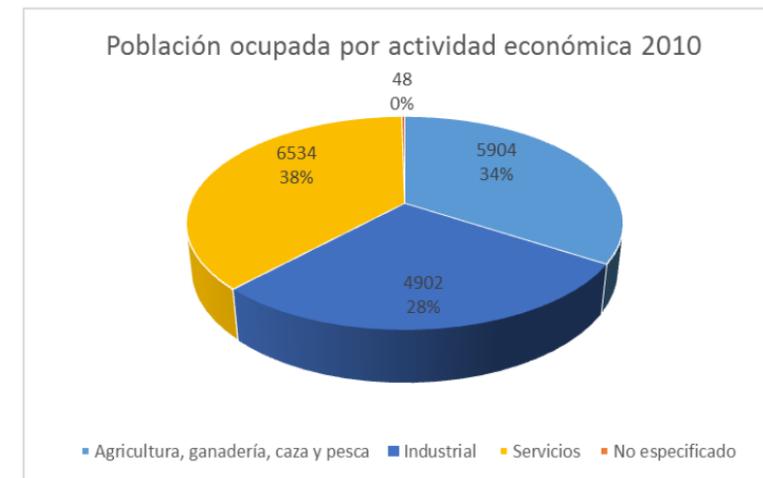
Grafica 15. Porcentaje de la participación por sexo de la población económicamente activa y no activa del municipio de Acambay de Ruiz Castañeda



Fuente: elaboración propia con datos de IGCEM, Estadística Básica Municipal.

De acuerdo con el censo del 2010 del INEGI, la participación de la población económicamente activa por rubros económicos en el municipio de Acambay de Ruiz Castañeda se encuentra distribuida de manera uniforme entre los tres grandes ramos: agrícola, industrial y servicios, siendo la actividad de servicios la que mayor personal emplea con un 38% de la PEA.

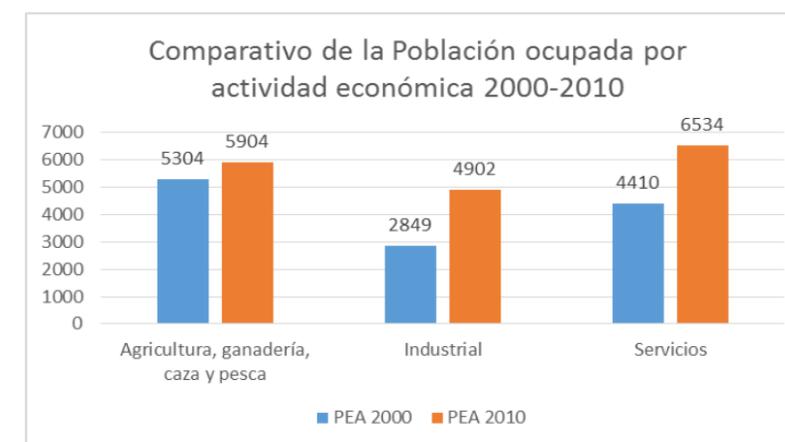
Grafica 16. Participación de la población económicamente activa por actividad económica del municipio de Acambay de Ruiz Castañeda



Fuente: elaboración propia con datos de IGCEM, Estadística Básica Municipal.

Los datos respecto al censo del año 2000 nos muestran un crecimiento de la población económicamente activa respecto a los últimos datos del censo 2010, registrando un incremento del 11.31% en el sector primario, un 72.06% en el secundario y un 48.16% en el terciario, como se puede ver en la siguiente gráfica.

Grafica 17. Comparativa de Población ocupada por actividad económica del municipio de Acambay de Ruiz Castañeda, censos 2000, 2010



Fuente: elaboración propia con datos de los Censos 2000 y 2010 del INEGI.

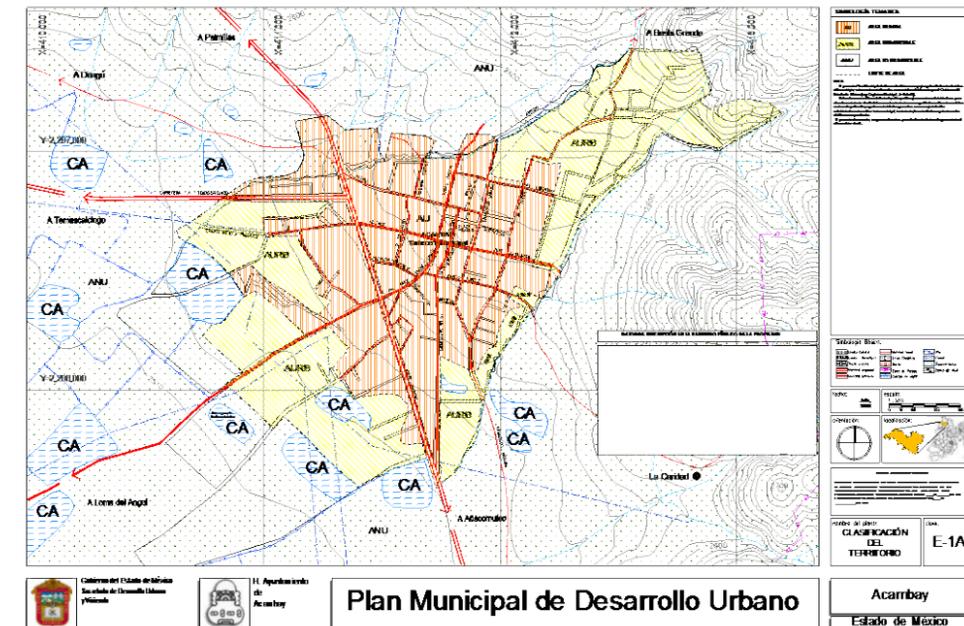
4.4 Reserva Territorial

Conforme a lo que establece el *Plan Municipal de Desarrollo Urbano de Acambay*, las principales tendencias de crecimiento urbano dentro de la cabecera municipal son hacia el norte y noroeste, propiciando una inminente conurbación con las comunidades de Endeje, Botidí y Esdocá. Dicho crecimiento se da de una manera inconveniente, ya que las pendientes existentes superan en algunos casos el 25 %, situación que, aunada a la altura sobre el nivel medio del mar, dificulta en gran medida la dotación de servicios básicos, principalmente el de agua potable. El crecimiento también se da hacia el sur y suroeste de la cabecera, sobre el Valle Acambay o “Valle de los Espejos”, y a lo largo de la carretera federal número 55 o Panamericana. Esta zona es la más apta para el desarrollo urbano, debido al relieve y la factibilidad de servicios urbanos básicos, así como la inexistencia de riesgos que amenacen de manera significativa la integridad de los habitantes municipales.

Si partimos de considerar la densidad promedio de 131.2 hab/km y de la proyección de población al año 2030, tenemos que entre 2010 y 2030 es necesaria una superficie de 156 km² para reserva de crecimiento urbano, en tanto que entre 2015 y 2030, se requieren 112.88 km². Este crecimiento, como se anotó anteriormente debe orientarse hacia el valle preferentemente.

En las siguientes imágenes se muestran a nivel de la cabecera las áreas consideradas en el *Plan Municipal de Desarrollo Urbano de Acambay* como área urbanizable.

Figura 2. Áreas consideradas en el *Plan Municipal de Desarrollo Urbano de Acambay* como área urbanizable



Equipamiento en el municipio de Acambay de Ruiz Castañeda

El *Plan de Desarrollo Municipal de Acambay* señala que en el Municipio el abastecimiento de agua potable es del 81% y existe infraestructura prácticamente en todas las localidades, sin embargo algunas redes son ya antiguas y los aforos de los pozos son insuficientes. Debido a esto, se deben implementar programas de mantenimiento y concientización sobre el uso racional del agua, debido a que las sequías se prolongan cada vez más. En cambio, el servicio de drenaje cubre sólo el 58% en promedio y sólo cuentan con laguna de estabilización la cabecera municipal y las localidades Endeje y Botidí, por lo que las descargas a ríos y arroyos los contaminan. Se deben prever obras de drenajes marginales y áreas de descargas, así como de construcción y mantenimiento de fosas sépticas. Se requieren programas de impulso a sistemas alternativos que representen soluciones amigables con el medio ambiente como la construcción de cámaras de biogás.

En las comunidades alejadas que no cuentan con servicio de energía eléctrica, igualmente se pueden promover sistemas que funcionen a base de energía solar.

Existe un mercado en la calle Constitución en la cabecera municipal y se instala un tianguis los domingos en la salida a Atlacomulco de la carretera Panamericana, en un terreno destinado a

esa actividad, sin embargo, se requiere de un ordenamiento e infraestructura, ya que existe mucho comercio ambulante.

Las vialidades primarias en el territorio del Municipio son la carretera Panamericana entre Toluca y Querétaro y el Arco Norte que comunica Atlacomulco con San Martín Texmelucan en Puebla.

En cuanto al equipamiento educativo, existen 46 planteles de todos los niveles, incluyendo una universidad. En el sector salud se cuenta con un hospital.

El crecimiento de los asentamientos humanos se da sin un control y no existe regulación efectiva, por lo que se ha dado una gran dispersión. En este sentido, es urgente actualizar el *Plan de Desarrollo Urbano de Acambay* para que se tenga información actualizada. El presente *Atlas* identificará las áreas que por sus características naturales resulten aptas para el crecimiento urbano, a fin de evitar asentamientos en zonas riesgosas. Será necesario equipar los atractivos de tipo turístico que tiene el Municipio, previendo su debida protección en el caso de los que juegan un papel importante desde el punto de vista ecológico, como las presas, los Peñascos de Dios y el Parque El Oso Bueno, así como las que revisten valor histórico como la Zona Arqueológica de Huamango.

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

Vulnerabilidad

El presente apartado contiene información bibliográfica y de campo que da forma y esencia a este documento, incluye el análisis de registros de cada uno de los fenómenos perturbadores de origen natural, identificando las zonas de peligro o amenaza, vulnerabilidad y riesgo.

El riesgo es la probabilidad de que ocurra un daño por un fenómeno perturbador. Se presenta como el resultado de la coexistencia del peligro, la amenaza (factor externo) y la vulnerabilidad (factor interno) en un momento dado y en un espacio determinado. Por ello se dice que el riesgo está en función del peligro y la vulnerabilidad.

El riesgo es una condición latente, que implica una situación de crisis potencial. Cuando se manifiesta –en caso de ocurrencia de un desastre– lo hace bajo forma de daños y pérdidas de tipo económico, social y ecológico. El riesgo es imputable, dado que es posible identificar sus causas, factores y agentes. Existe una valoración individual y social del riesgo, que depende de las percepciones, motivaciones y actitudes individuales y colectivas, no necesariamente coincide con la visión científico-técnica. Dicha valoración varía en tiempo, de un lugar a otro y de una cultura a otra. Es fundamental tenerla en cuenta para la gestión del riesgo.

Para su análisis, fue dividido en erupciones volcánicas, sismos, tsunamis o maremotos, inestabilidad de laderas, flujos, caídos o derrumbes, hundimientos, subsidencia y agrietamientos. En el Municipio de Acambay de Ruiz Castañeda se identificaron la inestabilidad de laderas, flujos, caídos, hundimientos, subsidencia y agrietamientos como fenómenos perturbadores causantes de peligro.

Para la elaboración del presente *Atlas de Riesgos Naturales del Municipio de Acambay de Ruiz Castañeda Estado de México 2014* se tomaron en cuenta los lineamientos establecidos por el CENAPRED en la *Guía Básica para la Elaboración de Atlas de Riesgos Estatales y Municipales*. La estructura del documento y la metodología utilizada son las que establecen las *Bases para la Estandarización en la Elaboración del Atlas de Riesgo y Catálogos de Datos Geográficos para Representar el Riesgo (SEDESOL)*.

El presente documento se conformará por tres elementos sustantivos:

- A. Búsqueda de evidencias que se puedan encontrar al realizar el estudio de los sistemas perturbadores en campo y/o en documentos escritos o cartográficos, así como trabajo de campo que requirió recorridos, encuestas y levantamiento de datos.
- B. Indicadores de vulnerabilidad (grupo de evidencias físicas o documentales de los procesos naturales que se relacionan con la ocurrencia de sistemas perturbadores de origen natural).
- C. Zonificación cartográfica de peligros, vulnerabilidad y riesgos a través de un sistema SIG digital (vectorial) e impreso, en el que se determinan las zonas de riesgo ante los diferentes tipos de fenómenos perturbadores.

En el desarrollo de cada fenómeno geológico perturbador se incluyó la metodología, la memoria de cálculo, resultado, mapa y ficha técnica.

Para los fines de este *Atlas*, entenderemos la vulnerabilidad como la posibilidad o susceptibilidad de afectación social por causa de un fenómeno natural.

De forma general, la vulnerabilidad tiene diversas determinantes que actúan simultánea y sistemáticamente e influyen en las afectaciones que sufre o puede sufrir la población. A saber, dichos factores sociales pueden ser de índole política, demográfica, social, cultural, ideológica, educacional, institucional, económica, técnica, física o ambiental (Wilches-Chaux, 1993; Cardona, 2003).

Para calcular la vulnerabilidad se tomaron en cuenta los siguientes aspectos:

1. Vulnerabilidad social
2. Vulnerabilidad física
3. Percepción del riesgo por parte de la población

En consecuencia, la ausencia o presencia de vulnerabilidad sintetiza el desarrollo alcanzado por un país, un municipio o una ciudad.

En este contexto, es necesario remarcar que la dimensión de la vulnerabilidad analizada para la construcción de este *Atlas* se centra en los aspectos físicos y sociales ante fenómenos hidrometeorológicos (principalmente caída de granizo y heladas) y geológicos (sismos), entendida como el conjunto de características físicas y socioeconómicas de la población que limitan su capacidad de desarrollo, de adaptación y mitigación de las amenazas y de reponerse de los daños provocados por un fenómeno natural extremo (CEPAL, CELADE, 2002; García, 2006).

Vulnerabilidad Social

La vulnerabilidad social es consecuencia directa del empobrecimiento, el incremento demográfico y la urbanización acelerada sin planeación. Como la define CENAPRED (2006), es “*el conjunto de características sociales y económicas de la población que limita la capacidad de desarrollo de la sociedad*”.

La vulnerabilidad es un concepto ampliamente utilizado en la evaluación y gestión de riesgos naturales, ya que tiene un efecto directo sobre la resiliencia y capacidad de respuesta de la población ante una amenaza dada.

La vulnerabilidad condiciona a reconocer la dinámica de los factores de peligro que existen en el entorno y su relación geoespacial con la población, permitiendo estimar el nivel de exposición, con base en la proximidad al sitio donde se presenta el evento o las zonas afectables. Igualmente, lleva a analizar las condiciones de sensibilidad de individuos, grupos o sectores a partir de la caracterización del objeto de análisis, así como las relaciones que guardan con el peligro.

El enfoque cualitativo de la vulnerabilidad es inductivo y se sustenta en la expansión de los datos o de la información con procesos de investigación interpretativos, que parten de observaciones

abiertas a la subjetividad, como entrevistas, revisión de documentos, discusiones de grupos o evaluación de experiencias.

La medición de la vulnerabilidad social, en relación con los peligros geológicos e hidrometeorológicos presentes en este *Atlas*, se realiza en función de cinco variables cuantitativas y una cualitativa (encuestas directas realizadas en el Municipio) en cuanto a la percepción del peligro.

Las variables consideradas a nivel manzana son:

1. Población total
2. Población de 65 años o más
3. Población con algún tipo de discapacidad
4. Hacinamiento
5. Percepción del peligro.

Se estimó el promedio ponderado de los indicadores seleccionados dando prioridad o mayor importancia a la población total. Después, con igual grado de importancia, a la población de 65 años y más, y a la población con algún tipo de discapacidad. Posteriormente al hacinamiento y por último a la percepción del peligro a través de encuestas aplicadas directamente en el Municipio.

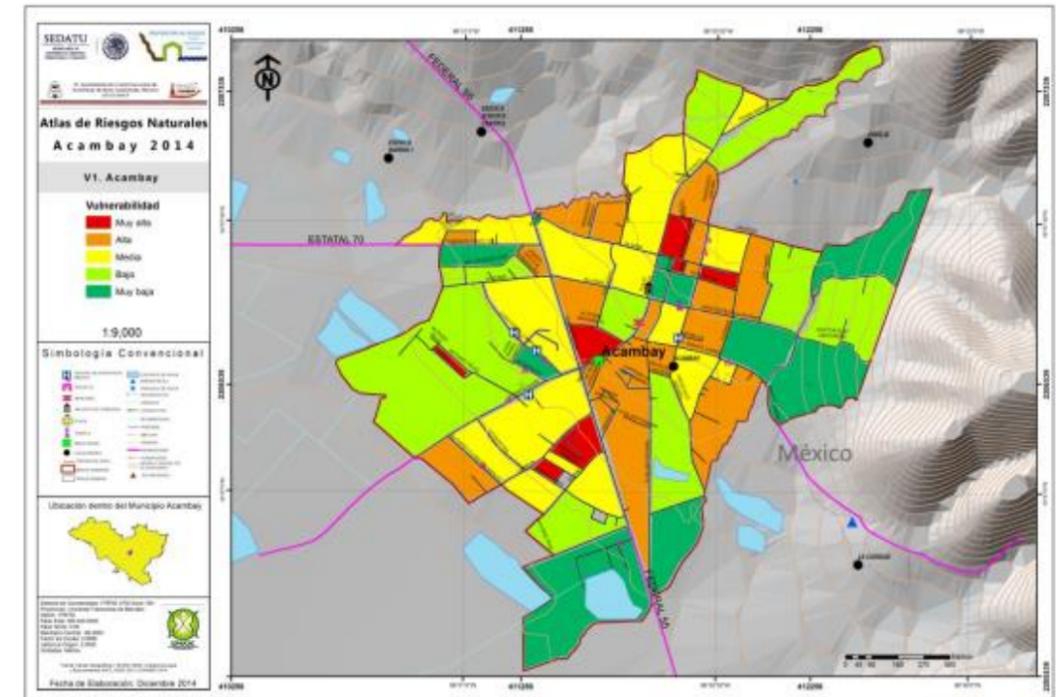
A continuación se presenta la ecuación utilizada para calcular el índice:

$$\text{Índice de vulnerabilidad} = 0.4 * \text{Densidad de Población} + 0.25 * \text{Densidad de Población de 65 y más} + 0.25 * \text{Densidad de población con discapacidad} + 0.09 * \text{Densidad de Población en Hacinamiento} + 0.01 * \text{Percepción del peligro}$$

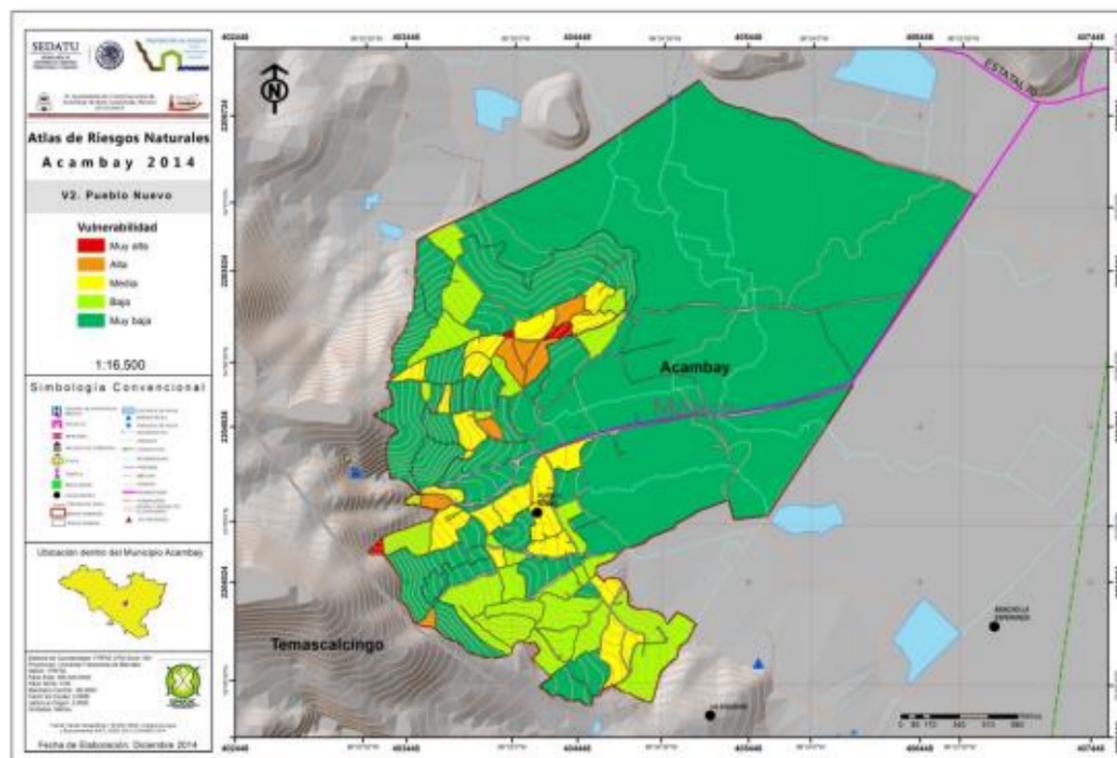
Finalmente, se clasificó de acuerdo a las bases del ejecutor y se le asignó su código de color: Muy baja (verde), Baja (verde claro), Medio (amarillo), Alto (anaranjado), Muy Alto (rojo).

A continuación se muestran los mapas de vulnerabilidad social de las localidades urbanas del municipio de Acambay de Ruiz Castañeda y Pueblo Nuevo.

MAPA 28 Vulnerabilidad en Acambay de Ruiz Castañeda



MAPA 29 Vulnerabilidad en Pueblo Nuevo



Características de la vivienda

1. Muros de mampostería con techos rígidos.
2. Muros de mampostería con techos flexibles.
3. Muros de adobe con techo rígidos.
4. Muros de adobe con techos flexibles.
5. Muros de materiales débiles con techos flexibles

También se considera si cuentan con agua y piso de tierra, debido a que los materiales y servicios de la vivienda indican la precariedad o no de la misma. Al igual que el acceso al agua, reflejan las condiciones del contexto de la localidad, así como un cierto nivel que diferencia a la población según las posibilidades de enfrentar, reaccionar, recuperarse y prevenir un desastre.

Por lo anterior, para la estimación del índice de riesgo por vulnerabilidad física se retoma la propuesta del documento de CENAPRED (2006). Éste integra las características físicas de la vivienda que la hacen susceptible al daño y el nivel de peligro asociado a sismo o viento:

$$I_{vf} = \frac{V_i P_i}{V_p P_M}$$

Vulnerabilidad Física

La vulnerabilidad física o de la infraestructura está asociada a la respuesta y resistencia que ofrece una estructura física ante los eventos potencialmente destructivos, por ejemplo cómo se comporta una vivienda o edificio ante un evento hidrometeorológico.

La vulnerabilidad física, asociada a los peligros geológicos e hidrometeorológicos expuestos en este *Atlas*, se plantea en función de variables referidas a las características de las viviendas, de acuerdo a la clasificación de INEGI, señaladas en el documento de CENAPRED (2006).

Donde:

I_{vf} = índice que mide la vulnerabilidad física de la vivienda;

V_i = calificación según el tipo de vivienda de acuerdo con la tabla anterior.

V_p = la vivienda con el peor desempeño en relación a su vulnerabilidad (ver tabla anterior)

P_i = nivel de peligro por fenómenos geológicos o hidrometeorológicos .

P_M = nivel de peligro máximo por fenómenos geológicos o hidrometeorológicos.

Para las dos últimas variables, los niveles de peligro son los siguientes:

- 1.00, para el peligro Alto
- 0.70, para el peligro Medio
- 0.40, para el peligro Bajo

Percepción del Riesgo

Para este estudio se propone la definición del grado de riesgo como una función del peligro o amenaza físicos y la vulnerabilidad existente o prevaleciente en el Municipio. Para su medición se valoran los índices generales: el grado de peligro y el grado de vulnerabilidad.

Con el fin de identificar los riesgos a los que está expuesto el Municipio, se realizó trabajo de campo, el cual consistió en un recorrido por las comunidades y zonas donde se identificaron peligros con niveles altos de inundaciones. Se aplicaron entrevistas abiertas basadas en un guión de trabajo a la población y a algunas autoridades locales. Las entrevistas se aplicaron básicamente a la población que ha sido afectada por algún peligro y/o que es propensa a sufrir alguna afectación.

Para la interpretación del grado de la vulnerabilidad derivada de la información recabada en las entrevistas semiestructuradas, se utilizó el *Proceso Analítico Jerárquico*, que es una teoría general sobre juicios y valoraciones que, basada en escalas de razón, permite combinar lo científico y racional con lo intangible para ayudar a sintetizar la naturaleza humana con lo concreto de nuestras experiencias capturadas a través de la ciencia. Así, proporciona escalas capaces de capturar la realidad percibida y es diferente de una asignación y normalización arbitraria de números.

Para valorar el grado de riesgo percibido por los entrevistados, en promedio, se empleó una escala de valores entre 0 y 1, que indica el nivel o grado de riesgo y vulnerabilidad para el Municipio. Así se tiene la escala:

- Muy Bajo de 0 a 0.2
- Bajo de 0.2 a 0.4
- Medio de 0.4 a 0.6
- Alto de 0.6 a 0.8
- Muy Alto ≥ 1

En las siguientes fotografías, obtenidas del trabajo en campo, se puede observar algunas viviendas con mayor vulnerabilidad frente a los fenómenos más comunes en el Municipio.

Foto 5. Viviendas de mayor vulnerabilidad



Vulnerabilidad Parcial

Finalizando el cálculo del índice por medio de componentes principales planteados para las localidades del Municipio, se clasificó la información en cinco estratos de la forma más homogénea posible.

La información tiene un carácter ordinal, es decir, sabemos en dónde se encuentra el mayor valor. Por ello, se realizó la estratificación del índice de vulnerabilidad total estableciendo 5 diferentes niveles de vulnerabilidad, a saber: Muy Alto, Alto, Medio, Bajo y Muy Bajo.

Encontramos que a través de los años, en la zona donde se ubica el Municipio, es clara la manifestación de fenómenos hidrometeorológicos y geológicos, pero su impacto en las poblaciones dependerá de diversos factores sociales y económicos (es decir la vulnerabilidad social y física).

En el Municipio se tiene una capacidad diferenciada de acceso a los recursos y servicios. En general, las condiciones en que viven las personas al no tener acceso inmediato a estos contribuyen a una situación de vulnerabilidad, lo que hace necesaria la implementación de ciertos mecanismos de ayuda, que por supuesto dependerá de las características de la región, sus comunidades y su nivel organizativo.

La construcción del índice de vulnerabilidad social y física, a partir de los procesos espaciales que conforman la región, permite y hace visible la existencia de índices diferenciados de riesgo en función a la marginación o accesibilidad a los servicios públicos elementales y a las condiciones económicas de la población. En conclusión: a mayor grado de marginación, mayor riesgo.

El planteamiento complementario de esa declaración constituye un objetivo para las políticas de gestión del riesgo y prevención de desastres: abatir el rezago y la marginación sociales.

Fenómenos geológicos

El presente apartado contiene información bibliográfica que da forma y esencia a este documento, incluye el análisis de registros de cada uno de los fenómenos perturbadores de origen geológico, identificando las zonas de vulnerabilidad, peligro y riesgo, proponiendo estudios y/o acciones necesarios para disminuirlos.

Para su análisis, fue dividido en erupciones volcánicas, sismos, tsunamis o maremotos, inestabilidad de laderas, flujos, caídos o derrumbes, hundimientos, subsidencia y agrietamientos. En el municipio de Acambay de Ruiz Castañeda, Estado de México, se identificaron la inestabilidad de laderas, flujos, caídos, hundimientos, subsidencia y agrietamientos como fenómenos perturbadores causantes de peligro y posterior riesgo. A continuación se presenta el análisis de cada uno de dichos fenómenos.

5.1 Vulcanismo o erupciones volcánicas

Peligro

El vulcanismo es la actividad interna de los mantos de la corteza terrestre, representada por el ascenso de material magmático (roca fundida en el interior de la tierra), que usa los puntos más débiles existentes en la corteza como las fracturas y grietas que permiten la salida de roca fundida, así como emisiones de gases a la atmósfera.

Las zonas de debilidad de la corteza terrestre se localizan a lo largo de los límites de las placas tectónicas, cuando el magma y los gases alcanzan la superficie a través de chimeneas, grietas o fisuras forman estructuras geológicas llamadas volcanes. En México gran parte del vulcanismo está relacionado con la zona de subducción comprendida entre las zonas de contacto con las placas, Rivera y Cocos, en conjunto con la Placa norteamericana, que tiene su expresión volcánica en la Faja del Eje Neovolcánico Transversal, la orientación de sus elevaciones va de Este-Oeste, (Espíndola, 1999). Los volcanes se forman por sucesivas erupciones de lava (es la roca fundida que alcanza la superficie terrestre), y material piroclástico.

En la cima de los volcanes, por lo regular, hay una depresión de paredes empinadas llamada cráter, el cual es un rasgo estructural que se construye paulatinamente a medida que los fragmentos expulsados se acumulan alrededor de la chimenea formando una estructura cónica.

Las amenazas volcánicas derivan de dos clases de erupciones:

- I. Erupciones explosivas: se originan por la rápida disolución y expansión del gas desprendido por las rocas fundidas al aproximarse éstas a la superficie terrestre. Las explosiones imponen

una amenaza al desparramar bloques y fragmentos de rocas y lava, a distancias variables del origen.

- II. Erupciones efusivas: la mayor amenaza impuesta por éstas es el flujo de materiales, y no las explosiones en sí. Los flujos varían en naturaleza (fango, ceniza, lava) y cantidad, y su origen puede provenir de diferentes fuentes. Su acción está determinada por la gravedad, la topografía que los rodea y la viscosidad del material.

Metodología

El criterio utilizado para elaborar el presente apartado fue ubicando a un radio menor de 100 km, de la localidad de estudio, un cuerpo volcánico activo. Se tomó como referencia la carta de vulcanismo del CENAPRED, donde se analizó del cuerpo volcánico su posible área de influencia por cenizas y flujo de materiales. Se agregó además la información bibliográfica y cartográfica que corresponde al mismo cuerpo volcánico analizado. El resultado obtenido del análisis anterior se describe a continuación.

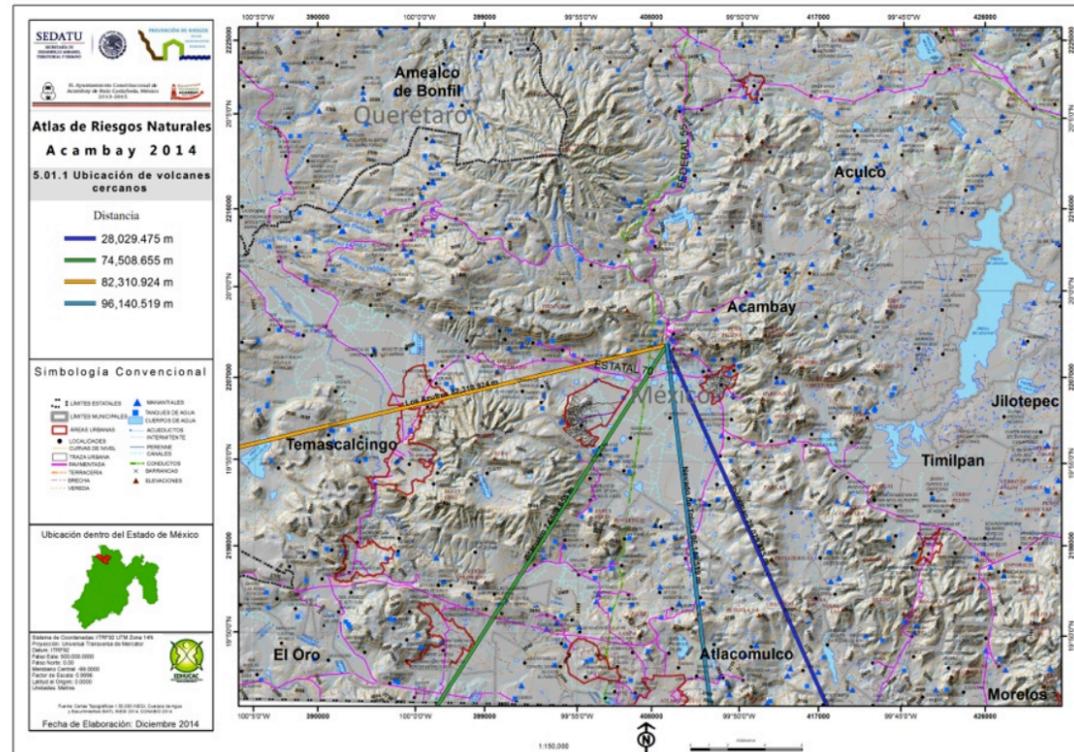
Resultado

Con base en la Carta Vulcanismo del CENAPRED, encontramos registrados en el Municipio de Acambay de Ruiz Castañeda cuatro volcanes cercanos. El más cercano y con actividad fue el Jocotitlán que se ubica a una distancia de 28.03 Km., Zitácuaro a 74.51 Km., Los Azufres a 82.31 Km y el Nevado de Toluca a 96.14 km (siguiente mapa). Sin embargo, para este Municipio no se tiene un registro de fenómenos de este tipo a lo largo de su historia. En la siguiente tabla se describen las principales características de los cuatro aparatos volcánicos en el radio de 100 km.

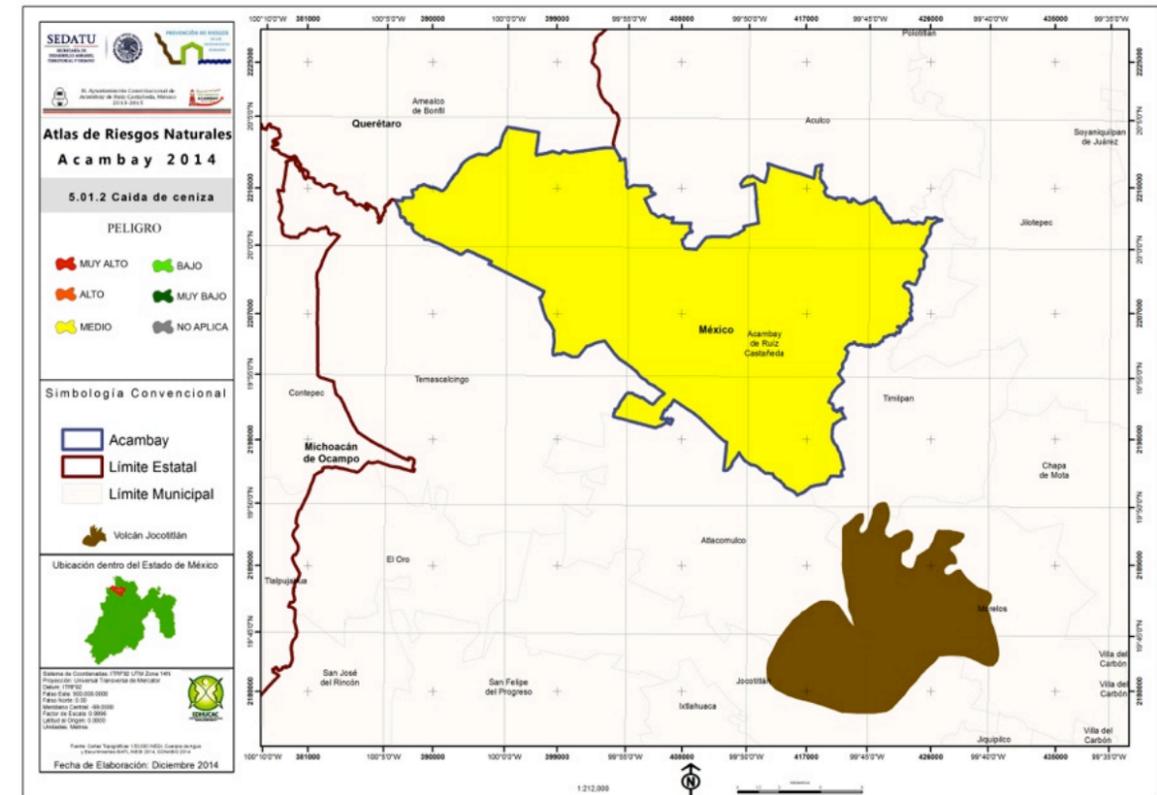
TABLA 18 Descripción de aparatos volcánicos cercanos al Municipio

CATEGORÍA	NOMBRE	ÍNDICE DE EXPLOSIVIDAD	ELEVACIÓN	TIPO	ACTIVIDAD	ESTADO LOCALIZACIÓN	TIPO DE ERUPCIÓN	PRODUCTO	COMPOSICIÓN
4	Los Azufres	Sin dato	3400	Caldera	Pleistoceno	Michoacán		Flujos de lava	Dacítica-riolítica
4	Zitacuaro	Sin dato	3500	Caldera	Pleistoceno	Michoacán		Flujos de lava, flujos piroclásticos	Dacítica
2	Jocotitlan	3	3900	Estratovolcán	Pleistoceno-Holoceno	Estado de México	Pliniana	Flujos de piroclastos, flujos de lava, lahares	Andesítica a dacítica
3	Nevado de Toluca	4	4680	Estratovolcán	Pleistoceno-Holoceno	Estado de México	Explosiva	Flujos piroclásticos, lahares	Andesítica a dacítica

MAPA 30 Ubicación de volcanes cercanos al municipio de Acambay de Ruiz Castañeda



MAPA 31 Peligro por caída de cenizas volcán Jocotitlan.



Como se mencionó anteriormente, por su cercanía (28.3 km) al municipio, el volcán Jocotitlán fue analizado de manera individual, considerando el área de influencia de los flujos de materiales (siguiente mapa). Dicho análisis arrojó que no existe peligro por los materiales que pudiera arrojar el volcán hacia el municipio de Acambay de Ruiz Castañeda. En este sentido, al realizar la visita se pudo verificar que la información obtenida bibliográficamente y del análisis de peligro es la misma, donde el municipio no se encuentra en peligro por este fenómeno.

5.2. Sismos

Peligro

Los sismos se identifican como la energía ondulatoria transmitida a partir del foco o punto de liberación en todas las direcciones, perdiendo energía gradualmente, a través de las capas de la tierra, la cual tiende a desplazarse por el fallamiento de la corteza. Es uno de los fenómenos que se derivan de la dinámica interna de la Tierra, y por sus características y naturaleza se relaciona con las zonas de subducción, donde se presenta el choque de placas y tierras emergidas. Las placas están en constante movimiento, pero cuando existe un proceso de fricción se acumula energía, que al momento de liberarse genera los movimientos que conocemos como sismos o temblores.

Los sismos se originan por la repentina liberación de la energía de tensión lentamente acumulada en la falla de la corteza terrestre. Los terremotos, en particular, presentan una seria amenaza debido a la irregularidad en los intervalos de tiempo entre eventos y a la falta de sistemas adecuados de pronóstico.

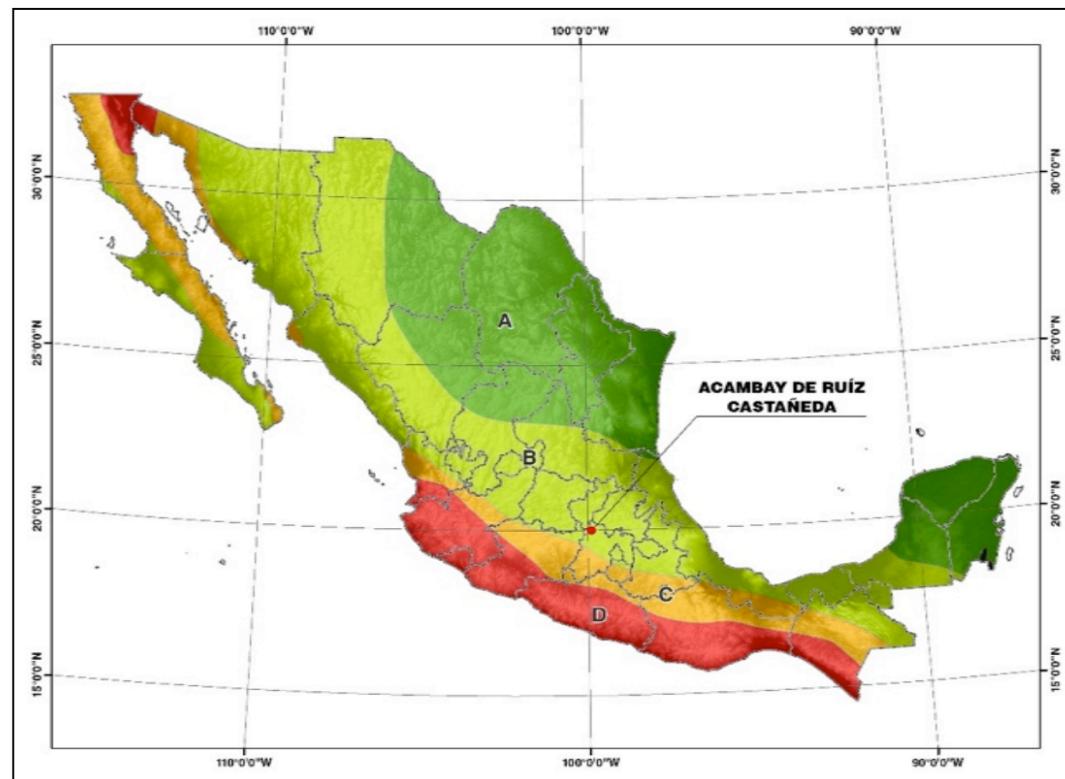
Metodología

Para el desarrollo del presente fenómeno se tomaron en cuenta información existente de regionalización sísmica de CFE, las cartas de intensidad de Mercalli del CENAPRED y los datos históricos del Servicio Sismológico Nacional, UNAM. Para los periodos de retorno se utilizaron las cartas del CENAPRED, realizando la clasificación municipal correspondiente. Los periodos de retorno para las aceleraciones de 15% de g o mayores también se utilizaron las cartas generadas por el CENAPRED, el Instituto de Ingeniería de la UNAM, Instituto de Investigaciones Eléctricas y la Comisión Federal de Electricidad a través del programa sísmico en México. Los resultados obtenidos de los análisis anteriores se describen a continuación.

Resultados

De acuerdo con la Comisión Federal de Electricidad (CFE), la república Mexicana se dividió para fines de diseño sísmico en cuatro zonas la A, B, C, y D, donde la Zona A es la de menor intensidad sísmica, al contrario de la D, donde se registra la mayor intensidad sísmica. Con base en dicha información, tenemos que el Municipio de Acambay de Ruiz Castañeda se ubica dentro de la zona B (ver el siguiente mapa y la siguiente figura), donde la sismicidad es intermedia y las aceleraciones esperadas no son superiores a 0.7g (CENAPRED, 2001).

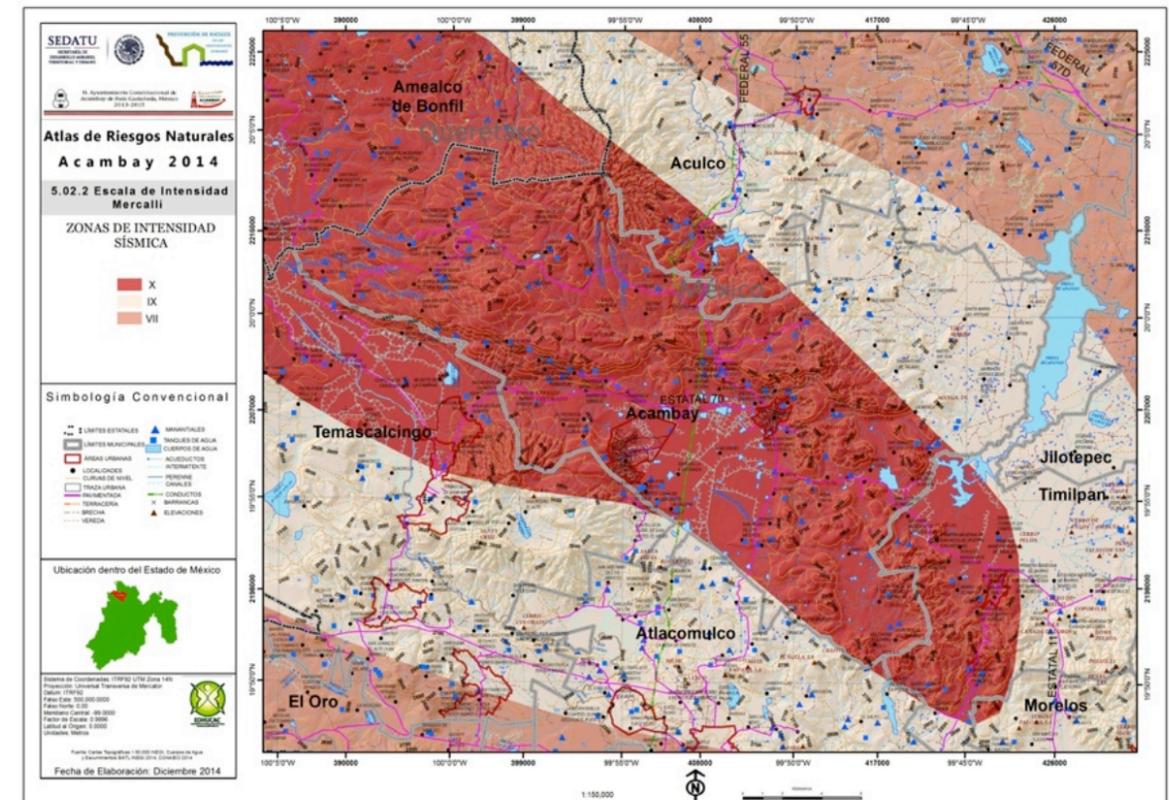
Figura 3. Ubicación del municipio de Acambay en el contexto nacional de la Regionalización Sísmica de CFE



La escala de Intensidad Mercalli se refiere a la intensidad o fuerza con la que se siente un terremoto en un punto de la superficie de la Tierra, es una medida indirecta y subjetiva basada en los efectos que ocasiona en las construcciones y en las personas. Depende de la magnitud, la distancia con relación al epicentro y las características del terreno. Un mismo terremoto produce distintos grados de intensidad dependiendo del lugar en que se sienta.

El Municipio de Acambay de Ruiz Castañeda (siguiente mapa) se localiza en la zona IX y X, que corresponde en el caso de la IX a un daño considerable en estructuras de diseño especial. Estructuras bien diseñadas pierden la vertical, daño mayor en edificios sólidos y colapso parcial; edificios desplazados de los cimientos; grietas visibles en el suelo; tuberías subterráneas rotas. Para el caso de la región X, se tiene que existen algunas estructuras bien construidas en madera, destruidas; la mayoría de las estructuras de mampostería y marcos se encuentran destruidas incluyendo sus cimientos; suelo muy agrietado; rieles torcidos; corrimientos de tierra considerables en las orillas de los ríos y en laderas escarpadas; movimientos de arena y barro y agua salpicada y derramada sobre las orillas (Bolt, 1978).

MAPA 32 Escala de intensidad Mercalli del municipio de Acambay de Ruiz Castañeda



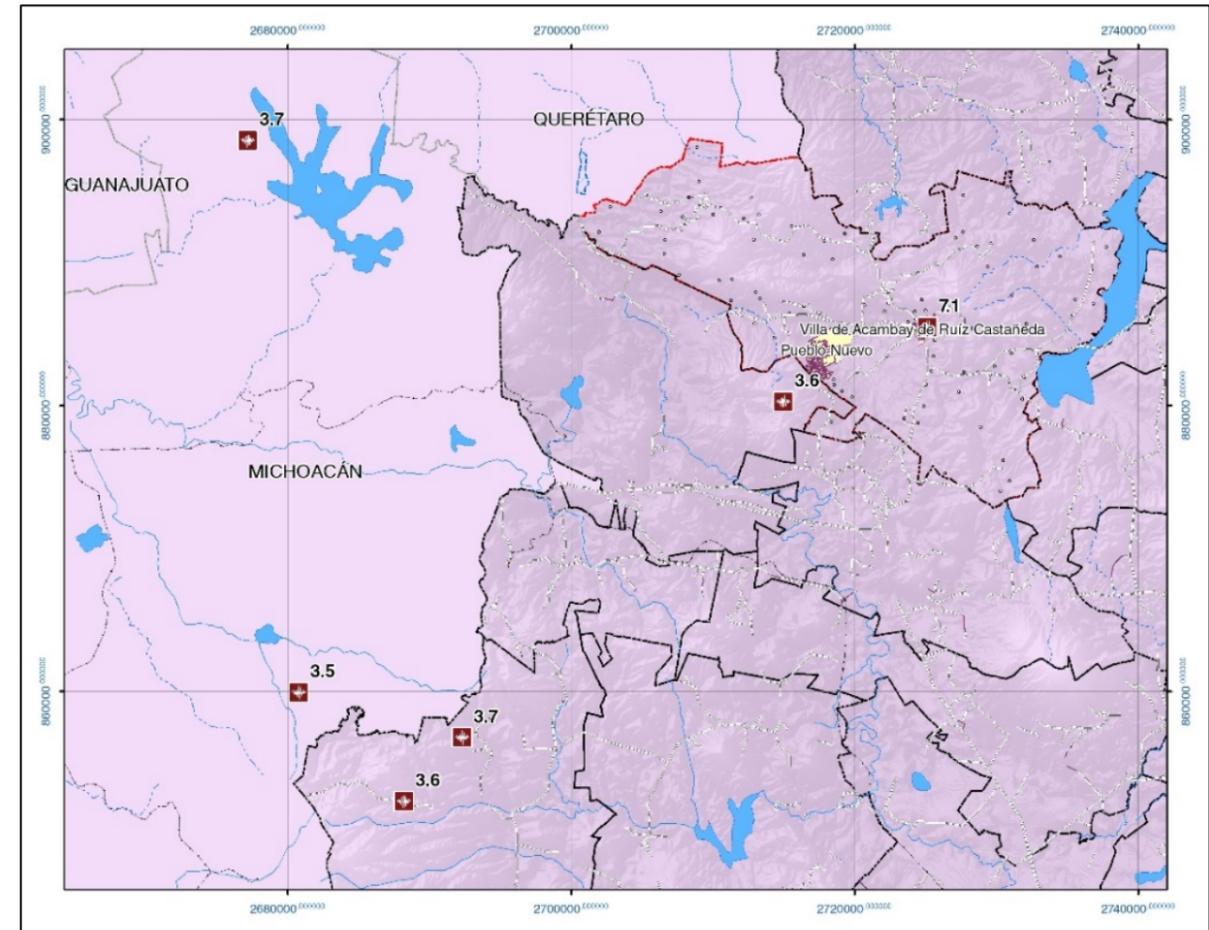
En el siguiente mapa se muestran los sismos con epicentros registrados por el Servicio Sismológico Nacional en zonas aledañas al municipio de Acambay de Ruiz Castañeda. Es importante resaltar que se tienen 123 registros de epicentros de sismos a una distancia máxima de 170 km del municipio, de los cuales ninguno está dentro de los límites del municipio, y no existe reporte de

afectación. En la siguiente tabla se muestran los epicentros registrados a menos de 90 km del municipio y el histórico ocurrido en el municipio.

TABLA 19 Epicentros registrados a menos 90 km del municipio

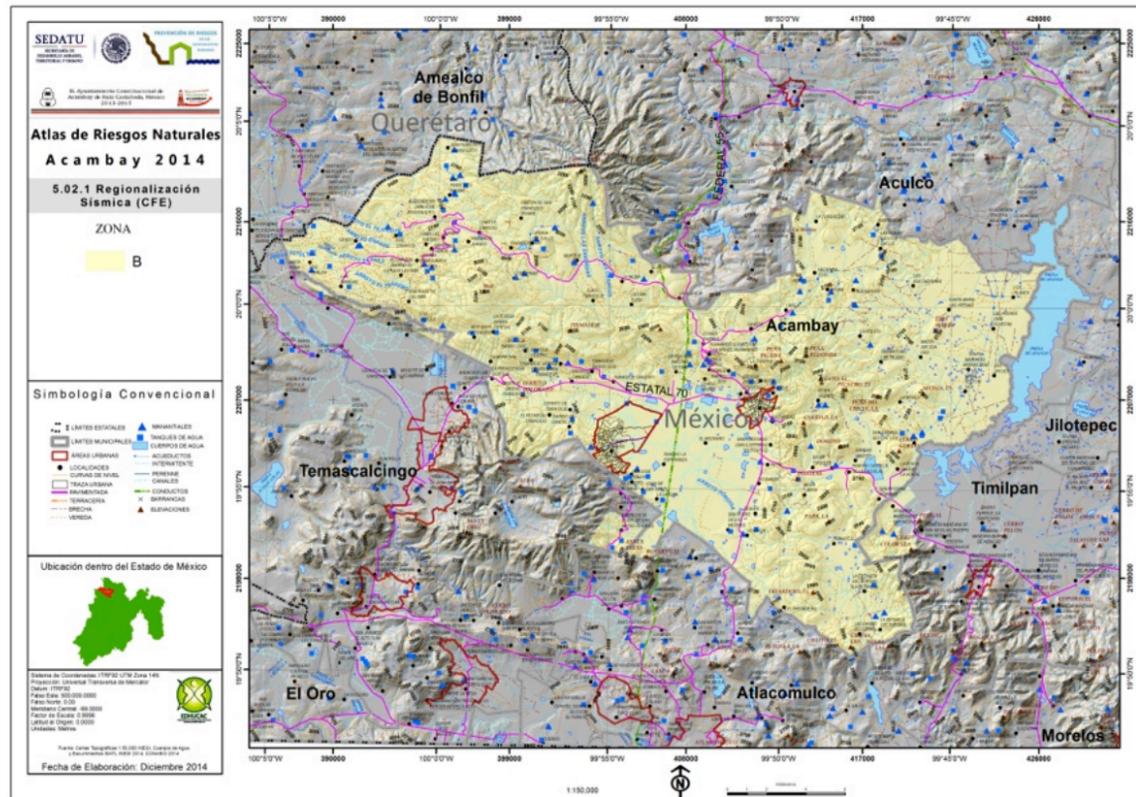
Fecha	Latitud	Longitud	Prof_km	Mag	Fecha	Latitud	Longitud	Prof_km	Mag
19/11/1912	19.955	-99.8417	S/d	7.1	17/09/2013	20.29	-99.15	2	3.4
06/02/2008	19.7	-100.16	16	3.7	17/09/2013	20.29	-99.12	1	3.8
14/07/2009	19.83	-99.14	13	3.6	17/09/2013	20.32	-99.24	2	3.4
11/07/2010	19.91	-99.94	16	3.6	18/09/2013	20.31	-99.21	3	3.4
17/04/2012	19.39	-99.28	7	2.4	18/09/2013	20.4	-99.2	7	3.3
23/09/2013	19.92	-99.09	3	3.4	23/09/2013	20.34	-99.21	5	4
24/01/2006	20.3	-99.2	5	3.7	20/07/2007	19.47	-100.37	6	3.9
31/12/2008	20.36	-99.16	16	3.6	01/03/2008	19.44	-100.41	19	3.9
06/05/2009	20.34	-99.11	10	3.5	28/05/2008	19.5	-100.33	5	3.7
03/08/2009	20.07	-99.11	5	3.4	20/07/2008	19.54	-100.36	58	3.6
20/08/2009	20.08	-99.22	14	3.2	04/02/2009	19.66	-100.2	4	3.6
20/05/2010	20.33	-99.21	2	3	03/05/2009	19.31	-100.32	4	3.5
17/09/2013	20.29	-99.12	1	3.8	07/02/2013	20.07	-100.52	6	3.8
17/09/2013	20.22	-99.25	1	3.7	15/03/2013	20.08	-100.3	10	3.7
17/09/2013	20.31	-99.15	1	3.7	01/02/2014	19.4	-100.4	27	3.8
17/09/2013	20.27	-99.16	1	3.7	19/02/2014	19.73	-100.27	28	3.5

MAPA 33 Sismos registrados con epicentros ubicados en cercanía del municipio de Acambay de Ruiz Castañeda

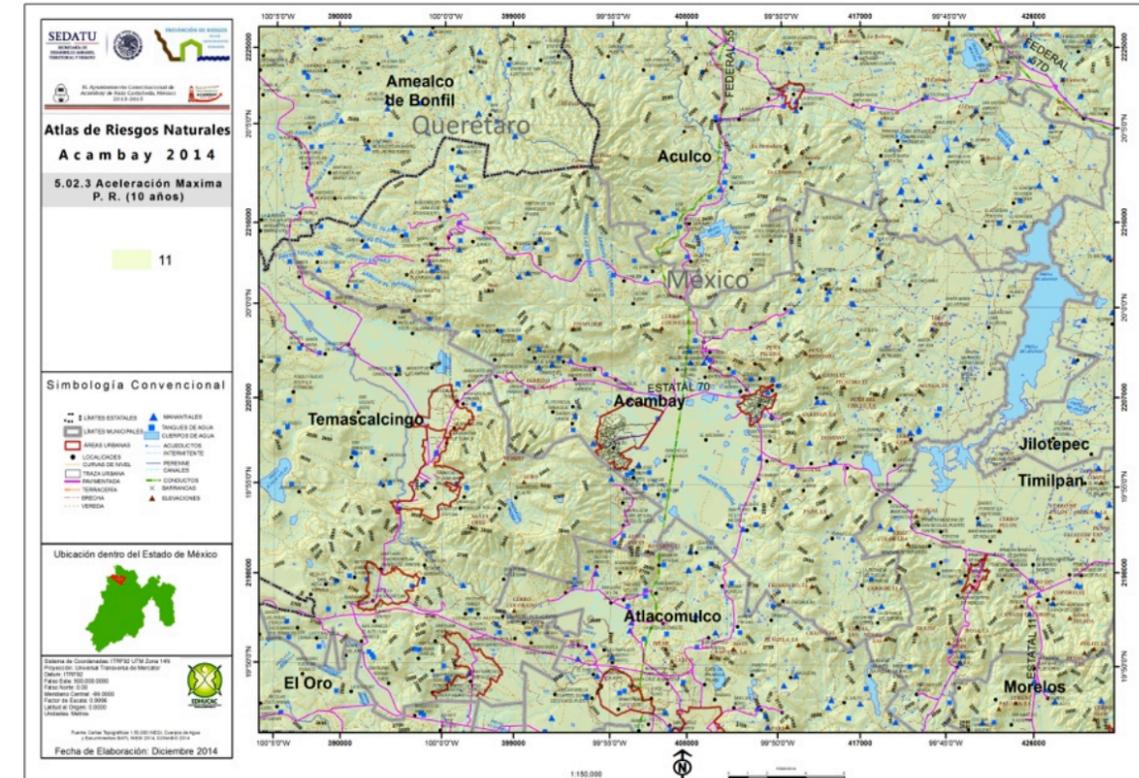


Los periodos de retorno son una manera cuantitativa de representar un peligro por grandes sismos, es el cálculo de aceleraciones máximas posibles del terreno. Para el caso de México, se ha observado que aquellas aceleraciones que rebasan el 15% del valor de la aceleración de la gravedad (g) producen daños y efectos de consideración, sobre todo para los tipos constructivos que predominan en México (CENAPRED, 2001).

MAPA 34 Regionalización sísmica del municipio de Acambay de Ruiz Castañeda



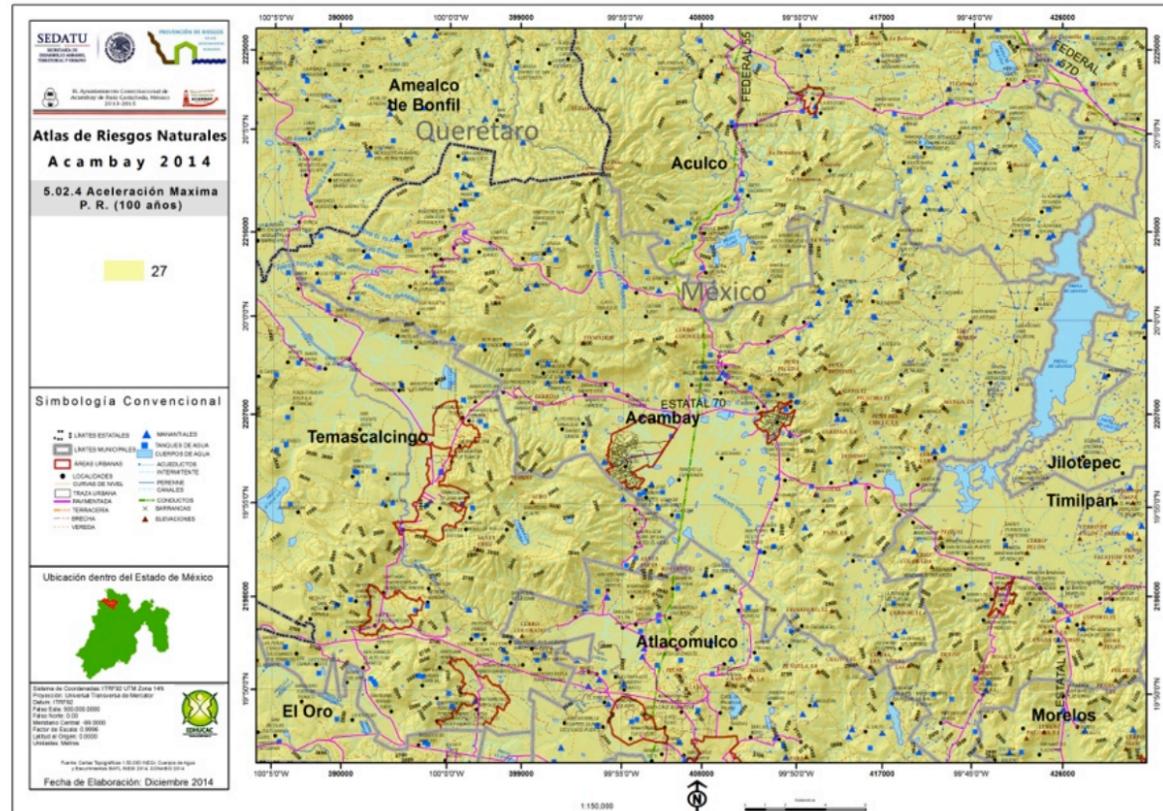
MAPA 35 Periodo de retorno de 10 años del Municipio de Acambay de Ruiz Castañeda, Estado de México



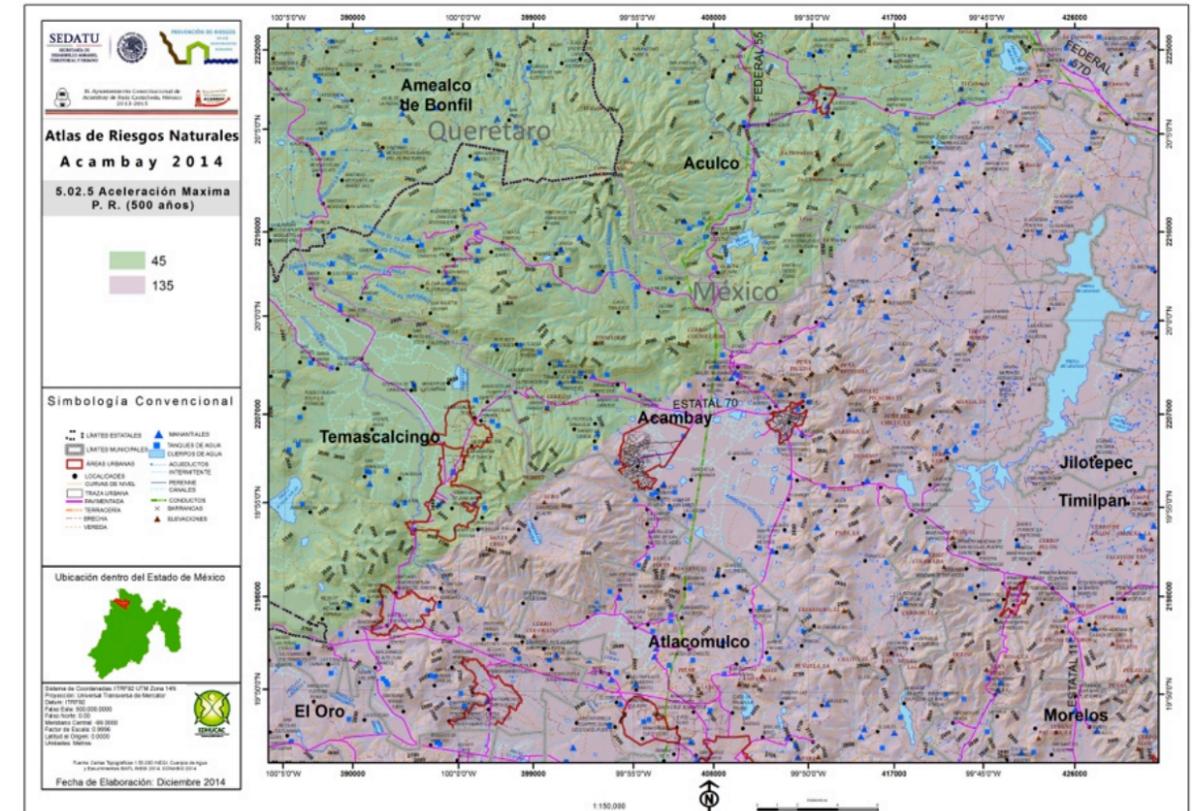
Debido a que existe un solo registro sísmico dentro del municipio, el cálculo del periodo de retorno no sería representativo, por lo que se hizo uso de los mapas de aceleración para 10, 100 y 500 años generados por el instituto de Ingeniería de la UNAM, Instituto de Investigaciones Eléctricas, la Comisión Federal de Electricidad y el CENAPRED, a través del programa sísmico en México (PSM, 1996).

Para el municipio de Acambay de Ruiz Castañeda, el rango para la aceleración máxima en un periodo de retorno de 10 años es de 11 cm/s^2 , para el periodo de 100 años es 27 cm/s^2 y para el periodo de retorno de 500 años el municipio queda dividido en dos, la parte noroeste tiene un valor de 45 cm/s^2 , y la parte sureste que abarca las localidades de Pueblo Nuevo y Villa de Acambay de Ruiz Castañeda tiene un valor de 135 cm/s^2 (véanse siguientes figuras).

MAPA 36 Periodo de retorno de 100 años del Municipio de Acambay de Ruiz Castañeda, Estado de México

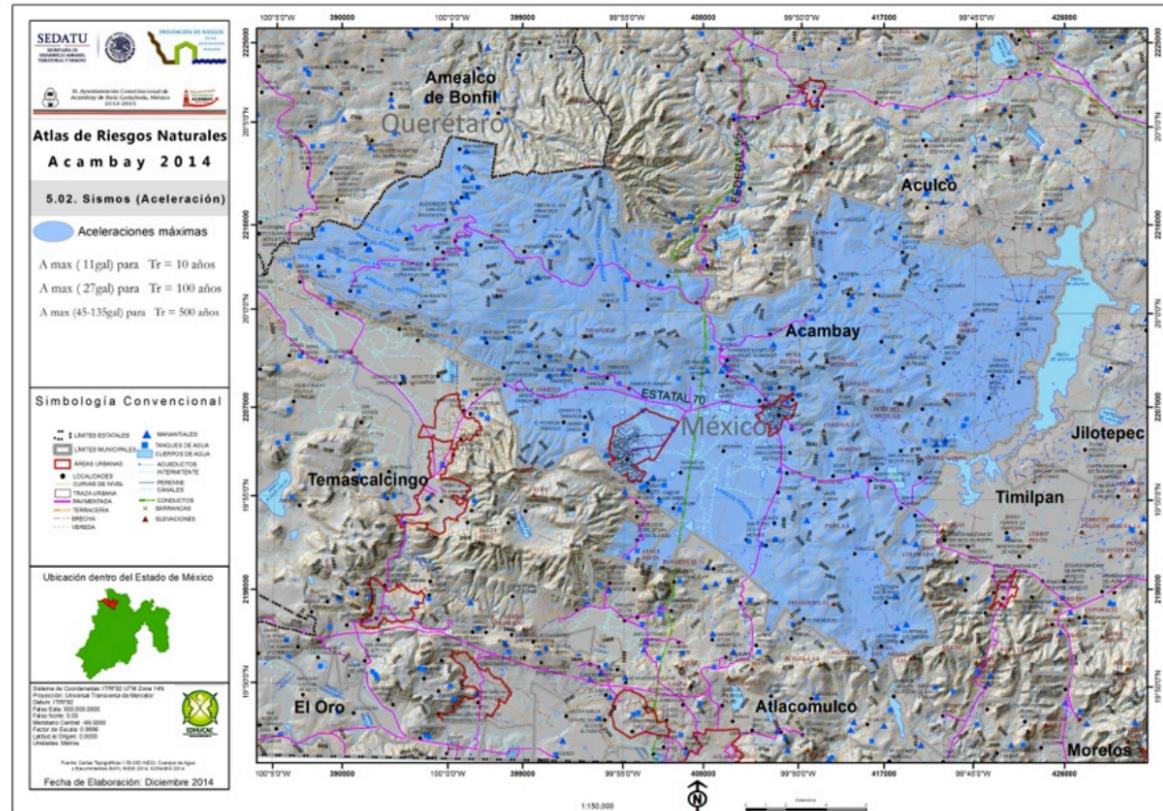


MAPA 37 Periodo de retorno de 500 años del Municipio de Acambay de Ruiz Castañeda, Estado de México

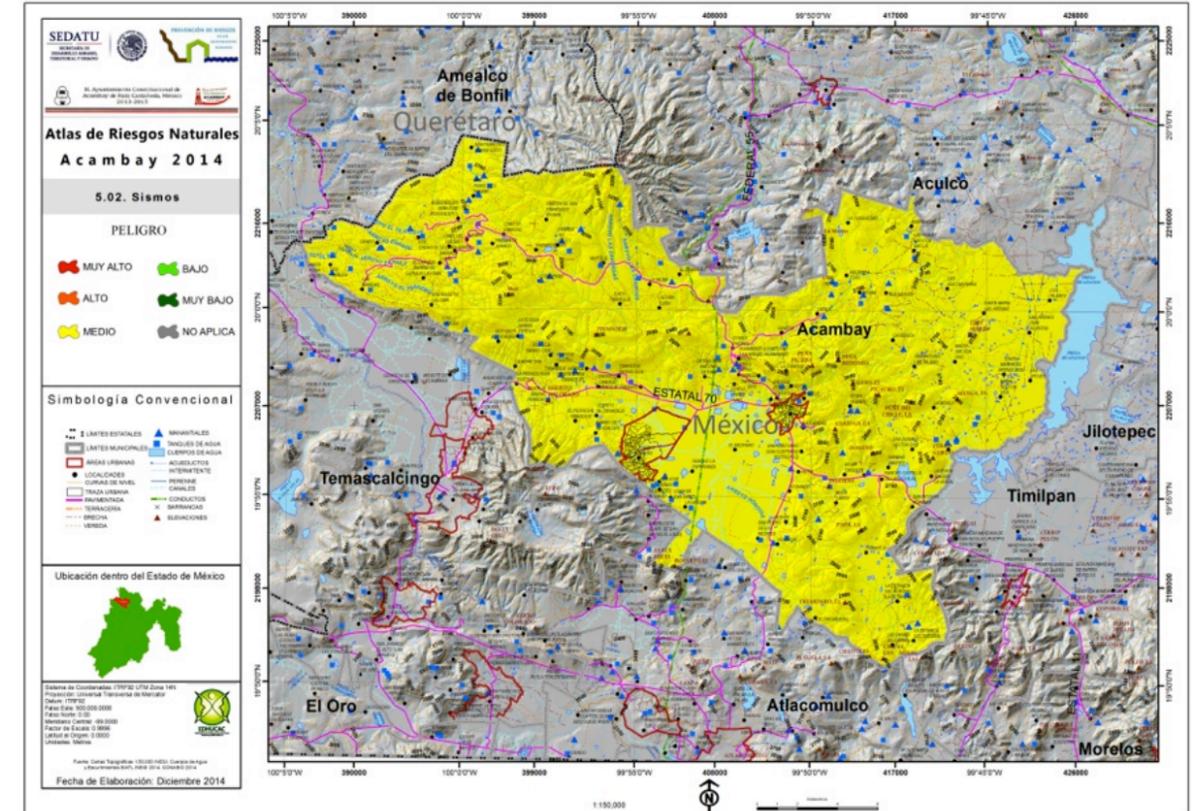


El mapa de aceleraciones de gravedad mayores al 15% es una manera cuantitativa de presentar los peligros, donde se considera que se produce el fenómeno en años. Dicho análisis nos arrojó un intervalo de 1000 a 1500 años para el Municipio de Acambay de Ruiz Castañeda (siguiente mapa).

MAPA 38 Periodos de retorno para aceleraciones mayores al 15% del valor de la aceleración de la gravedad del Municipio de Acambay de Ruiz Castañeda, Estado de México



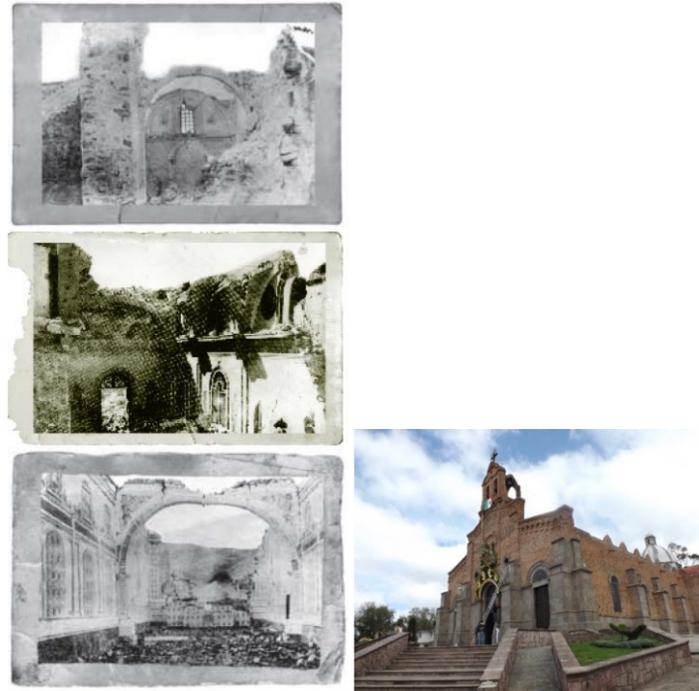
MAPA 39 Peligro al fenómeno sísmico en el municipio de Acambay de Ruiz Castañeda



De acuerdo con el resultado del análisis de peligro, la información bibliográfica existente y la visita a campo, se ubica al municipio Acambay de Ruiz Castañeda en el polígono de peligro medio para el fenómeno de sismos o terremotos (siguiente mapa).

La región tectónica de Acambay de Ruiz Castañeda forma parte de la sucesión de grábenes que forman el cinturón Volcánico Trans-Mexicano, una de las zonas sísmicas intracontinentales de mayor importancia en México. La ocurrencia de sismos documentados en esta región a través de la historia se contabiliza 122, abarcando desde 1475 a mayo de 2012 (Lugo *et al.*, 2012), donde el terremoto número 45 ocurrido el 19 de noviembre de 1912 con 6.9 grados en escala de Richter tuvo una onda que se expandió a 99,500 km a la redonda. Dicho evento es considerado como uno de los más devastadores del sitio y sus alrededores, ya que su epicentro fue a poca profundidad y casi destruyó el pueblo completo. Se registraron 454 réplicas a intervalo de dos a tres minutos de diferencia para este evento sísmico, mismas que la mayoría fueron casi imperceptibles. En 1864 el Instituto Geológico de México tiene registrado otro sismo en Acambay de Ruiz Castañeda y con repercusiones en la Ciudad de México, Puebla y Veracruz (Lugo *et al.*, 2012). En Mayo de 2014 las noticias en la web mencionan que aunque no ha temblado en Acambay de Ruiz Castañeda, en los alrededores sí se han registrado sismos que han sido perceptibles en el municipio (siguiente figura).

Figura 4. Iglesia de San Miguel Arcángel lado izquierdo daños sufridos a la estructura por el sismo de 1912, lado derecho Iglesia en la actualidad



Con base en la información existente para el municipio de Acambay de Ruiz Castañeda, se tiene registro del terremoto de 1912, donde se tuvieron consecuencias devastadoras en el Municipio, por eso se deben generar planes de contingencia por este tipo de eventos, ya que su ocurrencia es muy alta. Se tiene registro de sismos en los municipios colindantes, pero no se tienen para Acambay de Ruiz Castañeda registro de efectos.

2.3. Tsunamis

Peligro

El tsunami se define como una ola de gran tamaño o subida repentina del mar en las costas. Se produce por un violento sismo en el mar que genera el levantamiento o hundimiento repentino de él, lo que produce desplazamientos bruscos de un gran volumen de agua en el océano, alterando su nivel normal en una gran extensión de su superficie.

Metodología

El criterio utilizado para la elaboración de dicho apartado fueron los criterios y la información existente en la cartografía temática generada por el CENAPRED de *Diagnósticos de Peligros e identificación de Riesgos de Desastres en México (2001)* y el catálogo de *Tsunamis ocurridos en México a partir del siglo XVIII*. El resultado obtenido del análisis anterior se describe a continuación.

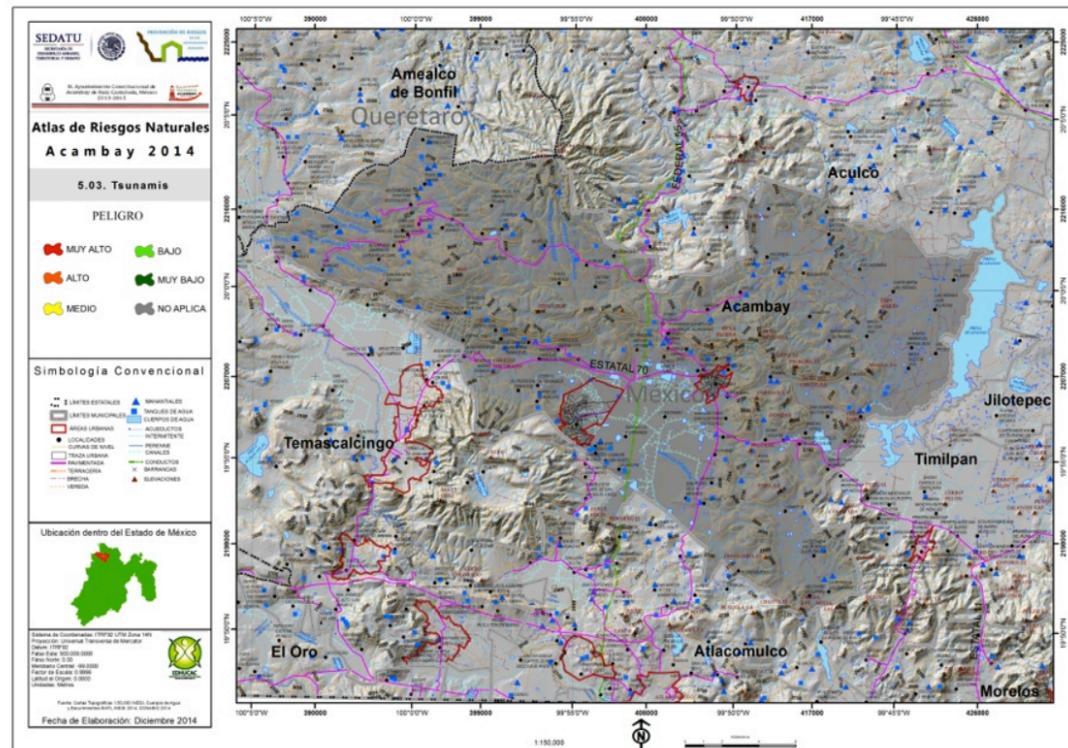
Resultado

A partir de la localización geográfica, al resultado del análisis de peligro, la información bibliográfica y la visita a campo se determinó que el municipio de Acambay de Ruiz Castañeda se encuentra a 307.48 km de la costa más cercana (ver siguiente figura), a una altitud de 2500 a 2900 msnm, por lo que no se encuentra en peligro por el fenómeno de tsunamis o maremotos (siguiente mapa).

Figura 5. Ubicación del municipio con respecto a costa más cercana



MAPA 40 Peligro al fenómeno de tsunami o maremotos en el municipio de Acambay de Ruiz Castañeda



5.4. Inestabilidad de laderas

Susceptibilidad a los movimientos de masa

Para el desarrollo del apartado se utilizaron datos de edafología, litología, uso de suelo, escurrimientos, tipo de relieve, pendiente y precipitación. La memoria de cálculo se presenta a continuación:

Tabla Valoración y características del factor edafológico

Tipo	Descripción	Categoría	Nomenclatura
Planosol	Suelos por lo general desarrollados en partes planas o depresiones mal drenados	1	Muy Bajo
Vertisol	Suelos denominados de volteo hacia abajo, de color oscuro de textura fina o muy fina, con propiedades expansivas. Formados comúnmente en zonas planas y de pendiente suave.	1	
Feozem	Suelos de color negro, de gran porosidad, de estructura granular, textura de migajón, limo arcilloso. Asociada a zona planas	2	Bajo
Litosol	Suelos con roca dura a muy poca profundidad formadas en rocas montañosas	3	Moderado
Luvisol	Suelos resultado de la acumulación aluvial de arcillas, poco permeable, textura media a fina, expuesto a erosión y en pendientes fuertes aunque la mayoría está en pendientes suaves	4	Alto
Andosol	Suelos formados por materiales ricos en vidrio volcánico (ceniza volcánica), textura de migajón o más fina, se encuentran en zonas planas a pendientes fuertes.	5	Muy Alto

Tabla Valoración y características del factor geológico/litológico

Litología	Descripción	Categoría	Nomenclatura
Esquisito	Roca metamórfica, generalmente con vetas de cuarzo, poco permeable, con una resistencia al corte alta,	1	Muy bajo
Ignea extrusiva acida	Rocas con alto contenido de silicio (cuarzo), con resistencia al corte alta.	2	Bajo
Ignea extrusiva intermedia	Rocas con contenido moderado de silicio (cuarzo), con resistencia al corte alta.	3	Moderado
Ignea extrusiva basica	Rocas con contenido bajo de silicio, menos resistentes al intemperismo	4	Alto
Vulcanoclasticos	Materiales piroclásticos semiconsolidados, permeables	5	Muy alto

Tabla Valoración y características del factor Uso de suelo y vegetación

Entidad	Tipo	Categoría
Bosque	Bosque de Encino	2
	Bosque de Pino-Encino	
Pastizal	Pastizal Inducido	3
	Pastizal Inducido, Agricultura de Temporal	
Área agrícola - pastizal	Agricultura de Temporal, Pastizal inducido	4
	Agricultura de Temporal	
Área agrícola	Agricultura de Riego	5
	Agricultura de Riego Eventual	
Área urbana	Área urbana	5

Tabla Valoración y características del factor escurrimientos

Oden del curso de agua	Distancia considerada	Peso relativo
1 ro	50 m	1
2 do	100 m	2
3 ro	200 m	3
4 to	400 m	4
5 to	800 m	5
6 to	1200 m	6

Tabla Valoración de la Pendiente

Clasificación	Pendiente (ángulo de inclinación)	Criterio
Muy bajo	0 a 5% (0-8.5 grados)	Laderas no meteorizadas con discontinuidades favorables que no presentan ningún síntoma de que pueda ocurrir deslizamiento
Bajo	15 a 30 % (8.5 - 16.7 grados)	Laderas que tienen alguna fisura, materiales parcialmente erosionados no saturados con discontinuidad.
Medio	30 a 50 % (16.7 - 26.6 grados)	Laderas con algunas zonas de falla, erosión intensa o materiales parcialmente saturados donde no han ocurrido deslizamientos pero no existe completa seguridad de que no ocurran.
Alto	50 a 100 % (26.6 - 45 grados)	Laderas que tienen zonas de fallas, meteorización alta a moderada y discontinuidades desfavorables donde han ocurrido deslizamientos o existe la posibilidad de que ocurran
Muy alto	Mas del 100 % (mas de 45 grados)	Laderas con zonas de falla, masas de suelo altamente meteorizadas y saturadas, y discontinuidades desfavorables donde han ocurrido deslizamientos o existe alta posibilidad de que ocurran.

Tabla Valoración y características del Relieve relativo

Rango	Categoría
0 - 2,100 m	1
2,100 - 2,450 m	2
2,450 - 2,800 m	3
2,800 - 3,150 m	4
3,150 - 3,500 m	5

Tabla de valoración de Precipitación media anual

Rango	Categoría
De 600 a 800	1
De 800 a 1000	2
De 1000 a 1200	3
De 1200 a 1500	4
De 1500 a 1800	5

Tabla de valoración de Fallas y Fracturas

Distancia considerada	Peso relativo
50 m	5
100 m	4
150 m	3
200 m	2
250 m	1

La ponderación fue de la siguiente manera:

	Uso de Suelo	Pendientes	Relieve Relativo	Escurrimientos	Rocas	Fallas y Fracturas
Valor de Ponderación	0.047	0.244	0.096	0.177	0.307	0.129

	Factores Condicionante	Factor Detonante
Valor de Ponderación	0.70	0.3

La susceptibilidad generalmente expresa la facilidad con que un fenómeno puede ocurrir sobre la base de las condiciones locales del terreno. La susceptibilidad es una propiedad del terreno que indica qué tan favorables o desfavorables son sus condiciones para que puedan ocurrir las amenazas. El mapa de susceptibilidad clasifica la estabilidad relativa de un área en categorías que van desde "muy alto" hasta "muy bajo". El mapa de susceptibilidad muestra dónde hay o no condiciones para que puedan ocurrir las amenazas de riesgo. La probabilidad de ocurrencia de un factor detonante como una lluvia o un sismo no se considera en un análisis de susceptibilidad.

Las cartas de INEGI, SEMARNAT y CENAPRED permitieron incluir todas las variables intrínsecas de riesgos geológicos y una desencadenante (precipitación) del municipio de Acambay de Ruiz Castañeda que presentan algún tipo de riesgo.

Tabla 5.14. Criterios utilizados en mapa de susceptibilidad

Susceptibilidad	Criterio
Muy Baja	Zonas llanas de < 5 %, laderas no meteorizadas con discontinuidades favorables que no presentan ningún síntoma de que pueda ocurrir deslizamiento.
Baja	Pendientes suaves (5 - 15 %), laderas con algunas fisura materiales parcialmente erosionados no saturados con discontinuidades favorables, superficies que por la combinación de factores es poco probable que influya negativamente en la estabilidad de laderas. No existen indicios que permitan predecir deslizamientos o derrumbes.
Moderada	Pendientes moderadas (15 - 30 %), laderas con algunas zonas de fallas, erosiones intensas o materiales parcialmente saturados, superficies que por la combinación de factores es menos probables que afecte negativamente la estabilidad, pero no existe completa seguridad de que no ocurra
Alta	Pendientes fuertes (30 - 50 %), laderas con zonas de fallas, meteorización alta a moderada y discontinuidades desfavorables. Áreas que por la combinación de factores influyen negativamente a la estabilidad del terreno donde han ocurrido deslizamientos o existe la posibilidad de que ocurra.
Muy Alta	Pendientes muy fuertes (50- 70 %), laderas con zonas cercanas a fallas y escarpes, suelos altamente meteorizados y saturados y discontinuidades desfavorables, áreas de terreno que por las condiciones existentes han ocurrido deslizamientos o existe una alta posibilidad de que ocurran.

En la figura siguiente se muestra las zonas susceptibles que incluyen todas las variables intrínsecas de riesgos geológicos y una desencadenante (precipitación) del Municipio de Acambay de Ruiz Castañeda que están asentadas dentro del polígono de muy alta y alta susceptibilidad. Las localidades urbanas con algún riesgo son Villa de Acambay de Ruiz Castañeda y Pueblo Nuevo, además de las comunidades rurales de Las Chivas (El Cerro), San Nicolás Acambay, La Venta (Barrio la Venta), Rancho Castilla de las Águilas, Boshi Chiquito, Barrio de Guadalupe, Boshi Grande, La Manga, Esdoca Barrio I, Endeje, Esdoca (Esdoca Centro), Barrio de Candeje, Dongu Barrio Dos, Tixmadeje Barrio Dos, Detiña (San Antonio Detiña), Dongu (Dongu Centro), Tixmadeje Grande (Santa María Tixmadeje), La Nopalera, San Antonio las Palmas, Doxteje Barrio Dos, Huamango (La Mesa de San Miguel Huamango), Dongu Puerto, Ejido Tixmadeje, La Florida, Conejeras, Loma Linda, Hacienda Toto, Muyeje, Barrio la Peñita, Puentecillas, Cañada del Gallo, Rincón de Juando, Juando, Loma de En medio, Gando, Agostadero (San José Agostadero), Rincón de San Francisco Shaxni, Barrancas y San Francisco Shaxni (siguiente figura).

Peligro

Las laderas generalmente son materiales consolidados y cohesivos y están afectadas por planos de fisibilidad, que debilitan las rocas y favorecen su fragmentación y caída y desplazamiento del suelo. Están compuestas por dos tipos de materiales: roca y suelos, y cada uno tiene propiedades mecánicas diferentes y evolucionan de distinta manera. Los suelos son materiales no consolidados,

de débil resistencia mecánica y de menor cohesión, tienen mayor porosidad. Dado lo anterior, las laderas presentan inestabilidad dependiendo del material del que estén formadas, no obstante, otros factores influyen para que se generen procesos gravitacionales o de remoción de masa.

Metodología

Para el desarrollo del presente apartado se utilizó un análisis multicriterio aplicando a nuestro caso específico los siguientes factores: la edafología, uso de suelo y vegetación, pendiente y precipitación media anual, a través de la información existente en la cartografía temática de INEGI y SEMARNAT. La categorización y los resultados obtenidos de los análisis anteriores se describen a continuación.

Memoria de cálculo

Tabla Valoración y características del factor edafológico

EDAFOLOGÍA			
Tipo	Descripción	Categoría	Nomenclatura
Planosol	Suelos por lo general desarrollados en partes planas o depresiones; mal drenados	1	Muy Bajo
Vertisol	Suelo denominado de volteo hacia abajo, de color oscuro de textura fina o muy fina, con propiedades expansivas. Formados comúnmente en zonas planas y de pendiente suave.	1	
Feozem	Suelos de color negro, de gran porosidad, de estructura granular, textura de migajón, limo arcilloso. Asociada a zonas planas	2	Bajo
Litosol	Suelos con roca dura a muy poca profundidad formadas en rocas montañosas	3	Moderado
Luvisol	Suelos resultado de la acumulación aluvial de arcillas, poco permeable, textura media a fina, expuesto a erosión y en pendientes fuertes aunque la mayoría está en pendientes suaves	4	Alto
Andosol	Suelos formados por materiales ricos en vidrio volcánico (ceniza volcánica), textura de migajón o más fina, se encuentran en zonas planas a pendientes fuertes.	5	Muy Alto

Tabla Valoración y características del factor geológico/litológico

LITOLOGÍA			
Tipo	Descripción	Categoría	Nomenclatura
Esquisito	Roca metamórfica, generalmente con vetas de cuarzo, poco permeable, con una resistencia al corte alta,	1	Muy bajo
Ignea extrusiva acida	Rocas con alto contenido de silicio (cuarzo), con resistencia al corte alta.	2	Bajo
Ignea extrusiva intermedia	Rocas con contenido moderado de silicio (cuarzo), con resistencia al corte alta.	3	Moderado
Ignea extrusiva basica	Rocas con contenido bajo de silicio, menos resistentes al intemperismo	4	Alto
Vulcanoclasticos	Materiales piroclásticos semiconsolidados, permeables	5	Muy alto

Tabla Valoración y características del Relieve relativo

RELIEVE RELATIVO	
Rango	Categoría
0 - 2,100 m	1
2,100 - 2,450 m	2
2,450 - 2,800 m	3
2,800 - 3,150 m	4
3,150 - 3,500 m	5

El relieve relativo es la diferencia entre los valores de elevación máxima y mínima registrados en el área.

Tabla Valoración y características del factor Uso de suelo y vegetación

USO DE SUELO Y VEGETACIÓN		
Entidad	Tipo	Categoría
Bosque	Bosque de Encino	2
	Bosque de Pino-Encino	
Pastizal	Pastizal Inducido	3
	Pastizal Inducido, Agricultura de Temporal	
Área agrícola - pastizal	Agricultura de Temporal, Pastizal inducido	4
	Agricultura de Temporal	
Área agrícola	Agricultura de Riego	4
	Agricultura de Riego Eventual	
Área urbana	Área urbana	5

Tabla Valoración de la Pendiente

PENDIENTE		
Clasificación	Ángulo de inclinación	Criterio
Muy bajo	0 a 5% (0-8.5 grados)	Laderas no meteorizadas con discontinuidades favorables que no presentan ningún síntoma de que pueda ocurrir deslizamiento
Bajo	15 a 30 % (8.5 - 16.7 grados)	Laderas que tienen alguna fisura, materiales parcialmente erosionados no saturados con discontinuidad.
Medio	30 a 50 % (16.7 - 26.6 grados)	Laderas con algunas zonas de falla, erosión intensa o materiales parcialmente saturados donde no han ocurrido deslizamientos pero no existe completa seguridad de que no ocurran.

PENDIENTE		
Alto	50 a 100 % (26.6 - 45 grados)	Laderas que tienen zonas de fallas, meteorización alta a moderada y discontinuidades desfavorables donde han ocurrido deslizamientos o existe la posibilidad de que ocurran
Muy alto	Más del 100 % (más de 45 grados)	Laderas con zonas de falla, masas de suelo altamente meteorizadas y saturadas, y discontinuidades desfavorables donde han ocurrido deslizamientos o existen alta posibilidad de que ocurran.

Tabla de valoración de Precipitación media anual

PRECIPITACIÓN MEDIA ANUAL	
Rango	Categoría
De 600 a 800	1
De 800 a 1000	2
De 1000 a 1200	3
De 1200 a 1500	4
De 1500 a 1800	5

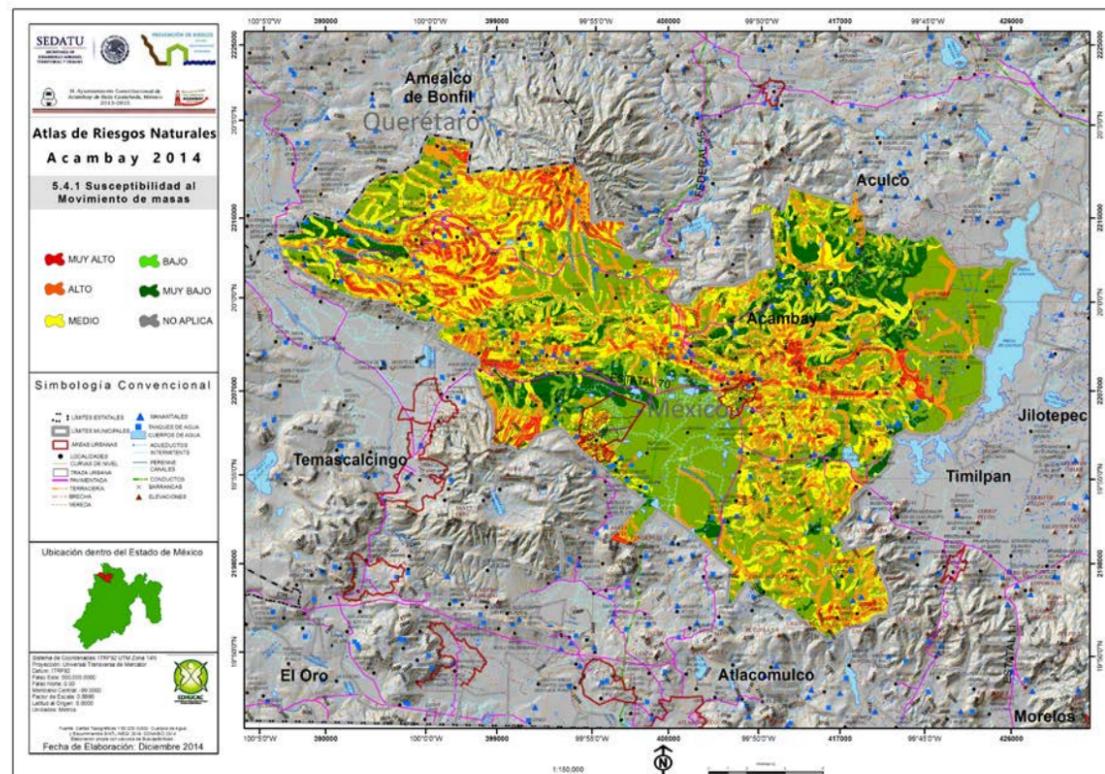
El mapa de peligro de inestabilidad de laderas es producto del cálculo de mapas por factores condicionantes (edafología, relieve relativo, pendiente y uso de suelo y vegetación) y detonantes (precipitación media anual), que se obtienen al hacer una suma lineal ponderada, es decir, se determinan pesos relativos de manera analítica a las variables que componen estos dos factores, dependiendo del grado de influencia que tiene cada variable para que suceda dicho fenómeno. Finalmente se sumaron las resultantes, la ponderación se muestra a continuación:

	Uso de Suelo	Pendientes	Relieve Relativo	Escurrimientos	Rocas	Fallas y Fracturas
Valor de Ponderación	0.047	0.244	0.096	0.177	0.307	0.129

	Factores Condicionante	Factor Detonante
Valor de Ponderación	0.70	0.3

Los valores que se obtuvieron de la suma ponderada se clasificaron en cinco, donde el valor de 1 hace referencia a la menor posibilidad de que ocurra un evento de inestabilidad de laderas e inversamente el 5 es el de mayor probabilidad de ocurrencia (ver metodología susceptibilidad). De este resultado, y debido a la naturaleza de los cálculos, se genera una agrupación de pixeles con N números finitos de polígonos, por lo que hay que tener presente que en el resultado de este proceso se pierde detalle, ya que polígonos del mismo valor se agrupan formando áreas extensas dividiendo las geoformas.

MAPA 41 Suceptibilidad al movimiento de masas en el Municipio de Acambay de Ruiz Castañeda



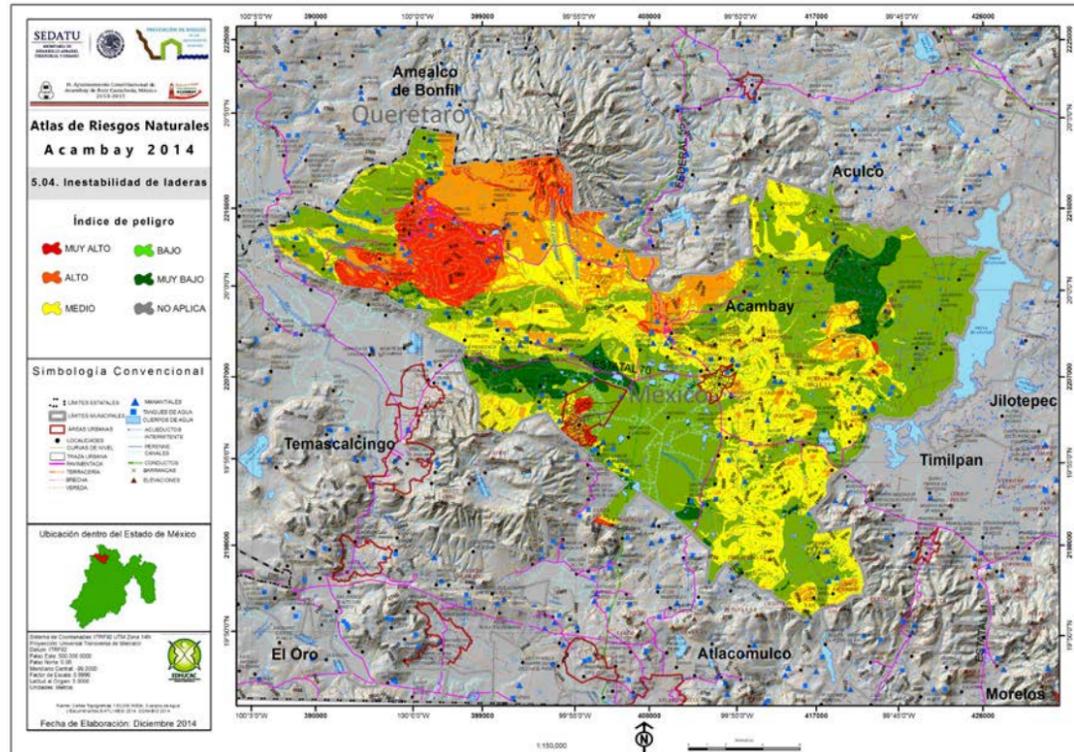
Resultado

De acuerdo con el análisis de peligro, la información bibliográfica y la visita a campo se pudo determinar que el municipio presenta algunas zonas con peligro al fenómeno de inestabilidad, como se puede apreciar en el el siguiente mapa y en la siguiente tabla, donde se describen y localizan dichas zonas para el municipio de Acambay de Ruiz Castañeda.

TABLA 20 Localidades rurales y urbanas con afectaciones por el fenómeno de inestabilidad de laderas del Municipio de Acambay de Ruiz Castañeda, Estado de México

PELIGRO	LOCALIDAD URBANA	LOCALIDAD RURAL
Muy alto	Pueblo Nuevo	Dongu Puerto Detiña Ejido Ejido Tixmadeje La Palma Conejeras El Ermitaño Muyteje Puentecillas Cañada del Gallo Rincón de Juando Juando Loma de En medio Agostadero (San José Agostadero) Rincón de San Francisco Shaxni San Francisco Shaxni
Alto	Villa de Amambay de Ruiz Castañeda	Las Chivas (El Cerro) Agua Limpia San Nicolás Acambay La Venta (Barrio la Venta) Rancho la Venta Boshi Chiquito Rancho Lucero San Ildefonso (San Ildefonso Yolotepec) Barrio de Guadalupe La Caridad Boshi Grande Endeje Esdoca (Esdoca Centro) Tixmadeje Chiquito Dongu Barrio Uno Dongu Barrio Dos Botidi Tixmadeje Barrio Dos Detiña (San Antonio Detiña) Dongu (Dongu Centro) Tixmadeje Grande (Santa María Tixmadeje) La Nopalera La Cumbre Doxteje Centro San Antonio las Palmas Doxteje Barrio Dos Huamango (La Mesa de San Miguel Huamango) La Teresa (Santa Teresa) La Florida Barrancas

MAPA 42 Peligro al fenómeno de inestabilidad de laderas (deslizamiento) en el municipio de Acambay de Ruiz Castañeda



Fotografía 6. Laderas del municipio de Acambay de Ruiz Castañeda, Estado de México, con peligro al fenómeno de inestabilidad de laderas



En la visita a campo se encontró que en la zona comprendida entre el km 86 y 87 de la carretera Panamericana no. 55, en el fin de semana del 12 al 14 de septiembre de 2014, hubo un desprendimiento y caída de fragmentos de material en la zona, fenómeno que provocó la desaparición de algunas casas de esta zona. A decir del entrevistado, se desalojó a varias personas que se vieron afectadas en su patrimonio, esto se pudo constatar, aunque aún se pudieron encontrar algunas casas habitadas en la zona (ver siguientes fotografías).

Durante la visita al Municipio de Acambay de Ruiz Castañeda se pudieron registrar por ejemplo que desde la Carretera Federal No. 55 se aprecia el graben de Acambay, en el tramo Acambay-Aculco. A la altura del km 86+200 se notó que a lo largo de la ladera se presentan fracturas con alta posibilidad a deslizamientos o derrumbes (siguiente Fotografía).

Fotografía 7. Zona de casas destruidas por deslizamiento kilómetro 86 Carretera No. 55, municipio de Acambay de Ruiz Castañeda, Estado de México



Fotografía 8. Zona de peligro kilómetro 86 Carretera No. 55, municipio de Acambay de Ruiz Castañeda, Estado de México



Los deslizamientos antes mencionados son causados por una fractura/falla en la zona, dicho fenómeno afecta la infraestructura carretera ya que cruza la carretera en al menos 2 sitios (siguiente fotografía), lo que causa reparaciones al menos cada mes, que es lo que nos señalaron los pobladores. El día de la visita, que fue el 27 de septiembre de 2014, nos dijeron que la reparación al tramo carretero había sido 15 días antes, al mismo tiempo que limpiaron los escombros de las casas afectadas y de las que se mencionó anteriormente.

Fotografía 9. Daños a infraestructura carretera, Carretera N. 55,



Por otro lado, se encontró en las noticias locales, a manera de registro histórico para el municipio de Acambay de Ruiz Castañeda, una serie de notas donde se menciona que han ocurrido este tipo de eventos, por ejemplo, se tiene registro de un deslizamiento sobre la Carretera Federal no. 55 Aculco–Acambay, ocurrido el día 17 de agosto de 2013 (Quadro Informativo-Facebook).

Otro evento fue registrado recientemente reporta un retiro de material por deslave en el camino que une Acambay-Temascalcingo-San José Ixtapa a la altura del km 36, ocurrido el 1 de julio de 2014 (Junta de Caminos, 2014).

5.5. Flujos

Peligro

Los flujos son procesos que se generan principalmente por los elementos del clima, particularmente la precipitación y la temperatura, sin embargo la relación que existe es compleja debido a los mecanismos de rotura de la roca. En todos los lugares montañosos ocurren este tipo de procesos, y no sólo el clima es un factor para que se generen, ya que el tipo de material, la pendiente, el agua y la vegetación influyen de manera directa. Numerosos procesos se originan durante o después de

periodos de lluvia, de este modo las áreas donde se registra mayor precipitación son las que presentan mayores problemas de inestabilidad.

El flujo de escombros consiste en un suelo o suelo-roca moviéndose como un flujo viscoso, desplazándose usualmente a distancias mucho mayores de la falla, generalmente originado por el exceso de presiones de poros. Este tipo de flujo es similar a las avalanchas, excepto que la cantidad de agua es mayor, por ello la masa fluye como lodo. La principal causa es el aporte de abundante agua por fuertes lluvias aunado al material suelto en la superficie.

Cuando se supera el límite líquido de los suelos cohesivos y cuando la presión de poros del agua intersticial supera la fricción interna del material, el suelo adquiere todas las características del líquido. En este estado los movimientos en masa ocurren como flujos viscosos pendiente abajo. En los suelos cohesivos los flujos son generalmente lentos, entre pocos milímetros y varios centímetros por segundo. En arenas, en cambio, los colapsos suelen ser desencadenados por vibraciones naturales o artificiales que licuan el terreno en forma instantánea y producen altas velocidades y efectos catastróficos. En todos los casos el movimiento continúa hasta que la masa pierde suficiente agua como para volver al estado sólido.

Los flujos de barro se pueden producir en esteros y quebradas de cauces estrechos y de fuerte pendiente, rellenos de material fragmentado (normalmente secos y efímeros). También se pueden producir en laderas de valles, donde la acción combinada de fuerte pendiente y acentuada disgregación del material superficial, crean taludes inestables, susceptibles a experimentar una caída, cuando factores externos (sismos, precipitaciones, deshielos, entre otros) modifican su precaria condición de equilibrio natural.

Los flujos de barro ocurren en zonas montañosas donde se acumula gran cantidad de sedimentos en los lechos de pendientes pronunciadas de más de 25°. Comienza a disminuir su velocidad en los tramos del lecho con pendiente de 10° y prácticamente se detiene en los tramos de 3-4° de inclinación.

Estos fenómenos se manifiestan por violentas “corrientes de material fino (barro)” en esteros y quebradas, que provocan cuantiosos daños en obras civiles, instalaciones mineras, obras de riego, telecomunicaciones, entre otros, acompañados frecuentemente por la pérdida de vidas humanas.

Metodología

Para el desarrollo del presente apartado se realizó un análisis multicriterio considerando los siguientes factores: la edafología, litología, uso actual de suelo y vegetación, pendiente y precipitación media anual, a través de la información existente en la cartografía temática de INEGI y SEMARNAT.

Se realizó un análisis de escorrentías superficiales ya que este fenómeno sigue la geomorfología del terreno, pendiente abajo, avanzando principalmente por las escorrentías. Empleando el método de Strahler, se obtuvieron los órdenes de las corrientes, este método asigna un orden 1 a todas las corrientes sin afluentes y se les denomina de primer orden. La clasificación de las corrientes aumenta cuando los afluentes del mismo orden intersectan, por lo tanto, la intersección de dos corrientes de primer orden creará una corriente de segundo orden, la intersección de dos corrientes

de segundo orden creará un vínculo de tercer orden, y así sucesivamente. Sin embargo, la intersección de dos corrientes de distintos órdenes no aumentará el orden.

De este proceso se obtiene N números de corrientes, a las cuales se les asignó un área de influencia, misma que se incrementa de acuerdo al número de orden, considerando la cantidad de agua que se desplaza río abajo y que incrementa su caudal con cada intersección de los afluentes y por ende incrementa el peligro por la ocurrencia y velocidad con la que pueden depositarse los materiales.

La categorización y los resultados obtenidos de los análisis anteriores se describen a continuación.

Memoria de cálculo

Tabla Valoración y características del factor edafológico

EDAFOLOGÍA			
Tipo	Descripción	Categoría	Nomenclatura
Planosol	Suelos por lo general desarrollados en partes planas o depresiones mal drenados	1	Muy Bajo
Vertisol	Suelo denominado de volteo hacia abajo, de color oscuro de textura fina o muy fina, con propiedades expansivas. Formados comúnmente en zonas planas y de pendiente suave.	1	
Feozem	Suelos de color negro, de gran porosidad, de estructura granular, textura de migajón, limo arcilloso. Asociada a zona planas	2	Bajo
Litosol	Suelos con roca dura a muy poca profundidad formadas en rocas montañosas	3	Moderado
Luvisol	Suelos resultado de la acumulación aluvial de arcillas, poco permeable, textura media a fina, expuesto a erosión y en pendientes fuertes aunque la mayoría está en pendientes suaves	4	Alto
Andosol	Suelos formados por materiales ricos en vidrio volcánico (ceniza volcánica), textura de migajón o más fina, se encuentran en zonas planas a pendientes fuertes.	5	Muy Alto

Tabla Valoración y características del factor geológico/litológico

LITOLOGÍA			
Tipo	Descripción	Categoría	Nomenclatura
Esquisito	Roca metamórfica, generalmente con vetas de cuarzo, poco permeable, con una resistencia al corte alta,	1	Muy bajo
Ignea extrusiva acida	Rocas con alto contenido de silicio (cuarzo), con resistencia al corte alta.	2	Bajo
Ignea extrusiva intermedia	Rocas con contenido moderado de silicio (cuarzo), con resistencia al corte alta.	3	Moderado
Ignea extrusiva basica	Rocas con contenido bajo de silicio, menos resistentes al intemperismo	4	Alto
Vulcanoclasticos	Materiales piroclásticos semiconsolidados, permeables	5	Muy alto

Tabla Valoración y características del Relieve relativo

RELIEVE RELATIVO	
Rango	Categoría
0 - 2,100 m	1
2,100 - 2,450 m	2
2,450 - 2,800 m	3
2,800 - 3,150 m	4
3,150 - 3,500 m	5

El relieve relativo es la diferencia entre los valores registrados de elevación máxima y mínima.

Tabla Valoración y características del factor Uso de suelo y vegetación

USO DE SUELO Y VEGETACIÓN		
Entidad	Tipo	Categoría
Bosque	Bosque de Encino	2
	Bosque de Pino-Encino	
Pastizal	Pastizal Inducido	3
	Pastizal Inducido, Agricultura de Temporal	
Área agrícola - pastizal	Agricultura de Temporal, Pastizal inducido	4
	Agricultura de Temporal	
Área agrícola	Agricultura de Riego	4
	Agricultura de Riego Eventual	
Área urbana	Área urbana	5

Tabla Valoración de la Pendiente

PENDIENTE		
Clasificación	Ángulo de inclinación	Criterio
Muy bajo	0 a 5% (0-8.5 grados)	Laderas no meteorizadas con discontinuidades favorables que no presentan ningún síntoma de que pueda ocurrir deslizamiento.
Bajo	15 a 30 % (8.5 - 16.7 grados)	Laderas que tienen alguna fisura, materiales parcialmente erosionados no saturados con discontinuidad.
Medio	30 a 50 % (16.7 - 26.6 grados)	Laderas con algunas zonas de falla, erosión intensa o materiales parcialmente saturados donde no han ocurrido deslizamientos pero no existe completa seguridad de que no ocurran.
Alto	50 a 100 % (26.6 - 45 grados)	Laderas que tienen zonas de fallas, meteorización alta a moderada y discontinuidades desfavorables donde han ocurrido deslizamientos o existe la posibilidad de que ocurran.
Muy alto	Más del 100 % (más de 45 grados)	Laderas con zonas de falla, masas de suelo altamente meteorizadas y saturadas, y discontinuidades desfavorables donde han ocurrido deslizamientos o existen alta posibilidad de que ocurran.

Tabla de valoración de Precipitación media anual

PRECIPITACIÓN MEDIA ANUAL	
Rango	Categoría
De 600 a 800	1
De 800 a 1000	2
De 1000 a 1200	3
De 1200 a 1500	4
De 1500 a 1800	5

El mapa de peligro por flujo se consigue del cálculo de mapas por factores condicionantes (edafología, relieve relativo, pendiente y uso de suelo y vegetación) y detonantes (precipitación media anual), que se obtienen al hacer una suma lineal ponderada, es decir, se determinaron pesos relativos de manera analítica a las variables que componen estos dos factores, dependiendo del grado de influencia que tiene cada variable para que suceda dicho fenómeno. Finalmente se sumaron las resultantes, en la tabla de ponderaciones siguientes:

Tabla de ponderación de factores condicionantes

	Uso de Suelo	Pendientes	Relieve Relativo	Escurrimientos	Rocas	Fallas y Fracturas
Valor de ponderación	0.047	0.244	0.096	0.177	0.307	0.129

Tabla de ponderación por factores

	Factores Condicionante	Factor Detonante
Valor de ponderación	0.70	0.3

Los valores que se obtuvieron de la suma ponderada se clasificaron en cinco categorías, donde el valor de 1 hace referencia a la menor posibilidad de que ocurra un evento de flujos e inversamente el 5 es el de mayor probabilidad de ocurrencia (ver metodología susceptibilidad). De este resultado y debido a la naturaleza de los cálculos se genera una agrupación de píxeles con N números finitos de polígonos, por lo que hay que tener presente que en el resultado de este proceso se pierde detalle, ya que polígonos del mismo valor se agrupan formando áreas extensas dividiendo las geoformas

Resultado

De acuerdo con el análisis de peligro, la información bibliográfica y la visita a campo se pudo determinar que el municipio presenta algunas zonas con peligro al fenómeno de flujos, como se puede apreciar en el siguiente mapa y en la siguiente tabla, donde se describen y localizan dichas zonas para el municipio de Acambay de Ruiz Castañeda.

MAPA 43 Peligro por fenómeno de flujos en el municipio de Acambay de Ruiz Castañeda

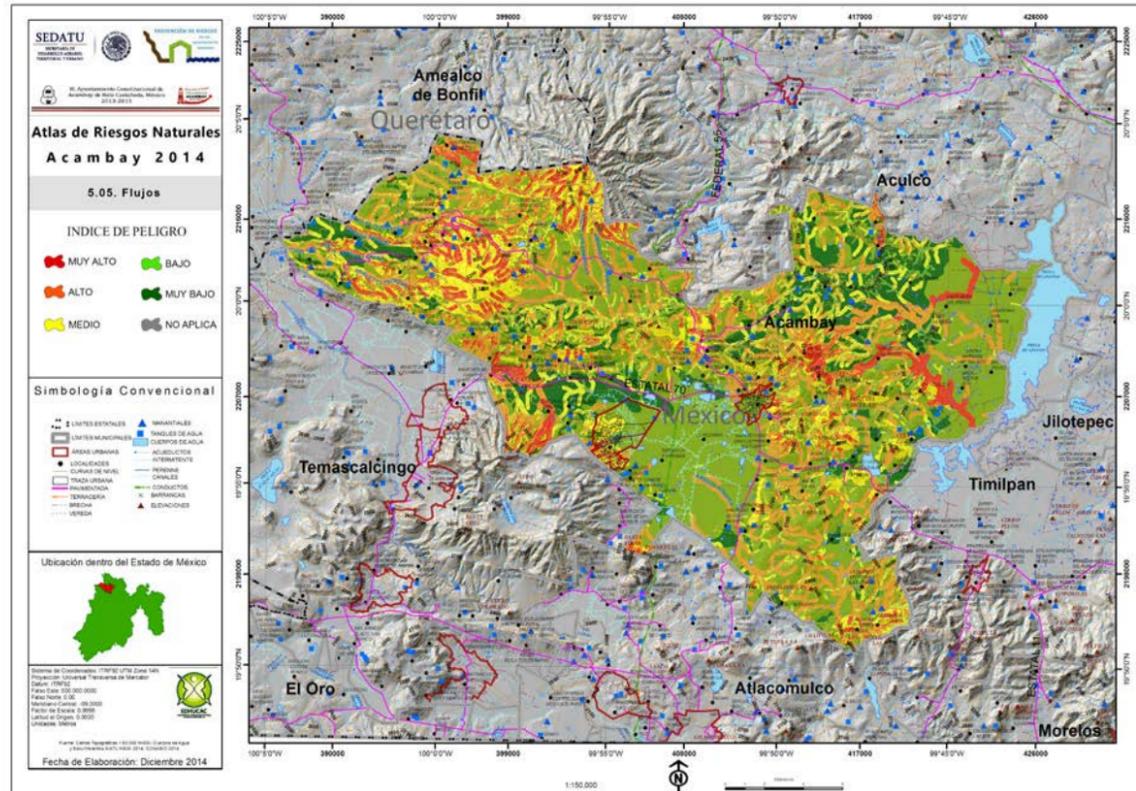


TABLA 21 Localidades rurales y urbanas con afectaciones por el fenómeno de flujos del Municipio de Acambay de Ruiz Castañeda, Estado de México

PELIGRO	LOCALIDAD URBANA	LOCALIDAD RURAL
CERCANAS AL POLÍGONO MEDIO A ALTO	Villa de Acambay de Ruiz de Castañeda Pueblo Nuevo	Las Chivas (El Cerro)
		El Fresadero
		La Estancia Sector Uno (La Estancia)
		Chanteje
		Hondiga
		Deshpe
		Agua Limpia
		San Nicolás Acambay
		Boshindo
		Rancho Castilla de las Águilas
		Boshi Chiquito
		Pathé
		Rancho Lucero
		San Ildefonso (San Ildefonso Yolotepec)
		San Juanico Sector Uno
Barrio de Guadalupe		
La Caridad		
El Pedregal Tixmadeje		
Boshi Grande		
La Manga		
Doxteje Barrio Primero		
Esdoca Barrio I		
Endeje		
Barrio de Candeje		
La Providencia Doxteje		
Dongu Barrio Uno		
Dongu Barrio Dos		
Botidi		
Tixmadeje Barrio Dos		
Dongu (Dongu Centro)		
Tixmadeje Grande (Santa María Tixmadeje)		
La Nopalera		
Doxteje Centro		
San Antonio las Palmas		
Doxteje Barrio Dos		
Boti (Boti Agostadero)		
La Teresa (Santa Teresa)		
Mado Sector Uno		
Detiña Ejido		
Conejeras		
El Ermitaño		
Muyteje		
Cañada del Gallo		
Juando		
Loma de En medio		
Rincón de San Francisco Shaxni		

5.6. Caídos o Derrumbes

Peligro

Este tipo de fenómenos presentan un desprendimiento brusco y la caída más o menos libre y a gran velocidad de un bloque o masa rocosa “en seco”. Gran parte del transporte de dicho bloque es aéreo, aunque dependiendo de la pendiente de la ladera de origen tendrá también un componente de salto y rodamiento. La zona de origen corresponde prioritariamente a acantilados rocosos o laderas de fuerte pendiente donde la roca está fracturada y alterada.

Son caídas bruscas de fragmentos de roca o suelo, que permanecían en estabilidad precaria en el talud y se desprenden del mismo por acción de la gravedad. Cada fragmento se mueve hacia abajo en forma independiente, salvo cuando se producen condiciones extremas en avalanchas o aludes. Los derrumbes ocurren con mucha mayor frecuencia en taludes de roca que en suelos, por lo común en pendientes cercanas a la vertical. Sin embargo se conocen casos de derrumbes de grandes dimensiones en taludes de regolito (roca muy alterada) con solamente 40° de inclinación. Derrumbes pequeños de rocas y tierra se encuentran asociados frecuentemente a los deslizamientos importantes. Ocasionalmente ocurren desprendimientos y caídas de bloques aislados.

Metodología

Para el desarrollo del presente apartado también se realizó un análisis multicriterio aplicando a nuestro caso los siguientes factores: la edafología, relieve relativo, uso de suelo y vegetación, pendiente, litología y precipitación media anual, a través de la información existente en la cartografía temática de INEGI y SEMARNAT. La categorización y los resultados obtenidos de los análisis anteriores se describen a continuación.

Memoria de cálculo

Tabla Valoración y características del factor edafológico

EDAFOLOGÍA			
Tipo	Descripción	Categoría	Nomenclatura
Planosol	Suelos por lo general desarrollados en partes planas o depresiones mal drenados	1	Muy Bajo
Vertisol	Suelo denominado de volteo hacia abajo, de color oscuro de textura fina o muy fina, con propiedades expansivas. Formados comúnmente en zonas planas y de pendiente suave.	1	
Feozem	Suelos de color negro, de gran porosidad, de estructura granular, textura de migajón, limo arcilloso. Asociada a zona planas.	2	Bajo
Litosol	Suelos con roca dura a muy poca profundidad formadas en rocas montañosas.	3	Moderado
Luvisol	Suelos resultado de la acumulación aluvial de arcillas, poco permeable, textura media a fina, expuesto a erosión y en pendientes fuertes aunque la mayoría está en pendientes suaves.	4	Alto
Andosol	Suelos formados por materiales ricos en vidrio volcánico (ceniza volcánica), textura de migajón o más fina, se encuentran en zonas planas a pendientes fuertes.	5	Muy Alto

Tabla Valoración y características del factor geológico/litológico

LITOLÓGÍA			
Tipo	Descripción	Categoría	Nomenclatura
Esquisito	Roca metamórfica, generalmente con vetas de cuarzo, poco permeable, con una resistencia al corte alta.	1	Muy bajo
Ignea extrusiva acida	Rocas con alto contenido de silicio (cuarzo), con resistencia al corte alta.	2	Bajo

LITOLOGÍA			
Ignea extrusiva intermedia	Rocas con contenido moderado de silicio (cuarzo), con resistencia al corte alta.	3	Moderado
Ignea extrusiva básica	Rocas con contenido bajo de silicio, menos resistentes al intemperismo.	4	Alto
Vulcanoclasticos	Materiales piroclásticos semiconsolidados, permeables.	5	Muy alto

Tabla Valoración y características del Relieve relativo

RELIEVE RELATIVO	
Rango	Categoría
0 - 2,100 m	1
2,100 - 2,450 m	2
2,450 - 2,800 m	3
2,800 - 3,150 m	4
3,150 - 3,500 m	5

El relieve relativo es la diferencia entre los valores de elevación máxima y mínima registrados en el área.

Tabla Valoración y características del factor Uso de suelo y vegetación

USO DE SUELO Y VEGETACIÓN		
Entidad	Tipo	Categoría
Bosque	Bosque de Encino	2
	Bosque de Pino-Encino	
Pastizal	Pastizal Inducido	3
	Pastizal Inducido, Agricultura de Temporal	
Área agrícola - pastizal	Agricultura de Temporal, Pastizal inducido	4
	Agricultura de Temporal	
Área agrícola	Agricultura de Riego	4
	Agricultura de Riego Eventual	
Área urbana	Área urbana	5

Tabla Valoración de la Pendiente

PENDIENTE		
Clasificación	Ángulo de inclinación	Criterio
Muy bajo	0 a 5% (0-8.5 grados)	Laderas no meteorizadas con discontinuidades favorables que no presentan ningún síntoma de que pueda ocurrir deslizamiento.
Bajo	15 a 30 % (8.5 - 16.7 grados)	Laderas que tienen alguna fisura, materiales parcialmente erosionados no saturados con discontinuidad.
Medio	30 a 50 % (16.7 - 26.6 grados)	Laderas con algunas zonas de falla, erosión intensa o materiales parcialmente saturados donde no han ocurrido deslizamientos pero no existe completa seguridad de que no ocurran.
Alto	50 a 100 % (26.6 - 45 grados)	Laderas que tienen zonas de fallas, meteorización alta a moderada y discontinuidades desfavorables donde han ocurrido deslizamientos o existe la posibilidad de que ocurran
Muy alto	Más del 100 % (más de 45 grados)	Laderas con zonas de falla, masas de suelo altamente meteorizadas y saturadas, y discontinuidades desfavorables donde han ocurrido deslizamientos o existen alta posibilidad de que ocurran.

Tabla de valoración de Precipitación media anual

PRECIPITACIÓN MEDIA ANUAL	
Rango	Categoría
De 600 a 800	1
De 800 a 1000	2
De 1000 a 1200	3
De 1200 a 1500	4
De 1500 a 1800	5

El mapa de peligro por derrumbes es producto del cálculo de mapas por factores condicionantes (edafología, relieve relativo, pendiente y uso de suelo y vegetación) y detonantes (precipitación media anual), que se obtienen al hacer una suma lineal ponderada, es decir, se determinaron pesos

relativos de manera analítica a las variables que componen estos dos factores, dependiendo del grado de influencia que tiene cada variable para que suceda dicho fenómeno. Finalmente se sumaron las resultantes, en la tabla de ponderaciones siguientes:

Tabla de ponderación de factores condicionantes

	Uso de Suelo	Pendientes	Relieve Relativo	Escurrimientos	Rocas	Fallas y Fracturas
Valor de ponderación	0.047	0.244	0.096	0.177	0.307	0.129

Tabla de ponderación por factores

	Factores Condicionante	Factor Detonante
Valor de ponderación	0.70	0.3

Los valores que se obtuvieron de la suma ponderada se clasificaron en cinco, donde el valor de 1 hace referencia a la menor posibilidad de que ocurra un evento de inestabilidad de laderas e inversamente el 5 es el de mayor probabilidad de ocurrencia (ver metodología susceptibilidad). De este resultado, y debido a la naturaleza de los cálculos, se genera una agrupación de pixeles con N números finitos de polígonos, por lo que hay que tener presente que en el resultado de este proceso se pierde detalle, ya que polígonos del mismo valor se agrupan formando áreas extensas dividiendo las geoformas.

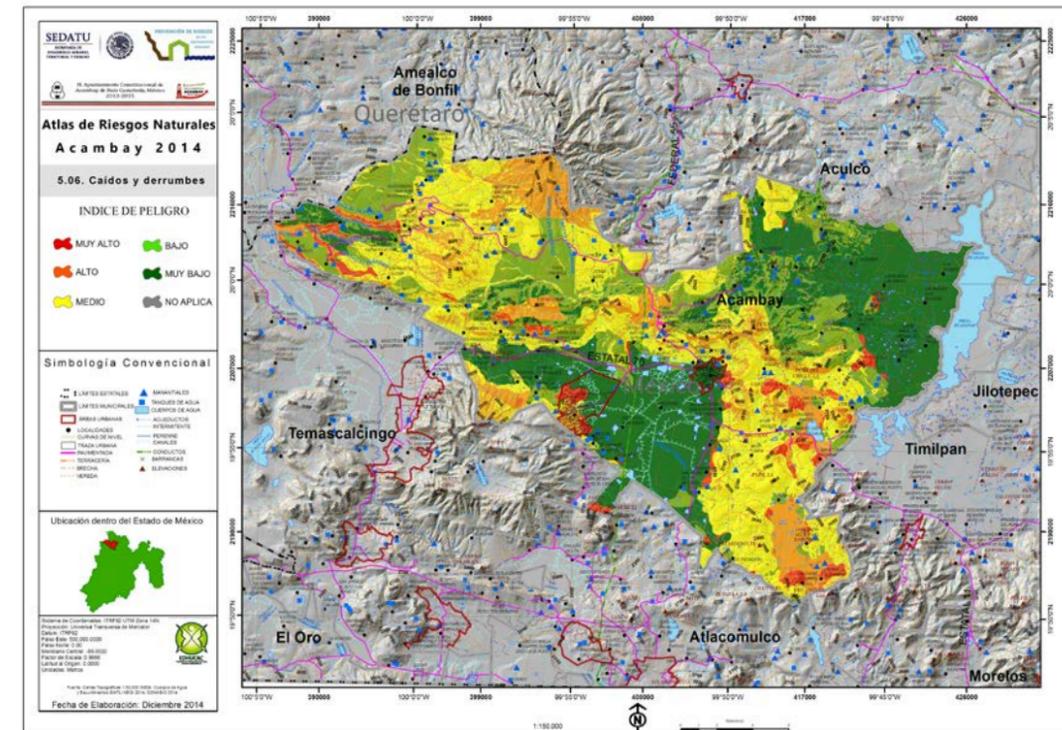
Resultado

De acuerdo con el análisis de peligro, la información bibliográfica y la visita a campo se pudo determinar que el municipio presenta algunas zonas con peligro al fenómeno de caídos y derrumbes, como se puede apreciar en el siguiente mapa y la siguiente tabla, donde se describen y localizan dichas zonas para el municipio de Acambay de Ruiz Castañeda.

Localidades rurales y urbanas con afectaciones por el fenómeno de caídos o derrumbes del Municipio de Acambay de Ruiz Castañeda, Estado de México

PELIGRO	LOCALIDAD URBANA	LOCALIDAD RURAL
Medio	Parte de Pueblo Nuevo	Conejeras Muyteje Cañada del Gallo Puentecillas Rincón de Juando Juando Loma de Enmedio Agostadero (San José Agostadero) Rincón de San Francisco Shaxni San Francisco Shaxni

MAPA 44 Peligro por fenómeno de caídos o derrumbes en el municipio de Acambay de Ruiz Castañeda



En la visita a campo se encontró que en la zona comprendida entre el km 86 y 87 de la carretera Panamericana no. 55, en el fin de semana del 12 al 14 de septiembre de 2014, tuvieron un desprendimiento y caída de fragmentos de material (macizos rocosos) en la zona (siguiente fotografía), fenómeno que provocó la desaparición de algunas casas de esta zona.

Fotografía 10. Zona de derrumbes en Km 86 Carretera No. 55,



Zona de derrumbe es causada por una fractura/falla en la zona, dicho fenómeno afecta la infraestructura carretera ya que cruza la carretera en al menos 2 sitios (siguiente fotografía). Lo que causa reparaciones al menos cada mes, que es lo que nos señalaron los pobladores.

Fotografía 11. Daños a infraestructura carretera, Carretera N. 55.



El día de la visita, que fue el 27 de septiembre de 2014, nos dijeron que la reparación al tramo carretero había sido 15 días antes.

En el Municipio de Acambay de Ruiz Castañeda se tienen registro de derrumbes en las vías de comunicación, por ejemplo, se registró el 24 de octubre de 2013, un desgajamiento en la Carretera Federal no. 5 en un tramo de 10 metros de la vía que conecta Acambay-Atlacomulco y las Palmillas exactamente en el km 92 (ULTRANOTICIAS, 2013).

5.7. Hundimientos

Peligro

Los hundimientos son colapsos producidos por el aplastamiento o remoción del material subyacente. En condiciones naturales las rocas calcáreas y el yeso se van disolviendo lentamente, formando cavernas que al degradarse demasiado pierden estabilidad y se produce el colapso del techo, hundiendo el terreno situado encima. En la superficie se forman depresiones cerradas de forma irregular o circular. Son fenómenos que afectan a veces áreas de miles de metros cuadrados. La mayor parte de los hundimientos de rocas de origen artificial son provocados por la actividad minera, como resultado de la excavación de galerías y cámaras de exploración. Con frecuencia estos colapsos tienen efectos catastróficos en áreas pobladas.

Dicho fenómeno es paulatino o súbito descenso de la superficie del terreno en una determinada área o región. Se tienen identificados procesos por diferentes factores como la extracción de agua (ver subsidencia).

Metodología

De la revisión bibliográfica y visitas a campo no se registran hundimientos, por lo que el criterio utilizado para la elaboración de este apartado fueron los criterios y la información existente en la cartografía temática generada sobre hundimientos regionales y agrietamientos por sobreexplotación de acuíferos del CENAPRED (2001) y la de SEMARNAT de zonas susceptibles a hundimientos. El resultado obtenido del análisis anterior se describe a continuación.

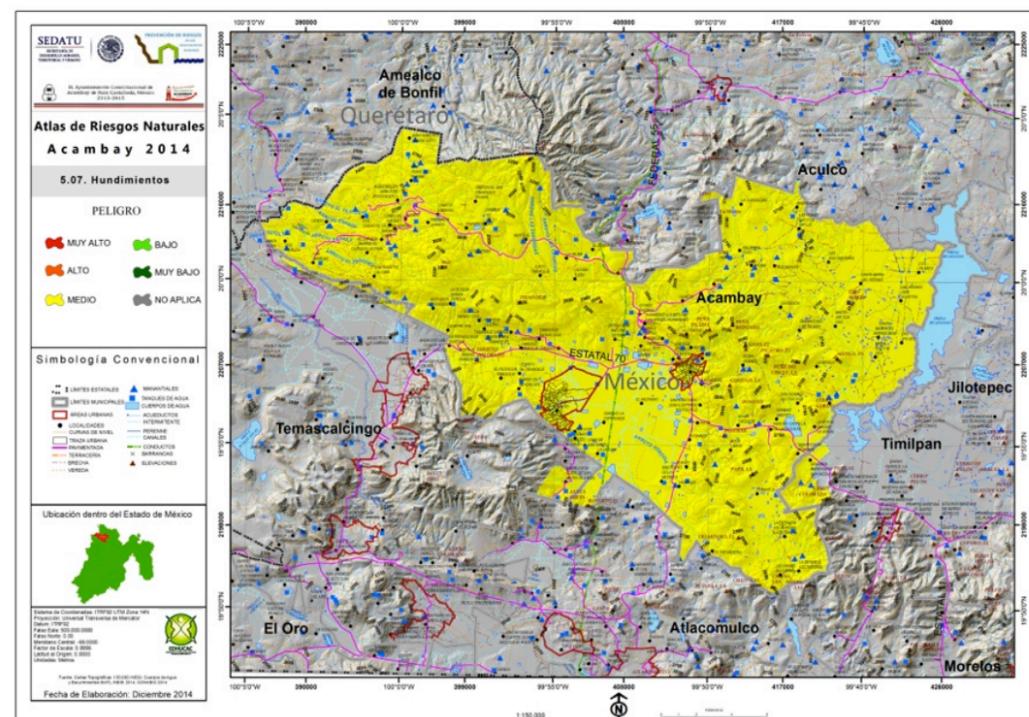
Resultado

De acuerdo con el análisis de peligro y la información bibliográfica se pudo determinar que el municipio presenta zonas con peligro al fenómeno de hundimientos, como se puede apreciar en el siguiente mapa y la siguiente tabla, donde se describen y localizan dichas zonas para el municipio de Acambay de Ruiz Castañeda.

Localidades rurales y urbanas con afectaciones por el fenómeno de hundimiento del Municipio de Acambay de Ruiz Castañeda, Estado de México

PELIGRO	LOCALIDAD URBANA	LOCALIDAD RURAL
Medio	100%	100%

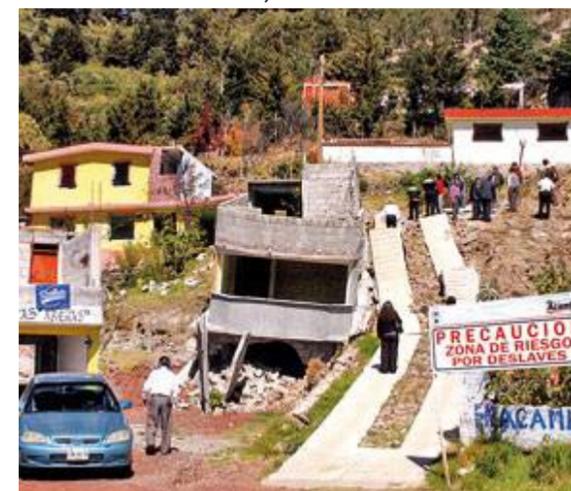
MAPA 45 Peligro al fenómeno de hundimientos en el municipio de Acambay de Ruiz Castañeda



Se tiene registro en el Instituto Geológico de México en 1912 del hundimiento de un bloque rocoso, el cual produjo el terremoto del mismo año en la falla de Acambay-Tixmadej (Lugo et al., 2012). Se estima que el sismo destruyó 740 construcciones, incluyendo la iglesia principal del pueblo y cobró 73 víctimas de una población total de 2000 habitantes, representando un 3.7% de fallecimientos (Monroy, 2009).

Se tienen registros históricos de noticias y redes sociales en la web de otro hundimiento que afectó las comunidades de Dongú y Detiña y fracturó la Carretera Panamericana (No. 55) México-Querétaro. El evento ocurrió en noviembre de 2009.

Figura 6. Zona de hundimiento en las comunidades de Dongú y Detiña, fuente de la imagen diario El Sol de México, 25 de noviembre 2009.



5.8. Subsistencia

Peligro

El término de subsidencia se refiere al hundimiento paulatino de la corteza terrestre, continental o submarina. La subsidencia terrestre, en la cual se centra el presente trabajo, es un fenómeno que implica el asentamiento de la superficie terrestre en un área extensa debido a varios factores, que pueden ser naturales o causados por el impacto de una gran variedad de actividades humanas (Corapcioglu, 1984).

La subsidencia es un fenómeno geológico que no suele ocasionar víctimas mortales, aunque los daños materiales que causa pueden llegar a ser cuantiosos. Es de gran importancia en zonas urbanas, donde los perjuicios ocasionados pueden llegar a ser ilimitados, suponiendo un riesgo importante para edificaciones, canales, conducciones, vías de comunicación, así como todo tipo de construcciones asentadas sobre el terreno que se deforma. *La subsidencia del terreno* es únicamente la manifestación en superficie de una serie de mecanismos subsuperficiales de deformación.

Prokopovich (1979) define desde un punto de vista genético dos tipos de subsidencia: endógena y exógena.

- I. *La subsidencia endógena* hace referencia a aquellos movimientos de la superficie terrestre asociados a procesos geológicos internos, tales como pliegues, fallas, vulcanismo, etc.
- II. *La subsidencia exógena* se refiere a los procesos de deformación superficial relacionados con la compactación natural o antrópica de los suelos.

La subsidencia puede también clasificarse en función de los mecanismos que la desencadenan, por ejemplo la subsidencia por disolución de rocas carbonáticas, yeso o sal, minera, por erosión, por flujo lateral en materiales salinos y arcillas plásticas, por carga, por vibraciones, por extracción de agua, por hidrocompactación y tectónica. Por ejemplo se tienen las actividades extractivas de mineral en galerías subterráneas, la construcción de túneles, la extracción de fluidos (agua, petróleo o gas) acumulados en reservorios subterráneos, el descenso de nivel freático por estiajes prolongados, la disolución natural del terreno y lavado de materiales por efecto del agua, los procesos morfotectónicos y de sedimentación o los procesos de consolidación de suelos blandos u orgánicos, son algunas de las causas de los procesos de subsidencia.

Metodología

Para el cálculo de la subsidencia se realizó un análisis multicriterio abarcando tres variables: edafología, minas y aguas subterráneas presentes en el Municipio, se tiene que la edafología está dividida en cinco categorías, donde 1 es valor de menor susceptibilidad y 5 el de mayor, al no haber una metodología que indique puntos estratégicos para este cálculo, se infirió que los puntos donde se intersecten las variables se podría suscitar un fenómeno de subsidencia.

Memoria de Cálculo

Tabla Valoración y características del factor edafológico

EDAFOLOGÍA			
Tipo	Descripción	Categoría	Nomenclatura
Planosol	Suelos por lo general desarrollados en partes planas o depresiones mal drenados.	1	Muy Bajo
Vertisol	Suelo denominado de volteo hacia abajo, de color oscuro de textura fina o muy fina, con propiedades expansivas. Formados comúnmente en zonas planas y de pendiente suave.	1	
Feozem	Suelos de color negro, de gran porosidad, de estructura granular, textura de migajón, limo arcilloso. Asociada a zona planas.	2	Bajo
Litosol	Suelos con roca dura a muy poca profundidad formadas en rocas montañosas.	3	Moderado
Luvisol	Suelos resultado de la acumulación aluvial de arcillas, poco permeable, textura media a fina, expuesto a erosión y en pendientes fuertes aunque la mayoría está en pendientes suaves.	4	Alto

EDAFOLOGÍA			
Andosol	Suelos formados por materiales ricos en vidrio volcánico (ceniza volcánica), textura de migajón o más fina, se encuentran en zonas planas a pendientes fuertes.	5	Muy Alto

Resultado

A partir de lo Anterior, se obtuvieron 17 puntos donde puede suceder este fenómeno, de los puntos localizados 13 sitios están relacionados con orígenes geológicos (aparato volcánico y minas) y las cuatro restantes a aguas subterráneas (pozos y manantiales). En la siguiente tabla se muestra la distribución de los 17 sitios localizados, se anexa coordenadas en CCL.

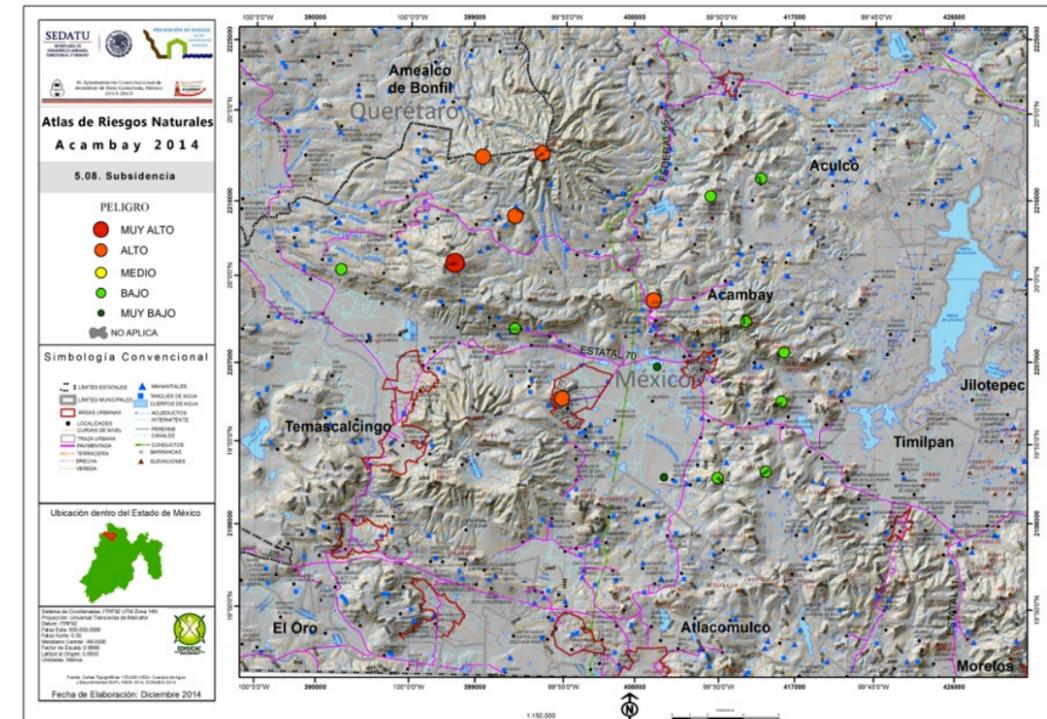
Distribución de sitios de peligro por subsidencia

No.	X	Y	ENTIDAD	TIPO	INTENSIDAD
1	2,725,274.048	894,910.102	APARATO VOLCÁNICO	INACTIVO	BAJO
2	2,728,090.318	895,944.997	APARATO VOLCÁNICO	INACTIVO	BAJO
3	2,704,627.512	890,447.084	MINA	N/A	BAJO
4	2,727,408.686	887,988.714	APARATO VOLCÁNICO	INACTIVO	BAJO
5	2,729,581.409	886,330.505	APARATO VOLCÁNICO	INACTIVO	BAJO
6	2,729,481.860	883,579.206	APARATO VOLCÁNICO	INACTIVO	BAJO
7	2,728,674.293	879,669.320	APARATO VOLCÁNICO	INACTIVO	BAJO
8	2,725,986.285	879,269.411	APARATO VOLCÁNICO	INACTIVO	ALTO
9	2,714,336.794	893,601.446	APARATO VOLCÁNICO	INACTIVO	ALTO
10	2,712,454.854	896,845.863	APARATO VOLCÁNICO	INACTIVO	ALTO
11	2,715,798.345	897,120.025	APARATO VOLCÁNICO	INACTIVO	ALTO
12	2,722,200.958	889,053.280	MINA	N/A	ALTO
13	2,710,997.751	890,916.788	APARATO VOLCÁNICO	INACTIVO	MUY ALTO
14	2,722,471.318	885,379.052	AGUA SUBTERRANEA	AGUA SUBTERRANEA	MUY BAJO
15	2,722,984.817	879,225.858	AGUA SUBTERRANEA	AGUA SUBTERRANEA	MUY BAJO
16	2,714,445.811	887,338.306	AGUA SUBTERRANEA	AGUA SUBTERRANEA	BAJO
17	2,717,179.812	883,505.489	AGUA SUBTERRANEA	AGUA SUBTERRANEA	ALTO

A través de la Comisión del Agua del Estado de México se localizaron pozos profundos donde se extrae agua para el consumo humano, sin embargo, ni uno de ellos se encuentra dentro del municipio. Los más cercanos son Temascalcingo y Atacomulco, que suministran agua potable de manera local por lo que no influyen en procesos de subsidencia en el municipio.

En el municipio se localizaron por medio de la cartografía de aguas subterráneas de INEGI 5 puntos de interés, de los cuales no se tiene reportes de los gastos de extracción. En la siguiente tabla se muestra la información existente para estos puntos de interés.

MAPA 46 Peligro a los fenómenos de subsidencias en el municipio de Acambay de Ruiz Castañeda



X_CCL	Y_CCL	OBRA	FECHA	CALIDAD	USO
2714480	887220.6	MANANTIAL	22/06/1982	C1-S1	DOMESTICO Y PECUARIO
2722510	885261.4	POZO	12/06/1982	C2-S1	DOMESTICO
2717220	883387.8	MANANTIAL	23/06/1982	C1-S1	DOMESTICO
2723020	879108.2	POZO	23/06/1982	C2-S1	DOMESTICO
2709040	895903.4	MANANTIAL	09/02/1982	C1-S1	DOMESTICO

De acuerdo con el análisis de peligro, la información bibliográfica y la visita a campo se pudo determinar que el municipio presenta zonas con peligro al fenómeno de hundimientos, como se puede apreciar en el siguiente mapa, donde se muestra las zonas peligro del Municipio de Acambay de Ruiz Castañeda. Donde se obtuvieron 17 puntos susceptibles a este fenómeno, de los puntos localizados, 13 sitios están relacionados con orígenes geológicos (aparato volcánico y minas) y los cuatro restantes a aguas subterráneas (pozos y manantiales). De estos puntos, los que se localizan en la localidad de Pueblo Nuevo y el Dongu Puerto se ubican en el polígono de riesgo alto, el primero asociado a aguas subterráneas y el segundo asociado a minas. En siguiente tabla se enlistan las poblaciones peligro del Municipio.

Localidades rurales y urbanas con afectaciones por el fenómeno de subsidencia del Municipio de Acambay de Ruiz Castañeda, Estado de México

PELIGRO	LOCALIDAD URBANA	LOCALIDAD RURAL
Alto	Pueblo Nuevo	Dongu Puerto (a 600 m de distancia)

5.9. Agrietamientos

Peligro

El agrietamiento de la superficie del terreno es una manifestación de una serie de desplazamientos verticales y horizontales del subsuelo en un área amplia que resulta del problema de hundimiento regional por la extracción excesiva mediante bombeo profundo de agua subterránea, normalmente con fines de abastecimiento para uso agrícola, urbano o industrial, en zonas del país donde este recurso natural es escaso.

Los agrietamientos son del tipo de diaclasas. Las diaclasas o juntas, son fracturas en las rocas que no presentan desplazamiento trasversal que sea detectable, sólo manifiestan un poco de movimiento extensional. Por su origen se dividen en:

- ✓ *Fisuras de enfriamiento*, las que se originan durante el enfriamiento de la roca magmática.
- ✓ *Grietas de desecación*, que se forman durante la desecación del barro o lodo bajo condiciones atmosféricas determinadas.

Existe otro tipo de grietas que resultan de actividades antrópicas a las que se denominan agrietamiento. Se presentan en la superficie del terreno en lugares donde la extracción de agua sobrepasa la reserva natural de los acuíferos, así como a los diferentes tipos de materiales y al régimen hidrológico de cada zona. En México, la mayor parte de las ciudades que sufren el fenómeno de agrietamiento y subsidencia del terreno se encuentran localizadas en la zona norte de la provincia geológica conocida como Cinturón Volcánico Transmexicano y en algunos estados del altiplano central como el Distrito Federal, Estado de México y algunas regiones de Puebla e Hidalgo.

En algunos municipios del Estado de México se ha reportado desde hace aproximadamente dos décadas la aparición continua de fracturas (“grietas”) tanto en terrenos de uso agrícola como en terrenos de zonas urbanas.

La hipótesis sobre el origen de estas fracturas es muy similar a la establecida para otras urbes del centro del país, tal es el caso de las ciudades de Querétaro, Celaya, Aguascalientes, Morelia, San Luis Potosí y Distrito Federal, en las cuales el crecimiento de la población ha ido en aumento en las últimas dos décadas.

Este crecimiento acelerado de la población ha propiciado la extracción desmedida del agua del subsuelo a fin de satisfacer las necesidades, generando problemas serios geológico-ambientales

tales como degradación y deshidratación del suelo y por consecuencia su hundimiento diferencial y fracturamiento del terreno.

Este último fenómeno geológico ha ocasionado severos problemas tales como el “rompimiento” progresivo de terrenos de cultivo, pavimento, aceras de calle, tuberías de drenaje y agua potable, así como una serie de daños en casas habitación y en algunos edificios públicos.

Metodología

El criterio utilizado para la elaboración de dicho apartado fueron los criterios y la información existente de INEGI sobre fallas y fracturas registradas en la República Mexicana, donde el Municipio cuenta con fallas cercanas. El resultado obtenido del análisis anterior se describe a continuación:

Memoria de Cálculo

Tabla Valoración de Fallas y Fracturas

Distancia considerada	Peso relativo
50 m	5
100 m	4
150 m	3
200 m	2
250 m	1

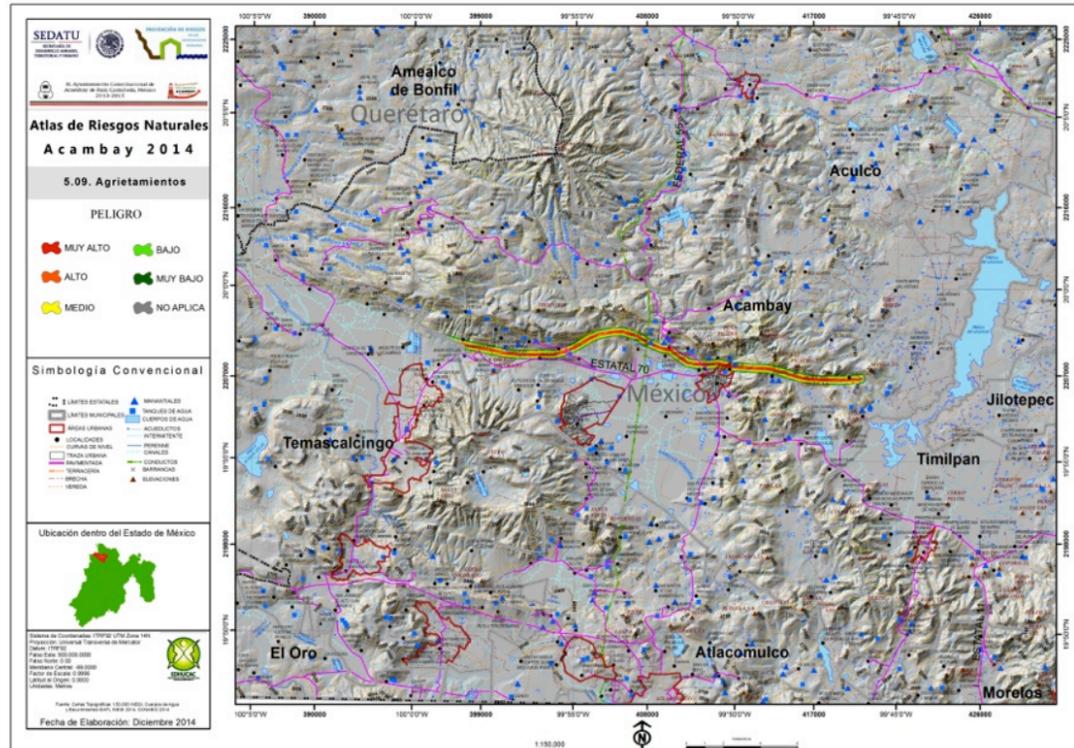
Fallas o fracturas

Dentro del Municipio de Acambay de Ruiz Castañeda se cuenta con diversas fallas, algunas son la falla de San Mateo, ubicada en la parte central del Cinturón volcánico, la falla Tixmadeje-Acambay de Ruiz Castañeda, ubicada en la zona occidental del graben, y al sur se encuentra la falla Pastores. Las fallas consideradas como prioritarias por su potencial sísmológico son la falla de Acambay y la de Pastores (Ortuño *et al.*, 2010).

La falla Acambay-Tixmadeje es una agrupación de fallas localizada entre los poblados de los mismos nombres, que sirven de límite meridional al macizo montañoso del mismo nombre y que constituye al mismo tiempo la pared septentrional del valle de Acambay de Ruiz Castañeda. Son fallas normales que se extienden a lo largo de aproximadamente 40 km con una orientación que tiende al ESE-WNW. Sus planos se inclinan hacia el sur alcanzando hasta 70°. Dichas fallas cortan rocas asignadas al Mioceno y en conjunto constituyen un desnivel topográfico escalonado de unos 400 m (Martínez-Reyes y Nieto-Samaniego, 1990).

Se tiene registro del Instituto Geológico de México que en la falla Acambay-Tixmadeje (siguiente mapa) se produjo un hundimiento en uno de sus bloques rocosos lo que produjo un terremoto en 1912 en la zona de Acambay de Ruiz Castañeda (Lugo *et al.*, 2012).

MAPA 47 Zona de peligro por el fenómeno de agrietamiento (por fallas y fracturas)



Localidades rurales y urbanas con afectaciones por el fenómeno de fallas

PELIGRO	LOCALIDAD URBANA	LOCALIDAD RURAL
Medio por cercanía	Villa de Acambay de Ruíz de Castañeda	Rancho la Venta Boshi Chiquito Dongu Barrio Dos Botidi Tixmadeje Barrio Dos Huamango (La Mesa de San Miguel Huamango) Dongu Puerto Boti (Boti Agostadero) Los Sauces Dateje San Agustín la Loma Conejeras Muyteje Loma de Enmedio La Terquedad

De acuerdo con la información y el recorrido realizado en el Municipio de Acambay de Ruíz Castañeda, a la altura del km 86 y 87 de la Carretera Panamericana no. 55 encontramos una falla que tiene su origen en la ladera de la cordillera, ubicada a los costado de la carretera (ambos), cruzándola completamente y afectando la infraestructura carretera en dos zonas bien definidas y varias partes pequeñas, donde empieza a fracturar y agrietar parte de la carretera, además de las afectaciones a las casas de los residentes aledaños, y que se puede considerar que habitan zonas de peligro (véanse las fotografías).



Resultado

De acuerdo con el análisis de peligro, la información bibliográfica y la visita a campo se pudo determinar que el municipio presenta zonas con peligro al fenómeno de falla y fracturas, como se puede apreciar en el siguiente mapa y la siguiente tabla, donde se describen y localizan dichas zonas para el municipio de Acambay de Ruíz Castañeda.

Fotografía 13. Panorámica de fractura en ladera al costado de la Carretera Panamericana No. 55 municipio de Acambay de Ruiz Castañeda, Estado de México



Fotografía 14. Zona 1 de daño por fracturas a infraestructura carretera, Carretera No. 55.



Fotografía 15. Zona 2 de daño por fracturas a infraestructura carretera, Carretera No. 55,



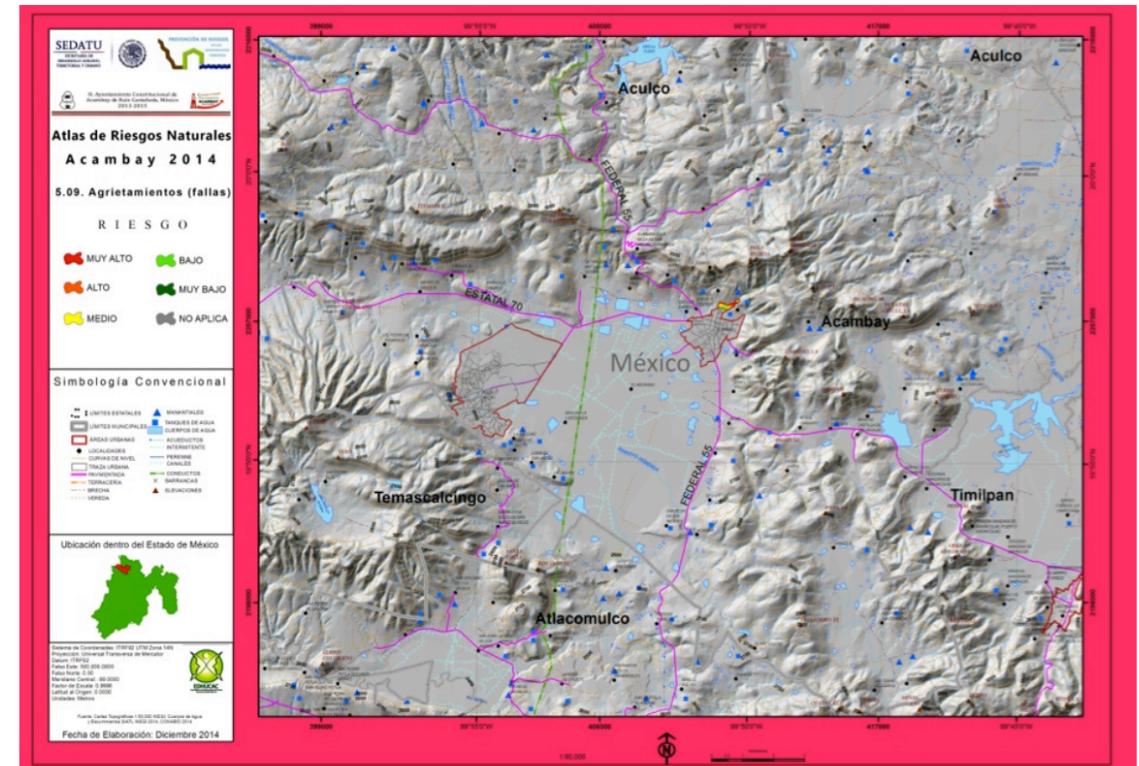
Fotografía 16. Panorámica de la zona 1 y 2 de daño por fracturas a la infraestructura carretera, Carretera No. 55



Fotografía 17. Agrietamientos sobre la infraestructura carretera



MAPA 48 Riesgo por agrietamiento en el municipio de Acambay de Ruiz Castañeda



Riesgo de agrietamiento (fallas)

Según la Ley General de Protección Civil, el riesgo es la probabilidad de que se produzca un daño, originado por un fenómeno perturbador; la UNESCO: define el riesgo como la posibilidad de pérdida tanto en vidas humanas como en bienes o en capacidad de producción. La siguiente matriz le da el valor relativo y ponderado a vulnerabilidad y peligro Riesgo de agrietamiento para determinar el grado de riesgo que puede tener en el municipio.

Matriz de decisión RIESGOS GEOLÓGICOS
Vulnerabilidad / Peligro para Fallas

		Peligro				
		MUY BAJO	BAJO	MEDIO	ALTO	MUY ALTO
Vulnerabilidad	MUY BAJA	Riesgo: Muy bajo	Riesgo: Muy bajo	Riesgo: Bajo	Riesgo: Bajo	Riesgo: Muy alto
	BAJA	Riesgo: Bajo	Riesgo: Bajo	Riesgo: Bajo	Riesgo: Medio	Riesgo: Muy alto
	MEDIA	Riesgo: Bajo	Riesgo: Medio	Riesgo: Medio	Riesgo: Medio	Riesgo: Muy alto
	ALTA	Riesgo: Medio	Riesgo: Medio	Riesgo: Alto	Riesgo: Alto	Riesgo: Muy alto
	MUY ALTA	Riesgo: Medio	Riesgo: Alto	Riesgo: Alto	Riesgo: Muy alto	Riesgo: Muy alto

Con la definición antes mencionada y los valores definidos para vulnerabilidad y peligro, se obtuvo por medio de cruces geográficos cuánta población se encuentra en riesgo de **agrietamiento** a través de la siguiente fórmula: $riesgo = vulnerabilidad \times peligro$. A continuación se presenta la tabla de afectaciones a partir del cruce de la matriz de decisiones con la vulnerabilidad desarrollada anteriormente y el peligro calculado en el presente capítulo.

Población por nivel de riesgo de Fallas			
Riesgo	Manzanas	Población	Viviendas
MUY ALTO	1	70	17
ALTO	4	130	32
MEDIO	4	130	32
BAJO	4	136	34
MUY BAJO	4	136	34

a. Ondas cálidas y gélidas

Se llama onda cálida a la parte frontal de una masa de aire tibio que avanza para remplazar a una masa de aire frío, que retrocede. Generalmente, con el paso del frente cálido la temperatura y la humedad aumentan, la presión sube y aunque el viento cambia no es tan pronunciado como cuando pasa un frente frío. La precipitación en forma de lluvia, nieve o llovizna se encuentra generalmente al inicio de un frente superficial, así como las lluvias convectivas y las tormentas. La neblina es común en el aire frío que antecede a este tipo de frente. A pesar que casi siempre aclara una vez pasado el frente, algunas veces puede originarse neblina en el aire cálido.

Las temperaturas máximas extremas se definen de la siguiente manera: es la mayor temperatura del aire alcanzada en un lugar en un día (máxima diaria), en un mes (máxima mensual) o en un año

(máxima anual). También puede referirse a la temperatura máxima registrada en un lugar durante mucho tiempo (máxima absoluta). En condiciones normales, y sin tener en cuenta otros elementos del clima, las temperaturas máximas diarias se alcanzan en las primeras horas de la tarde, por su parte las máximas mensuales suelen alcanzarse durante julio o agosto en la zona templada del hemisferio norte y en enero o febrero en el hemisferio sur.

Las máximas absolutas dependen de muchos factores, sobre todo de la insolación, de la continentalidad, de la mayor o menor humedad, de los vientos y de otros. Las temperaturas extremas, tanto altas como bajas, pueden causar disturbios fisiológicos y daños a diferentes órganos provocando enfermedad o la muerte en los seres humanos. Una de las consecuencias más seguras y directas del cambio climático es un aumento en la morbilidad y la mortalidad humanas en períodos de clima extremos como son las olas de calor.

La letalidad de una ola de este tipo aumenta si ocurre al principio del verano (cuando la población todavía no ha podido aclimatarse al calor), si es de larga duración y si hay temperaturas nocturnas elevadas. Estos efectos son peores en las ciudades debido al “efecto de isla de calor urbano” que involucra la liberación nocturna del calor almacenado durante el día en el cemento y los materiales metálicos urbanos.

Como ejemplo se puede citar la ola de calor que causó la muerte de más de 500 personas en julio de 1995 en la ciudad de Chicago, EE.UU. (WHO 2001). Las personas mayores con problemas cardiacos o respiratorios son particularmente vulnerables porque el calor extremo puede exacerbar estas condiciones preexistentes. La falta de acceso a sistemas de aire acondicionado aumenta también el riesgo de muerte por calor lo que introduce un factor socio-económico.



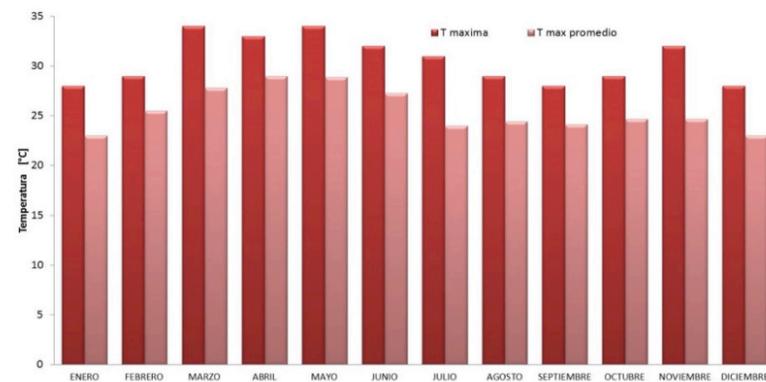
Situación local ondas cálidas

Si bien Acambay de Ruiz Castañeda pudiera clasificarse como un municipio con temperaturas promedio anuales bajas, el promedio es de 13.86°C, la ocurrencia de temperaturas altas no puede descartarse completamente. La temperatura máxima registrada en la estación 15001 es de 34 °C, ésta se presentó en mayo de 1977, en ese mes es donde se alcanzan las mayores temperaturas

anuales. Se utilizó esta estación ya que por su localización geográfica es la de mayor influencia en el Municipio.

Grafica 18.

Grafica 19. Temperaturas máximas mensuales históricas y máximas promedio



Fuente: registros en la estación climatológica 15001.

Metodología para la determinación del peligro por ondas cálidas

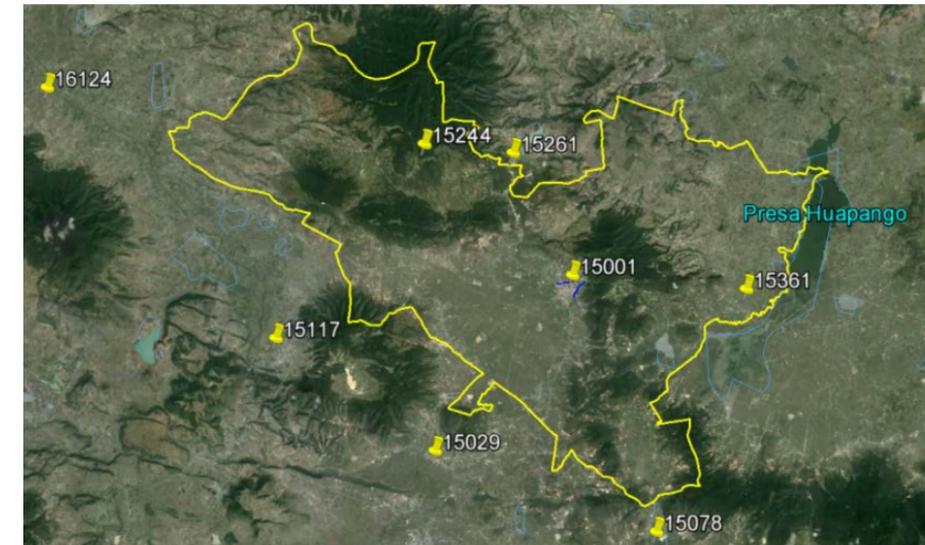
Se integró una base de datos de temperaturas máximas diarias de las estaciones de la red de estaciones climatológicas del Servicio Meteorológico Nacional (SMN), que inciden o que se encuentran cercanas al municipio. En la siguiente tabla se muestran las estaciones climatológicas.

TABLA 22 Estaciones climatológicas que tienen influencia en el municipio de Acambay de Ruiz Castañeda para temperaturas máximas

CLAVE	NOMBRE	PERIODO	CLAVE	NOMBRE	PERIODO
15001	Acambay de Ruiz Castañeda	1957-2006	15261	El Jazmín	1978-2008
15029	El Tejocote	1969-2010	15244	Muyteje	1978-2008
15078	Presa Fco Trinidad	1961-2009	15361	Pozo ocho	1982-2008
15117	Temascalzingo	1962-2008	16124	Temascales	1943-2006

En la siguiente figura se muestra la localización geográfica de las estaciones climatológicas.

Figura 7. Localización de las estaciones climatológicas para el municipio de Acambay de Ruiz Castañeda



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

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

- I. Se determinan los días con granizo anuales de cada una de las estaciones climatológicas.
- II. Rellenado de datos faltantes, en caso de existir.
- III. Filtrado de datos que pudieran afectar la muestra.
- IV. Ajuste de función de probabilidad.
- V. Estimación de días con tormenta de granizo asociados a diferentes periodos de retorno.
- VI. Interpolación para determinar las isotermas por tormenta de granizo para el Municipio.

Memoria de cálculo para la determinación del peligro por ondas cálidas

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

La función que presenta el menor error a cuadrar era la que se utilizaba para el cálculo de los periodos de retorno antes mencionados.

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

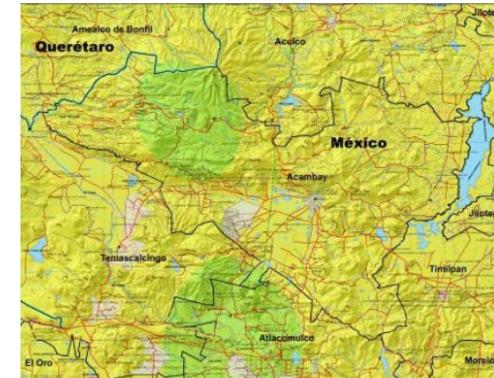
TABLA 23

TABLA 24 Temperaturas máximas asociadas a diferentes periodos de retorno [°C]

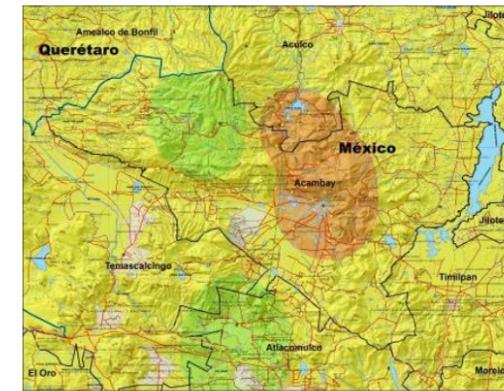
ID ESTACIÓN	Tr			
	5	10	25	50
15261	31.18	32.94	34.64	36.00
15260	29.96	31.02	32.03	33.00
15244	26.12	27.04	27.92	29.07
15001	31.56	33.00	34.90	37.01
15029	27.05	28.31	29.52	31.09
15361	29.76	31.09	32.00	34.00
15117	31.24	32.19	33.11	34.29
16124	30.45	31.20	31.92	32.85
15078	29.10	29.96	30.85	32.00

Fuente: elaboración propia en base a registros de CLICO

Mapas de nivel de peligro por temperaturas máximas de acuerdo a su periodo de retorno (escala cromática rojo (MUY ALTO), naranja (ALTO), amarillo (MEDIO), verde (BAJO) y verde olivo (MUY BAJO)).



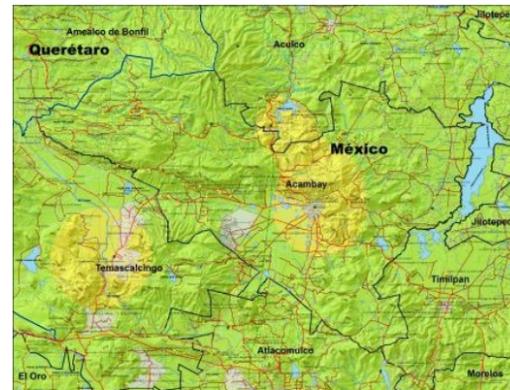
PR 10 años ..



PR 25 años

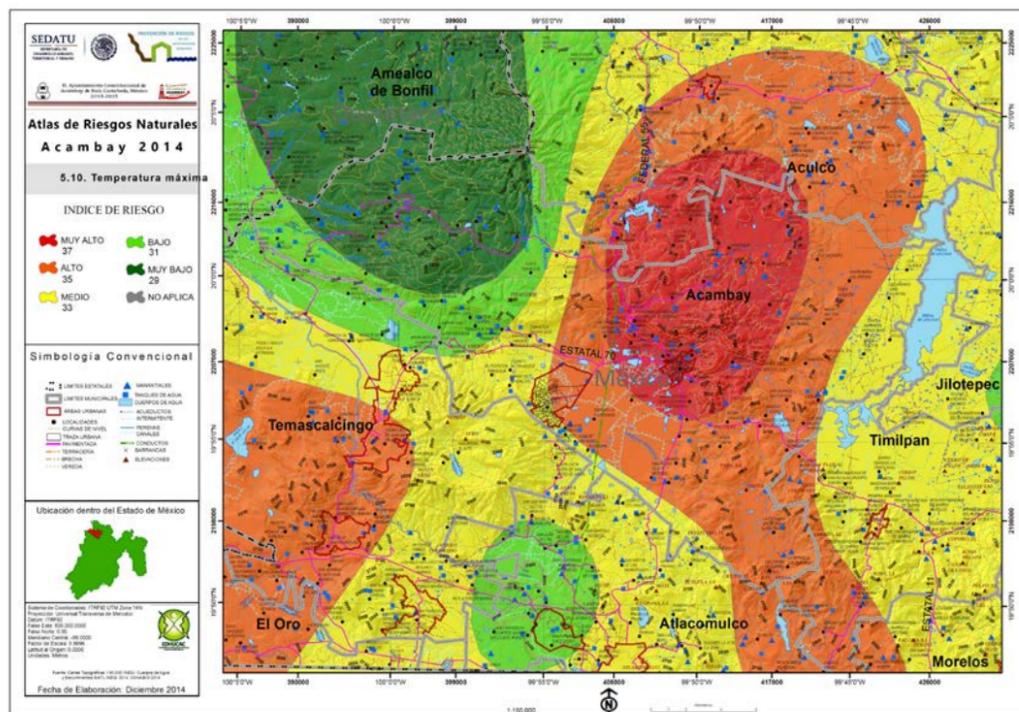
Resultados en ondas cálidas

En el siguiente mapa se presenta la distribución del índice de riesgo para ondas cálidas para un periodo de retorno de 50 años, esto para representar la situación más desfavorable para este municipio.



PR 5 años

MAPA 49 Índice de riesgo por ondas cálidas en el municipio



5.10.2. Ondas gélidas

Las ondas gélidas, como su nombre lo indica, son ondas de frío intenso que provocan daños en la población y en sectores productivos como la agricultura. En el municipio razón del presente análisis, se registran de manera recurrente ondas gélidas derivadas de frentes fríos que afectan a la región en general. Los frentes fríos corresponden a la porción delantera de una masa polar, transportan aire frío que, en su avance hacia el sur, interacciona con aire caliente. Se caracterizan por fuertes vientos, nublados y precipitaciones si la humedad es suficiente.

La frecuencia de los frentes es muy variable y depende de su origen, la mayoría viene del océano Pacífico (origen marítimo polar), algunos vienen del norte (polar continental) y otros tienen origen ártico continental.

Situación local ondas gélidas

En el municipio de Acambay de Ruiz Castañeda todos los años se han registrado temperaturas bajo cero, que van de noviembre a febrero, lo que indica que la mitad del año presenta en algún momento temperaturas bajas.

En la siguiente gráfica se muestran las temperaturas mínimas medias mensuales en la estación climatológica 15001. Esta estación es por su ubicación geográfica la más representativa del municipio.

Gráfica 20. Temperaturas mínimas medias mensuales en la estación 15001



Fuente: registros en la estación climatológica 15001.

Metodología para la determinación del peligro por ondas gélidas

Se integró una base de datos de temperaturas mínimas diarias de las estaciones de la red de estaciones climatológicas del Servicio Meteorológico Nacional (SMN) que inciden o que se encuentran cercanas al municipio. En la siguiente tabla se muestran las estaciones climatológicas.

TABLA 25 Estaciones climatológicas que tienen influencia en el municipio de Acambay de Ruiz Castañeda para temperaturas mínimas

CLAVE	NOMBRE	PERIODO	CLAVE	NOMBRE	PERIODO
15001	Acambay	1957-2006	15261	El Jazmín	1978-2008
15029	El Tejocote	1969-2010	15244	Muyteje	1978-2008
15078	Presa Fco Trinidad	1961-2009	15361	Pozo ocho	1982-2008
15117	Temascalcingo	1962-2008	16124	Temascales	1943-2006

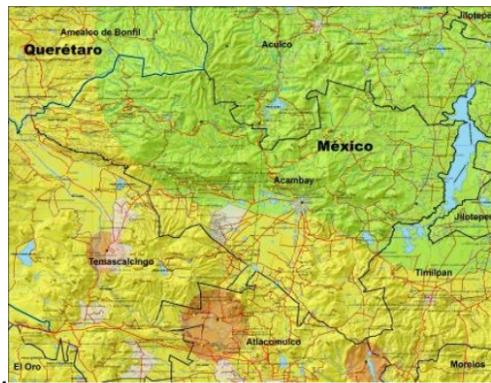
Fuente: Elaboración propia en base a registros de CLICOM y CONAGUA

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

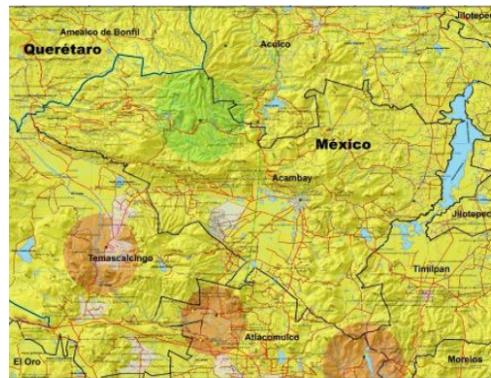
- I. Se determinan las temperaturas mínimas anuales de cada una de las estaciones climatológicas.
- II. Rellenado de datos faltantes, en caso de existir.
- III. Filtrado de datos que pudieran afectar la muestra.
- IV. Ajuste de función de probabilidad.
- V. Estimación de temperaturas mínimas asociados a diferentes periodos de retorno.
- VI. Interpolación para determinar las isothermas para el Municipio.

Mapas de nivel de peligro por temperaturas mínimas de acuerdo a su periodo de retorno (escala cromática rojo (MUY ALTO), naranja (ALTO), amarillo (MEDIO), verde (BAJO) y verde olivo (MUY BAJO)).

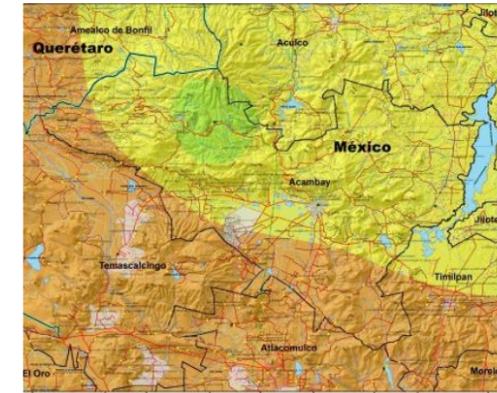
PR 5 años.....



PR 10 años



PR 25 años



Memoria de cálculo para la determinación del peligro por ondas cálidas

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

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

TABLA 26 Temperaturas mínimas asociadas a diferentes periodos de retorno [°C]

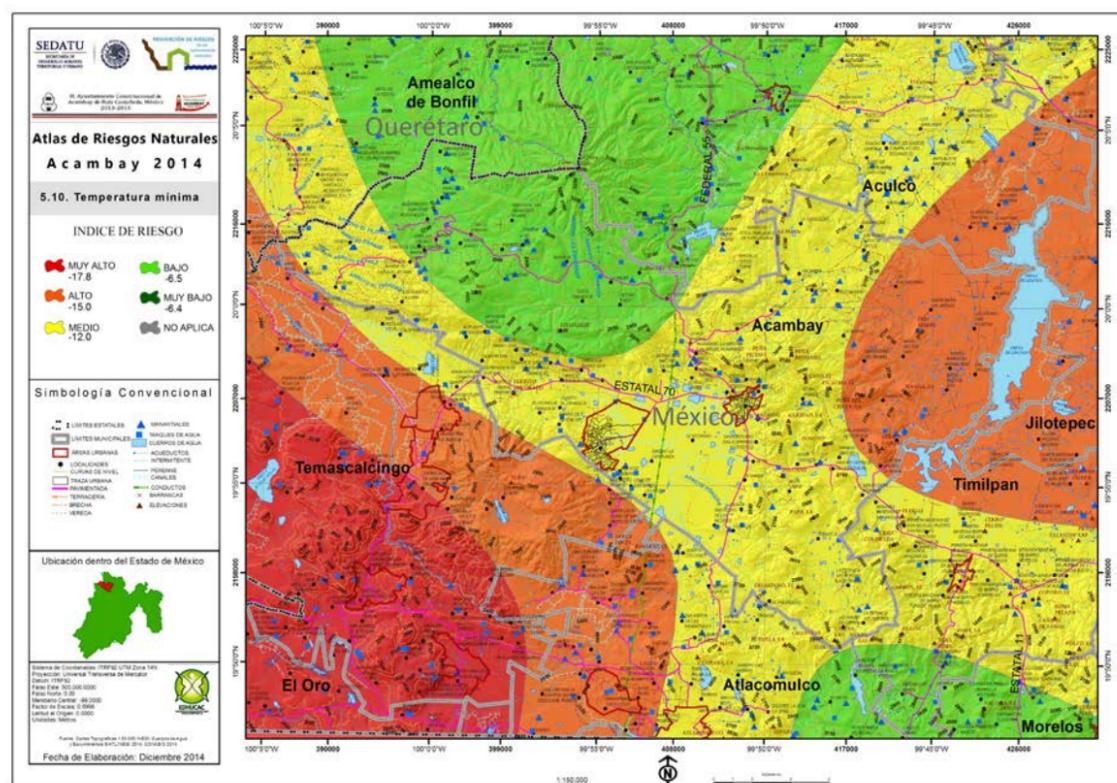
ID ESTACIÓN	Tr			
	5	10	25	50
15261	31.18	32.94	34.64	36.00
15260	29.96	31.02	32.03	33.00
15244	26.12	27.04	27.92	29.07
15001	31.56	33.00	34.90	37.01
15029	27.05	28.31	29.52	31.09
15361	29.76	31.09	32.00	34.00
15117	31.24	32.19	33.11	34.29
16124	30.45	31.20	31.92	32.85
15078	29.10	29.96	30.85	32.00

Fuente: elaboración propia en base a registros de CLICOM

Resultados en ondas gélidas

En el siguiente mapa se presenta la distribución del Índice de riesgo para ondas gélidas para un periodo de retorno de 50 años, esto para representar la situación más desfavorable para este municipio.

MAPA 50 Índice de riesgo por ondas gélidas en el municipio.



5.11. Sequías

La sequía, como fenómeno natural asociado al ciclo hidrológico, ha sido poco estudiada y no precisamente por carecer de importancia, sino por lo complicado que resulta analizarla debido a los múltiples factores que son causa y efecto de la misma. De hecho, el reconocimiento de la sequía como fenómeno hidrológico extremo dista mucho de tener las características de otros como son las grandes avenidas. Por ello, se ha llegado a mencionar que la sequía es un «no evento», debido a que su ocurrencia, sobre todo en su inicio, no es fácilmente detectable como tal, sino que se le reconoce por los efectos que causa después de un cierto tiempo.

Para la caracterización de la sequía es muy importante determinar su duración, su intensidad o valor promedio del déficit de humedad y la severidad en términos del valor acumulado del déficit, de tal manera que estos parámetros ayudan en la difícil tarea de su catalogación. La distribución temporal y espacial de la precipitación (en cualquiera de sus formas: lluvia, nieve, granizo, etc.) determina si se presenta o no la sequía en una región. La severidad de la sequía radica en que es variable en el espacio ya que puede abarcar grandes extensiones de territorio, además de durar meses o años,

por lo que sus efectos pueden ser catastróficos en comunidades que no se encuentran suficientemente preparadas para afrontarlas.

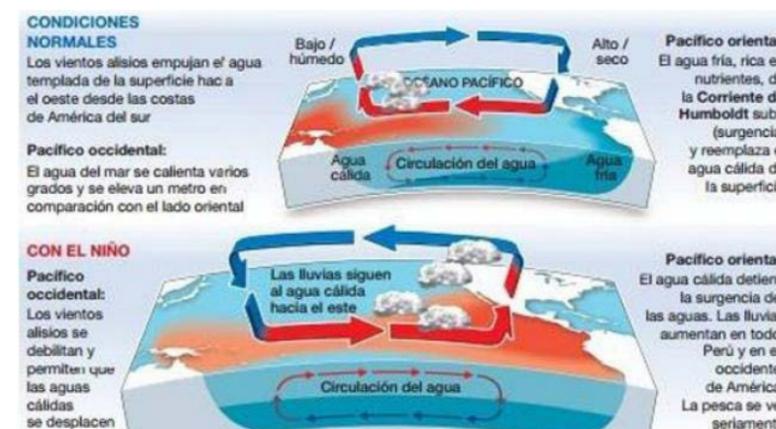
Causas de las sequías

Las principales causas de las sequías están relacionadas con cambios en las presiones atmosféricas y alteraciones en la circulación general de la atmósfera (variaciones de los vientos a escala planetaria), así como modificaciones en la cantidad de luz solar reflejada en la superficie de la Tierra, cambios en la temperatura de la superficie de los océanos e incrementos en las concentraciones de bióxido de carbono en la atmósfera, que a su vez ocasionan variaciones espacio-temporales de las precipitaciones.

Fenómeno de *el niño*

Una de las causas de las sequías se atribuye a los cambios en la circulación general atmosférica que son provocados por el fenómeno de *el niño*. Básicamente, este fenómeno consiste en un incremento de la temperatura de la superficie del mar en el Pacífico ecuatorial que provoca una disminución en el ascenso de aguas frías frente a las costas de Perú (sustento de una gran diversidad biológica) y que origina grandes cambios en los vientos y el transporte de humedad (Figura 11). La aparición de estas aguas cálidas fue identificada por los pescadores del Perú, quienes observaron una disminución en la cantidad de peces capturados y le dieron el nombre de *el niño*, porque se presentaba a finales de diciembre, coincidiendo con la temporada de Navidad.

Figura 8. Condiciones normales del Pacífico tropical y Condiciones del Pacífico tropical durante *el niño*



Fuente: Anastasia Gubin, *La Gran Época*.

El niño está relacionado con la *Oscilación del Sur*, esta última es una disminución de la presión atmosférica entre el Pacífico tropical oriental y occidental y que trae aparejadas variaciones

climáticas a escala global. El acoplamiento entre ambos se conoce con el nombre de *el niño-Oscilación del Sur* (ENSO). El ciclo del ENSO es irregular y genera perturbaciones atmosféricas que resultan en impactos climáticos a escala regional y global tales como sequías, lluvias intensas, períodos de calor y frío. Se pueden mencionar las grandes sequías que han afectado a países como Australia, Indonesia, noreste de Brasil y sur de África a causa de *el niño*. Existen lapsos durante los cuales las aguas marinas superficiales del Pacífico ecuatorial, en lugar de calentarse se enfrían por abajo de cierta temperatura que también tiene consecuencias en el clima, a este fenómeno se le conoce como *La Niña*, por contraponerse a las condiciones del fenómeno de *el Niño*.

En los últimos años, la sequía ha adquirido una gran relevancia por los daños que ocasiona, que con frecuencia superan en magnitud a los que producen otros fenómenos hidrometeorológicos, y se torna más amenazador por el calentamiento atmosférico asociado al cambio global, entre cuyas secuelas el aumento en la frecuencia de sequías en determinadas zonas del planeta es uno de los más serios problemas que enfrentará la humanidad, en especial los países ubicados en las zonas subtropicales, donde los altos niveles de radiación solar y evaporación se combinan con escasas precipitaciones y favorecen la recurrencia de periodos prolongados de sequía en áreas extensas (Salati y Nobre, 1991).

Metodología para la determinación del peligro por Sequías

Tomando como base los registros de precipitación históricos en las estaciones climatológicas 15001, 15029, 15078, 15117, 15261, 15244, 15361 Y 15124, se calculó el índice de severidad para cada año de lluvia, respecto de la media histórica en cada estación de medición climatológica.

El índice de índices de aridez de acuerdo al método utilizado por María Engracia Hernández, se describe a continuación, donde:

$$IS = \frac{\sum Y - \sum X}{\sum X}$$

Y= Precipitación mensual registrada

X= Precipitación mensual histórica

Calculados los índices de severidad para cada año de la muestra (1981-2008), se tipifican de acuerdo a la clasificación propuesta a continuación. El índice de severidad de la sequía meteorológica se clasificó en siete grados (Sancho y Cervera, et al., 1980):

- I. Extremadamente severo (mayor de 0.8)
- II. Muy severo (0.6 a 0.8)
- III. Severo (0.5 a 0.6)
- IV. Muy fuerte (0.4 a 0.5)
- V. Fuerte (0.35 a 0.4)
- VI. Leve (0.2 a 0.35)
- VII. Ausente (<0.2)

Memoria de cálculo para la determinación del peligro por sequías

De cada una de las estaciones climatológicas se obtuvieron la precipitación mensual normal de acuerdo al periodo particular de cada una de las estaciones y por medio de la ecuación antes

mencionada se fue calculando el índice de severidad en cada uno de los años de registro. En la siguiente tabla se muestran los valores obtenidos en cada una de las estaciones.

TABLA 27 Índice de Severidad

ID ESTACIÓN	INDICE SEVERIDAD
15261	0.22
15260	0.21
15244	0.23
15001	0.28
15029	0.23
15361	0.26
15117	0.19
16124	0.23
15078	0.27

Fuente: elaboración propia en base a registros de CLICOM.

Resultados en Sequías

En la siguiente tabla se muestra la clasificación del índice de severidad de la sequía meteorológica obtenido en cada una de las estaciones climatológicas.

TABLA 28 Clasificación del Índice de Severidad

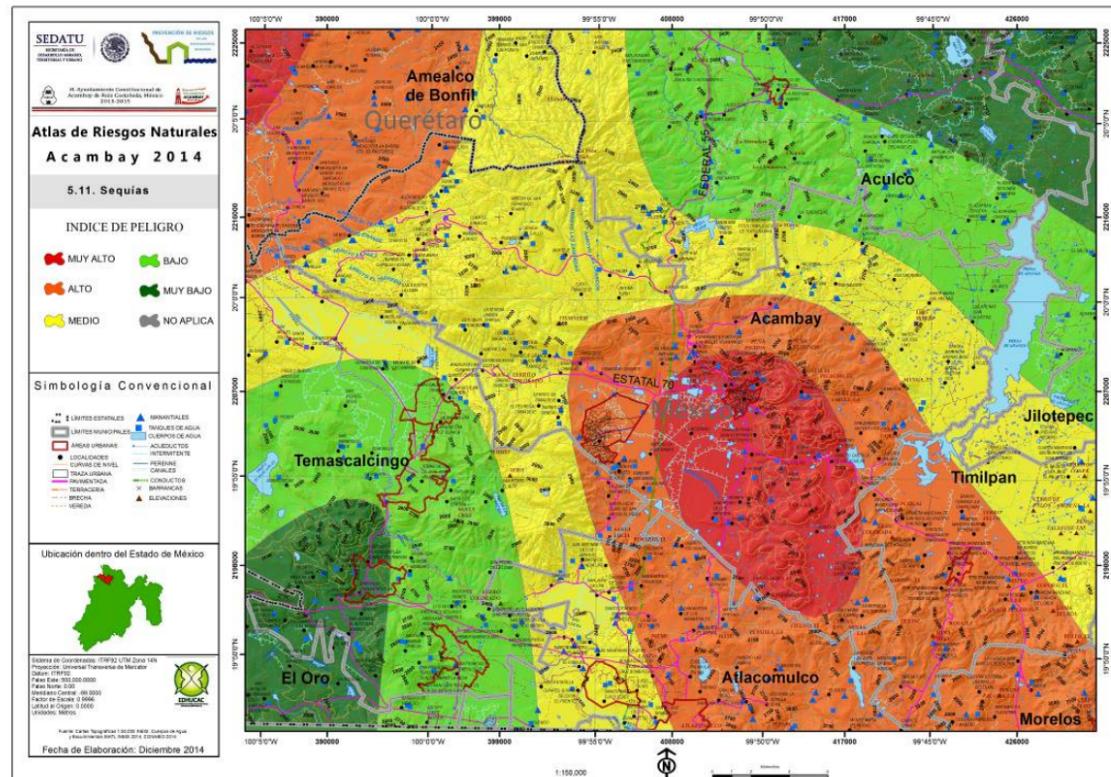
ID ESTACIÓN	INDICE SEVERIDAD
15261	LEVE
15260	LEVE
15244	LEVE
15001	LEVE
15029	LEVE
15361	LEVE
15117	AUSENTE
16124	LEVE
15078	LEVE

Fuente: elaboración propia en base a registros de CLICOM.

El índice de severidad histórico de todos los meses para el municipio de Acambay de Ruiz Castañeda en promedio ponderado de las estaciones climatológicas fue de 0.26. Derivado del cálculo, se establece a Acambay de Ruiz Castañeda como un municipio con peligro bajo por ocurrencia de sequías. La imagen del plano resultado se muestra a continuación.

En el siguiente mapa se presenta la distribución del peligro por sequía en el municipio de Acambay de Ruiz Castañeda.

MAPA 51 Peligro por sequías en el municipio de Acambay de Ruiz Castañeda



5.12. Heladas

Existen varias definiciones de una helada pero se puede decir que una helada ocurre cuando la temperatura del aire cercano a la superficie del terreno disminuye a 0°C o menos, durante un tiempo mayor a cuatro horas.

La helada es un fenómeno climático que consiste en un descenso de la temperatura ambiente a niveles inferiores al punto de congelación del agua y hace que el agua o el vapor que está en el aire se congele depositándose en forma de hielo en las superficies.

La ocurrencia de este fenómeno climático es constante en el municipio razón del presente estudio, de hecho, en el *Atlas Nacional de Riesgos* (CENAPRED), específicamente en la capa de "Índice de días con helada por municipio", tipifican a Acambay de Ruiz Castañeda como un lugar con alto peligro por probabilidad de ocurrencia de heladas.

Elementos meteorológicos que afectan la formación de heladas

El estado de la atmósfera se manifiesta a través de elementos del tiempo, como son la temperatura, la precipitación, la humedad, la dirección y velocidad del viento, la presión atmosférica, la nubosidad, la radiación solar y la visibilidad. Éstos varían de un lugar a otro y a lo largo del tiempo.

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

Viento

El viento es fundamental para que se desarrolle una helada, pues cuando hay corrientes de aire se mezcla el aire frío, que se encuentra cercano al suelo, con el más caliente que está en niveles superiores, lo que hace más difícil el desarrollo de una helada. Por tanto, una de las condiciones que favorece la ocurrencia de heladas es la ausencia de viento.

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

Figura 9. Elementos que favorecen la inversión térmica



Nubosidad

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

Cuando el cielo está cubierto por nubes, éstas disminuyen la pérdida de calor del suelo por radiación hacia la atmósfera y devuelven parte de ese calor a la Tierra. Para que ello ocurra, la temperatura del aire en movimiento debe ser mayor a la del punto de rocío (la temperatura a la cual el aire no admite más humedad). Cuando sigue descendiendo la temperatura puede llegar a los 0°C y el vapor de agua que contiene produce una capa delgada de hielo en la superficie de la Tierra, que se conoce como escarcha blanca. Si en la noche, el cielo está despejado, la pérdida de calor desde la superficie de la Tierra es continua. Así disminuye el calor de la tierra (Figura. 13) y con ello se favorece la ocurrencia de las heladas.

Figura 10. Aumento de la radiación de calor del suelo



Humedad atmosférica

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

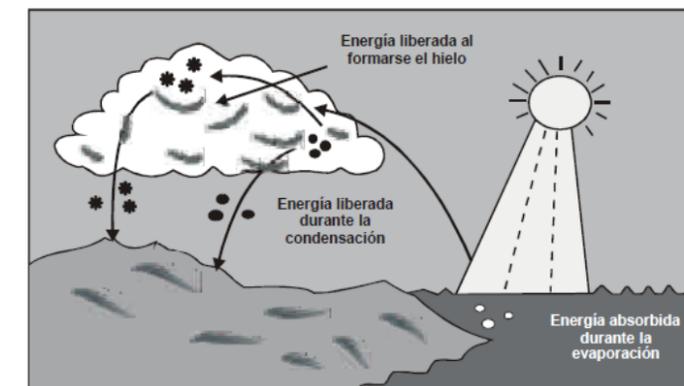
Figura 11. Formación de hielo



Radiación solar

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

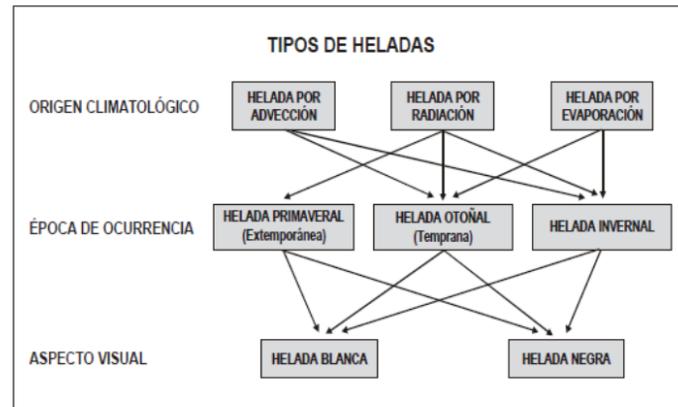
Figura 12. Elementos que integran la radiación Solar



Clasificación de las heladas

Las heladas se pueden agrupar desde los puntos de vista de origen climatológico, época de ocurrencia o aspecto visual. Algunas de las categorías se relacionan entre sí.

Figura 13. Tipos de Heladas

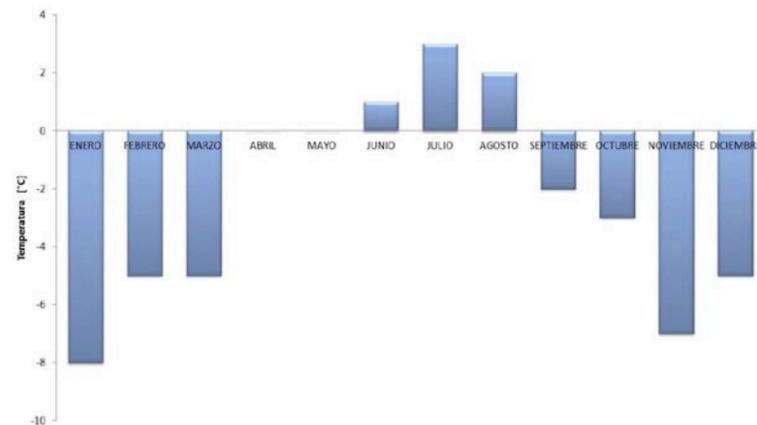


Generalmente la helada se presenta en la madrugada o cuando está saliendo el sol. La severidad de una helada depende de la disminución de la temperatura del aire y de la resistencia de los seres vivos a ella.

En la siguiente gráfica se muestran los registros mínimos históricos en la estación climatológica 15001, se utilizó esta estación ya que por su localización geográfica es la de mayor influencia en el Municipio.

Grafica 21.

Grafica 22. Temperaturas mínimas históricas mensuales en la estación 15001



Fuente: registros en la estación climatológica 15001.

Metodología para la determinación del peligro por heladas

Del análisis estadístico de la variable climatológica, temperatura mínima reportada en la base de datos CLICOM del Servicio Meteorológico Nacional, de las estaciones que tienen influencia en el municipio de Acambay de Ruiz Castañeda, se obtuvo el valor medio mensual para el periodo de registro de 1951-2010.

TABLA 29 Estaciones climatológicas que tienen influencia en el municipio de Acambay de Ruiz Castañeda para temperaturas mínimas extremas

CLAVE	NOMBRE	PERIODO	CLAVE	NOMBRE	PERIODO
15001	Acambay de Ruiz Castañeda	1957-2006	15261	El Jazmín	1978-2008
15029	El Tejocote	1969-2010	15244	Muyteje	1978-2008
15078	Presa Fco Trinidad	1961-2009	15361	Pozo ocho	1982-2008
15117	Temascalzingo	1962-2008	16124	Temascales	1943-2006

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

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

- I. Se determinan temperaturas mínimas anuales de cada una de las estaciones climatológicas.
- II. Rellenado de datos faltantes, en caso de existir.
- III. Filtrado de datos que pudieran afectar la muestra.
- IV. Ajuste de función de probabilidad.
- V. Estimación de temperaturas mínimas asociados a diferentes periodos de retorno.
- VI. Interpolación para determinar las isotermas para el Municipio.

Memoria de cálculo para la determinación del peligro por heladas

Para poder determinar las temperaturas mínimas asociadas a los periodos de retorno, 5, 10, 25 y 50 años, se recurrió a un ajustes de funciones de probabilidad ala serie obtenida, estas funciones fueron, Normal, LogNormal, Gamma, Exponencial, Gumbel y DobleGumbel.

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

TABLA 30 Temperaturas mínimas asociadas a diferentes periodos de retorno [°C]

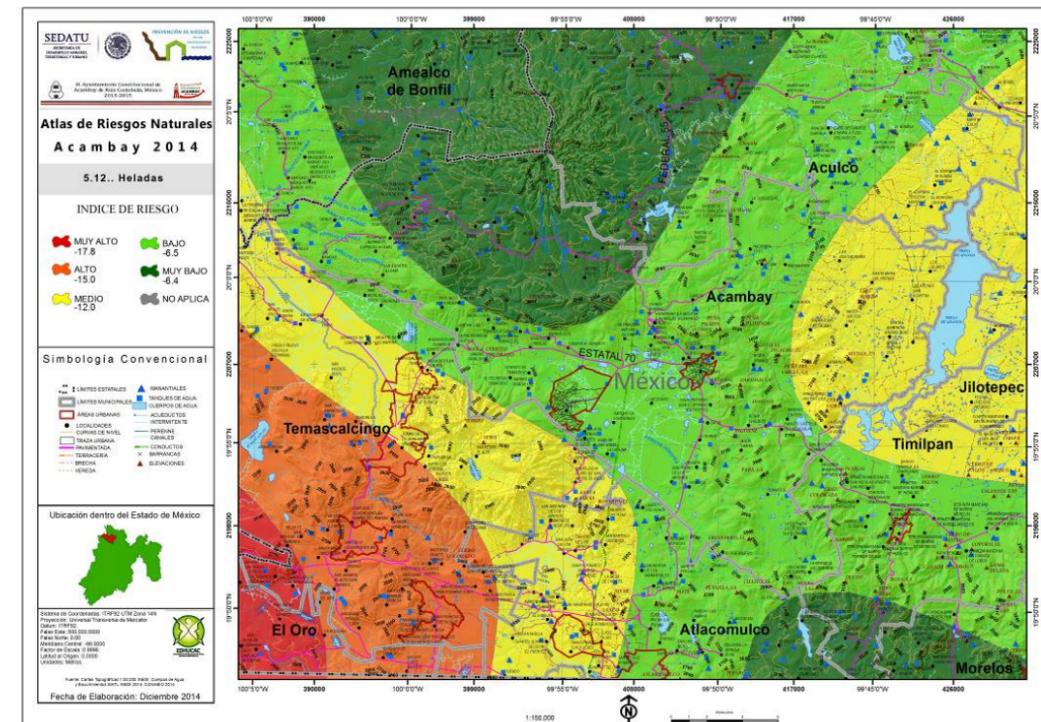
ID ESTACIÓN	Tr			
	5	10	25	50
15261	-2.64	-3.70	-4.72	-6.03
15260	-3.37	-4.00	-5.55	-6.94
15244	-1.31	-2.35	-3.36	-4.00
15001	-4.00	-5.70	-6.74	-8.10
15029	-7.31	-8.44	-9.00	-10.94
15361	-2.64	-3.70	-4.72	-6.03
15117	-6.91	-8.60	-10.00	-12.30
16124	-6.73	-7.95	-9.12	-10.64
15078	-6.91	-8.60	-10.00	-12.30

Fuente: elaboración propia en base a registros de CLICOM.

Resultados por heladas

En el siguiente mapa se presenta la distribución del Índice de riesgo para Heladas para un periodo de retorno de 50 años, esto para representar la situación más desfavorable para este municipio.

MAPA 52 Índice de riesgo por Heladas en el municipio de Acambay de Ruiz Castañeda



MAPA 53 Riesgo por heladas en el municipio de Acambay de Ruiz Castañeda



Según la Ley General de Protección Civil, el riesgo es la probabilidad de que se produzca un daño, originado por un fenómeno perturbador; la UNESCO: define el riesgo como la posibilidad de pérdida tanto en vidas humanas como en bienes o en capacidad de producción. La siguiente matriz le da el valor relativo y ponderado a vulnerabilidad y peligro de **heladas** para determinar el grado de riesgo que puede tener en el municipio.

**Matriz de decisión RIESGOS HIDROMETEOROLÓGICOS
Vulnerabilidad / Peligro para heladas**

		Peligro				
		MUY BAJO	BAJO	MEDIO	ALTO	MUY ALTO
Vulnerabilidad	MUY BAJA	Riesgo: Muy bajo	Riesgo: bajo	Riesgo: Medio	Riesgo: Alto	Riesgo: Muy alto
	BAJA	Riesgo: Muy bajo	Riesgo: Medio	Riesgo: Medio	Riesgo: Alto	Riesgo: Muy alto
	ALTA MEDIA	Riesgo: bajo	Riesgo: Medio	Riesgo: Alto	Riesgo: Alto	Riesgo: Muy alto
	ALTA	Riesgo: Alto	Riesgo: Alto	Riesgo: Alto	Riesgo: Muy alto	Riesgo: Muy alto
	MUY ALTA	Riesgo: Alto	Riesgo: Muy alto	Riesgo: Muy alto	Riesgo: Muy alto	Riesgo: Muy alto

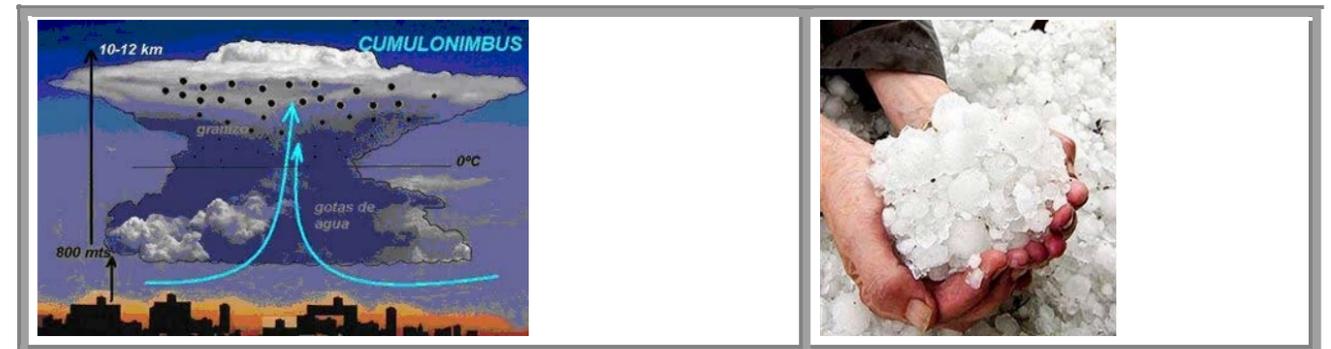
Con la definición antes mencionada y los valores definidos para vulnerabilidad y peligro, se obtuvo por medio de cruces geográficos cuánta población se encuentra en riesgo de **heladas** a través de la siguiente fórmula: $riesgo = vulnerabilidad \times peligro$. A continuación se presenta la tabla de afectaciones a partir del cruce de la matriz de decisiones con la vulnerabilidad desarrollada anteriormente y el peligro calculado en el presente capítulo.

Población por nivel de riesgo de heladas			
Riesgo	Manzanas	Población	Viviendas
MUY ALTO	----	----	----
ALTO	----	----	----
MEDIO	----	----	----
BAJO	159	7,653	1,913
MUY BAJO	----	----	----

5.13. Tormentas de granizo

El granizo es un tipo de precipitación en forma de piedras de hielo y se forma en las tormentas severas cuando las gotas de agua o los copos de nieve formados en las nubes de tipo cumulonimbus (Figura 17) son arrastrados por corrientes ascendentes de aire.

Figura 14. Formación de tormentas de granizo



Las piedras de granizo se forman dentro de una nube cumulonimbus a alturas superiores al nivel de congelación y crecen por las colisiones sucesivas de las partículas de hielo con gotas de agua sobreenfriada, esto es, el agua que está a una temperatura menor que la de su punto de solidificación, pero que permanece en estado líquido y queda suspendida en la nube por la que viaja. Cuando las partículas de granizo se hacen demasiado pesadas para ser sostenidas por las corrientes de aire, caen hacia el suelo. El tamaño de las piedras de granizo está entre los 5 milímetros de diámetro hasta pedriscos del tamaño de una pelota de golf y las mayores pueden ser muy destructivas, como para romper ventanas y abollar la lámina de los automóviles, pero el mayor daño se produce en los cultivos o a veces, varias piedras pueden solidificarse formando grandes

masas de hielo y nieve sin forma. El depósito del granizo sobre la superficie terrestre exhibe un patrón angosto y largo a manera de un corredor. La mayoría de las tormentas de granizo ocurren durante el verano entre los paralelos 20 y 50, tanto en el hemisferio norte como en el sur.

Daños que causan las tormentas de granizo

En México los daños más importantes por granizadas se presentan principalmente en las zonas rurales, ya que se destruyen las siembras y plantíos, causando, en ocasiones, la pérdida de animales de cría.

En las regiones urbanas afectan a las viviendas, construcciones, alcantarillas y vías de transporte y áreas verdes cuando se acumula en cantidad suficiente puede obstruir el paso del agua en coladeras o desagües, generando inundaciones o encharcamientos importantes durante algunas horas. La magnitud de los daños que puede provocar la precipitación en forma de granizo depende de su cantidad y tamaño.

Metodología para la determinación del peligro por granizadas

Tomando como base las normales climatológicas históricas en las estaciones base climatológicas claves 15001, 15029, 15078, 15117, 15261, 15244, 15236 y 15124. Se toman el número de granizadas promedios anuales históricos y se interpolan los datos de las estaciones con ayuda de un sistema de información geográfica.

Finalmente, se tipifican como zonas de alto peligro por granizadas, aquellas que registran más de 4 eventos al año. De medianos peligros aquellos que registran entre 2.5 y 4 granizadas anuales, por debajo de este último umbral, las zonas tienen bajo peligro por granizadas.

Del análisis estadístico de la variable climatológica, días con granizo reportado en la base de datos CLICOM del Servicio Meteorológico Nacional, de las estaciones que tienen influencia en el municipio de Acambay de Ruiz Castañeda, se obtuvieron para el periodo de registro de 1951-2010.

TABLA 31 Estaciones climatológicas que tienen influencia en el municipio de Acambay de Ruiz Castañeda para días con granizo

CLAVE	NOMBRE	PERIODO	CLAVE	NOMBRE	PERIODO
15001	Acambay de Ruiz Castañeda	1957-2006	15261	El Jazmín	1978-2008
15029	El Tejocote	1969-2010	15244	Muyteje	1978-2008
15078	Presa Fco Trinidad	1961-2009	15361	Pozo ocho	1982-2008
15117	Temascalcingo	1962-2008	16124	Temascales	1943-2006

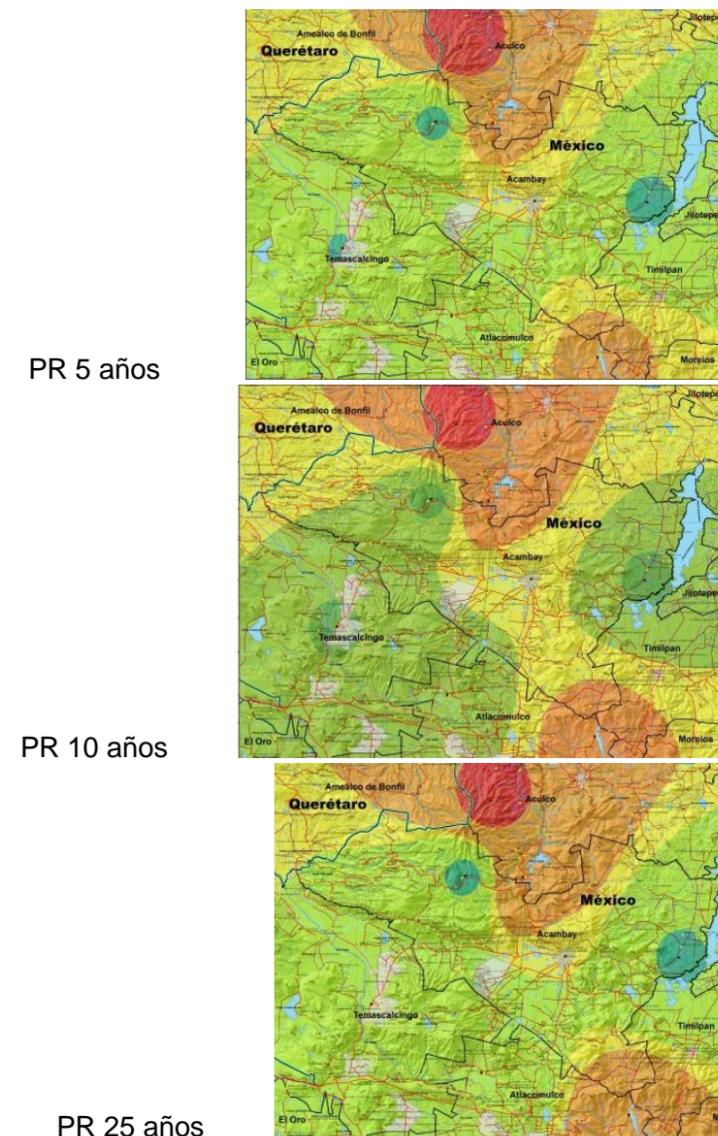
Fuente: elaboración propia en base a registros de CLICOM y CONAGUA.

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

- I. Se determinan los días con granizo anuales de cada una de las estaciones climatológicas.

- II. Rellenado de datos faltantes, en caso de existir.
- III. Filtrado de datos que pudieran afectar la muestra.
- IV. Ajuste de función de probabilidad.
- V. Estimación de días con tormenta de granizo asociados a diferentes periodos de retorno.
- VI. Interpolación para determinar las isóneas por tormenta de granizo para el Municipio.

Mapas de nivel de peligro por granizo de acuerdo a su periodo de retorno (escala cromática rojo (MUY ALTO), naranja (ALTO), amarillo (MEDIO), verde (BAJO) y verde olivo (MUY BAJO)).



Memoria de cálculo para la determinación del peligro por días con granizo

Para poder determinar los días con granizo asociadas a los periodos de retorno, 5, 10, 25 y 50 años, se recurrió a un ajuste de funciones de probabilidad ala serie obtenida, estas funciones fueron: Normal, LogNormal, Gamma, Exponencial, Gumbel y DobleGumbel.

La función que presenta el menor error a cuadrar era la que se utilizaba para el cálculo de los periodos de retorno antes mencionados. En la siguiente tabla se muestran los días con granizo por estación para cada uno delos periodos de retorno antes mencionados.

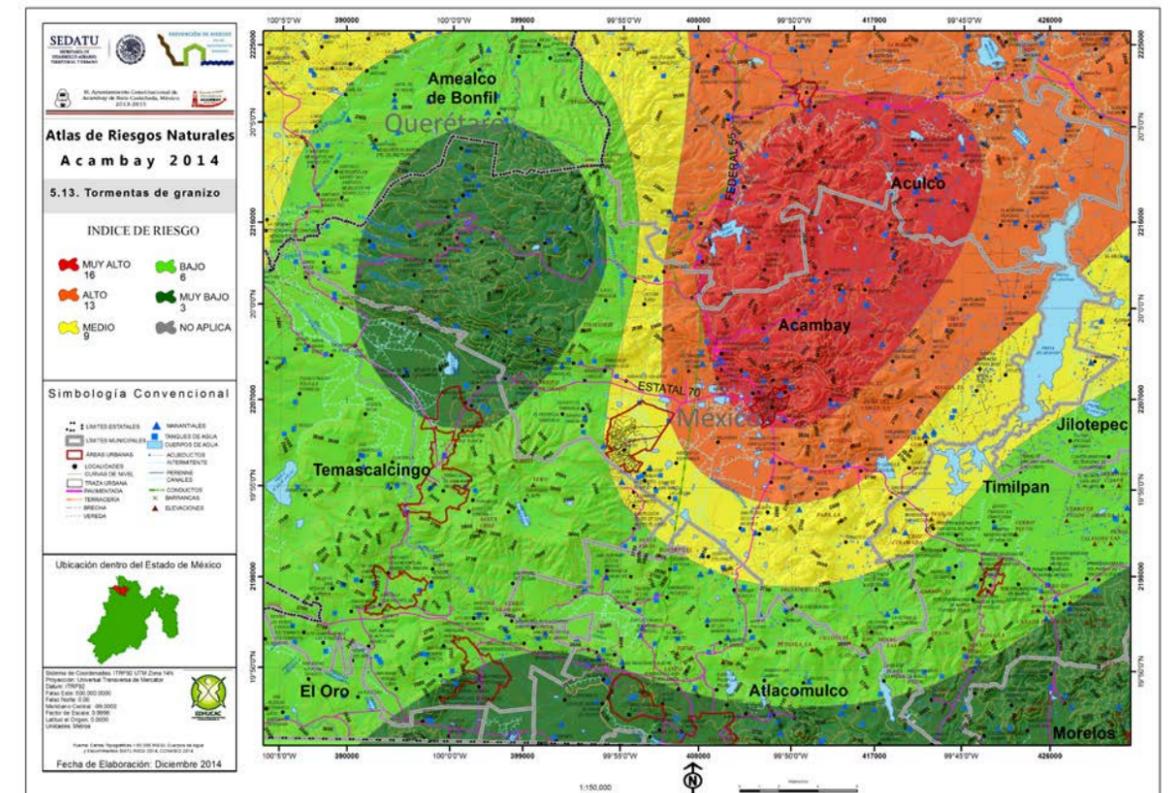
TABLA 32 Días con granizo asociadas a diferentes periodos de retorno

ID ESTACIÓN	Tr			
	5	10	25	50
15261	5.19	7.76	10.00	13.41
15260	6.59	9.51	12.32	15.94
15244	1.01	1.45	1.88	2.00
15001	3.08	4.00	5.83	14.28
15029	1.55	2.29	3.00	3.92
15361	1.29	1.88	2.46	3.20
15117	1.49	2.00	3.00	3.97
16124	3.79	5.19	6.53	8.27
15078	4.45	6.64	8.74	11.46

Fuente: elaboración propia en base a registros de CLICOM.

En el siguiente mapa se presenta la distribución del Índice de riesgo para tormentas de granizo para un periodo de retorno de 50 años, para representar la situación más desfavorable para este municipio.

MAPA 54 Índice de riesgo por tormentas de granizo



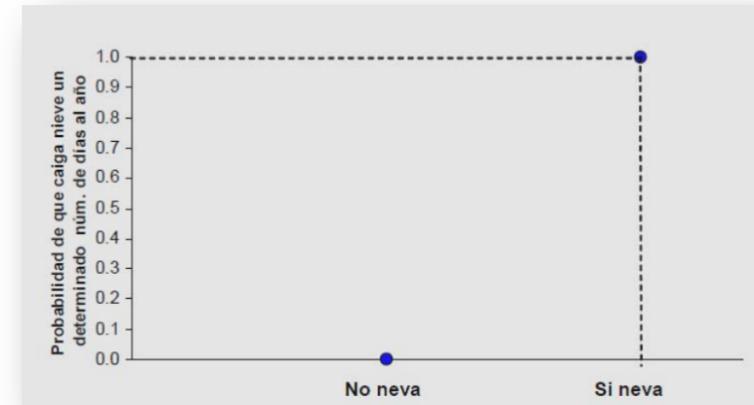
5.14. Tormentas de nieve

Debido a la situación geográfica de nuestro país son pocas las regiones que padecen de nevadas, siendo más acentuado este fenómeno en regiones altas como montañas o sierras, principalmente,

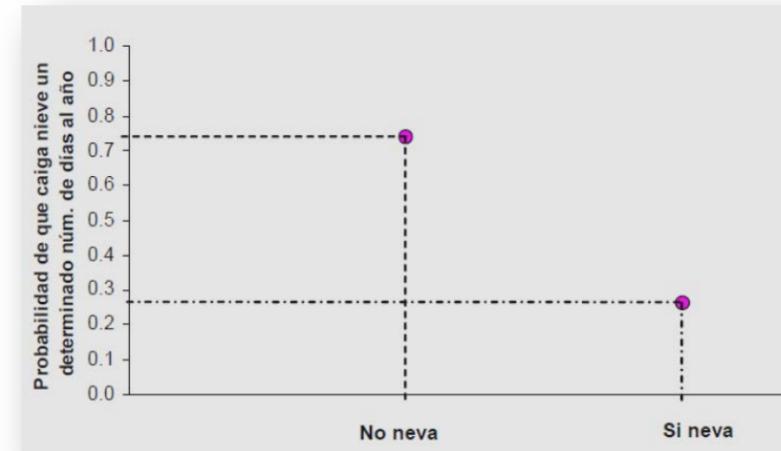
durante el invierno. Un caso extraordinario ocurrió en el invierno de 1967, donde aproximadamente el 50% del territorio nacional resultó afectado por una nevada, incluso en el Valle de México.

Las nevadas principalmente ocurren en el norte del país y en las regiones altas, y rara vez se presentan en el sur. Del libro *Guía Básica para la Elaboración de Atlas Estatales y Municipales*, página 386, en la región del Nevado de Toluca se tienen las siguientes funciones de peligro para el Nevado de Toluca

Grafica 23. Función de peligro para el primer grupo, altitud > 3000 msnm

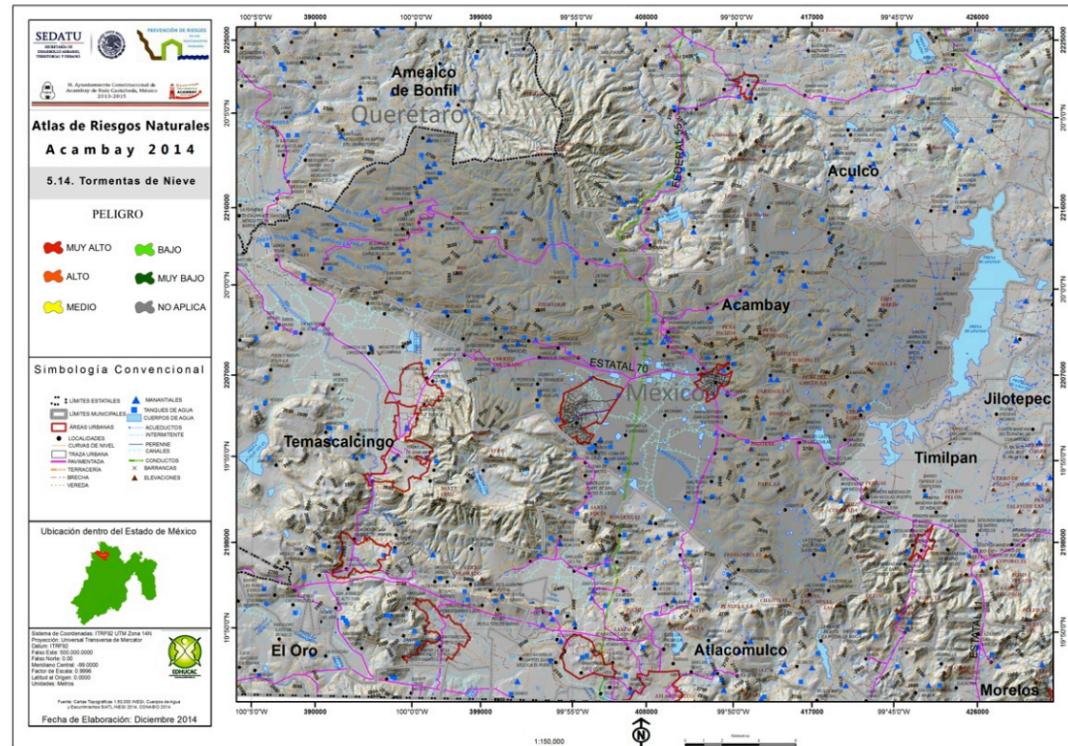


Grafica 24. Función de peligro para el segundo grupo, altitud entre 2751 y 3000 msnm



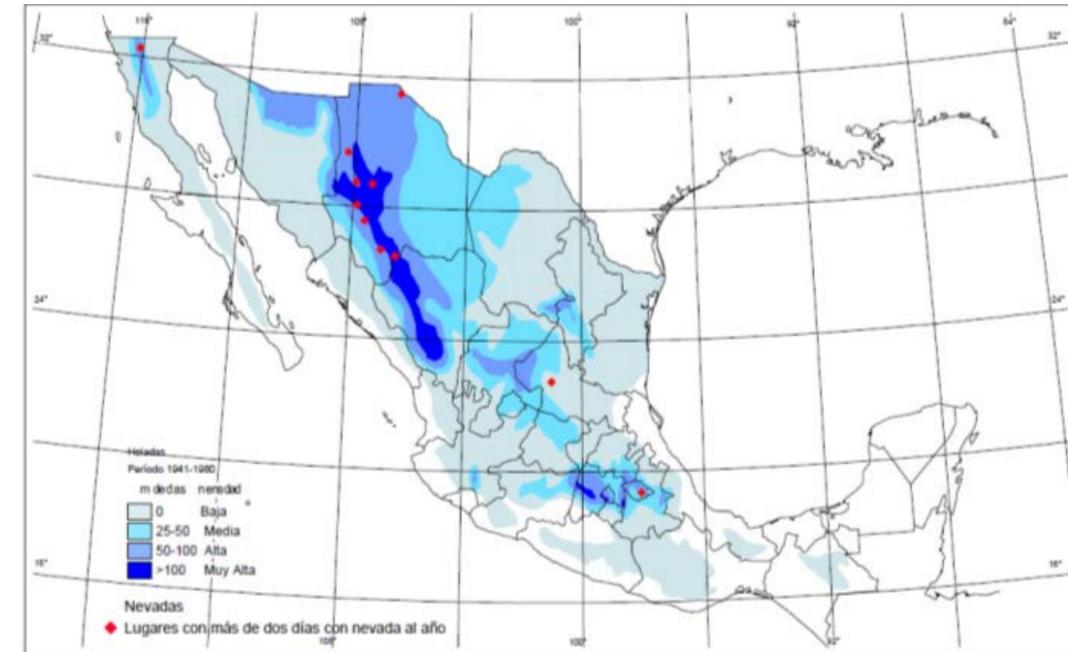
Partiendo de esta premisa, y dado que la totalidad del Municipio se encuentra por debajo de los 2,500 msnm se establece se establece para el peligro por tormentas de nieve como no aplica, para el municipio de Acambay de Ruiz Castañeda.

MAPA 55 Tormentas de nieve en el municipio de Acambay de Ruiz Castañeda



El mapa resultado se muestra a continuación.

Figura 15. Heladas y nevadas en México



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

5.15. Ciclones Tropicales

Este tipo de fenómenos tiene poca importancia para efectos del presente estudio ya que la exposición que pudiera tener el territorio del municipio ante los peligros por incidencias de ciclones (huracanes y ondas tropicales) es muy baja y por esta razón no fueron incluidos.

Del *Atlas climatológico de ciclones tropicales en México* se revisaron las trayectorias ciclónicas de los huracanes registrados en México y se observó que solamente un huracán ha tenido su incidencia ciclónica en el Estado de México. Este huracán entró por el Pacífico, fue el Cosme, registrado del 18 al 23 de junio de 1989, su categoría en la escala Saffir-Simpson fue H1, con vientos de hasta 120 km/h. Entró a tierra por Cruz Grande, Guerrero, siendo los estados afectados Guerrero, Morelos, Estado de México, Distrito Federal, Hidalgo, San Luis Potosí y Tamaulipas.

En la tabla siguiente (Grados de vulnerabilidad, escala Saffir-Simpson) de las *Bases para la Estandarización de Atlas de Riesgos y Catálogo de Datos Geográficos para Representar el Riesgo 2014*, se señala que la categoría 1 no presenta daño efectivo a los edificios: ocasiona daños menores a arbustos y árboles, y produce inundaciones de carreteras, malecones y daños leves a muelles.

Por la ubicación geográfica del Estado de México es prácticamente nula la incidencia de este tipo de eventos en la zona de Acambay de Ruiz Castañeda. La única evidencia corresponde al evento antes mencionado. Debido a que este fenómeno no ha presentado otras manifestaciones en nuestro territorio de referencia, no se calcularon los periodos de retorno.

TABLA 33 Daños asociados a diferentes fenómenos hidrometeorológicos

Categoría	Presión Central (mb)	Vientos (Km/h)	Marea de Tormenta (m)	Características de los posibles daños materiales inundaciones
Perturbación Tropical	1008.1 a 1010	---	---	Ligará Circulación de vientos
Depresión Tropical	1004.1 a 1008	< 62	---	Localmente destructivo
Tormenta Tropical	985.1 a 1004	621 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, arbustos 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.
Huracán Categoría 2	966.1 a 980	154.1 a 178	20 a 25	Potencial moderado. Daños considerables a arbustos y a follajes de árboles. Inclusive algunos de ellos son derribados. Daños a señales pobremente construidas. Ciertos daños a techos de casas, puertas y ventanas. Daños graves a casa rodante. Carreteras costeras inundadas de 2 a 4 horas antes de la entrada del centro del huracán. Daño considerables a muelles. Inundación a marinas. Las pequeñas embarcaciones

Categoría	Presión Central (mb)	Vientos (Km/h)	Marea de Tormenta (m)	Características de los posibles daños materiales inundaciones
				en fondeadores sin protección rompen amarres. Evacuación de residentes que vivan en la línea de la costa.
Huracán Categoría 3	915.1 a 965	178.1 a 210	25 a 4.0	Potencial extensivo. Follaje arrancado de los árboles altos. Destrucción de prácticamente de todas las señales pobremente construidas. Ciertos daños en las puertas y ventanas. Algunos daños estructurales en pequeñas residencias. Destrucción de casas rodantes. Las inundaciones cerca de las costas 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 a 1.5 m sobre el nivel del mar, pueden resultar inundados hasta 13 km tierra adentro (o más) desde la costa.
Huracán Categoría 4	920.1 a 945	910.1 a 250	4.0 a 4.5	Potencial Extremo. Arbustos y árboles derribados. Todas las señales destruidas. Daño severo. Daños extensos a los techos de casas, puertas y ventanas. Falta total de techos en residencias pequeñas. Destrucción completa de casas móviles. Terrenos de la 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.

Categoría	Presión Central (mb)	Vientos (Km/h)	Marea de Tormenta (m)	Características de los posibles daños materiales inundaciones
Huracán Categoría 5	< 920	>250	>5.5	Embate de las olas y escombros flotantes. Erosión importante de las playas. Potencial Catastrófico. Derribamiento de arbustos y árboles, caída total de señales. Daño muy severo en ventanas y puertas. Falta 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 4.5 m sobre el nivel del mar y a una distancia de hasta 400 metros de la costa

Fuente: Bases para la Estandarización de Atlas de Riegos y Catálogo de Datos Geográficos para Representar el Riesgo 2011.

Figura 16. Trayectorias de Ciclones Tropicales por el Pacífico, Caribe y Golfo de México



Fuente: elaboración propia con datos de la FAO, CONAGUA y CENAPRED.

De la figura anterior se puede observar que existe un huracán que cruzó de este a oeste el municipio de Acambay de Ruiz Castañeda, a este Huracán se le llamo Debby y ocurrió en 1988.

Figura 17. Trayectoria del Huracán Debby que pertenece a la temporada de huracanes en el Atlántico de 1988



Fuente: National Hurricane Center (Centro Nacional de Huracanes).

El huracán Debby fue la octava depresión tropical, cuarta tormenta, y primer huracán de la temporada de huracanes en el Atlántico de 1988. Es notable que Debby fue uno de los huracanes que más al sur ha llegado, Tuxpan, México, convirtiéndose en el primero en tocar tierra ahí desde el huracán Anna en 1956. Antes, tres tormentas en la temporada de 1955 también tocaron tierra ahí, Gladys, Hilda y Janet. Después de cruzar al este del Pacífico en México, Debby se convirtió en la Depresión tropical 17-E, tomando dirección norte, pero amainó y se disipó poco después.

Una fuerte onda tropical se formó cerca de la costa noroeste de África el 15 de agosto. Al moverse en dirección norte un área dividida de la onda se convirtió en la depresión tropical número siete cerca de las Antillas Menores. Ese sistema se movió al oeste convirtiéndose en la tormenta tropical Chris días después. Los remanentes de la onda continuaron en dirección oeste y entraron al mar Caribe como un centro desorganizado de chubascos. Durante la noche del 29 de agosto, alguna convección se unió y un centro de nivel inferior apareció sobre la península de Yucatán. El centro se desplazó hacia la bahía de Campeche y fue declarado como 1.5 en la escala de Dvorak estimando que se convertiría en la depresión tropical número ocho para aquel momento, 18:00 UTC 30 de agosto.

Las bandas se unieron y patrones de flujo se organizaron el 1 de septiembre. La depresión tropical número ocho se movió en dirección oeste con un incremento en su desarrollo, transformándose en la tormenta tropical Debby al día siguiente.¹ Debby se desplazó hacia Tuxpan a 11 km/h mientras una nave de reconocimiento de la Fuerza Aérea encontró vientos de 140 km/h a 460 m y de 130 km/h en la superficie de la tormenta, convirtiendo a Debby en el primer huracán de la temporada el 2 de septiembre.

Para este momento, el pequeño centro de Debby se encontraba a 56 km de México. No se enviaron más naves de reconocimiento después de que tocara tierra y los pronosticadores dependían

exclusivamente de las imágenes satelitales, quienes predijeron pocos cambios en la intensidad. Debby tocó tierra en Tuxpan el 3 de septiembre a las 00:00 UTC. Debby se debilitó sobre los terrenos montañosos de México, pero fue capaz de seguir su enlace para convertirse en la depresión tropical 17E al este de la cuenca del océano Pacífico.

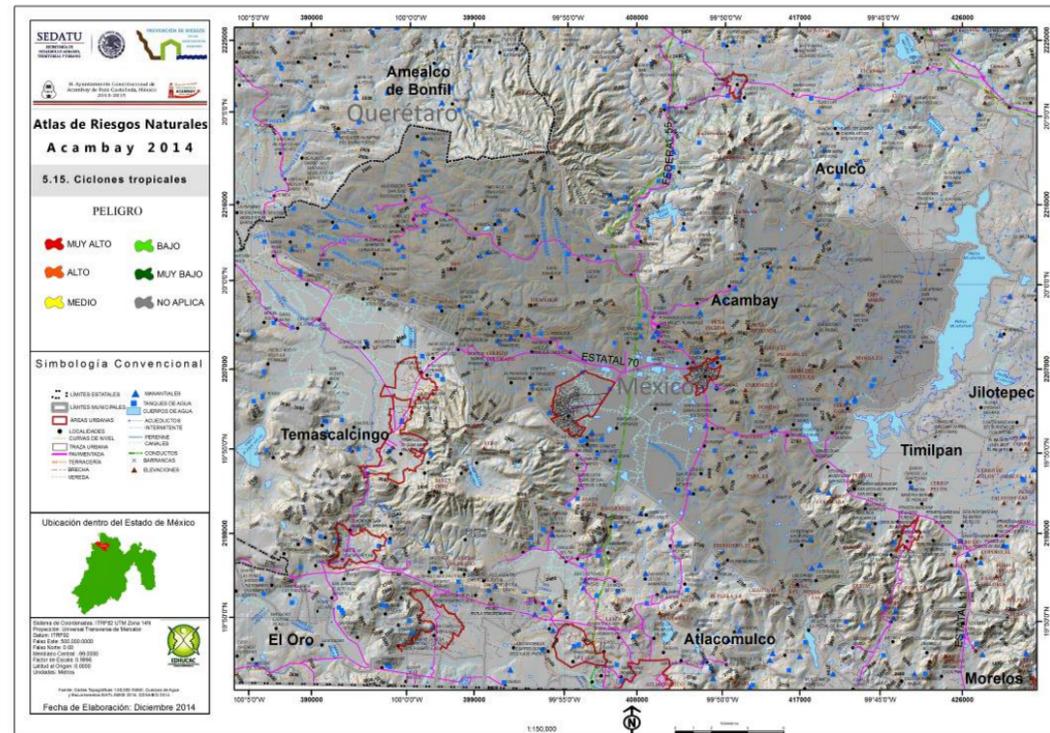
Impactos

No existieron reportes de Tuxpan, una ciudad de 120 000 personas, todo lo que se sabe es que ocurrió una fuerte inundación.¹ Tres de las diez muertes reportadas por Debby fueron a causa de una avalancha de tierra en Papantla que destruyó dos casas. Otras tres muertes relacionadas con la tormenta fueron reportadas con otras avalanchas que destruyeron otras casas en Poza Rica. Cuatro personas murieron y dieciséis se lesionaron en un pueblo al norte de la Ciudad de México cuando una avalancha de lodo aplastó varias residencias. Diez personas fallecieron en Veracruz habiendo entre 25,000 y 50,000 sin albergue. Varios equipos de emergencia trabajaron apresuradamente en preparar albergues para ellos.^{5 6} Debby causó varios apagones en Tuxpan, Poza Rica y en otros lugares. En Poza Rica, los escombros causaron que las salidas de agua se bloquearan.¹ Lodo y piedras bloquearon caminos, y docenas fueron rescatados por las inundaciones de casas y autos. Hubo daños mayores, principalmente en ocho comunidades.

De las trayectorias que se tienen registros suman un total de 3,434 del año 1970 al 2011, de ese universo sólo el Huracán Debby ha sido el único que ha cruzado por territorio del municipio de Acambay de Ruiz Castañeda.

Por lo anterior el municipio de Acambay de Ruiz Castañeda se puede clasificar sin peligro por este fenómeno.

MAPA 56 Ciclonés tropicales en el municipio de Acambay de Ruiz Castañeda



5.16. Tornados

Un tornado es la perturbación atmosférica más violenta en forma de vórtice o remolino, el cual aparece en la base de una nube de tipo cumuliforme, resultado de una gran inestabilidad, provocada por un fuerte descenso de la presión en el centro del fenómeno y fuertes vientos que circulan en forma ciclónica alrededor de éste; los tornados se forman cuando chocan masas de aire con diferentes características físicas de densidad, temperatura, humedad y velocidad.

Cuando se observa un tornado se puede distinguir una nube de color blanco o gris claro, mientras que el vórtice se encuentra suspendido de ésta. Cuando el vórtice o remolino hace contacto con la tierra se presenta una nube de un color gris oscuro o negro debido al polvo y escombros que son succionados del suelo por la violencia del remolino. Estos vórtices llamados también chimeneas o mangas generalmente rotan en sentido contrario a las manecillas del reloj en el hemisferio norte y al contrario en el hemisferio sur. En algunas ocasiones se presentan como un cilindro, con dimensiones que pueden ser desde decenas de metros hasta un kilómetro. El diámetro puede variar ligeramente entre la base de la nube y la superficie del suelo.

Algunos tornados están constituidos por un solo vórtice, mientras que otros forman un sistema de varios de ellos que se mueven en órbita alrededor del centro de la circulación más grande del

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

La fuerza del viento provoca que las ventanas se abran, se rompan cristales, haya árboles arrancados de raíz y que automóviles, camiones y trenes sean lanzados por los aires.

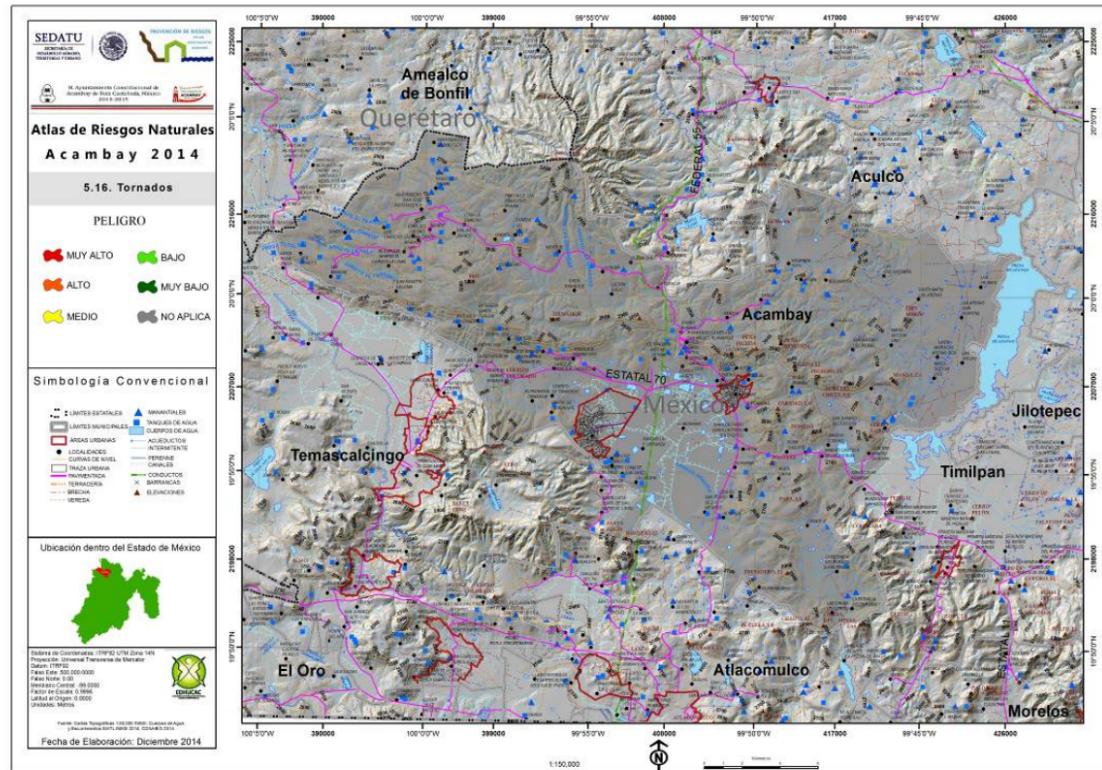
Los impactos violentos de los desechos que porta y que son lanzados contra vehículos, edificios y otras construcciones, etc.

La baja presión del interior del tornado, provoca la falla de algunos elementos estructurales y no estructurales sobre las que se posa, como las ventanas.

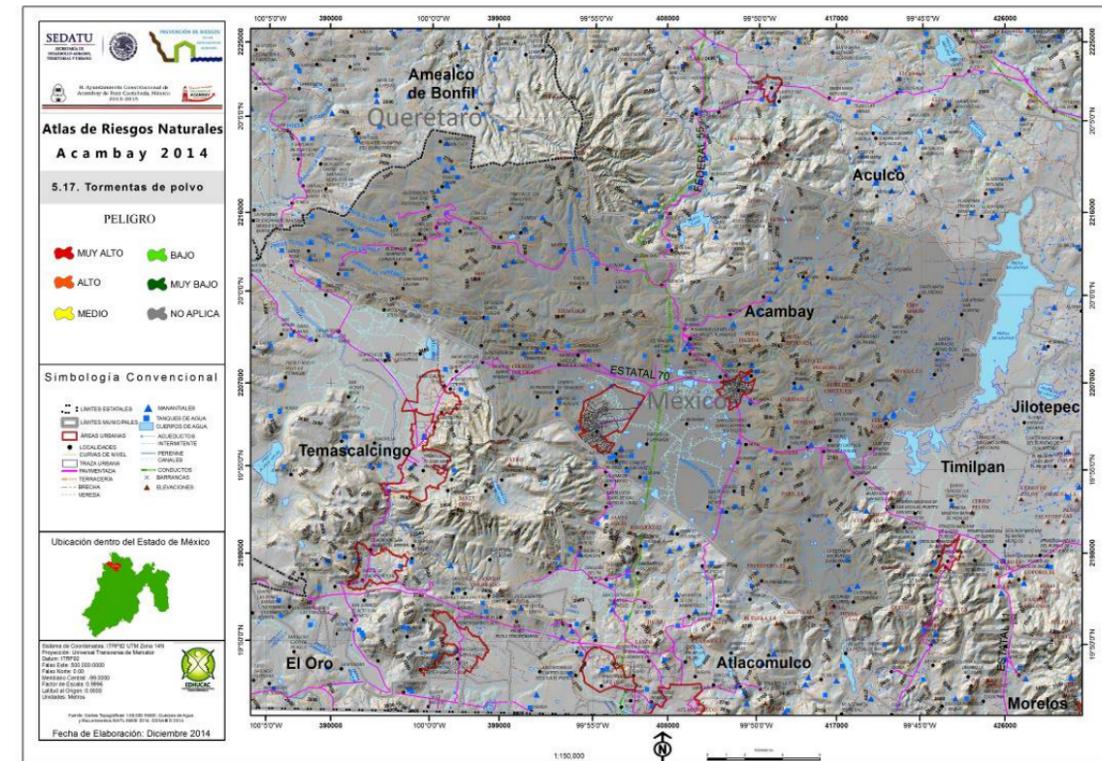
En México no existe sistema alguno que permita alertar la presencia de este fenómeno hidrometeorológico, sin embargo, ya comienza a haber instrumentación capaz de detectar superceldas y, tal vez, tornados, como es el caso del radar Doppler "Mozotal", recientemente instalado en el estado de Chiapas, operado por el Servicio Meteorológico Nacional

El grado de riesgo de que se presenten tornados en el municipio de Acambay de Ruiz Castañeda no aplica, debido principalmente a su orografía, que impide el desarrollo de un tornado de gran magnitud.

MAPA 57 TORNADOS EN EL MUNICIPIO DE ACAMBAY DE RUIZ CASTAÑEDA



MAPA 58 Tormentas de polvo en el municipio de Acambay de Ruiz Castañeda



5.17. Tormentas de polvo

Una tormenta es un fenómeno caracterizado por la coexistencia próxima de dos o más masas de aire de diferentes temperaturas. Este contraste asociado a los efectos físicos implicados desemboca en una inestabilidad caracterizada por lluvias, vientos, relámpagos, truenos y ocasionalmente granizos entre otros fenómenos meteorológicos.

Aunque científicamente se define como tormenta a aquella nube capaz de producir un trueno audible, también se denominan tormentas en general a los fenómenos atmosféricos violentos que en la superficie de la tierra están asociados a lluvia, hielo, granizo, electricidad, nieve o vientos fuertes que pueden transportar partículas en suspensión como la tormenta de arena o polvo, incluso pequeños objetos o seres vivos.

Son eventos de corta duración y que se desarrollan principalmente en zonas planas, el peligro de que se presente un evento de esa naturaleza en el municipio de Acambay de Ruiz Castañeda, es no aplica.

5.18. Tormentas eléctricas

Una tormenta eléctrica se forma por una combinación de humedad entre el aire caliente que sube con rapidez y una fuerza capaz de levantarlo, como un frente frío, una brisa marina o una montaña. Todas las tormentas eléctricas contienen rayos, los cuales pueden ocurrir individualmente, en grupos o en líneas. El ciclo de duración de una tormenta es de sólo una o dos horas y empieza cuando una porción de aire está más caliente que el de su entorno, o bien, cuando el aire más frío penetra por debajo de ella.

El estado de madurez de una tormenta está asociado con grandes cantidades de precipitación y rayos. Los efectos de las tormentas eléctricas van desde herir o causar el deceso de una persona de forma directa o indirecta hasta dañar la infraestructura de la población, que provocaría la suspensión de la energía eléctrica, además de afectar algunos aparatos (radio, televisión, computadoras, refrigeradores, etc.). En ocasiones, las descargas eléctricas pueden provocar la muerte del ganado y son la causa más común del retraso de las aeronaves y de los accidentes aéreos, siendo el mayor peligro para la aviación (Hebbs, 2005).

Los riesgos asociados a los rayos, especialmente aquéllos que pueden producir heridos y decesos, han sido estudiados por países como Estados Unidos de América, Canadá y Reino Unido, entre otros. Dichos trabajos se refieren a la exposición de las personas durante una tormenta eléctrica y sus consecuencias, las cuales pueden ser parálisis, quemaduras, intensos dolores de cabeza, pérdida de audición y de la memoria, hasta llegar a la muerte (Mill, et al, 2008, Shearman y Ojala, 1999).

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

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

Por otra parte, las nubes convectivas de gran desarrollo vertical, como las que ocurren en la cuenca de México durante la temporada de lluvias, generalmente desarrollan campos eléctricos en su interior, resultado de la interacción entre las gotas de agua a temperaturas por debajo de 0 °C, el granizo y los cristales de hielo (Binimelis, 2008).

Del análisis estadístico de la variable climatológica, temperatura mínima reportada en la base de datos CLICOM del Servicio Meteorológico Nacional, de las estaciones que tienen influencia en el municipio de Acambay de Ruiz Castañeda, se obtuvo el valor medio mensual para el periodo de registro de 1951-2008.

Metodología para la determinación del peligro por tormentas eléctricas

Del análisis estadístico de la variable climatológica, días con tormentas eléctricas reportadas en la base de datos de CONAGUA, de las estaciones que tienen influencia en el municipio de Acambay de Ruiz Castañeda, se obtuvo el valor medio mensual para el periodo de registro de 1951-20011. En la siguiente tabla se muestran las estaciones climatológicas.

TABLA 34 Estaciones climatológicas que tienen influencia en el municipio de Acambay de Ruiz Castañeda para días con tormentas eléctricas

CLAVE	NOMBRE	PERIODO	CLAVE	NOMBRE	PERIODO
15001	Acambay de Ruiz Castañeda	1957-2006	15261	El Jazmín	1978-2008
15029	El Tejocote	1969-2010	15244	Muyteje	1978-2008
15078	Presa Fco Trinidad	1961-2009	15361	Pozo ocho	1982-2008
15117	Temascalzingo	1962-2008	16124	Temascales	1943-2006

Fuente: elaboración propia en base a registros de CLICOM.

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

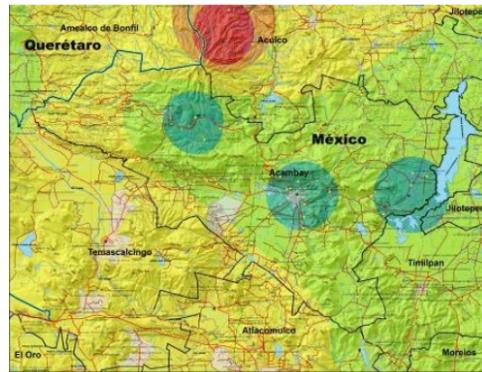
- I. Se determinan los días con tormentas eléctricas anuales de cada una de las estaciones climatológicas.
- II. Rellenado de datos faltantes, en caso de existir.
- III. Filtrado de datos que pudieran afectar la muestra.
- IV. Ajuste de función de probabilidad.
- V. Estimación de días con tormentas eléctricas asociados a diferentes periodos de retorno.
- VI. Interpolación para determinar las isotermas por tormentas eléctricas para el municipio.

Mapas de nivel de peligro por tormentas eléctricas de acuerdo a su periodo de retorno (escala cromática rojo (MUY ALTO), naranja (ALTO), amarillo (MEDIO), verde (BAJO) y verde olivo (MUY BAJO)).

PR 5 años



PR 10 años



PR 25 años



Memoria de cálculo para la determinación del peligro por tormentas eléctricas

Para poder determinar los días con granizo asociados a los periodos de retorno, 5, 10, 25 y 50 años, se recurrió a un ajuste de funciones de probabilidad a la serie obtenida, estas funciones fueron: Normal, LogNormal, Gamma, Exponencial, Gumbel y DobleGumbel.

La función que presenta el menor error a cuadrar era la que se utilizaba para el cálculo de los periodos de retorno antes mencionados.

En la siguiente tabla se muestran los días con tormentas eléctricas por estación para cada uno de los periodos de retorno antes mencionados.

TABLA 35 Días con tormentas eléctricas a diferentes periodos de retorno

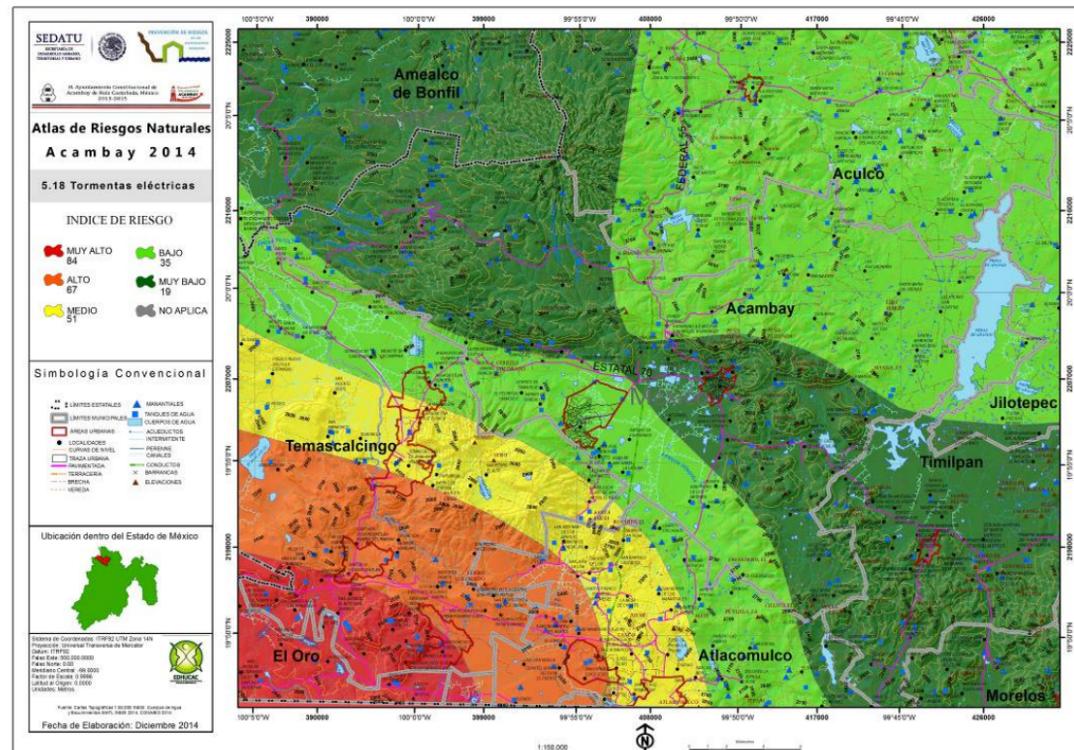
ID ESTACIÓN	Tr			
	5	10	25	50
15261	12.61	17.00	21.82	27.66
15260	41.63	50.66	59.31	70.00
15244	2.17	3.46	4.70	6.31
15001	5.44	8.00	10.85	14.28
15029	24.39	33.00	41.44	52.24
15361	6.85	10.23	13.47	17.66
15117	25.63	33.08	40.22	49.48
16124	8.40	12.21	15.85	20.57
15078	13.90	18.71	23.33	29.31

Fuente: Elaboración propia en base a registros de CLICOM

Resultados por días con tormentas eléctricas

En el siguiente mapa se presenta la distribución del Índice de riesgo para tormentas eléctricas para un periodo de retorno de 50 años, esto para representar la situación más desfavorable para este municipio.

MAPA 59 Índice de riesgo por tormentas eléctricas en el municipio de Acambay de Ruiz Castañeda



5.19. Lluvias extremas

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

Las precipitaciones acuosas se clasifican como sigue:

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

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

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

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

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

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

Metodología para el análisis de peligro por lluvias extremas

Derivado de una clasificación del CENAPRED, La lluvia se califica con respecto a la cantidad de precipitación por hora (mm/h), siendo tipificada de la siguiente manera:

- I. Débiles: cuando su intensidad es ≤ 2 mm/h.
- II. Moderadas: > 2 mm/h y ≤ 15 mm/h.
- III. Fuertes: > 15 mm/h y ≤ 30 mm/h.
- IV. Muy fuertes: > 30 mm/h y ≤ 60 mm/h.

Tomando como base la clasificación anterior, se decidió integrar al análisis el mapa de precipitación-duración-periodo de retorno editado por el CENAPRED en el 2006 para una duración de 1 hora y un periodo de retorno de 5 años. La figura se muestra a continuación.

Figura 18. Isoyetas de precipitación con periodo de retorno de 5 años



Del análisis estadístico de la variable climatológica, temperatura mínima reportada en la base de datos CLICOM del Servicio Meteorológico Nacional, de las estaciones que tienen influencia en el municipio de Acambay de Ruiz Castañeda, se obtuvo el valor medio mensual para el periodo de registro de 1951-2008.

En la siguiente tabla se muestran las estaciones climatológicas.

TABLA 36 Estaciones climatológicas que tienen influencia en el municipio de Acambay de Ruiz Castañeda para lluvias máximas

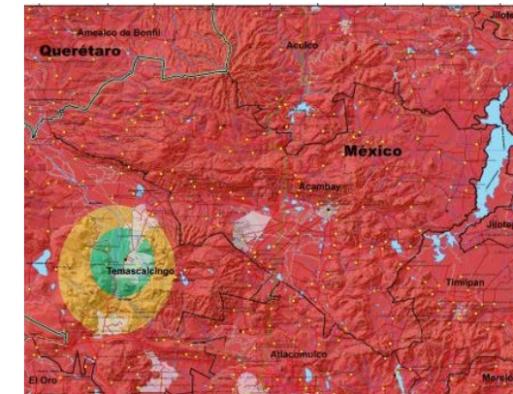
CLAVE	NOMBRE	PERIODO	CLAVE	NOMBRE	PERIODO
15001	Acambay de Ruiz Castañeda	1957-2006	15261	El Jazmín	1978-2008
15029	El Tejocote	1969-2010	15244	Muyteje	1978-2008
15078	Presas Fco Trinidad	1961-2009	15361	Pozo ocho	1982-2008
15117	Temascalzingo	1962-2008	16124	Temascales	1943-2006

Mapas de nivel de peligro por precipitaciones máximas de acuerdo a su periodo de retorno (escala cromática rojo (MUY ALTO), naranja (ALTO), amarillo (MEDIO), verde (BAJO) y verde olivo (MUY BAJO)).

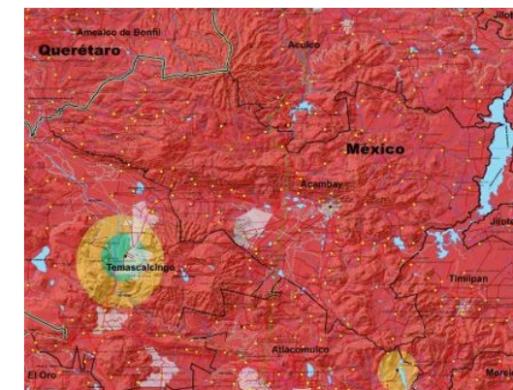
PR 5 años



PR 10 años



PR 25 años



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

- I. Se determinan las lluvias máximas anuales de cada una de las estaciones climatológicas.

- II. Rellenado de datos faltantes, en caso de existir.
- III. Filtrado de datos que pudieran afectar la muestra.
- IV. Ajuste de función de probabilidad.
- V. Estimación de lluvias máximas asociados a diferentes periodos de retorno.
- VI. Interpolación para determinar las isoyetas para el Municipio.

Memoria de cálculo para la determinación del peligro por lluvias extremas

Para poder determinar los días con granizo asociadas a los periodos de retorno, 5, 10, 25 y 50 años, se recurrió a un ajuste de funciones de probabilidad ala serie obtenida, estas funciones fueron: Normal, LogNormal, Gamma, Exponencial, Gumbel y DobleGumbel.

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

TABLA 37 Lluvias máximas para diferentes periodos de retorno

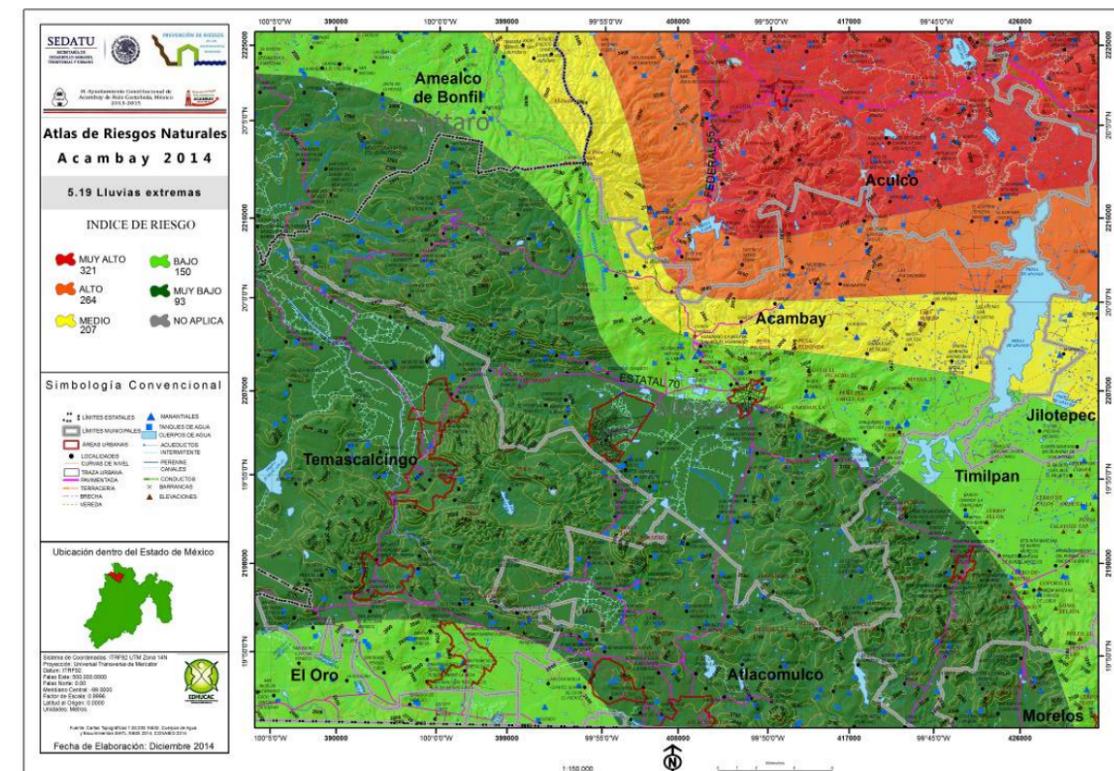
ID ESTACIÓN	Tr			
	5	10	25	50
15261	59.58	94.20	157.97	231.29
15260	61.10	68.00	76.28	85.48
15244	61.58	72.84	81.08	90.76
15001	61.14	73.00	85.27	100.57
15029	59.19	67.50	75.48	85.80
15361	59.61	66.64	72.44	78.97
15117	53.89	60.23	65.78	72.37
16124	59.12	80.31	104.00	131.81
15078	58.59	65.58	71.62	78.72

Fuente: elaboración propia en base a registros de CLICOM.

Resultados de lluvias máximas

En el siguiente mapa se presenta la distribución del Índice de riesgo por lluvias extremas para un periodo de retorno de 50 años, esto para representar la situación más desfavorable para este municipio.

MAPA 60 Índice de riesgo por lluvias máximas en el municipio de Acambay de Ruiz Castañeda



5.20. Inundaciones

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

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

a 1999, fue de 4,537 millones de dólares, lo que en promedio arroja 227 millones de dólares en pérdidas anuales.

Situación Local

Tomamos como definición de inundación a el desbordamiento del agua de su contenedor (Strahler et al., 1997:379), en el municipio de Acambay de Ruiz Castañeda sólo existe un arroyo que cruza por la zona urbana de la cabecera Municipal, por lo que las áreas propensas a inundación fluvial son pocas.

Así también dadas las características topográficas donde se localiza la zona urbana de Acambay de Ruiz Castañeda, que es en un lugar alto, las inundaciones por precipitación pluvial son nulas.

Esto se constató preguntado a la gente del lugar en los recorridos de campo realizados si sufrían de inundaciones, a lo que respondieron que “no”, además si existe drenaje pluvial en el municipio, así como se puede ver en las siguientes fotografías.

Foto 19. Drenaje pluvial y sanitario en Acambay de Ruiz Castañeda



Fuente: Archivo fotográfico propio

Metodología para la determinación del peligro por inundaciones

Se delimitan las cuencas de aportación de los arroyos y ríos que en la zona de estudio. Y se determinan sus parámetros físicos requeridos para determinar el escurrimiento generado en la cuenca, por medio de métodos Lluvia – Escurrimiento.

Del análisis estadístico de la variable climatológica, lluvia máxima en 24 horas reportadas en la base de datos de CONAGUA, de las estaciones que tienen influencia en el municipio de Acambay de Ruiz

Castañeda, se obtuvieron las precipitaciones máximas asociadas a los periodos de retorno 5, 10, 25 y 50 años.

En la siguiente tabla se muestran las estaciones climatológicas utilizadas.

TABLA 38 Estaciones climatológicas en el municipio de Acambay de Ruiz Castañeda

CLAVE	NOMBRE	PERIODO	CLAVE	NOMBRE	PERIODO
15001	Acambay de Ruiz Castañeda	1957-2006	15261	El Jazmín	1978-2008
15029	El Tejocote	1969-2010	15244	Muyteje	1978-2008
15078	Presa Fco Trinidad	1961-2009	15361	Pozo ocho	1982-2008
15117	Temascalzingo	1962-2008	16124	Temascales	1943-2006

Fuente: elaboración propia en base a registros de CLICOM

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

- I. Se determinan las lluvias máximas anuales en 24 hrs de cada una de las estaciones climatológicas.
- II. Rellenado de datos faltantes, en caso de existir.
- III. Filtrado de datos que pudieran afectar la muestra.
- IV. Ajuste de función de probabilidad.
- V. Estimación de lluvias máximas en 24 hrs asociados a diferentes periodos de retorno.
- VI. Interpolación para determinar las isoyetas para el Municipio.

Memoria de cálculo

En base a las curvas de nivel publicadas por INEGI a escala 1:50,000, se delimitaron las cuencas de aportación para cada uno de los arroyos. Para poder determinar las lluvias máximas asociadas a los periodos de retorno, 5, 10, 25 y 50 años, se recurrió a un ajustes de funciones de probabilidad ala serie obtenida, estas funciones fueron: Normal, LogNormal, Gamma, Exponencial, Gumbel y DobleGumbel.

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

TABLA 39 Lluvias máximas para diferentes periodos de retorno

ID ESTACIÓN	Tr			
	5	10	25	50
15261	59.58	94.20	157.97	231.29
15260	61.10	68.00	76.28	85.48
15244	61.58	72.84	81.08	90.76
15001	61.14	73.00	85.27	100.57
15029	59.19	67.50	75.48	85.80
15361	59.61	66.64	72.44	78.97
15117	53.89	60.23	65.78	72.37
16124	59.12	80.31	104.00	131.81
15078	58.59	65.58	71.62	78.72

Fuente: elaboración propia en base a registros de CLICOM.

En los recorridos de campo de se localizaron dos arroyos que escurren en los límites de la zona urbana, uno de ellos conocido como Arroyo Botidí y el otro como Arroyo Endejé, en la siguiente figura se muestra la cuenca y localización del Arroyo Botidí.

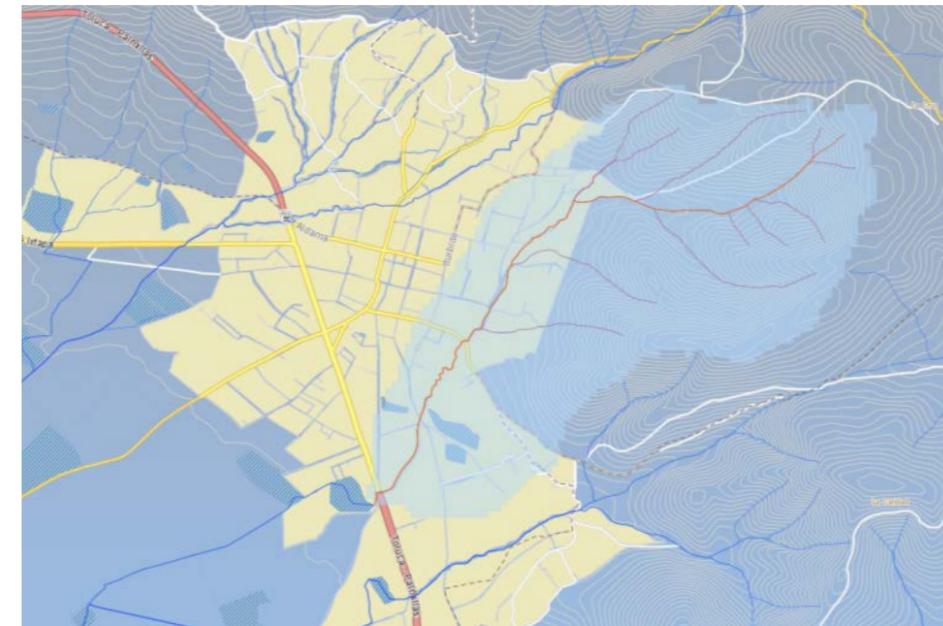
Figura 19. Arroyo Botidí y su cuenca



Fuente: Elaboración obtenida con uso del SIATL INEGI.

Así también en la siguiente figura se muestra la cuenca y localización del Arroyo Endejé.

Figura 20. Arroyo Endejé y su cuenca



Fuente: elaboración obtenida con uso del SIATL INEGI.

Con apoyo del SIATL de INEGI de se determinaron los escurrimientos generados por las precipitaciones de la tabla anterior asociados a diferentes periodos de retorno para cada uno de los Arroyos anteriores. En la siguiente tabla se muestran los caudales para diferentes periodos de retorno del Arroyo Botidí.

TABLA 40 Caudales máximos para diferentes periodos de retorno Arroyo Botidí

Tr	Q [m ³ /s]
5	21.14
10	25.3
25	29.8
50	35

Fuente: elaboración obtenida con uso del SIATL INEGI.

En la siguiente tabla se muestran los caudales para diferentes periodos de retorno del Arroyo Endejé.

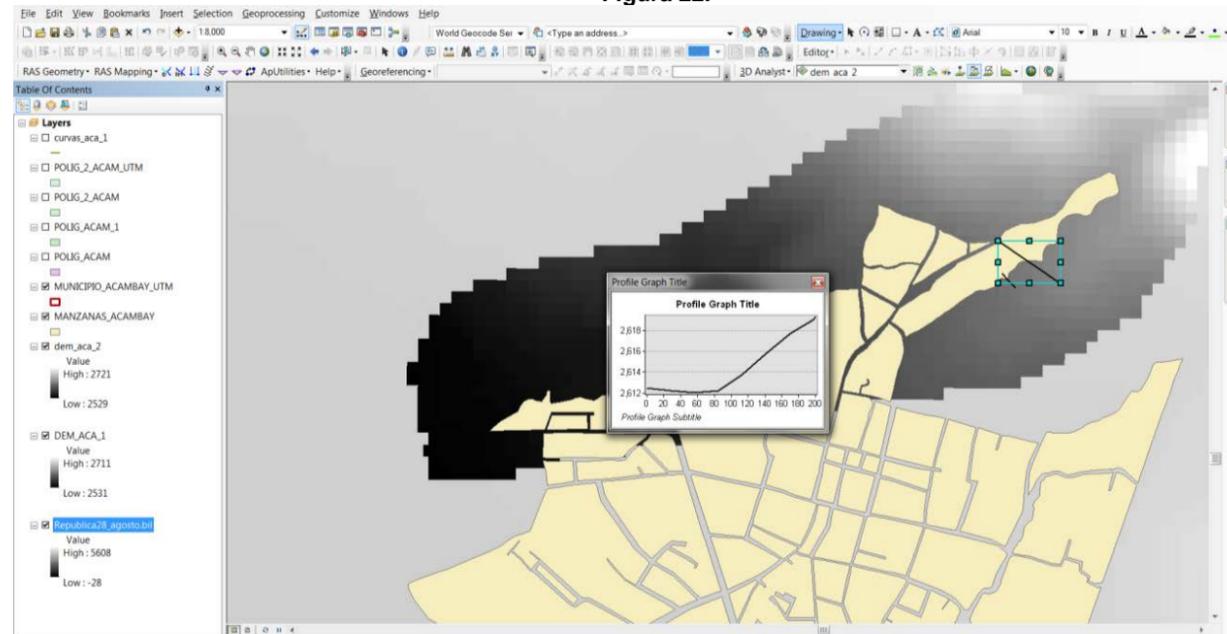
TABLA 41 Caudales máximos para diferentes periodos de retorno Arroyo Endejé

Tr	Q [m ³ /s]
5	21.14
10	25.3
25	29.8
50	35

Fuente: elaboración obtenida con uso del SIATL INEGI.

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

Figura 21. CEM 3.0 En zona de cauces en Acambay de Ruiz Castañeda y sección del cauce Bodití
Figura 22.



Fuente: elaboración propia con información del CEM 3.0 de INEGI 15m.

Al intentar generar curvas d nivel no se logró delimitar los drenes pluviales, pues estos tienen un ancho de aproximadamente 4 a 5 metros y al tomar esta información como base no se logran delimitar las cunetas de los cauces como se observa en la figura anterior.

Así que se recurrió a la información recabada en campo. En las siguientes fotos podemos ver el cauce el Río Bodití, que es una barranca, por lo que no ha presentado desbordamientos y esto lo confirma la gente de la zona.

Foto 20. Cauce del río Bodití



Fuente: archivo fotográfico propio.

Por lo anterior, en el municipio el peligro de inundación es bajo.

CAPÍTULO VI

Obras de mitigación

RECOMENDACIONES

Se proponen para el municipio de Acambay de Ruiz Castañeda los siguientes puntos relacionados con los riesgos geológicos:

- I. Es importante que se realicen todos los estudios necesarios, que verifiquen la información bibliográfica que se recabó para la realización del presente Atlas, por ejemplo, se recomienda elaborar un plano a escala local geológico-geotécnico en el cual se indique los suelos o materiales más susceptibles para sufrir procesos de deslizamiento.
- II. Llevar a cabo un plan de contingencia en caso de sismos.
- III. Se recomienda la reubicación de pobladores en las regiones de muy alta y alta susceptibilidad localizadas en el mapa de susceptibilidad geológica, además de las áreas que resulten de los estudios locales realizados para el municipio de Acambay de Ruiz Castañeda.
- IV. Realizar monitoreo constante para las zonas que resultaron con "Muy Alta" y "Alta" susceptibilidad a erosión y socavación hídrica. También se recomienda que después de realizar los estudios locales pertinentes, reforestar las zonas más susceptibles a erosión dentro del municipio. Existen algunos ejemplos para recuperación de suelos, se tienen las mecánicas y las vegetativas, como realizar distintas modalidades de terrazas, la rotación de cultivos, reforestación, cortinas rompe viento, entre otras.
- V. Hacer un estudio a nivel municipal con mediciones de acelerómetro in situ para determinar los efectos de los sismos.
- VI. Evitar la construcción de nuevas áreas habitacionales en zonas afectadas por la falla sísmica.
- VII. Realizar un estudio diagnóstico de la calidad y estabilidad de las construcciones en zonas de alto y muy alto riesgo.
- VIII. Gestionar la instalación de una estación sísmica en la zona del graben para que se pueda tener un monitoreo a detalle el comportamiento de la falla.
- IX. Hacer un estudio específico para determinar a detalle la zona de riesgo por la falla, en la que deberán prohibirse actividades o usos que pongan en riesgo a las personas y/o a sus bienes.
- X. Para evitar la remoción de masas en taludes en carreteras se recomienda la extracción de material en la parte apropiada, para disminuir el efecto de empujes hidrostáticos y el peso de las masas de tierra, que es menor cuando pierden agua. La eliminación de estratos débiles en los taludes
- XI. Se propone la colocación de Medidores de tensión en la falla ubicada en las coordenadas 19°57'59.29"N, 99°51'16.11"O. Los medidores de tensión miden la tensión en áreas particulares de la

corteza terrestre, usualmente una falla. Los medidores de presión funcionan al medir el movimiento entre dos puntos distantes. Por ejemplo, si la distancia entre dos puntos situados a un kilómetro de distancia cambia por un milímetro, la tensión resultante es considerada como de una micra de tensión. Los medidores de tensión suelen medir los cambios entre posiciones en los pozos de la superficie de la tierra.

Otras medidas:

- Elaborar el Programa Municipal de Ordenamiento Ecológico en el que se establezca un programa de protección y rescate ambiental integral.
- Reforzar el área de ecología dentro del municipio con atribuciones definidas en temas como la tala, deforestación, manejo de cauces y cuerpos de agua, que prevea la posibilidad de resarcimiento de daños.
- Actualizar el Plan de Desarrollo Urbano del Municipio retomando la información contenida en el presente atlas
- Implementar y publicar un reglamento de construcción específico para el municipio que permita regular las construcciones, los materiales y utilizar las conclusiones del atlas, evitando que las localidades crezcan hacia zonas de riesgo.

A continuación se presenta una tabla con las propuestas de obras y acciones para el Municipio de Acambay de Ruiz Castañeda:

PROPUESTAS DE OBRAS Y ACCIONES				
FENÓMENOS/RIESGOS	UBICACIÓN	CAUSA	OBRA O ACCIÓN PROPUESTA	OBSERVACIONES
Geológicos				
sismos	Graben Acambay Se propone la colocación de Medidores de tensión en la falla ubicada en las coordenadas 19°57'59.29"N99°51'16.11"O	Fractura y hundimientos por movimiento de graben	Colocación de medidores de tensión	Los medidores de tensión miden la tensión en áreas particulares de la corteza terrestre, usualmente una falla. Los medidores de presión funcionan al medir el movimiento entre dos puntos distantes. Por ejemplo, si la

				distancia entre dos puntos situados a un kilómetro de distancia cambia por un milímetro, la tensión resultante es considerada como de una micra de tensión. Los medidores de tensión suelen medir los cambios entre posiciones en los pozos de la superficie de la tierra.
Derrumbes (caídos)	Carretera Acambay –San Juan del río	Inestabilidad de laderas	<p>Suavizar las pendientes de los cortes y terraplenes</p> <p>cubrir ya sea con suelo fértil, concreto lanzado, geotextiles, entre otros;</p> <p>construir terrazas o bermas para evitar que el agua adquiera velocidad;</p> <p>impermeabilizar la parte alta de los taludes,</p>	La mejor solución está en función de la litología y/o geología por lo que estos factores deben ser considerados en un estudio puntual de acuerdo a la necesidad de cada sitio.
Hidrometeorológicos				
Inundaciones	Río Acambay1	Desbordamiento	Levantamiento topográfico a detalle del Río Acambay1 en	

			la zona y sus afluentes, curvas a cada 20 cm y realizar el levantamiento detallado de todas las obras hidráulicas que se localicen sobre algún cauce, con la finalidad de conocer cuáles es la capacidad hidráulica de éstas, su avenida de diseño (a qué periodo de retorno corresponden) y qué influencia presentan para el libre flujo del agua.
	Río Acambay1	Desbordamiento	Estudio Hidrológico del Río para los periodos de retorno de 5, 25, 50 y 100 años.
	Río Acambay1	Desbordamiento	Estudio Hidráulico del Río Acambay1
	Río Acambay1	Desbordamiento	En base a los estudios anteriores Dimensionar obras de protección.
	Río Acambay 2	Desbordamiento	Levantamiento

		o	o topográfico a detalle del Río Acambay 2 y sus afluentes, curvas a cada 20 cm y realizar el levantamiento detallado de todas las obras hidráulicas que se localicen sobre algún cauce, con la finalidad de conocer cuáles es la capacidad hidráulica de éstas, su avenida de diseño (a qué periodo de retorno corresponden) y qué influencia presentan para el libre flujo del agua.	
	Río Acambay 2	Desbordamiento	Estudio Hidrológico del Río Acambay 2 para los periodos de retorno de 5, 25, 50 y 100 años.	
	Río Acambay 2	Desbordamiento	Estudio Hidráulico del Río Acambay 2	
	Río Acambay 2	Desbordamiento	En base a los estudios	

			anteriores Dimensionar obras de protección.	
	Río Acambay 3	Desbordamiento	Levantamiento o topográfico a detalle del Río Acambay 3 y sus afluentes, curvas a cada 20 cm y realizar el levantamiento detallado de todas las obras hidráulicas que se localicen sobre algún cauce, con la finalidad de conocer cuáles es la capacidad hidráulica de éstas, su avenida de diseño (a qué periodo de retorno corresponden) y qué influencia presentan para el libre flujo del agua.	Para fines de delimitación de Zona Federal y que ayude a delimitar zonas de crecimientos en el Plan de Desarrollo Municipal
	Río Acambay 3	Desbordamiento	Estudio Hidrológico del Río Acambay 3 para los periodos de retorno de 5, 25, 50 y 100 años.	Para fines de delimitación de Zona Federal y que ayude a delimitar zonas de crecimientos en el Plan de Desarrollo Municipal
	Río Acambay 3	Desbordamiento	Estudio	Para fines de

		o	Hidráulico del Río Acambay 3	delimitación de Zona Federal y que ayude a delimitar zonas de crecimientos en el Plan de Desarrollo Municipal
	Río Acambay 3	Desbordamiento	En base a los estudios anteriores se realiza la conservación y limpieza del cauce.	
	Río Acambay 4	Desbordamiento	Levantamiento topográfico a detalle del Río Acambay y sus afluentes, curvas a cada 20 cm y realizar el levantamiento detallado de todas las obras hidráulicas que se localicen sobre algún cauce, con la finalidad de conocer cuáles es la capacidad hidráulica de éstas, su avenida de diseño (a qué periodo de retorno corresponden) y qué influencia presentan para el libre	Para fines de delimitación de Zona Federal y que ayude a delimitar zonas de crecimientos en el Plan de Desarrollo Municipal

				flujo del agua.
	Río Acambay 4	Desbordamiento	Estudio Hidrológico del Río Acambay 4 para los periodos de retorno de 5, 25, 50 y 100 años.	Para fines de delimitación de Zona Federal y que ayude a delimitar zonas de crecimientos en el Plan de Desarrollo Municipal
	Río Acambay 4	Desbordamiento	Estudio Hidráulico del Río Acambay 4	Para fines de delimitación de Zona Federal y que ayude a delimitar zonas de crecimientos en el Plan de Desarrollo Municipal
	Río Acambay 4	Desbordamiento	En base a los estudios anteriores se realiza la conservación y limpieza del cauce.	
	Río Acambay 5	Desbordamiento	Levantamiento topográfico a detalle del Río Acambay y sus afluentes, curvas a cada 20 cm y realizar el levantamiento detallado de todas las obras que se localicen sobre algún cauce, con la finalidad de conocer cuáles es la capacidad hidráulica de éstas, su	Para fines de delimitación de Zona Federal y que ayude a delimitar zonas de crecimientos en el Plan de Desarrollo Municipal

			avenida de diseño (a qué periodo de retorno corresponden) y qué influencia presentan para el libre flujo del agua.	
	Río Acambay 5	Desbordamiento	Estudio Hidrológico del Río Acambay 5 para los periodos de retorno de 5, 25, 50 y 100 años.	Para fines de delimitación de Zona Federal y que ayude a delimitar zonas de crecimientos en el Plan de Desarrollo Municipal
	Río Acambay 5	Desbordamiento	Estudio Hidráulico del Río Acambay 5	Para fines de delimitación de Zona Federal y que ayude a delimitar zonas de crecimientos en el Plan de Desarrollo Municipal
	Río Acambay 5	Desbordamiento	En base a los estudios anteriores se realiza la conservación y limpieza del cauce.	

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Ubicación del municipio Acambay de Ruiz Castañeda	13
Figura 2. Áreas consideradas en el <i>Plan Municipal de Desarrollo Urbano de Acambay</i> como área urbanizable	49
Figura 3. Ubicación del municipio de Acambay en el contexto nacional de la Regionalización Sísmica de CFE 59	
Figura 4. Iglesia de San Miguel Arcángel lado izquierdo daños sufridos a la estructura por el sismo de 1912, lado derecho Iglesia en la actualidad	64
Figura 5. Ubicación del municipio con respecto a costa más cercana	64
Figura 6. Zona de hundimiento en las comunidades de Dongú y Detiña, fuente de la imagen diario El Sol de México, 25 de noviembre 2009	81
Figura 7. Localización de las estaciones climatológicas para el municipio de Acambay de Ruiz Castañeda	89
Figura 21. CEM 3.0 En zona de cauces en Acambay de Ruiz Castañeda y sección del cauce Bodití	116
Figura 22.	116

ÍNDICE DE GRÁFICAS

Grafica 1. Evolución de la población en el municipio Acambay de Ruiz Castañeda 1990-2010	33
Grafica 2. Evolución de la población en el municipio Acambay de Ruiz Castañeda 1990-2030	33
Grafica 3. Distribución de la población municipal	34
Grafica 4. Porcentaje de la población por localidad de origen	34
Grafica 5. Distribución de la población por sexo en Acambay de Ruiz Castañeda	37
Grafica 6. Distribución de población por grupos de edad, Acambay de Ruiz Castañeda	37
Grafica 7. Pirámide de población por sexo en el municipio de Acambay de Ruiz Castañeda	37
Grafica 8. Población de 15 años y más. Comparativo analfabetas y con secundaria terminada por sexo	40
Grafica 9. Población de 18 años y más total y la que tienen algún grado posbásico (nivel medio o superior) de estudios	40
Grafica 10. Incidencia de tipo de discapacidad en Acambay de Ruiz Castañeda, 2010	41
Grafica 11. Principales localidades con población indígena en el municipio Acambay de Ruiz Castañeda 2005	45
Grafica 12. Producción agrícola del municipio de Acambay de Ruiz Castañeda	45
Grafica 13. Volumen de la producción agrícola del municipio de Acambay de Ruiz Castañeda	45
Grafica 14. Producción ganadera en 2011	46
Grafica 15. Porcentaje de la participación por sexo de la población económicamente activa y no activa del municipio de Acambay de Ruiz Castañeda	48
Grafica 16. Participación de la población económicamente activa por actividad económica del municipio de Acambay de Ruiz Castañeda	48
Grafica 17. Comparativa de Población ocupada por actividad económica del municipio de Acambay de Ruiz Castañeda, censos 2000, 2010	48

ÍNDICE DE MAPAS

MAPA 1	Mapa base del municipio de Acambay de Ruiz Castañeda	16
MAPA 2	Mapa base de la localidad de Acambay de Ruiz Castañeda	16
MAPA 3		16
MAPA 4	Fisiografía del municipio de Acambay de Ruiz Castañeda	19
MAPA 5	Subprovincias fisiográficas del municipio de Acambay de Ruiz Castañeda	20
MAPA 6	Geomorfología del municipio Acambay de Ruiz Castañeda	21
MAPA 7	Geología del municipio de Acambay de Ruiz Castañeda	22
MAPA 8	Edafología del municipio de Acambay de Ruiz Castañeda	23
MAPA 9	Hidrología del municipio de Acambay de Ruiz Castañeda	24
MAPA 10	Regional de cuencas del municipio de Acambay de Ruiz Castañeda	24
MAPA 11	Cuencas del municipio de Acambay de Ruiz Castañeda	25
MAPA 12	Subcuencas del municipio de Acambay de Ruiz Castañeda	26
MAPA 13	Microcuencas del municipio de Acambay de Ruiz Castañeda	26
MAPA 14	Climas del municipio de Acambay de Ruiz Castañeda	27
MAPA 15	Uso del suelo y vegetación en el municipio de Acambay de Ruiz Castañeda	28
MAPA 16	Áreas Naturales protegidas en el municipio de Acambay de Ruiz Castañeda	29
MAPA 17	Distribución de la población por localidad	35
MAPA 18	Distribución de población por AGEB en Acambay de Ruiz Castañeda	35
MAPA 19	Distribución de la población por manzana urbana en la localidad de Acambay de Ruiz Castañeda	36
MAPA 20	Distribución de la población por manzana urbana en Pueblo Nuevo, Acambay de Ruiz Castañeda 2010	36
MAPA 21	Densidad poblacional por localidad en el municipio de Acambay de Ruiz Castañeda	39
MAPA 22	Densidad poblacional por AGEB localidad Villa de Acambay de Ruiz Castañeda	39
MAPA 23	Porcentaje de viviendas con más de 3 habitantes por dormitorio por manzana urbana en Acambay de Ruiz Castañeda 2010	41
MAPA 24	Discapacidad por localidad en el municipio de Acambay de Ruiz Castañeda	42
MAPA 25	Discapacidad por AGEB por localidad en el municipio de Acambay de Ruiz Castañeda	43
MAPA 26	Población con discapacidad por manzana urbana en Acambay de Ruiz Castañeda 2010	43
MAPA 27	Marginación por localidad en el municipio de Acambay de Ruiz Castañeda	44
MAPA 28	Vulnerabilidad en Acambay de Ruiz Castañeda	54
MAPA 29	Vulnerabilidad en Pueblo Nuevo	55
MAPA 30	Ubicación de volcanes cercanos al municipio de Acambay de Ruiz Castañeda	58
MAPA 31	Peligro por caída de cenizas volcán Jocotitlan	58
MAPA 32	Escala de intensidad Mercalli del municipio de Acambay de Ruiz Castañeda	59
MAPA 33	Sismos registrados con epicentros ubicados en cercanía del municipio de Acambay de Ruiz Castañeda	60
MAPA 34	Regionalización sísmica del municipio de Acambay de Ruiz Castañeda	61
MAPA 35	Periodo de retorno de 10 años del Municipio de Acambay de Ruiz Castañeda, Estado de México	61
MAPA 36	Periodo de retorno de 100 años del Municipio de Acambay de Ruiz Castañeda, Estado de México	62
MAPA 37	Periodo de retorno de 500 años del Municipio de Acambay de Ruiz Castañeda, Estado de México	62

MAPA 38	Periodos de retorno para aceleraciones mayores al 15% del valor de la aceleración de la gravedad del Municipio de Acambay de Ruiz Castañeda, Estado de México	63
MAPA 39	Peligro al fenómeno sísmico en el municipio de Acambay de Ruiz Castañeda	63
MAPA 40	Peligro al fenómeno de tsunami o maremotos en el municipio de Acambay de Ruiz Castañeda.....	65
MAPA 41	Suceptibilidad al movimiento de masas en el Municipio de Acambay de Ruiz Castañeda.....	70
MAPA 42	Peligro al fenómeno de inestabilidad de laderas (deslizamiento) en el municipio de Acambay de Ruiz Castañeda	71
MAPA 43	Riesgo por inestabilidad de laderas en el municipio de Acambay de Ruiz Castañeda ¡Error! Marcador no definido.	
MAPA 44	Peligro por fenómeno de flujos en el municipio de Acambay de Ruiz Castañeda.....	76
MAPA 45	Riesgo por flujos en el municipio de Acambay de Ruiz Castañeda ¡Error! Marcador no definido.	
MAPA 46	Peligro por fenómeno de caídos o derrumbes en el municipio de Acambay de Ruiz Castañeda.....	79
MAPA 47	Riesgo por caídos o derrumbes en el municipio de Acambay de Ruiz Castañeda ... ¡Error! Marcador no definido.	
MAPA 48	Peligro al fenómeno de hundimientos en el municipio de Acambay de Ruiz Castañeda .	81
MAPA 49	Peligro a los fenómenos de subsidencias en el municipio de Acambay de Ruiz Castañeda	83
MAPA 50	Zona de peligro por el fenómeno de agrietamiento (por fallas y fracturas)	85
MAPA 51	Riesgo por agrietamiento en el municipio de Acambay de Ruiz Castañeda	87
MAPA 52	Índice de riesgo por ondas cálidas en el municipio.....	91
MAPA 53	Índice de riesgo por ondas gélidas en el municipio.	93
MAPA 54	Peligro por sequías en el municipio de Acambay de Ruiz Castañeda	95
MAPA 55	Índice de riesgo por Heladas en el municipio de Acambay de Ruiz Castañeda.....	98
MAPA 56	Riesgo por heladas en el municipio de Acambay de Ruiz Castañeda	99
MAPA 57	Índice de riesgo por tormentas de granizo.....	101
Las nevadas principalmente ocurren en el norte del país y en las regiones altas, y rara vez se presentan en el sur. Del libro <i>Guía Básica para la Elaboración de Atlas Estatales y Municipales</i> , página 386, en la región del Nevado de Toluca se tienen las siguientes funciones de peligro para el Nevado de Toluca		
MAPA 58	Tormentas de nieve en el municipio de Acambay de Ruiz Castañeda	103
MAPA 59	Ciclones tropicales en el municipio de Acambay de Ruiz Castañeda	107
MAPA 60	Tornados en el municipio de Acambay de Ruiz Castañeda.....	108
MAPA 61	Tormentas de polvo en el municipio de Acambay de Ruiz Castañeda	108
MAPA 62	Índice de riesgo por tormentas eléctricas en el municipio de Acambay de Ruiz Castañeda	111
MAPA 63	Índice de riesgo por lluvias máximas en el municipio de Acambay de Ruiz Castañeda	113

TABLA 3	Porcentajes de las geoformas del municipio Acambay de Ruiz Castañeda	21
TABLA 4	Porcentajes de las unidades litológicas del municipio de Acambay de Ruiz Castañeda	22
TABLA 5	Porcentajes de las Unidades Edafológicas del municipio de Acambay de Ruiz Castañeda	23
TABLA 6	Porcentajes de los tipos de clima del municipio de Acambay de Ruiz Castañeda	27
TABLA 7	Porcentajes del Uso de Suelo y Vegetación del municipio de Acambay de Ruiz Castañeda	28
TABLA 8	Áreas naturales protegidas del municipio de Acambay de Ruiz Castañeda	29
TABLA 9	Principales causas de muerte según sexo en Acambay de Ruiz Castañeda, 2012	38
TABLA 10	Densidad poblacional de diferentes unidades territoriales	38
TABLA 11	Detalle del tipo de discapacidad	42
TABLA 12	Indicadores de marginación para el municipio Acambay de Ruiz Castañeda	44
TABLA 13	Comparativo de niveles de pobreza en Acambay de Ruiz Castañeda, Estado de México y otros municipios.....	44
TABLA 14	Unidades económicas del municipio de Acambay de Ruiz Castañeda	46
TABLA 15	Inversión pública ejercida en 2010.....	47
TABLA 16	Presupuesto de ingresos y egresos del municipio de Acambay de Ruiz Castañeda	47
TABLA 17	Población económicamente activa del municipio de Acambay de Ruiz Castañeda	47
TABLA 19	Epicentros registrados a menos 90 km del municipio .	60
TABLA 20	Localidades rurales y urbanas con afectaciones por el fenómeno de inestabilidad de laderas del Municipio de Acambay de Ruiz Castañeda, Estado de México	70
TABLA 21	Localidades rurales y urbanas con afectaciones por el fenómeno de flujos del Municipio de Acambay de Ruiz Castañeda, Estado de México	76
Localidades rurales y urbanas con afectaciones por el fenómeno de subsidencia del Municipio de Acambay de Ruiz Castañeda, Estado de México		
TABLA 22	Estaciones climatológicas que tienen influencia en el municipio de Acambay de Ruiz Castañeda para temperaturas máximas	89
TABLA 24	Estaciones climatológicas que tienen influencia en el municipio de Acambay de Ruiz Castañeda para temperaturas mínimas.....	91
TABLA 28	Estaciones climatológicas que tienen influencia en el municipio de Acambay de Ruiz Castañeda para temperaturas mínimas extremas	97
TABLA 30	Estaciones climatológicas que tienen influencia en el municipio de Acambay de Ruiz Castañeda para días con granizo	100
TABLA 33	Estaciones climatológicas que tienen influencia en el municipio de Acambay de Ruiz Castañeda para días con tormentas eléctricas	109
TABLA 35	Estaciones climatológicas que tienen influencia en el municipio de Acambay de Ruiz Castañeda para lluvias máximas	112
TABLA 37	Estaciones climatológicas en el municipio de Acambay de Ruiz Castañeda	114

ÍNDICE DE TABLAS

TABLA 1	Niveles de tratamiento de la información geológica e hidrometeorológica	13
TABLA 2	Porcentajes de la fisiografía del municipio de Acambay de Ruiz Castañeda	19