

Tesis

Vulnerabilidad social en el Sur del Estado de México

Presenta: Mario Navarro Loranca

Tutor: Dra. Patricia Flores Olvera



Universidad Autónoma del Estado de México

Facultad de Geografía

Tesis:

VULNERABILIDAD SOCIAL EN EL SUR DEL ESTADO DE MÉXICO

Presenta:

Mario Navarro Loranca

Tutor:

Dra. Patricia Flores Olvera

Revisores:

Dr. Héctor Víctor Cabadas Báez

Dra. Acela Montes de Oca Hernández

Abril 2015



Índice

No.	Tema	Página
1.	Introducción.....	3
2.	Planteamiento del Problema.....	3
3.	Justificación.....	4
4.	Objetivos.....	5
5.	Hipótesis.....	6
6.	Antecedentes.....	6
7.	Marco Teórico.....	17
8.	Metodología para el análisis de vulnerabilidad.....	32
9.	Resultados.....	39
9.1	Procesos de remoción en masa en el área de estudio.....	39
9.2	Vulnerabilidad.....	65
9.3	Índice de Capacidades y Vulnerabilidad (VCI).....	68
10.	Conclusiones.....	80
11.	Recomendaciones.....	82
12.	Listado de figuras.....	83
12.1	Listado de tablas.....	85
13.	Anexos	86
14.	Bibliografía.....	87



1. Introducción

En México se han realizado estudios sobre vulnerabilidad, pero la mayoría de esos estudios han sido a niveles regionales, estatales y municipales, a nivel localidad son pocas las investigaciones al respecto, por ende, las metodologías para calcular la vulnerabilidad son pocas, entre las cuales se encuentra la metodología de CENAPRED y la de Mustafa. Dentro del presente documento se hablará de la vulnerabilidad social en el Sur del Estado de México, más específicamente en las localidades de San Francisco Oxtotilpan, Mesón Viejo, Santa María del Monte, Villa Guerrero y San Pedro Buenos Aires.

Dentro de cada una de las localidades mencionadas se aplicaron encuestas que permitieron valorar el grado de vulnerabilidad en que se encontraban las mismas, para ello primeramente fue necesaria una búsqueda de información que nos indicara cuales han sido los trabajos realizados anteriormente con respecto a temas de vulnerabilidad, y cuales han sido las metodologías utilizadas, para poder realizar una investigación más eficiente.

La caracterización de cada una de las áreas de estudio, es parte fundamental para la elaboración de la investigación, dentro de este apartado se muestran las características físicas de cada una de las localidades a analizar, para que posteriormente la información sea procesada y se plasmen los resultados de manera clara.

2. Planteamiento del Problema

La vulnerabilidad es un concepto complejo con diversos enfoques, se ha empleado en las ciencias sociales y físicas que genera discusión y debate. Las localidades a analizar, tienen en común las condiciones físicas, presentan una serie de problemáticas físicas y socioeconómicas, condiciones que favorecen a que los grados de vulnerabilidad sean aún mayores.

Las condiciones geográficas del Estado de México son parte importante y por lo tanto uno de los principales causantes de los deslizamientos, se localiza en las coordenadas latitud: 22° 45' - 18° 55', longitud: 101° 28' - 105° 42', en la porción central de la República Mexicana, es una de las zonas más altas de la llamada altiplanicie mexicana. Tiene una



superficie de 22, 499,95 Km² y de acuerdo al censo del año 2010, cuenta con 15, 175,862 habitantes.

De acuerdo a las características del área en estudio, se han presentan procesos naturales que han generado pérdidas humanas, y este análisis se enfoca principalmente a zonas rurales, ya que son las zonas más afectadas por estos procesos tanto humano, económico, y también natural, ya que suelen modificar los ambientes.

En el año 2010 ocurrieron lluvias extremas que generaron flujos de detritos en diferentes puntos al Sur del Estado de México, ocasionando daño a infraestructura y más de una decena de muertes, las localidades afectadas fueron Mesón Viejo, San Francisco Oxtotilpan en el Municipio de Temascaltepec, San Pedro Buenos Aires y Villa Guerrero, así como Santa María del Monte en el Municipio de Zinacantepec, por tanto, es importante conocer el grado de vulnerabilidad de las localidades que están expuestas al proceso.

3. Justificación

El concepto de vulnerabilidad parece ser el más apropiado para comprender el impacto transformador provocado por el nuevo patrón de desarrollo en el plano social y para captar esa mayor exposición a riesgos en que se encuentra una gran masa de los habitantes. (Pizarro, 2001).

A lo largo del tiempo se ha hablado sobre vulnerabilidad dentro de distintas disciplinas, este concepto ha ido evolucionando a lo largo del tiempo y también se adapta de acuerdo a cada una de las materias y el enfoque que se le dé.

La vulnerabilidad no se presenta de igual forma en todos los lugares, ya que depende de las condiciones fisiográficas, socioeconómicas, y de las características que tenga determinado municipio o localidad.

Las localidades, San Francisco Oxtotilpan y Mesón Viejo del municipio de Temascaltepec, Santa María del Monte del municipio de Zinacantepec y San Pedro Buenos Aires del municipio de Villa Guerrero; tienen una condición específica de deslizamientos, que necesita de análisis para obtener el grado de vulnerabilidad social, en base a la información



recabada y las condiciones físicas y sociales que tiene cada localidad, es importante salvaguardar las vidas de los habitantes, para ello, es importante la elaboración de mapas en donde se muestren cuáles son las zonas con mayor índice de vulnerabilidad, con la finalidad de realizar las acciones de prevención necesarias que permitan disminuir los daños causados por algún flujo de detritos.

4. Objetivo General

Analizar el grado de vulnerabilidad social que existe dentro de las localidades, San Francisco Oxtotilpan, Mesón Viejo, Santa María del Monte, San Pedro Buenos Aires, que se encuentran al Sur del Estado de México, a través del Índice de Capacidades y Vulnerabilidad (VCI), con la finalidad de que muestren las áreas con mayor grado de vulnerabilidad social.

4.1. Objetivos Particulares

1. Identificar las condiciones geológicas y geomorfológicas de los sitios donde se generaron los procesos de remoción en masa.
2. Analizar las dimensiones de la vulnerabilidad: de materiales (fuente de ingresos, nivel educativo, activos, exposición al peligro); institucional (redes comunitarias, parentescos extra-locales, infraestructura, proporción de personas a cargo de un hogar, sistema de alerta, pertenencia a la clase social más baja en desventaja) y de actitudes (sentido de empoderamiento) en las localidades de Mesón Viejo, San Francisco Oxtotilpan, San Pedro Buenos Aires, y Villa Guerrero.
3. Elaborar la cartografía del grado de vulnerabilidad de las localidades en estudio.
4. Cartografiar el grado de vulnerabilidad de las localidades Mesón Viejo, San Francisco Oxtotilpan, San Pedro Buenos Aires y Villa Guerrero.



5. Hipótesis

Las zonas de estudio muestran que hay población que se encuentra en riesgo debido a sus características físicas y a las condiciones geológicas y geomorfológicas esto eleva las probabilidades de ocurrencia de un flujo de detritos, por ello es necesario analizar el grado de vulnerabilidad social en el que se encuentran las localidades de San Francisco Oxtotilpan, Mesón Viejo, Santa María del Monte, San Pedro Buenos Aires y Villa Guerrero, localizadas al Sur del Estado de México. Los flujos de detritos implican un peligro para la sociedad ya que han sido los causantes de pérdidas materiales y también humanas, para el análisis se aplicarán cuestionarios para conocer el grado de vulnerabilidad con base a la metodología de Mustafa, además se obtendrá el índice de marginación social por medio de los indicadores establecidos por CONAPO, con la finalidad de complementar la metodología establecida por Mustafa.

Los deslizamientos son fenómenos que han ocasionado pérdidas humanas y materiales, es por eso que implican un peligro para las comunidades a analizar, si bien, no es un fenómeno que se pueda evitar, si se pueden tomar medidas preventivas que ayuden a disminuir el número de pérdidas, para ello se plantea utilizar un Índice de Capacidades y Vulnerabilidad (VCI), donde nos permitirá, analizar y determinar cuáles son las zonas con mayor grado de vulnerabilidad social, para que así se puedan tomar decisiones que ayuden a actuar de manera correcta ante un deslizamiento, esto con la ayuda de visitas a campo, información cartográfica y estadística.

6. Antecedentes

Se han realizado diversos estudios de vulnerabilidad, es un tema que ha sido abordado por varias disciplinas, como lo es la geografía, hidrología, geomorfología, ingeniería, vulcanología, geología, esto referente a las ciencias naturales, pero también tiene enfoques en las ciencias sociales tales como la Psicología, Sociología, Antropología, Economía, entre otras. Es importante destacar que los conceptos pueden variar de acuerdo al enfoque desde el que se analice.



En el mundo

En los estudios que se han realizado en cuanto al tema, se habla de vulnerabilidad social, vulnerabilidad natural, vulnerabilidad, física, vulnerabilidad por recursos, entre otras. El estudio elaborado por la organización independiente sin fines de lucro DARA (Development Assistance Research Associates), evalúa la vulnerabilidad de cada país de acuerdo a cuatro áreas clave: salud, desastres climáticos, pérdida de hábitat humano y tensiones económicas. Según cifras de la Organización Mundial de la Salud (OMS), cada año se pierden al menos 350.000 vidas a causa de los impactos climáticos. De acuerdo al documento, en 2030 este número aumentará a un millón, mientras que los daños causados por los desastres naturales se multiplicarán por tres. "Tendremos un período de alta vulnerabilidad durante los próximos 10 a 20 años", dijo el científico de Bangladesh, Saleemul-Huq, durante la presentación del informe en Cancún. "El aumento de la temperatura media que hemos visto en las últimas décadas (0.7 ° C) seguramente se duplicará". En la actualidad, dice el estudio, la mayoría de los efectos se concentran en unos 50 países de bajos ingresos, que son muy vulnerables. Entre ellos se encuentran Haití, Honduras y Nicaragua. (BBC, día 4 de diciembre de 2010).¹ (BBC, 2010)

De acuerdo a Reyes Wilmer (2014), en un estudio de vulnerabilidad y áreas críticas a deslizamientos en la microcuenca del río Talgua, Honduras.² Se evaluó la vulnerabilidad y se determinaron áreas críticas a deslizamientos en la microcuenca del río Talgua, Honduras. La metodología incluyó el uso de sistemas de información geográfica y variables biofísicas, socioeconómicas y ambientales divididas en dos grandes grupos: vulnerabilidad global y factores críticos que aumentan la vulnerabilidad y el riesgo a deslizamientos.³

¹ BBC. (4 de diciembre de 2010). BBC. Recuperado el 03 de Diciembre de 2014, de http://www.bbc.co.uk/mundo/noticias/2010/12/101203_cancun_paises_vulnerables_en.shtml.

² Basado en Reyes Sandoval, WM. 2003. Vulnerabilidad a desastres naturales, determinación de áreas críticas y propuesta de mitigación en la microcuenca del río Talgua, Honduras. Tesis Mag. Sc. Turrialba, CR, CATIE. 118 p.

³ Reyes Wilmer, Recursos Naturales y Ambiente/no.48:103-110, disponible en internet <http://orton.catie.ac.cr/repdoc/A3160E/A3160E.PDF>.



Pérez Martínez, (2003) le da un enfoque relacionado a la salud utilizando como base los Sistemas de Información Geográfica (SIG), la investigación tuvo como objetivos identificar la diferenciación espacial de la vulnerabilidad para la ocurrencia de dengue en el municipio Playa de Ciudad de La Habana, y contrastar los estratos identificados con la espacialidad de los casos notificados durante el brote reportado en el año 2000.⁴ Realizó una base de datos digital a escala 1:25000, que definió como polígonos las manzanas, y como atributos aquellos asociados a los macrofactores y microfactores de transmisión, y a la introducción del virus. Se determinaron 3 grupos de manzanas según similitud de los valores de las variables, categorizadas en estratos espaciales de vulnerabilidad a la transmisión, como poco vulnerable, medianamente vulnerable y muy vulnerable. Se comprueba la solidez de los hallazgos, por su asociación con la espacialidad de los casos notificados.⁵

Vidal G. (2007) presenta una evolución de la vulnerabilidad frente a amenazas asociadas con deslizamientos e inundaciones en la zona Nororiental de Medellín entre 1960 y 1990, el abordaje del estudio de caso mostró que la vulnerabilidad se desplazó durante el periodo de estudio, siguiendo las trayectorias del poblamiento y de la expansión de la ciudad en función de características propias de la adaptación al entorno por parte de los pobladores, de procesos regionales y dinámicas influenciadas por políticas estatales de orden municipal.⁶

El método utilizado fue cualitativo y analítico y se orientó hacia la construcción de un punto de partida conceptual para la interpretación de las dinámicas y trayectorias de la vulnerabilidad urbana, a partir del rastreo de un caso específico que permitió reconstruir algunos aspectos de la dinámica de la vulnerabilidad en relación con sus formas de acceso al suelo urbano y la frecuencia de eventos desastrosos asociados a deslizamientos e inundaciones. El eje fundamental de elaboración fue la pregunta por cómo mirar la

⁴ Pérez, (2003). Vulnerabilidad espacial al dengue. una aplicación de los Sistemas de Información Geográfica en el municipio Playa de Ciudad de la Habana. 353-365.

⁵ *Ibídem*, pág. 357.

⁶ Vidal G., Lina María. (2007). Evolución de la vulnerabilidad frente a fenómenos asociados con deslizamientos e inundaciones. caso zona nororiental de Medellín, 1960 - 1990. Gestión y Ambiente, Agosto-Sin mes, 53-71.



vulnerabilidad desde una perspectiva ambiental que significa, retomando a Capra, intentar romper las fragmentaciones, no para ver más cosas, sino para encontrar las conexiones ocultas.⁷

El autor termina por conceptualizar a la vulnerabilidad de acuerdo a sus resultados como un impacto ambiental del desarrollo urbano que, como todos los impactos ambientales leídos desde una perspectiva ambiental compleja, es de largo plazo, con formas que se mantienen (bajos ingresos, escasa dotación de servicios, bajo nivel educativo, bajos niveles organizativos, mala calidad habitacional) y otras que cambian o se transforman (las personas que son afectadas, las que habitan en condiciones inseguras, las características de los fenómenos físicos, la gravedad de los efectos inmediatos del desastre).

Otro estudio realizado por Nuñez Villalba, (2009) titulado “El conocimiento de la vulnerabilidad de la red vial como herramienta de comprensión y reducción de la vulnerabilidad territorial: el caso de La Paz (Bolivia)”, nos presenta los principales resultados de una investigación sobre el colapso de las vías de la metrópoli paceña causado por dos eventos: uno natural y otro social. El primero fue generado por una fuerte tormenta de lluvia y granizo ocurrida el 19 de febrero de 2002 y el segundo por una revuelta social llamada «Guerra del Gas» que aconteció en octubre del 2003. Ambos eventos originaron perturbaciones entre las más graves que enfrentó la Metrópoli en tiempos recientes. Se intenta localizar cuáles fueron los lugares más afectados en cada caso y se intenta entender por qué los impactos de estos eventos fueron tan graves y extensos.⁸

Para conocer la propensión que tienen las vías esenciales de resultar inoperantes, se analizó su vulnerabilidad a través de una metodología (Demoraes, 2005) que considera seis factores listados a continuación:

- La vulnerabilidad intrínseca: corresponde a las debilidades internas, a las propias fragilidades, a las debilidades estructurales del elemento estudiado.

⁷Ibídem, pág. 57.

⁸Nuñez-Villalba, Javier; Demoraes, Florent. (2009). El conocimiento de la vulnerabilidad de la red vial como herramienta de comprensión y reducción de la vulnerabilidad territorial: el caso de La Paz (Bolivia). Bulletin de l'Institut français d'études andines, Sin mes, 827-848.



- La dependencia: considera las relaciones de dependencia del elemento frente a otros sistemas, relaciones que son necesarias para su funcionamiento.
- La exposición a los peligros y la susceptibilidad de daño: abarca los diferentes tipos de amenazas de origen natural y antrópico a las cuales están expuestos los elementos. Permite también evaluar si estos últimos son susceptibles de experimentar disfuncionamientos o daños.
- La capacidad de control: se refiere a la posibilidad de controlar el elemento.

En otros términos se analiza si es fácil o no intervenir a nivel del elemento, directamente o a distancia, en caso de problema.

- Las alternativas: consideran las posibilidades de reemplazo, de sustitución de un elemento asegurando una función, en caso de fallo.
- La preparación a las crisis: corresponde a las medidas preventivas, a las diversas formas de preparación, a la existencia de planes previstos por los gestores para afrontar las crisis.⁹

De modo general, se asocian los tres primeros factores a una serie de debilidades características de los tramos viales esenciales que tienden a aumentar su riesgo de fallo, mientras que se asocian los tres últimos factores (factores de compensación o de resiliencia) al conjunto de acciones o situaciones que tienden a contrarrestar las debilidades de los tramos esenciales y consecuentemente a reducir su riesgo de fallo. Para ello, se requirió considerar un amplio abanico de datos basado en diferentes fuentes. La fuente principal de información fueron los Planes de Desarrollo y de Ordenamiento Urbano de los municipios de La Paz y El Alto (GMLP, 2007; GMEA, 2006). También se consultaron reportes y la prensa, se realizaron recorridos de campo, se programaron entrevistas a gestores, y se utilizaron las potencialidades del SIG en complemento.¹⁰

Ferrari, (2012) crea un análisis de vulnerabilidad y percepción social de las inundaciones en la ciudad de Trelew, Argentina, dicho trabajo tiene como objetivo analizar indicadores de vulnerabilidad ante casos de inundación en el barrio Intendente Alfredo Mario Etchepare de la ciudad Trelew, Argentina. Se parte de la comparación entre dos diagnósticos: el diagnóstico técnico-científico, realizado a partir de la consulta bibliográfica, la búsqueda de

⁹Ibídem, pág. 838.

¹⁰Ibídem, pág. 838-839.



documentos y la aplicación de entrevistas a técnicos y actores clave del barrio; y el diagnóstico analítico de la percepción de los habitantes del barrio, realizado luego de examinar la información obtenida mediante un cuestionario semiestructurado. Debido al reconocimiento de diferencias entre los diagnósticos técnico-científico y de percepción social, se plantea la importancia de establecer una fase preanalítica, indispensable para la selección y puesta en práctica de cualquier estrategia de gestión de riesgos.¹¹

Ocampo, (2012) se realizó un estudio sobre el análisis de la vulnerabilidad de la cuenca del río Chinchiná en Colombia para condiciones estacionarias y de cambio climático, es un estudio técnico de diagnóstico que aporta información básica y estratégica para el plan de gestión integral del recurso hídrico. Incluye la caracterización física y climática y el balance hidrológico. La investigación estima las alteraciones en las variables climatológicas, en el régimen hidrológico y en la oferta hídrica por variabilidad climática; evalúa los cambios en la temperatura, la precipitación y la escorrentía por los eventos cálidos - El Niño - y fríos - La Niña - del fenómeno ENSO- Oscilación del Sur. Empleando indicadores del régimen hidrológico, identifica y confirma aspectos críticos como la baja capacidad de retención y regulación hídrica, el stress hídrico por disponibilidad per-cápita de agua; la presión por el uso y la alteración muy alta de la calidad del agua; indicadores que se traducen en una alta vulnerabilidad hídrica de la cuenca. A partir del análisis estadístico de las series históricas se evidencian las señales de cambio climático, reflejadas en aumento de las temperaturas medias en 0,5°C, mínimas en 0,45°C y máximas en 0,25°C, en promedio, para el periodo 1981-2010, con respecto al registro histórico-1951-1980 y el incremento en la frecuencia de las precipitaciones extremas-percentil 95 y 99. En relación a la oferta, el balance hídrico reporta reducciones, en algunas estaciones hidrológicas. Las cuencas de alta montaña andinas como el río Chinchiná son vulnerables a los cambios climáticos; la vulnerabilidad por desabastecimiento se ha incrementado de moderada a alta por la muy baja capacidad de regulación y retención hídrica y el uso moderado del recurso; sin embargo, dicha vulnerabilidad podría acentuarse con el cambio climático, por efecto de la posible

¹¹ Ferrari María Paula. (2012). Análisis de vulnerabilidad y percepción social de las inundaciones en la ciudad de Trelew, Argentina. Cuadernos de Geografía, revista colombiana de Geografía. Septiembre – Mayo, 99 – 116.



reducción en la oferta y por una mayor demanda de agua por el crecimiento de la población y de las actividades económicas.¹²

Con los resultados de la modelación hidrológica se estimó la posible oferta hídrica y de esta manera se calcularon los diferentes indicadores del régimen hidrológico. Para la demanda hídrica se tuvieron en cuenta las proyecciones de crecimiento de la población establecidas por el DANE y los indicadores de crecimiento económico para los diferentes sectores.¹³

En México

México, un país con un alto índice de vulnerabilidad, algunas de ellas y las cuales considero la más importantes, son, su ubicación geográfica, sus condiciones climáticas y orográficas, está expuesto a diversos procesos naturales, lo cual ha provocado importantes daños a la población y su infraestructura principalmente en las zonas inundables y laderas de montaña.

Los desastres “naturales” han generado grandes pérdidas económicas y humanas, esto se debe en gran parte a la mala planeación del territorio, ya que se permiten asentamientos humanos en zonas donde el peligro de inundación, deslizamientos, es latente, si a esto se le suma la falta de información y preparación de la población más expuesta a los diferentes fenómenos, hace que esta sea aún más vulnerable. La mayoría de las localidades tienen condiciones sociales y económicas escasas, no tienen ningún acceso a sistemas de información y que además no tienen la infraestructura adecuada. Los trabajos de vulnerabilidad en México se han ido desarrollando poco a poco, por lo cual aún son muchas las localidades que se encuentran vulnerables.

Existen instituciones que tienen la finalidad de prevenir desastres como lo es el Centro Nacional de Prevención de Desastres (CENAPRED), además también se creó el Sistema de Protección Civil, que de acuerdo a este último, la década de los noventa, fue en la que se

¹² Ocampo López Olga Lucia, 2012. Análisis de vulnerabilidad de la cuenca del río Chinchiná para condiciones estacionarias y de cambio climático. Universidad Nacional de Colombia. Pág. 8.

¹³ *Ibidem*, pág. 69



presentaron las más altas temperaturas desde que se llevan registros instrumentales, se caracterizó por el crecimiento acelerado de los centros de población y un consecuente aumento en la vulnerabilidad ante fenómenos hidrometeorológicos extremos, lo que se refleja en un crecimiento exponencial en los desastres reportados.¹⁴ Otra organización importante es el Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático (INECC), creado en el año 2012, tiene como antecedente el Instituto Nacional de Ecología (INE), creado en 1992 como un órgano desconcentrado de la Secretaría de Desarrollo Social, con atribuciones técnicas y normativas en materia de ecología. La gravedad de la existencia de personas, grupos y comunidades que sufren de alguna condición de vulnerabilidad, es que esta condición supone a mediano y largo plazo conflictos, violencia y otros problemas sociales que acabarán por afectar la estabilidad del estado en el que se presentan-

Los trabajos de investigación que han abordado este tema, se pueden destacar los siguientes:

Pérez, (2007) en su estudio sobre Análisis de la vulnerabilidad por deslizamientos, se analiza la problemática que se tiene en el poblado de Tlacuitlapa, Norte del Estado de Guerrero. Determina la vulnerabilidad de la zona caracterizando las áreas afectadas por deslizamiento de bloques de roca y suelo, para ello se elaboró un censo de los daños producidos en la infraestructura de la comunidad.

Calderón Aragón, (2008) realizó un estudio a partir del modelo presión y liberación, se realiza una revisión histórica para identificar las decisiones, situaciones e intereses que intervinieron en la configuración y transformación de la relación compleja entre peligros naturales y vulnerabilidad, en la ciudad de Mexicali, 1903 – 1933.¹⁵

Con esta exposición se pretende sentar las bases para comprender como se va creando y transformando el riesgo en etapas subsecuentes, a raíz de decisiones y situaciones nuevas.¹⁶

¹⁴ Información obtenida del portal del Sistema Nacional de Protección Civil en http://www2.inecc.gob.mx/climatico/edo_sector/sector/vulne-pcivil.html.

¹⁵ Judith Ley García y Georgina Calderón Aragón; De la vulnerabilidad a la producción del riesgo en las tres primeras décadas de la ciudad de Mexicali, 1903-1933; Derechos reservados de El Colegio de Sonora, ISSN 1870-3925; REGIÓN Y SOCIEDAD / VOL. XX / NO. 41. 2008

¹⁶ *Ibidem*, pág. 147.



Olguin, (2010) en su trabajo “Análisis de la vulnerabilidad social por hundimientos en la Delegación Iztapalapa”, uno de los principales problemas sociales que ha generado el desmedido bombeo de agua proveniente de los acuíferos de la Cuenca de México ha sido el hundimiento diferencial en distintas zonas de la ciudad de México. Este problema ha producido serios efectos sobre las construcciones que reflejan principalmente en daños a la estructura, cimentación, agrietamiento e inclinación. Si bien este fenómeno se presentaba ya desde tiempos antiguos, comenzó a agudizarse y a ser más notorio a partir del presente siglo.¹⁷

Con ánimos de contribuir al conocimiento sobre la amenaza de hundimiento y de tender puentes para que dicho conocimiento pueda comenzar a transitar hacia una fase positiva, el objetivo de ese trabajo fue analizar la vulnerabilidad social en la Delegación Iztapalapa por la amenaza de hundimiento.¹⁸

La metodología utilizada por la autora fue la propuesta por el centro nacional de prevención de desastres (CENAPRED) en el año 2006, la cual consiste en identificar las características de la población susceptible a sufrir daño, en su persona o sus bienes que tenga a consecuencia de algún fenómeno natural. Esta investigación se dividió en tres etapas: la primera; es una aproximación al grado de vulnerabilidad de la población con base a sus condiciones socioeconómicas los indicadores que se eligieron se dividen en cinco categorías: salud, educación, vivienda, empleo, ingresos y población ya que estos influyen directamente sobre las condiciones básicas de bienestar y desarrollo de los individuos y la sociedad en general. En la segunda parte de la metodología se permitió conocer la capacidad de prevención y respuesta de los órganos responsables de llevar a cabo las tareas de atención a la emergencia y rehabilitación. La tercera parte, se enfocara a la percepción local del riesgo en el que está habitada la población, lo que permitirá establecer estrategias y planes de prevención.¹⁹

¹⁷Olguin Ortiz Mayra Sheila. (2010). Análisis de la vulnerabilidad social por hundimientos en la delegación Iztapalapa. Universidad Nacional Autónoma de México. México D.F. pág. 1.

¹⁸ Ibídem, pág. 1.

¹⁹ Ibídem, pág. 31.



Otro estudio realizado por Hernández Rodríguez, (2013) referente a la vulnerabilidad hídrica en la región Tlaxcalteca de la Matlalcueye, menciona que la vulnerabilidad hídrica es un tema poco estudiado en la región del Matlalcueye, Tlaxcala, México. Las diferencias en acceso que la caracterizan no son evidentes, razones que llevaron a la elaboración del trabajo, que muestra cómo este factor se presenta en una región aparentemente homogénea, pero donde el acceso al agua entre comunidades urbanas y rurales depende de la ubicación geográfica de las localidades, la densidad poblacional, la localización de fuentes de abastecimiento; todo ello con independencia de las características culturales y étnicas de su población.²⁰

El trabajo se desarrolló en dos etapas: la primera consistió en la recopilación de información del Registro Público de Derechos de Agua (REPGA) (Conagua, 2007) sobre volúmenes de agua asignados en el ámbito municipal, que se comparó con los datos del Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI).

En el Estado de México

Un estudio realizado por Cardoso Reyes, (2001) en la localidad de Santa Cruz Pueblo Nuevo, perteneciente al municipio de Tenango del Valle, Estado de México, dicha comunidad fue prácticamente destruida por una crecida ocurrida en 1940.²¹ En la investigación se planteó identificar los principales factores de vulnerabilidad a inundaciones de la población en la comunidad, mediante actividades de gabinete y actividades de campo, se realizó un mapa de peligro por inundación, a partir del método histórico y de visitas a la zona de estudio, posteriormente se aplicaron encuestas para conocer las condiciones socioeconómicas y las formas de organización, además se

²⁰ Hernández-Rodríguez. (2013). *Agua y desequilibrio geográfico: estudio sobre vulnerabilidad hídrica en la región tlaxcalteca de la Matlalcueye*. Tecnología y Ciencias del Agua, Enero-Marzo, 107-116.

²¹ Cardoso Reyes, M. I. (2001). *Vulnerabilidad a inundación: Estudio de la localidad de Santa Cruz Pueblo Nuevo, Tenango del Valle, México*. 2000. Toluca, México. Pág. 2.



identificaron los distintos usos del suelo en las zonas de peligro. Los resultados arrojan que la comunidad fue construida y reconstruida sobre un abanico aluvial, por lo tanto la vulnerabilidad física es muy alta, el 80% de los habitantes realiza actividades agrícolas, con bajos ingresos, lo cual hace que el 90% de las viviendas se encuentren en condiciones precarias, el deterioro continuo de su cuenca por incendios y deforestación y la nula organización social dieron como resultado una comunidad socialmente vulnerable



7. Marco teórico

Fundamentos de la vulnerabilidad

Vulnerabilidad

Una de las primeras definiciones que se tiene, es la de Westgate y O'Keefe en 1976 (Alcántara-Ayala *et al.*...2002), quienes la consideran como el grado en que una comunidad está en riesgo ante la ocurrencia de un fenómeno natural extremo, donde los factores socioeconómicos y políticos pueden afectar la capacidad para absorber y recuperarse.

De acuerdo a Maskrey (1993) la vulnerabilidad es la incapacidad de una comunidad para "absorber" mediante el autoajuste, los efectos de un determinado cambio en su medio ambiente. Inflexibilidad ante el cambio. Incapacidad de adaptarse al cambio, que para la comunidad constituye, por las razones expuestas, un riesgo. Podemos darnos cuenta que la vulnerabilidad está relacionada a aspectos físicos y sociales, por lo que tiene relación con el riesgo, ya que una sociedad puede estar vulnerable mientras exista riesgo, este puede ser de cualquier tipo y en cualquier ámbito social, físico, material, político, económico, etc.

Wilches Chaux (1988) habla sobre una "vulnerabilidad global" de la sociedad, hace una clasificación de la vulnerabilidad, poniendo una serie de niveles de vulnerabilidad que la sociedad puede enfrentar. Según su punto de vista existen diez dimensiones de la vulnerabilidad, los cuales se mencionan a continuación:

Vulnerabilidad física (o localizacional)

Se refiere especialmente a la localización de los asentamientos humanos en zonas de riesgo, y a las deficiencias de sus estructuras físicas para "absorber" los efectos de esos riesgos.²² Frente al riesgo de deslizamiento, por ejemplo, la vulnerabilidad física se traduce, en la localización de la comunidad más cercana a fallas geológicas activas.

²²Maskrey, A. (1993). Los desastres no son naturales. Red de Estudios Sociales en Prevención de Desastres en América Latina. pág. 25.



Se entiende por vulnerabilidad a la susceptibilidad de una población, sistema o lugar para sufrir algún daño o peligro por exposición a una amenaza que afecta directa y diferenciadamente su capacidad de prepararse, responder y recuperarse ante la presencia de un fenómeno natural o social (Martínez y Patiño, 2010, citan a Cutter et al., Landa et al., 2008).

Vulnerabilidad económica

Existe una relación inversa entre ingresos per cápita a nivel nacional, regional, local o poblacional y el impacto de los fenómenos físicos extremos. O sea, la pobreza aumenta el riesgo de desastre. Es decir que, en los países con mayor ingreso real per cápita, el número de víctimas que dejan los desastres es mucho menor que en los países con un bajo ingreso por habitante. Lo mismo puede afirmarse frente al ingreso por sectores socio- económicos al interior de los países.²³

Vulnerabilidad social

La vulnerabilidad social se refiere al nivel de cohesión interna que posee una comunidad. Una comunidad es socialmente vulnerable en la medida en que las relaciones que vinculan a sus miembros entre sí y con el conjunto social, no pasen de ser meras relaciones de vecindad física, en la medida en que estén ausentes los sentimientos compartidos de pertenencia y de propósito, y en la medida en que no existan formas de organización de la sociedad civil que encarnen esos sentimientos y los traduzcan en acciones concretas.²⁴

Vulnerabilidad política

Va muy ligada a la vulnerabilidad social, compone el valor correspondiente del nivel de dependencia de una comunidad para la toma de decisiones que la afectan. De acuerdo a Maskrey, (2013) en un país en donde la solución a la mayoría de los problemas locales todavía sigue dependiendo del nivel central, la vulnerabilidad política posee dos caras: la primera, la incapacidad de una comunidad para volverse problema, o sea, para que los

²³ Ibídem, 27.

²⁴ Ibídem, 28, 29.



problemas que la afectan trasciendan los linderos locales y se conviertan en situaciones que exijan la atención de los niveles decisorios. La segunda, la incapacidad de esa misma comunidad para formular por sí misma la solución al problema planteado.²⁵

Vulnerabilidad técnica

Referente a las inadecuadas técnicas de construcción de edificios e infraestructura básica utilizadas en zonas de riesgo.

Vulnerabilidad ideológica

Referente a la concepción del mundo y de la concepción sobre el papel de los seres humanos en el mundo que posean sus miembros.²⁶ Si en la ideología predominante se imponen concepciones fatalistas, según las cuales los desastres "naturales" corresponden a manifestaciones de la voluntad de Dios, contra las cuales nada podemos hacer los seres humanos, o si se piensa que "está escrito" que deben suceder, las únicas respuestas posibles serán el dolor, la espera pasiva y la resignación.²⁷

Vulnerabilidad cultural

Expresada en la forma en que los individuos se ven a ellos mismos en la sociedad y como un conjunto nacional. Además, el papel que juegan los medios de comunicación en la consolidación de imágenes estereotipadas o en la transmisión de información desviante sobre el medioambiente y los desastres (potenciales o reales).

Vulnerabilidad educativa

En el sentido de la ausencia en los programas de educación de elementos que adecuadamente instruyen sobre el medio ambiente, o el entorno que habitan los pobladores, su equilibrio o desequilibrio, etc. Además, se refiere al grado de preparación que recibe la población sobre formas adecuadas de comportamiento a nivel individual, familiar y comunitario en caso de amenaza u ocurrencia de situaciones de desastre.

²⁵Maskrey, A. (1993). Los desastres no son naturales. Red de Estudios Sociales en Prevención de Desastres en América Latina. pág. 30

²⁶ Ibídem, 32.

²⁷ Ibídem, 32.



Vulnerabilidad ecológica

Relacionada con la forma en que los modelos de desarrollo no se fundamentan en "la convivencia, sino en la dominación por destrucción de las reservas del ambiente (que necesariamente conduce) a unos ecosistemas por una parte altamente vulnerables, incapaces de auto ajustarse internamente para compensar los efectos directos o indirectos de la acción humana, y por otra, altamente riesgosos para las comunidades que los explotan o habitan". (Wilches Chaux 1988:3-39).

Vulnerabilidad institucional

Reflejada en la obsolescencia y rigidez de las instituciones, especialmente las jurídicas, donde la burocracia, la prevalencia de la decisión política, el dominio de criterios personalistas, etc. impiden respuestas adecuadas y ágiles a la realidad existente.

Para efectos de esta tesis, se atiende a la dimensión de la vulnerabilidad según su carácter social, permitiéndonos aclarar que la vulnerabilidad social esta correlacionada con el sistema de riesgos.

Riesgo

Hewitt (1983) propone una visión alternativa del riesgo, en la cual se asume que la naturaleza no crea los desastres, sino que son producidos por la sociedad. Desde esta perspectiva, el estudio del riesgo debe centrarse en el análisis de los procesos sociales que Generan las condiciones para que un evento cualquiera, en este caso natural, culmine en un desastre, es decir, en la producción de vulnerabilidad.²⁸

La relación entre desarrollo y riesgos de desastre es claramente visible. Cualquier actividad de desarrollo tiene el potencial o bien de aumentar, o bien de disminuir, los riesgos de desastres.

²⁸ Judith Ley García y Georgina Calderón Aragón, De la vulnerabilidad a la producción del riesgo en las tres primeras décadas de la ciudad de Mexicali, 1903 – 1933, Región y sociedad, Colegio de Sonora, Vol. XX, No. 41, 2008.



Metodologías propuestas

Un estudio realizado por Cardoso Reyes, (2001) en la localidad de Santa Cruz Pueblo Nuevo, perteneciente al municipio de Tenango del Valle, Estado de México.²⁹ Se realizó mediante actividades de gabinete y actividades de campo, donde se elaboró la cartografía, en el que expresa un mapa de peligro por inundación. Los resultados arrojan que la comunidad, está en una zona vulnerable, ya que fue construida y reconstruida sobre un abanico aluvial, por lo tanto la vulnerabilidad física es muy alta, ya que las condiciones socioeconómicas de los habitantes son muy malas, el 80% de los habitantes realiza actividades agrícolas, con bajos ingresos, lo cual hace que el 90% de las viviendas se encuentren en condiciones precarias, el deterioro continuo de su cuenca por incendios y deforestación y la nula organización social dieron como resultado una comunidad socialmente vulnerable. Mediante un cuestionario se obtuvo información referente a:

- Número de habitantes en zonas inundables.
- Viviendas y sus características (materiales de construcción, niveles de construcción. Servicios, ubicación dentro de la zona inundable).
- Infraestructura (vías de acceso, edificios públicos, servicios).
- Ingresos económicos de la población (actividades y salarios).
- Nivel educativo, alfabetismo.
- Formas de organización (organización para la prevención y acción ante inundaciones).³⁰

La estimación de la vulnerabilidad se basó en el análisis de las características de ubicación, origen de la población, actividades económicas, edad de la población, percepción del peligro, organización y nivel educativo.³¹

La forma en que se midió la vulnerabilidad fue a través de relacionar el valor de la proporción (1 a 100%) que representa la característica a evaluar, con el nivel de

²⁹Cardoso Reyes, M. I. (2001). Vulnerabilidad a inundación: Estudio de la localidad de Santa Cruz Pueblo Nuevo, Tenango del Valle, México.2000. Toluca, México. Pag. 2.

³⁰ Ibídem, pág. 54.

³¹ Ibídem, pág. 53-54.



vulnerabilidad, ya que se considera que mientras mayor sea el valor que adquieren los criterios de evaluación mayor será la vulnerabilidad de la población.³²

Pérez, (2007) realizó un estudio sobre Análisis de la vulnerabilidad por deslizamientos, se analiza la problemática que se tiene en el poblado de Tlacuitlapa, Norte del Estado de Guerrero.³³ La metodología utilizada consistió en el reconocimiento de áreas afectadas por deslizamiento dentro del poblado y en sus alrededores. Posteriormente, se cartografiaron y determinaron las características de los diferentes paquetes de rocas y los deslizamientos. Como base para la cartografía se utilizó la carta topográfica Teloloapan E14A77 escala 1:50 000. El análisis inició con el reconocimiento de áreas afectadas por deslizamiento dentro del poblado y en sus alrededores. Posteriormente, se cartografiaron y determinaron las características de los diferentes paquetes de rocas y los deslizamientos. Como base para la cartografía se utilizó la carta topográfica Teloloapan E14A77 escala 1:50 000 (INEGI, 1998). De manera paralela a la caracterización geológica del sitio se elaboró un censo, el cual aportó información valiosa acerca de la cantidad y características de los daños producidos a la infraestructura.³⁴

Como resultado del trabajo geológico se obtuvieron dos mapas: 1) el mapa geológico, en el cual se plasmó la distribución de los diferentes paquetes de rocas y sus relaciones, y 2) el mapa de vulnerabilidad, que incluye la ubicación de fracturas y deslizamientos que generaron afectaciones, y en el que se definen zonas con diferentes grado de vulnerabilidad que fue determinado básicamente por los daños que han sufrido viviendas y calles.³⁵

Un estudio realizado por Hernández Rodríguez, (2013) referente a la vulnerabilidad hídrica en la región Tlaxcalteca de la Matlalcueye, menciona que la vulnerabilidad hídrica es un tema poco estudiado en la región del Matlalcueye, Tlaxcala, México.³⁶ El trabajo se

³² *Ibíd*em, pág. 55.

³³ Pérez-Gutiérrez, Rosalva. (2007). Análisis de la vulnerabilidad por los deslizamientos en masa, caso: Tlacuitlapa, Guerrero. *Boletín de la Sociedad Geológica Mexicana*, Sin mes, 171-181

³⁴ *Ibíd*em, pág. 173.

³⁵ *Ibíd*em, pág. 173.

³⁶ Hernández-Rodríguez. (2013). Agua y desequilibrio geográfico: estudio sobre vulnerabilidad hídrica en la región tlaxcalteca de la Matlalcueye. *Tecnología y Ciencias del Agua*, Enero-Marzo, 107-116.



desarrolló en dos etapas: la primera consistió en la recopilación de información secundaria, en la cual se sistematizaron las bases de datos del Registro Público de Derechos de Agua (REPGA) (Conagua, 2007) sobre volúmenes de agua asignados en el ámbito municipal, misma que se comparó con los datos del Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). Posteriormente se definió el área de estudio con base en la ubicación geográfica de las comunidades, su altitud, fuente de abastecimiento de agua y volumen asignado, para más tarde y con base en la propuesta de Romero (2002) zonificar a la región tlaxcalteca de la Matlalcueye en las tres categorías de estudio propuestas por el autor: llanura, somontano y montaña, esto con el fin de caracterizarla en un plano geográfico, ecológico y cultural, e identificar en ellas las diferencias de abasto entre comunidades urbanas y rurales, tomando como base los criterios del INEGI, los cuales señalan que una población se considera rural cuando tiene menos de 2 500 habitantes, mientras que la urbana es aquella donde viven más de 2 500 personas.³⁷ En una segunda etapa se elaboraron mapas temáticos con base en la información georreferenciada del Centro de Análisis Territorial (CAT) de El Colegio de Tlaxcala, A.C., asimismo, se analizaron los datos a partir de los criterios de ubicación de las comunidades, fuentes de abastecimiento y número de habitantes.³⁸

Según Pérez Martínez, (2003) en la investigación sobre la identificación de la diferenciación espacial de la vulnerabilidad para la ocurrencia de dengue en el municipio Playa de Ciudad de La Habana, y contrastar los estratos identificados con la espacialidad de los casos notificados durante el brote reportado en el año 2000.³⁹ Se determinaron 3 grupos de manzanas según similitud de los valores de las variables, categorizadas en estratos espaciales de vulnerabilidad a la transmisión, como poco vulnerable, medianamente vulnerable y muy vulnerable. Se comprueba la solidez de los hallazgos, por su asociación con la espacialidad de los casos notificados.⁴⁰

De acuerdo con los objetivos de la investigación el período de estudio quedó enmarcado entre el mes de Septiembre del año 1999 y el mes de Octubre del 2000, se incluyen así, el

³⁷ *Ibidem*, pág. 107 - 108.

³⁸ *Ibidem*, pág. 108.

³⁹ Pérez, (2003). Vulnerabilidad espacial al dengue. una aplicación de los Sistemas de Información Geográfica en el municipio Playa de Ciudad de la Habana. 353-365.

⁴⁰ *Ibidem*, pág. 357.



año que antecede al comienzo del brote y los dos meses de su duración. La selección inicial de las variables para la evaluación de la vulnerabilidad espacial a la ocurrencia del dengue, fue realizada según la revisión bibliográfica sobre el tema, y las especificidades del territorio de estudio, y sometidos a la opinión de expertos, para su aprobación final. De forma convencional podemos distinguirlos según su asociación a contextos ambientales y sociales favorables a la difusión de la enfermedad, contenidos entre los macrofactores; o a la reproducción del vector, aquellos asociados a la proliferación de focos considerada entre los microfactores; y aquellos que indican la vulnerabilidad a la introducción del virus.⁴¹

En el primer caso se consideraron: la densidad de población; frecuencia de abastecimiento de agua; disposición de residuales sólidos; condiciones desfavorables de habitabilidad; y estado de la red vial. En el segundo los focos según ciclos, y en el tercero el alojamiento de turistas en hoteles u otras residencias alternativas.⁴²

Según Vidal G. (2007) presenta una evolución de la vulnerabilidad frente a amenazas asociadas con deslizamientos e inundaciones en la zona Nororiental de Medellín entre 1960 y 1990, el abordaje del estudio de caso mostró que la vulnerabilidad se desplazó durante el periodo de estudio.⁴³ El método utilizado fue cualitativo y analítico y se orientó hacia la construcción de un punto de partida conceptual para la interpretación de las dinámicas y trayectorias de la vulnerabilidad urbana, a partir del rastreo de un caso específico que permitió reconstruir algunos aspectos de la dinámica de la vulnerabilidad en relación con sus formas de acceso al suelo urbano y la frecuencia de eventos desastrosos asociados a deslizamientos e inundaciones. El eje fundamental de elaboración fue la pregunta por cómo mirar la vulnerabilidad desde una perspectiva ambiental que significa, retomando a (Capra, 1999)⁴⁴ intentar romper las fragmentaciones, no para ver más cosas, sino para encontrar las conexiones ocultas.⁴⁵ El abordaje de la pregunta de investigación se

⁴¹ *Ibíd*em, pág. 357.

⁴² *Ibíd*em, pág. 357.

⁴³ Vidal G., Lina María. (2007). Evolución de la vulnerabilidad frente a fenómenos asociados con deslizamientos e inundaciones. caso zona nororiental de Medellín, 1960 - 1990. *Gestión y Ambiente*, Agosto-Sin mes, 53-71.

⁴⁴ Capra, F. 1999. *La trama de la vida. Una nueva perspectiva de los sistemas vivos*. Barcelona. Anagrama.

⁴⁵ *Ibíd*em, pág. 57.



fundamentó en la exploración de referentes teóricos sobre la vulnerabilidad, con el fin de identificar los enfoques en los que se basan y la factibilidad de pensar su evolución a la luz de ellas y es el estudio de caso el escenario donde se desarrolla la investigación como diseño de un camino metodológico para dar respuesta a la pregunta de investigación; por tanto, el recorrido es parte del resultado de la investigación y es en él donde se origina una reconceptualización de vulnerabilidad.⁴⁶

Otro estudio realizado por Nuñez villalba, (2009) titulado “El conocimiento de la vulnerabilidad de la red vial como herramienta de comprensión y reducción de la vulnerabilidad territorial: el caso de La Paz (Bolivia)”.⁴⁷ Se analizó su vulnerabilidad a través de una metodología (Demoraes, 2005) que considera seis factores listados a continuación:

- La vulnerabilidad intrínseca: corresponde a las debilidades internas, a las propias fragilidades, a las debilidades estructurales del elemento estudiado.
- La dependencia: considera las relaciones de dependencia del elemento frente a otros sistemas, relaciones que son necesarias para su funcionamiento.
- La exposición a los peligros y la susceptibilidad de daño: abarca los diferentes tipos de amenazas de origen natural y antrópico a las cuales están expuestos los elementos. Permite también evaluar si estos últimos son susceptibles de experimentar disfuncionamientos o daños.
- La capacidad de control: se refiere a la posibilidad de controlar el elemento.

En otros términos se analiza si es fácil o no intervenir a nivel del elemento, directamente o a distancia, en caso de problema.

- Las alternativas: consideran las posibilidades de reemplazo, de sustitución de un elemento asegurando una función, en caso de fallo.
- La preparación a las crisis: corresponde a las medidas preventivas, a las diversas formas de preparación, a la existencia de planes previstos por los gestores para afrontar las crisis.⁴⁸

⁴⁶Ibídem, pág. 57.

⁴⁷Nuñez-Villalba, Javier; Demoraes, Florent. (2009). El conocimiento de la vulnerabilidad de la red vial como herramienta de comprensión y reducción de la vulnerabilidad territorial: el caso de La Paz (Bolivia). Bulletin de l'Institut français d'études andines, Sin mes, 827-848.

⁴⁸Ibídem, pág. 838.



De modo general, se asocian los tres primeros factores a una serie de debilidades características de los tramos viales esenciales que tienden a aumentar su riesgo de fallo, mientras que se asocian los tres últimos factores (factores de compensación o de resiliencia) al conjunto de acciones o situaciones que tienden a contrarrestar las debilidades de los tramos esenciales y consecuentemente a reducir su riesgo de fallo. Para ello, se requirió considerar un amplio abanico de datos basado en diferentes fuentes. La fuente principal de información fueron los Planes de Desarrollo y de Ordenamiento Urbano de los municipios de La Paz y El Alto (GMLP, 2007; GMEA, 2006). También se consultaron reportes y la prensa, se realizaron recorridos de campo, se programaron entrevistas a gestores, y se utilizaron las potencialidades del SIG en complemento.⁴⁹

Según Olguin, (2010) en su tesis titulada “Análisis de la vulnerabilidad social por hundimientos en la delegación iztapalapa”, utilizaron la metodología propuesta por el centro nacional de prevención de desastres (CENAPRED) en el año 2006, la cual consiste en identificar las características de la población susceptible a sufrir daño, en su persona o sus bienes que tenga a consecuencia de algún fenómeno natural. Esta investigación está dividida en tres etapas: la primera; es una aproximación al grado de vulnerabilidad de la población con base a sus condiciones socioeconómicas los indicadores que se eligieron se dividen en cinco categorías: salud, educación, vivienda, empleo, ingresos y población ya que estos influyen directamente sobre las condiciones básicas de bienestar y desarrollo de los individuos y la sociedad en general. En la segunda parte de la metodología se permitirá conocer la capacidad de prevención y respuesta de los órganos responsables de llevar a cabo las tareas de atención a la emergencia y rehabilitación. La tercera parte, se enfocara a la percepción local del riesgo en el que está habitada la población, lo que permitirá establecer estrategias y planes de prevención.⁵⁰

⁴⁹Ibídem, pág. 838-839.

⁵⁰Olguin Ortiz Mayra Sheila. (2010). Análisis de la vulnerabilidad social por hundimientos en la delegación Iztapalapa. Universidad Nacional Autónoma de México. México D.F. pág. 31.



En un artículo realizado por Ferrari, (2012) crea un análisis de vulnerabilidad y percepción social de las inundaciones en la ciudad de Trelew, Argentina.⁵¹ Para el análisis de la vulnerabilidad se consideraron dos aspectos, en primero fue la vulnerabilidad técnica evaluada, la cual se aplicó en el barrio Etchepare, las dimensiones seleccionadas fueron: económica, social, política, jurídica, ideológica, educativa, tecnológica y física. Se rastrearon diversas fuentes documentales: bibliográficas y ordenanzas municipales vinculadas con la problemática de las inundaciones en la ciudad de Trelew. Asimismo, se realizaron entrevistas semiestructuradas en profundidad. Se entrevistaron personas que vivían desde hace tiempo en el barrio, a personas que trabajaban o disponían de la información relevante acerca de este (informantes o actores clave), así como también a un informante técnico vinculado a la problemática de las inundaciones en la ciudad. Previo al relevamiento, se identificó y contacto a los informantes, y se elaboraron preguntas en base a cada una de las dimensiones de análisis. Las personas entrevistadas fueron: un antiguo poblador del barrio, el presidente de la Biblioteca Popular Rosa de Amaya, la directora de la Escuela No 189 Maestro Alejandro del Valle, el presidente y vicepresidente de la junta vecinal del barrio Etchepare, un agente sanitario del Centro de Salud del barrio y un ingeniero hidráulico de la Universidad Nacional de la Patagonia San Juan Bosco⁷, quien realizó un estudio vinculado con la “Emergencia hídrica en Trelew”. Considerando lo planteado por Rodríguez Gómez, Gil Flores y García Jiménez, por análisis de información se entiende al conjunto de manipulaciones, transformaciones, operaciones, reflexiones, comprobaciones que se realizan sobre los datos con el fin de extraer significado relevante en relación al problema de investigación (1996, 2000); el análisis de la información recolectada se basó en identificar, en las entrevistas y demás trabajos consultados, datos concretos que permitieran identificar la presencia o ausencia de los componentes de vulnerabilidad global seleccionados. Para ello, se tuvo especial cuidado en descartar las impresiones u opiniones personales de los entrevistados que luego no fuese posible confirmarlas en la documentación consultada.⁵²

⁵¹ Ferrari María Paula. (2012). Análisis de vulnerabilidad y percepción social de las inundaciones en la ciudad de Trelew, Argentina. Cuadernos de Geografía, revista colombiana de Geografía. Septiembre – Mayo, 99 – 116.

⁵² *Ibidem*, pág. 103.



El segundo aspecto fue la vulnerabilidad social percibida, Este diagnóstico se basó en la realización de encuestas personales a habitantes del barrio Etchepare (siendo un total de cincuenta personas encuestadas) que experimentaron las inundaciones de los años 1992 y 1998. El cuestionario se diseñó con el objetivo de analizar la percepción de las condiciones de vulnerabilidad en las inundaciones. Para cada uno de los componentes de vulnerabilidad global se elaboraron preguntas, y se realizó una prueba piloto a fin de depurar aquellas que resultaban confusas, ambiguas o de difícil interpretación. La modalidad de selección de las personas encuestadas fue mediante el empleo del muestreo no probabilístico en cadena, o bola de nieve. Las unidades muestrales se escogieron sucesivamente a partir de las referencias de las personas que iban siendo encuestadas. En función del muestreo aplicado, el procedimiento de selección de las personas encuestadas concluyó cuando la información comenzó a ser redundante (es decir, se observó una tendencia de respuesta a medida que se iban realizando las encuestas), por lo que se decidió finalizar con la reunión de información.⁵³

El economista Otto Thomas, (2013) provee un marco metodológico para la medición del riesgo y la vulnerabilidad social. Dentro de esta investigación se construyeron indicadores socioeconómicos que abordaron la cuantificación del riesgo de un país superando el análisis de riesgo basado en indicadores estáticos y financieros. A partir de una definición de factores objetivos y subjetivos de riesgo social, y su distribución en categorías entre la población de menores ingresos, en esta etapa la investigación toma como unidad de análisis un caso testigo de un grupo socioeconómico focalizado, constituido por trabajadores autogestionados del Partido de La Matanza de la Provincia de Buenos Aires. La finalidad perseguida fue identificar y probar abordajes teóricos y empíricos de la medición de la vulnerabilidad, tales como variables, relaciones y metodologías cuanti-cualitativas aplicables.⁵⁴

⁵³ *Ibíd*em, pág. 103 – 104.

⁵⁴ Otto Thomasz, Esteban; Castelao Caruana, María Eugenia; Massot, Juan Miguel; Eriz, Mariano. (2013). Riesgo social: Medición de la vulnerabilidad en grupos focalizados. Cuadernos del CIMBAGE, . 27-51.



Con base a los objetivos de la investigación y los antecedentes recopilados, se construyó el cuestionario dirigido a relevar el nivel de riesgo social en el que se encuentra la población objetivo, tanto por su situación de vulnerabilidad social como por su percepción subjetiva del riesgo.

Existen algunos otros métodos para calcular la vulnerabilidad, como lo es el análisis multicriterio, que aunque es poco utilizado, no por eso deja de ser importante, pero quiero destacar en este documento el método que mayormente se utiliza en los distintos enfoques de la vulnerabilidad. En México el Centro Nacional de Prevención de Desastres (CENAPRED) (2006) propone una metodología para evaluar la vulnerabilidad física y social, para ello aplica un índice que integra las características físicas de la vivienda que la hacen susceptible al daño asociado a sismo o viento:

$$I_{vf} = \frac{V_i P_i}{VPPM}$$

VPPM

Dónde:

I_{vf} : representa el índice que mide la vulnerabilidad física de la vivienda;

V_i : representa la calificación según el tipo de vivienda de acuerdo con el tipo (clasificación de INEGI).

V_p : vivienda con el peor desempeño en relación a su vulnerabilidad

P_i : nivel de peligro por sismo o viento en la zona en estudio

PM: nivel de peligro máximo por sismo o viento

Para el caso de la vulnerabilidad social, ésta metodología se basa en información estadística del Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI) y del Consejo Nacional de Población (CONAPO).⁵⁵

⁵⁵ INEGI, Instituto Nacional de Estadística y Geografía, <http://www.inegi.org.mx/>.



Según Ocampo, (2012) La metodología empleada en el estudio para la caracterización de la cuenca del río Chinchiná y el análisis de vulnerabilidad se presenta en la siguiente figura.

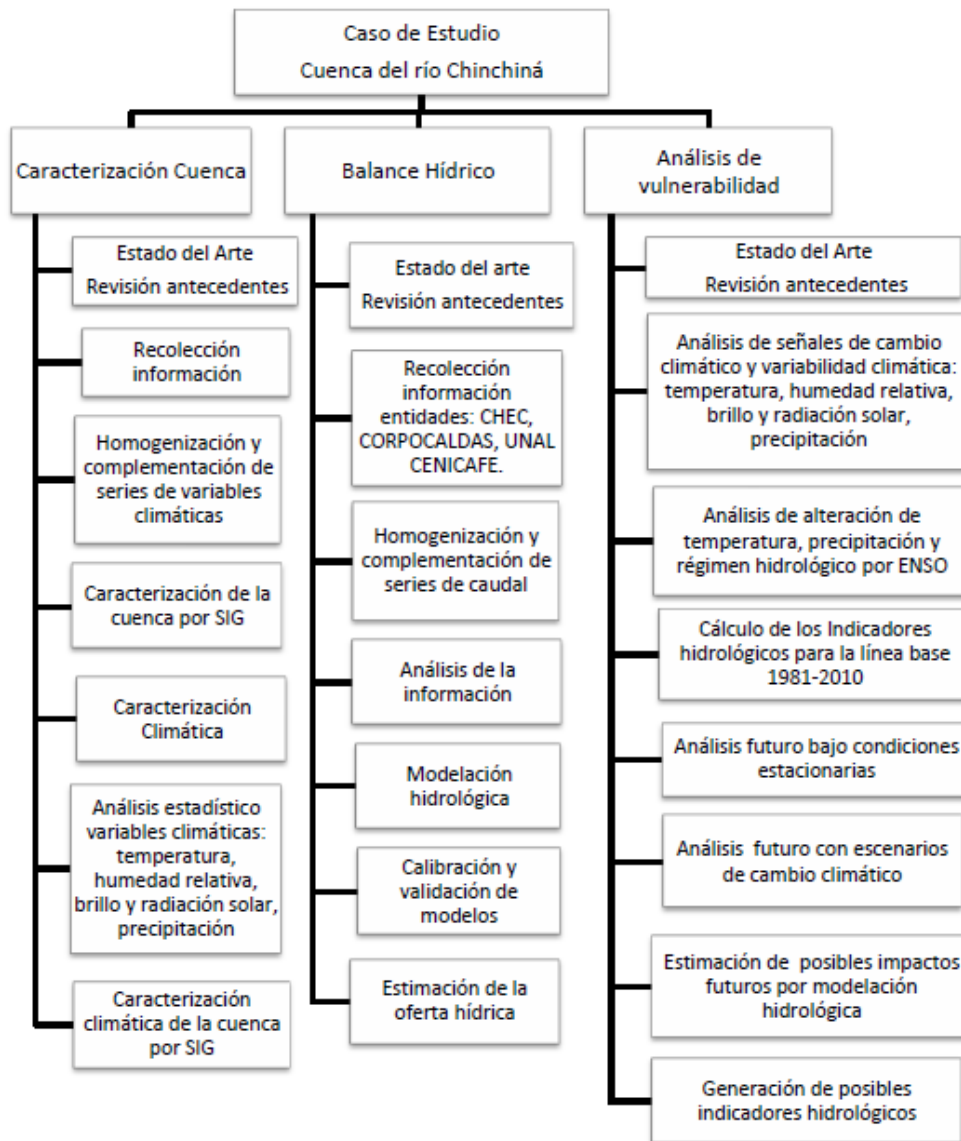


Figura 1. Casos de estudio cuenca Chinchiná.

Fuente. Análisis de vulnerabilidad de la cuenca del río Chinchiná para condiciones estacionarias y de cambio climático. Universidad Nacional de Colombia.

La vulnerabilidad del recurso hídrico fue analizada considerando la susceptibilidad de la cuenca para conservar y mantener el régimen hidrológico actual ante posibles alteraciones por variabilidad climática (IDEAM, 2010). Si bien existen diferentes metodologías para el análisis de vulnerabilidad y teniendo como base que el propósito de este estudio no es definir metodologías, se emplearon los indicadores del régimen hidrológico, sugeridos por



el IDEAM (2010), para efectos de comparación. Se calcularon los indicadores del régimen hidrológico medio para el período 1981-2010 basados en los registros históricos de caudales para cada una de las estaciones: El Retiro, Montevideo, Sancancio y Chupaderos y el análisis de información secundaria que incluyó información de estadísticas del DANE y reportes de CORPOCALDAS. Para evaluar los efectos de la variabilidad climática fueron calculados los indicadores para condiciones hidroclimáticas de años húmedo (máximo medios) y seco (mínimos medios).⁵⁶

Los impactos del cambio climático sobre el comportamiento hidrológico fueron evaluados adoptando la metodología propuesta por Xu (1999; 2004):

- Determinación de los parámetros del modelo hidrológico, en la cuenca de estudio, con entradas actuales climáticas y flujos observados en el río para validación del modelo;
- Perturbación de las series históricas de los datos climáticos, de acuerdo con los escenarios de cambio climático. Para tal efecto se tienen en cuenta las estimaciones del IDEAM (2010).
- Simulación de las características hidrológicas de la cuenca bajo el clima perturbado utilizando el modelo hidrológico calibrado;
- Comparación de las simulaciones del modelo actual y futuro hidrológico posible.⁵⁷

Con los resultados de la modelación hidrológica se estimó la posible oferta hídrica y de esta manera se calcularon los diferentes indicadores del régimen hidrológico. Para la demanda hídrica se tuvieron en cuenta las proyecciones de crecimiento de la población establecidas por el DANE y los indicadores de crecimiento económico para los diferentes sectores.⁵⁸

⁵⁶ Ocampo López Olga Lucia, 2012. Análisis de vulnerabilidad de la cuenca del río Chinchiná para condiciones estacionarias y de cambio climático. Universidad Nacional de Colombia. Pág. 62.

⁵⁷ *Ibidem*, pág. 69.

⁵⁸ *Ibidem*, pág. 69



8. Metodología para el análisis de vulnerabilidad

Pasos Metodológicos

A. Condiciones geológicas y geomorfológicas que generan procesos de remoción en masa.

1. Obtención de cartografía base: topografía, geología, edafología de INEGI escala 1:50 000, de cada uno de los municipios de San Miguel Zinacantepec, Villa Guerrero, Valle de Bravo y Toluca.
2. Elaboración del Modelo Digital de Elevación del estado de México a 15 metros de resolución, que posteriormente se cambió a 10 metros de resolución para tener mayor detalle en el análisis.
3. Definición de las áreas de remoción en masa con base la cuenca hidrográfica a mesoescala.
4. Elaboración de cartografía geomorfológica: pendientes, altimetría, energía del relieve y geomorfológico.
5. Trabajo de campo para identificar de manera general los materiales que conforman la cuenca, morfología, uso de suelo.

B. Vulnerabilidad

Para el presente trabajo se utilizó la metodología propuesta por Mustafa, et al... (2008)⁵⁹ en donde habla de un Índice de Capacidades y Vulnerabilidad (VCI). Es un índice cuantificable que resulta ser una herramienta sencilla que evalúa la vulnerabilidad a escala de comunidades y regiones de riesgos climáticos extremos.

Define y cuantifica los criterios apropiados para las tres dimensiones clave de la vulnerabilidad, es decir, el material (Ingresos, educación), institucional (infraestructura,

⁵⁹ Mustafa, D., Ahmed, S., E. Saroch and The Risk to Resilience Study Team, (2008): Pinning Down Vulnerability: From Narratives to Numbers, From Risk to Resilience Working Paper No. 2, eds. Moench, M., Caspari, E. & A. Pokhrel, ISET, ISET-Nepal and ProVention, Kathmandu, Nepal, 28 pp.



capital social) y actitudinal (sentido de empoderamiento). El VCI es una herramienta integral para medir el nivel de vulnerabilidad diferencial en el hogar y en la comunidad tanto en zonas rurales como urbanas.

Debido a que gran parte del VCI se lleva a cabo en campo se utilizan las ONG para recoger la información sobre la vulnerabilidad de un pueblo o comunidad urbana.

El índice de vulnerabilidad identifica once controladores críticos de vulnerabilidades y su recíproco. El cuestionario retomado de la metodología de Mustafaet al... (2008),⁶⁰ divide los indicadores en 11 preguntas, las cuales se dividen en 3 tipos de vulnerabilidad, las cuales son, vulnerabilidad de materiales, vulnerabilidad institucional y vulnerabilidad de actitud, cada apartado se le da un valor, dependiendo de la respuesta de cada entrevistado, el total de los valores no sobrepasa los 100 puntos.

Elaboración de un cuestionario con base a la tabla del Índice de Capacidades y Vulnerabilidad (tabla 1) para conocer las condiciones socioeconómicas, la forma de organización y actividades, se aplicó a un total de 50 viviendas, tomando en cuenta los parámetros de acuerdo a la población de cada localidad.

El cuestionario aplicado se elaboró tomando en cuenta los 11 indicadores mencionados a continuación.

Tabla 1. Índice de Capacidades y Vulnerabilidad

Nº	Tipo de vulnerabilidad e indicadores	Valor Total	Valores negativos
	Vulnerabilidad de Materiales	30	
1	Fuente de ingresos	10	
2	Nivel educativo	5	
3	Activos	5	
4	Exposición al peligro	10	
	Vulnerabilidad institucional	50	
5	Redes comunitarias	10	
6	Parentescos extra-locales	5	

⁶⁰ Mustafa, D., Ahmed, S., E. Saroch and The Risk to Resilience Study Team, (2008): Pinning Down Vulnerability: From Narratives to Numbers, From Risk to Resilience Working Paper No. 2, eds. Moench, M., Caspari, E. & A. Pokhrel, ISET, ISET-Nepal and ProVention, Kathmandu, Nepal.



7	Infraestructura		
	Carencia de un camino principal en todo el tiempo	5	-4
	Carece de camino		-2
	Falta de electricidad.	5	-2
	Falta de agua potable.	5	-2
	Falta de telecomunicaciones (telefonía móvil).	5	-4
	Falta de instalaciones médicas locales.	5	
8	Proporción de personas a cargo de un hogar	10	
9	Sistema de alerta	5	
10	Pertenencia a la clase social más baja en desventaja	10	
	Vulnerabilidad de Actitudes	20	
11	Sentido de empoderamiento		-10
	Contar con líderes		-10
	Tener cercanía con alguna autoridad nacional (funcionario del gobierno federal)		-15
	Falta de actitudes grupales para relacionarse con autoridades con poder	10	
	Falta de información sobre peligros en su localidad	10	
	Puntuación total de la posible vulnerabilidad		

Fuente: Elaboración propia con base a Mustafa et al (2008).

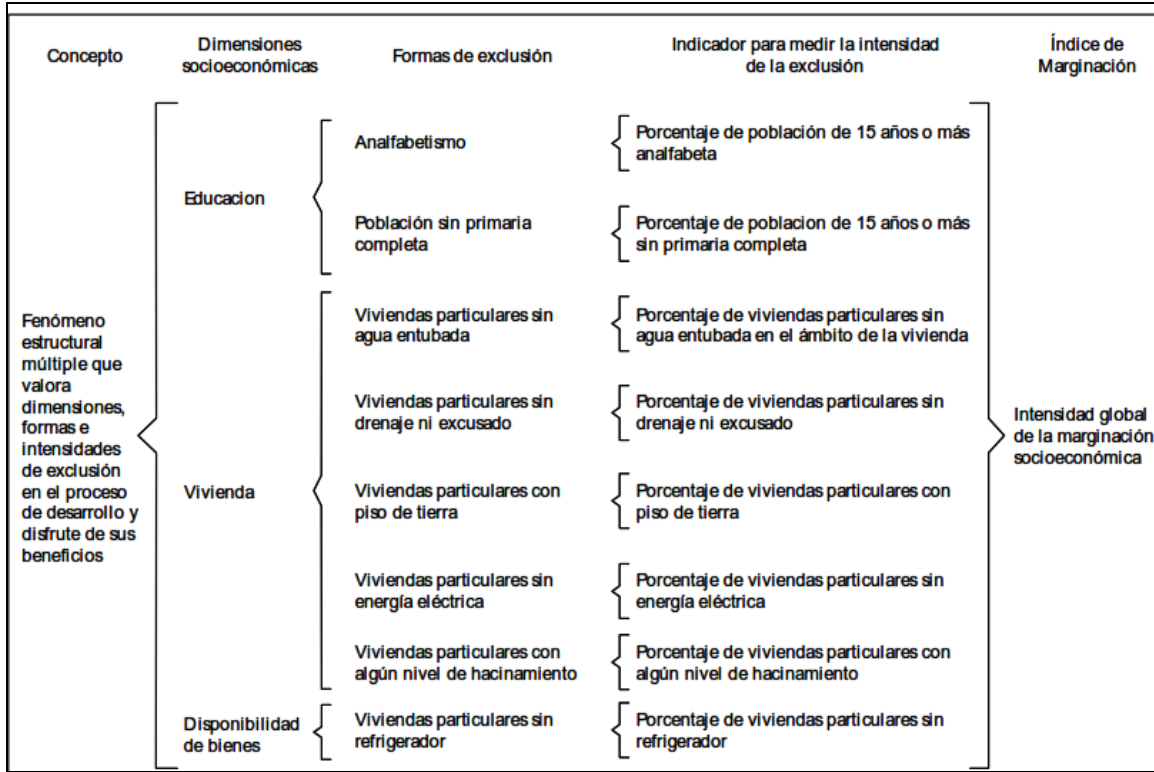
A demás de la metodología propuesta por Mustafa, *et al...* (2008) se obtuvo el índice de marginación por localidad, el índice de marginación es quizás uno de los parámetros más utilizados en las ramas de la geografía humana, en particular la geografía económica, para ponderar el nivel de exclusión social que existe en un territorio. La marginación social es un fenómeno estructural que diagnostica la situación social con respecto a la distribución de la riqueza; incide en determinar el éxito o fracaso de las políticas de desarrollo social.

El uso de los SIG en combinación con herramientas estadísticas, proveen metodologías adecuadas para el cálculo de este índice. Para generarse, la CONAPO sugiere el uso de indicadores de tipo socioeconómicos, derivados de variables censales; es trascendente mencionar que la CONAPO ha diseñado diversos indicadores para cada unidad territorial, de esta manera existen indicadores para obtener la marginación en una escala estatal, municipal o por localidad.



En el siguiente esquema se muestra las dimensiones económicas e indicadoras que se toman en cuenta para obtener el índice de marginación por localidad:

Tabla 2. Esquema conceptual de la marginación a nivel localidad.



Fuente: CONAPO, Consejo Nacional de Población. Concepto y dimensiones de la marginación.

Capítulo 1.

Para la obtención de indicadores sugeridos anteriormente, se usaron las siguientes ecuaciones:

$$Ind = \frac{Pob_{15_mas_an}}{Pob_{15_mas}} * 100$$

Dónde:

Ind1 = Indicador de analfabetismo para la localidad calculada

Pob15_mas_an = Población analfabeta de 15 años y más.

Pob_15_mas = Población de 15 años o más.



$$Ind2 = \frac{P15_nsi + P15_sp}{P15_nsi + P15_sp + P15_mcp + P15_mpp} * 100$$

Dónde:

Ind2 = Indicador de población sin primaria completa para la localidad calculada.

P15_msi = Población de 15 años de edad y más sin escolaridad

P15_sp = Población de 15 años de edad y más con primaria incompleta

P15_mcp = Población de 15 años de edad y más con primaria completa

P15_mpp = Población de 15 años de edad y más con instrucción posprimaria

$$Ind3 = \frac{Vp - Vp_agua}{Vp} * 100$$

Ind3 = Indicador de viviendas sin servicio de agua entubada

Vp = Viviendas particulares ocupadas

Vp_agua = Viviendas particulares que disponen de agua entubada dentro de los límites de la misma

$$Ind4 = \frac{Vp - Vp_cdren}{Vp} * 100$$

Ind4 = Indicador de viviendas sin drenaje exclusivo

Vp = Viviendas particulares ocupadas

Vp_cdren = Viviendas particulares que disponen de drenaje y agua entubada dentro de los límites de la misma

$$Ind5 = \frac{Vp - Vp_csani}{Vp} * 100$$

Ind5 = Indicador de viviendas sin servicio de sanitario exclusivo dentro de la vivienda

Vp = Viviendas particulares ocupadas



Vp_csani = Viviendas particulares que disponen sanitario exclusivo dentro de los límites de la misma

$$Ind6 = \frac{(Vp - Vpdt)}{Vp} * 100$$

Ind6 = Indicador de viviendas con piso de tierra

Vp = Viviendas particulares ocupadas

Vpdt = Viviendas particulares con piso diferente de tierra

$$Ind7 = \frac{Vp - Vp_ener}{Vp} * 100$$

Ind7 = Indicador de viviendas sin servicio de energía eléctrica

Vp = Viviendas particulares ocupadas

Vp_ener = Viviendas particulares que disponen de energía eléctrica dentro de los límites de la misma

$$Ind8 = \frac{(Viv_2c + Viv_1c)}{Vp} * 100$$

Ind8 = Indicador de viviendas con hacinamiento

Vp = Viviendas particulares ocupadas

Vp_2c = Viviendas particulares que disponen sólo de dos cuartos

Vp_1c = Viviendas particulares que disponen de un solo cuarto.

$$Ind9 = \frac{(Vp - Vrefri)}{Vp} * 100$$

Ind9 = Indicador de viviendas sin refrigerador



V_p = Viviendas particulares ocupadas

V_{refri} = Viviendas que cuentan con refrigerador

Una vez que se obtienen los indicadores, el índice de marginación se calculó por el método estadístico de componentes principales. El índice de marginación corresponde al primer componente estandarizado de la combinación lineal de los indicadores sugeridos anteriormente:

$$Y_{i1} = \sum_{j=1}^n C_j Z_{ij} = C_1 Z_{i1} + C_2 Z_{i2} \dots$$

Dónde:

Y_{i1} = Valor de la unidad de análisis i en la primera componente principal analizada.

C_j = Ponderador del indicador j para determinar la primera componente principal estandarizada.

Z_{ij} = Indicador estandarizado j de la unidad de análisis espacial.⁶¹

⁶¹ CONAPO, Consejo Nacional de Población. Anexo C. Metodología de estimación del índice de marginación por localidad. (2010).



9. Resultados

9.1 Procesos de remoción en masa en el área de estudio

Los procesos de remoción en masa regionales que se presentaron en el mes de febrero de 2010 en el sur del Estado de México, se generaron en dos unidades geológico-geomorfológicas principales: ladera sur del volcán Nevado de Toluca y el volcán San Antonio, se analizaron 6 procesos de remoción en masa (Tabla 3). (Figura 2).

Tabla 3. Distribución de flujos de detritos en el sur del Estado de México.

Número	Tipo	Lugar	Coordenadas UTM	Coordenadas geográfica	Orientación	Municipio
1	Flujos de detritos	Santa Maria del Monte	X: 409819.709456 Y: 2129961.612202	19°15'44.780 40" N 99°51'29.293 20" W	Noreste	Zinacantepec
2	Flujos de detritos	Mesón Viejo	X: 409018.090323 Y: 2122241.698122	19°11'33.500 40" N 99°51'55.436 40" W	Norte	Temascaltepec
3	Flujos de detritos	San Francisco Oxtotilpan	X: 404880.970459 Y: 2124553.669417	19°12'48.031 20" N 99°54'17.499 60" W	Noreste	Temascaltepec
4	Flujos de detritos	La Peñuela	X: 410906.791715 Y: 2120217.141812	19°10'27.937 20" N 99°50'50.431 20" W	Noreste	Zinacantepec
5	Taslacional	Villa Guerrero	X:431904.471487 Y:209760.143777	18°58'15.052 80"N 99°38'48.681 60"W	Sur	Villa Guerrero
6	Traslacional	Porfirio Díaz	X:425481.533762 Y:2093671.643145	18°56'06.403 20"N 99°42'27.777 60"W	Suroeste	Villa Guerrero

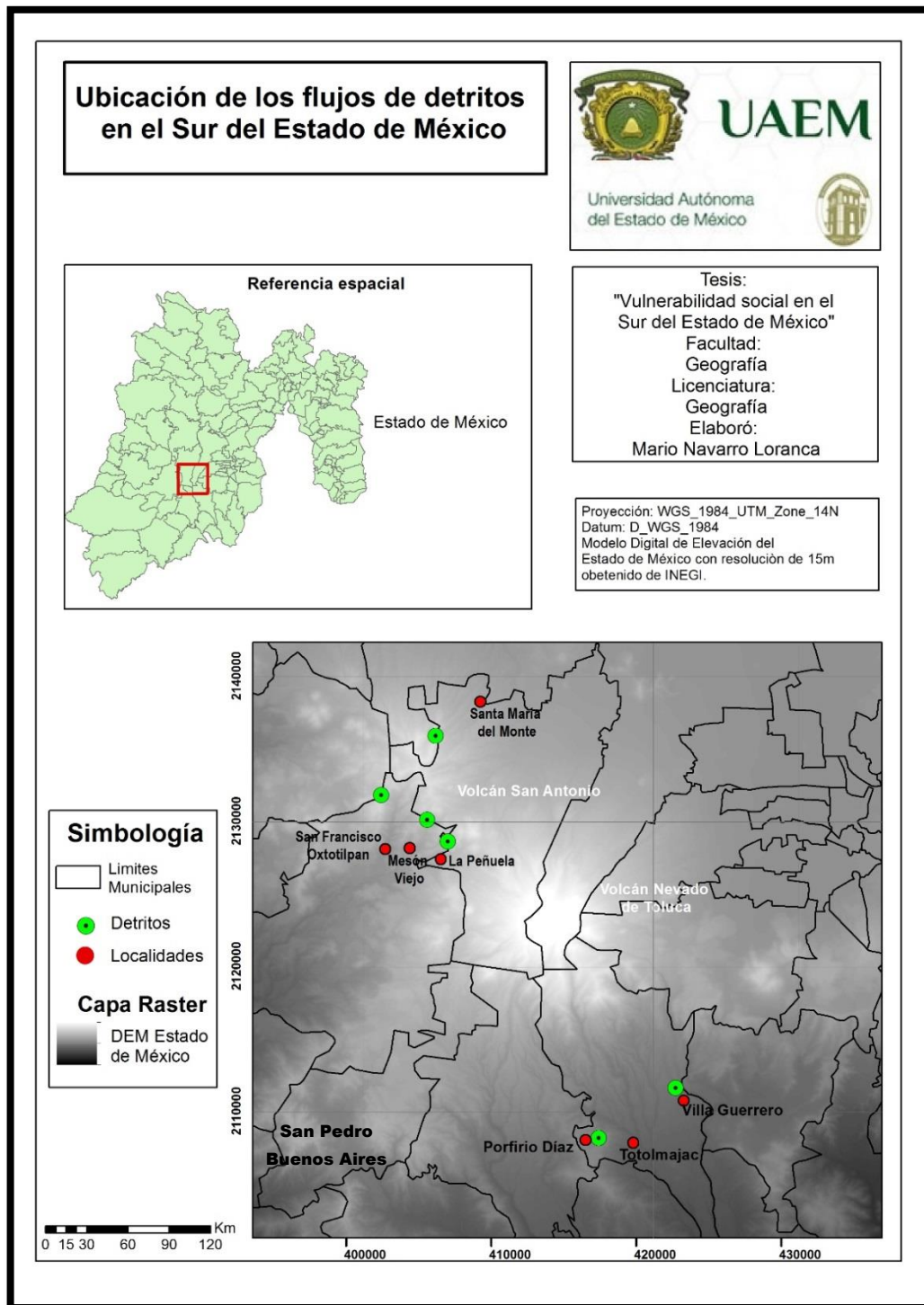


Figura 2. Ubicación de los eventos de flujos de detritos en el sur del Estado de México. Fuente: Elaboración propia.



Volcán San Antonio

El volcán San Antonio se ubica al suroeste de la ciudad de Toluca, a 20 kilómetros, al noroeste del volcán nevado de Toluca, aparentemente alineados, ambos conforman el ahora denominado Área de Protección de Flora y Fauna Nevado de Toluca (Figura 3),

Los estudios hechos en el volcán San Antonio son pocos, destaca los realizado por García-Palomo *et al.*, 2000 y 2002⁶², es una estructura volcánica que se eleva desde los 2,600 msnm hasta los 3,680 msnm, con edad inferida del Mioceno medio, con un cráter abierto hacia el NE, lo corta el sistema de fallas NE-SW, así como valles profundos (Figura 4). El aparato principal consta de una parte central de composición andesítica, que afloran hacia el sur. Su origen se debe a la intersección de los dos sistemas de fallas, y por sus productos emitidos la actividad que tuvo fue de tipo pliniana con destrucción parcial o total de su cono.

El volcán está conformado por una secuencia de flujos de lavas cubiertas por materiales piroclásticos, principalmente capas gruesas de material de caída rica en pumita que están cubiertas por depósitos de flujos piroclásticos pumíticos y oleadas, estas se pueden observar en la localidad de Loma de San Francisco (ladera noreste del volcán). Asimismo depósitos de flujos de bloques y cenizas se exponen en el flanco noreste, cerca de la localidad de Santa María del Monte García-Palomo *et al.* (2000)⁶³.

⁶² García-Palomo, A., Macías, J.L., and Garduño, V.H., 2000, Miocene to Recent structural evolution of the Nevado de Toluca Volcano region, central Mexico: Tectonophysics, Special Volume, Post-Laramide magmatism and tectonics in Mexico plate interaction, v. 318, p. 281–302 y García-Palomo, A., Macías, J.L., Arce, J.L., Capra, L., Garduño, V.H., and Espíndola, J.M., 2002, Geology of Nevado de Toluca Volcano and surrounding áreas, central México: Boulder, Colorado, Geological Society of America Map and Chart Series MCH089, 26 p

⁶³ *Ibíd.*, 2000, p. 281-302.

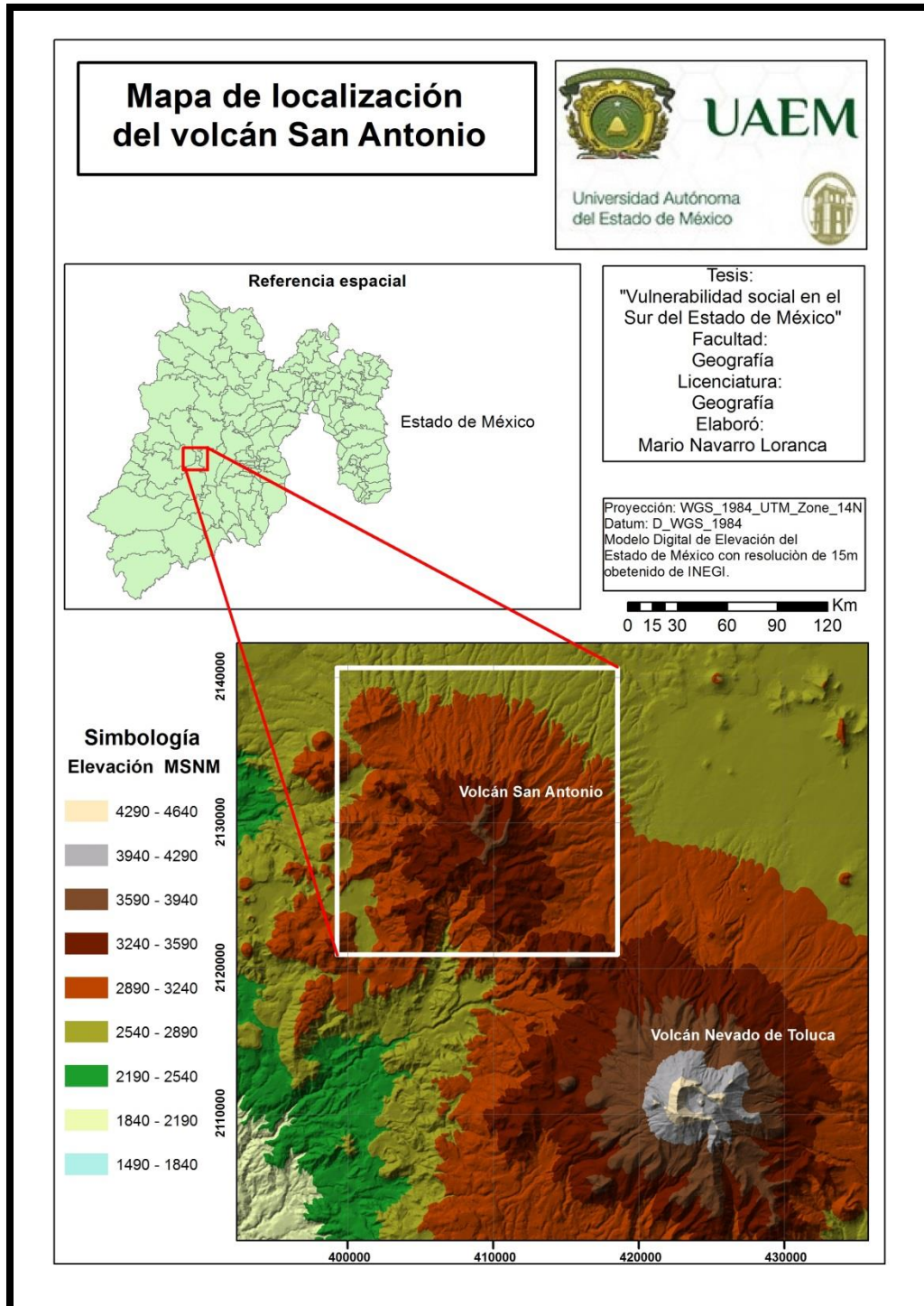


Figura 3. Mapa de localización del volcán San Antonio. Fuente: Elaboración propia.

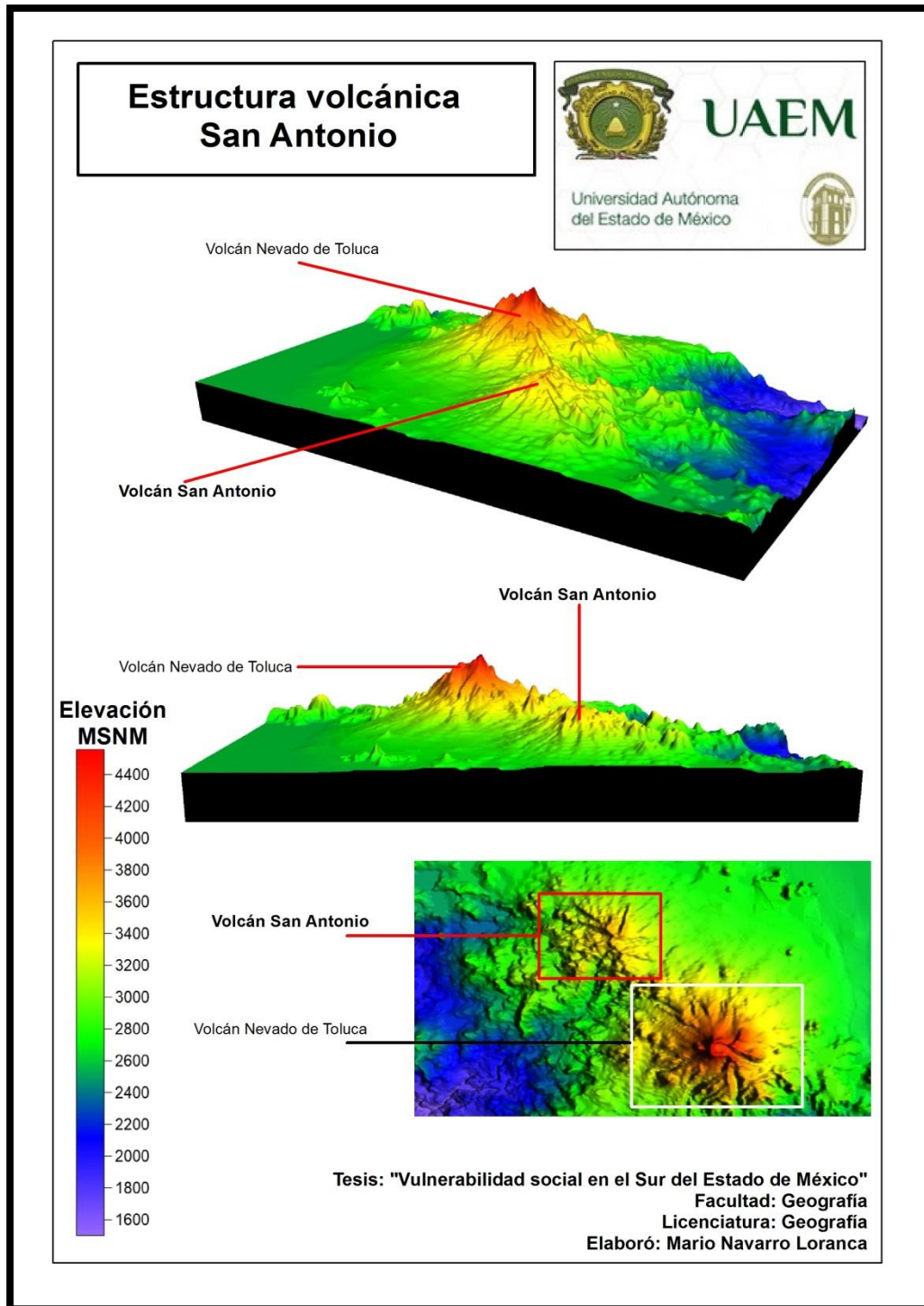


Figura 4. Estructura volcánica San Antonio. Fuente: Elaboración propia.



La morfología del volcán San Antonio se caracteriza por un piedemonte alargado hacia el norte, con pendientes de entre 6° a 65°, limita con la planicie del río Lerma. Su formación debe a los diferentes depósitos vulcanoclásticos del volcán, el sistema de drenaje tiene un arreglo paralelo y subparalelo, asociado a la propia morfología del piedemonte, la influencia de fallas y el tipo de material poco consolidado. Los barrancos tienen en promedio una profundidad de entre 20 a 50 metros, destacan al norte los barrancos de los arroyos Oyamel y Las Apolonias; al sur Peña Blanca, Los Hoyos, Paso de Vázquez; Buenavista, en el caso de los valles fluviales tienen una profundidad superior a los 80 m, con laderas rectas y en este caso pertenece al arroyo Xati y está asociado al sistema de fallas NE-SW.

Los grupos de suelos predominantes en el volcán son los Andosoles, Cambisoles y Feozem (Figura 5). Los Andosoles están distribuidos en el piedemonte alto y laderas de pendientes de más de 30°, son suelos desarrollados en materiales volcánicos como cenizas, pómez u otros, en ambientes húmedos, muy aptos para la agricultura, pero en superficies de montaña su aptitud es forestal, una vez que este suelo bajo estas condiciones de pendientes son utilizados para la agricultura su rendimiento es menor ya que los procesos de erosión hídrica lo afectan.

Los Feozem están distribuidos principalmente en el piedemonte medio y algunas porciones del piedemonte bajo, principalmente en laderas de los barrancos, estos suelos tienen un horizonte superficial, rico en humus, desarrollados en materiales poco consolidados en ambientes húmedos, son porosos y fértiles, excelentes para la actividad agrícola, y pueden ser susceptibles a la erosión hídrica.

En la cima del volcán se encuentra un suelo de tipo Cambisol, con una superficie de 20770.891 m², son suelos que desarrollan en superficies rocosas (Figura 4) son poco fértiles, aptos para un uso forestal y ganadero, principalmente los que se ubican en las zonas de montaña, aunque la actividad ganadera podría acelerar los procesos erosivos tanto fluviales como gravitacionales (FAO, 2006)⁶⁴

⁶⁴ FAO. (2006), Base Referencial Mundial del Recurso Suelo. Un marco conceptual para clasificación, correlación y comunicación internacional. Roma

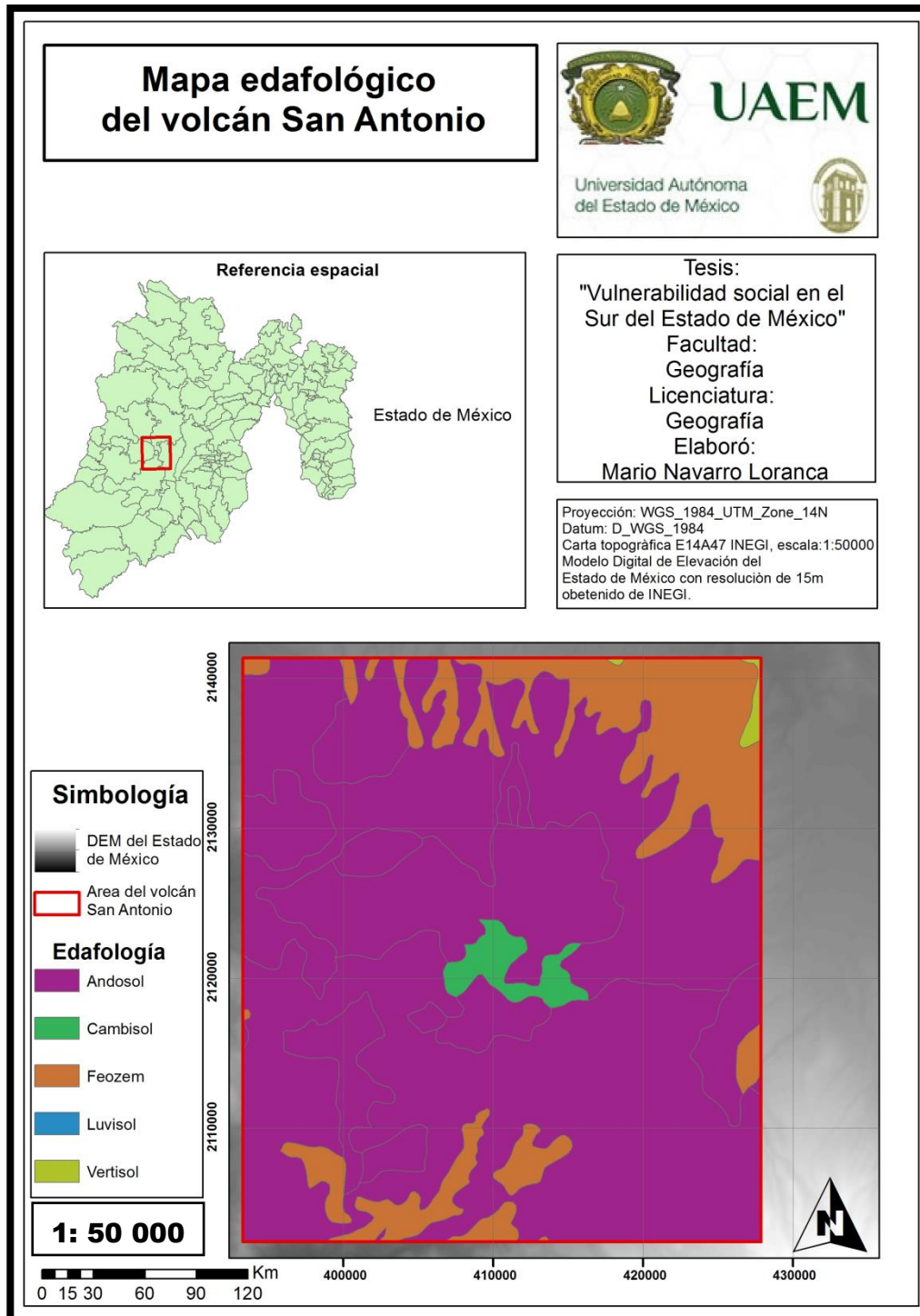


Figura 5. Mapa edafológico del volcán San Antonio. Fuente: Elaboración propia.



Figura 6. Se observa material de flujos de lava dacítico aflorando en la corona o cicatriz del flujo de detritos. Fuente: Trabajo de campo.

En el volcán se distribuyen tres tipos de clima: en el piedemonte bajo es un $Cw(w_2)(w)b(i)g$, es un clima templado, con lluvias en verano, subhúmedo, el cociente $P/T > 55.3$, con un porcentaje de precipitación invernal con respecto a la total anual $< 5\%$, con temperatura media anual de 12° a 18° C, la temperatura del mes más frío entre -3° a 18° C, la temperatura media del mes más caliente $< 22^\circ$ C, es considerada como verano largo, con oscilación térmica entre 5° y 7° C y la temperatura del mes más caliente se presenta antes del solsticio de verano (Alvarado-López, 2008)⁶⁵.

⁶⁵ Alvarado-López, G. (2008), Análisis de las variaciones climáticas de la Cuenca Alta del río Lerma, México de 1960 a 2000, tesis de Maestría, Facultad de Química, UAEM.



El clima Cw (w2)(w)(big) se presenta en el piedemonte medio, es templado con lluvias en verano, subhúmedo, el cociente P/T>55.3, con temperatura media anual de 12° a 18° C, la temperatura del mes más frío entre -3° a 18° C, la temperatura media del mes más caliente <22°C, es considerada como verano largo, con oscilación térmica es menor a 5° y la temperatura del mes más caliente se presenta antes del solsticio de verano. La precipitación invernal es entre 5 a 10.2% y la variación térmica es de 5° y 12°C (Alvarado-López, 2008)⁶⁶.

Finalmente, Cw(w2)(w)b'(i)g' que se ubica en el piedemonte medio y alto, es templado con lluvias en verano, subhúmedo, el cociente P/T>55.3, con un porcentaje de precipitación invernal con respecto a la total anual <5%, con temperatura media anual de 5° a 12° C, la temperatura del mes más frío entre -3° a 18° C, la temperatura media del mes más caliente durante cuatro meses o más es superior a 10°C, es considerada como verano largo, con oscilación térmica entre 5° y 7° C y la temperatura del mes más caliente se presenta antes del solsticio de verano (Alvarado-López, 2008)⁶⁷.

Flujos de detritos generados en el volcán San Antonio

En el volcán San Antonio se generaron principalmente cuatro procesos de flujos de detritos (Figura 7, Tabla 4).

Tabla 4. Ubicación de los flujos de detritos en el volcán San Antonio.

No. De Flujo	Lugar	Coordenadas UTM	Coordenadas geográfica	Orientación	Municipio
1	Santa María del Monte	X: 409819.709456 Y: 2129961.612202	L 19°15'44.78040" N 99°51'29.29320" W	Noreste	Zinacantepec
2	Mesón Viejo	X: 409018.090323 Y: 122241.698122	L19°11'33.50040" N 99°51'55.43640" W	Norte	Temascaltepec
3	San Francisco Oxtotilpan	X:404880.970459 Y:2124553.669417	L 19°12'48.03120" N 99°54'17.49960" W	Noreste	Temascaltepec
4	La Peñuela	X: 410906.791715 Y: 120217.141812	L 19°10'27.93720" N 99°50'50.43120" W	Noreste	Zinacantepec

⁶⁶ Alvarado-López, G. (2008), Análisis de las variaciones climáticas de la Cuenca Alta del río Lerma, México de 1960 a 2000, tesis de Maestría, Facultad de Química, UAEM.

⁶⁷ Ibídem.

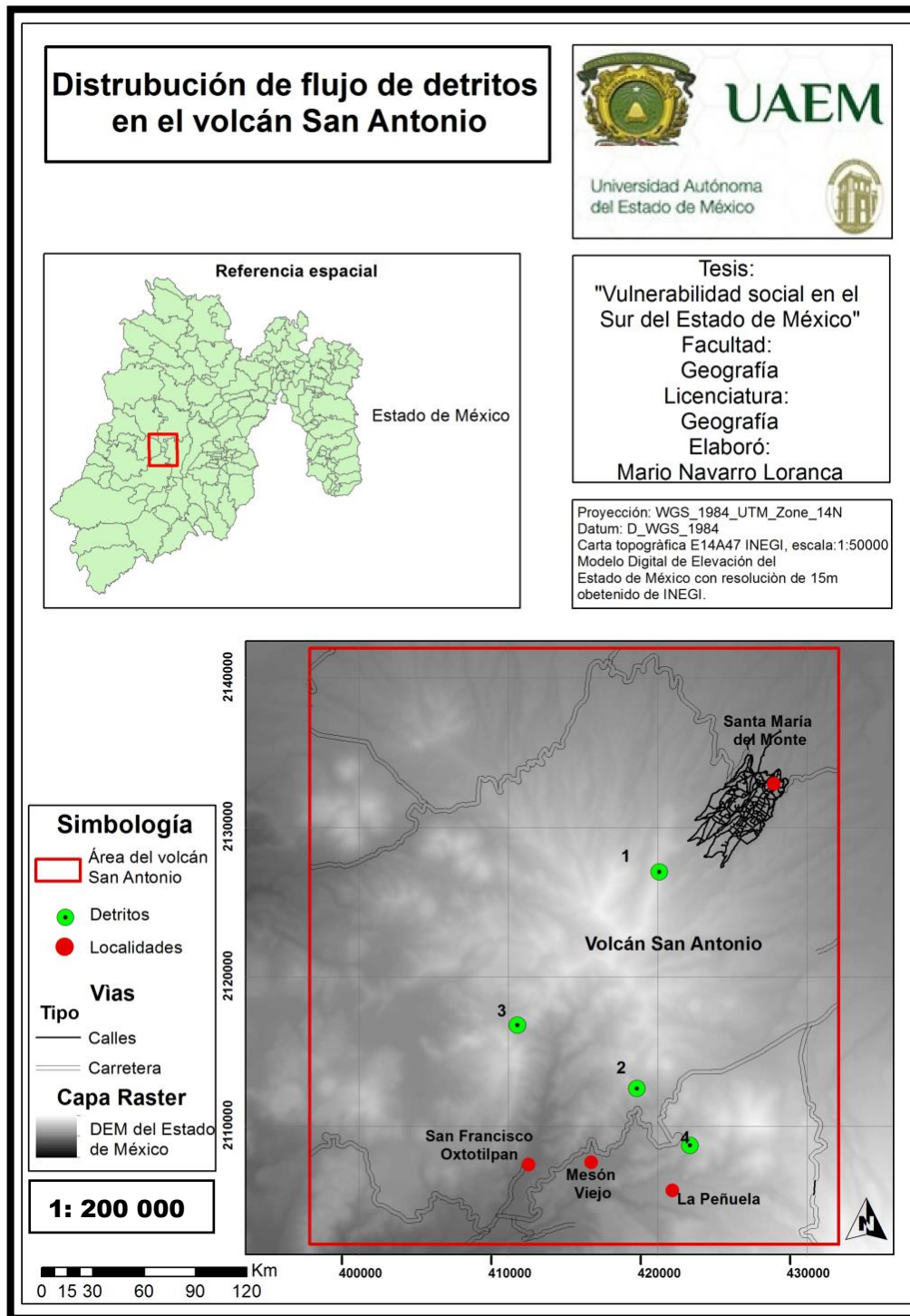


Figura 7. Distribución de flujos de detritos en el volcán San Antonio. Fuente: Elaboración propia basado en DEM de INEGI.



a) Santa María del Monte (CONO ALUVIAL)

El flujo de detritos que se presentó está ubicado en la ladera noreste, en la subcuenca del río Xati (Figura 8) con coordenadas $19^{\circ}15'44.78040''N$ $99^{\circ}51'29.29320''W$, el escarpe se localiza a una altitud de 3,460 mnsnm, corresponde a la ladera del sistema de fallas NE-SW, el flujo tuvo una longitud de 400 metros, con una anchura promedio de 27 metros, con una superficie de 2, 970 m^2 y un volumen estimado de 7425 m^3 (Figura 9) en una ladera cóncava con pendientes de 30° a 35° orientada hacia este. El volumen aproximado que pudo tener este flujo es de 7425 m^3 . El flujo afecto la superficie de bosque correspondiente al Área de Protección de Flora y Fauna Nevado de Toluca, no afecto a las poblaciones ni áreas de cultivo.

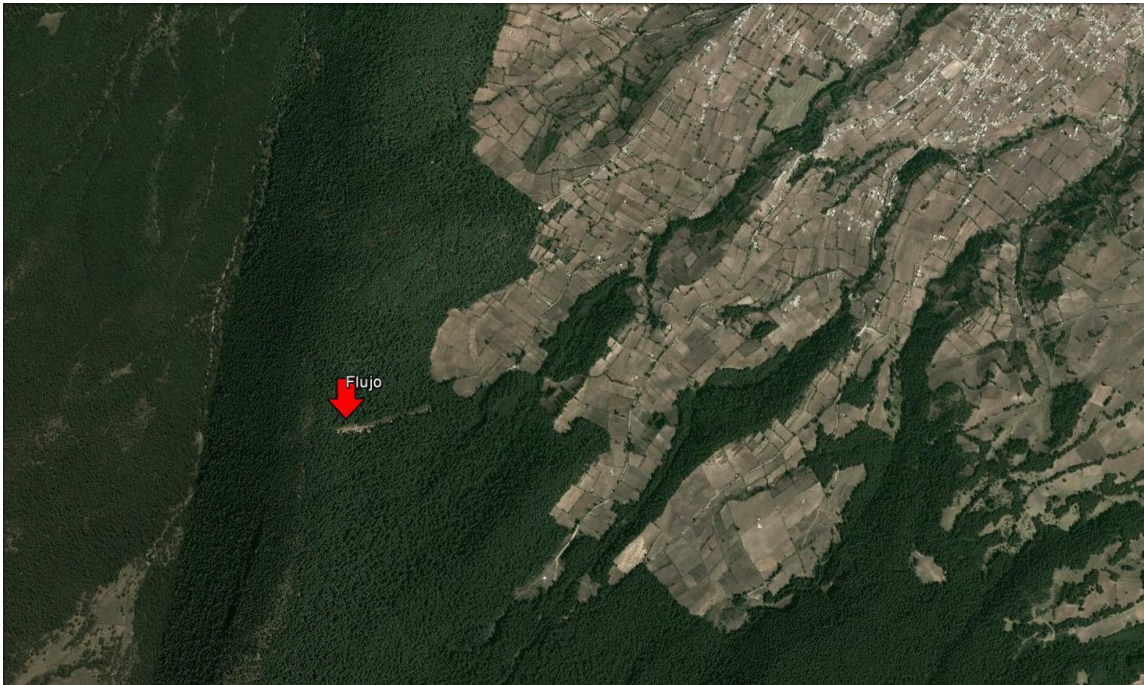


Figura 8. Imagen del flujo de detritos en Santa María del Monte.

Fuente: Tomado de Google Earth 2013.

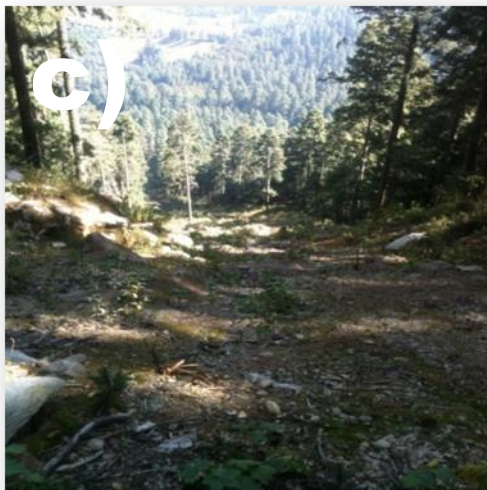


Figura 9. a. Vista del flujo desde el sector terminal hacia la parte superior o corona; b. Escarpe principal o corona del flujo de detritos y escarpes secundarios; c. Canal de desplazamiento del flujo de detritos en San María del Monte; d. Material depositado en el sector terminal del flujo



b) Mesón Viejo

En este sitio se presentaron dos flujos, se ubican en la ladera sureste, el primer flujo, se desarrolló en una subcuenca del arroyo Hondo, (Figura 10) con coordenadas 19°11'33.50040" N 99°51'55.43640" W, el escarpe se localiza a una altitud de 3,300 mnsnm, en la ladera sur del sistema de fallas NE-SW, sobre materiales intemperizados. El flujo tuvo una longitud de un kilómetro hasta la cota 2, 950 metros donde se unió con el flujo 2, su anchura promedio de 84 metros en la parte superior, y en la parte media y baja de entre 53 y 30 metros respectivamente, con una superficie estimada promedio de 9,508 m² y un volumen estimado de 47,540 m³, en una ladera recta con pendientes de 35° orientada hacia el sur.



Figura 10. Imagen del flujo de detritos en Mesón Viejo. Fuente: Tomada de Google Earth 2013.

El flujo afectó en este punto superficie de bosque correspondiente al Área de Protección de Flora y Fauna Nevado de Toluca, (Figura 11a). Este flujo causó pérdidas humanas (11 muertos, información personal de autoridades de protección civil del municipio de



Temascaltepec), al llegar el flujo al nivel de la carretera Toluca-Temascaltepec, se saturó su canal artificial que pasaba por debajo de carretera y se formó una pequeña represa que se azolvó y siguió su desplazamiento sobre la carretera donde se encontraban automóviles transitando de manera lenta debido a las intensas lluvias, por lo que fueron arrastrados por el flujo que llevaba agua, suelo, roca y árboles (Figura 11b), uniéndose al segundo flujo que se originó en la ladera sureste de la anterior, a una altitud de 3,290 msnm, con una longitud de 496 m hasta el cauce del arroyo Hondo, y una anchura de entre 6 m en la parte superior y 64 m en la parte media y 100 m en la parte baja, con superficie estimada de 7, 650 m² y un volumen estimado de 15, 300 m³, en una ladera recta-convexa. Este flujo se unió al arroyo Hondo hasta la cota 2,940 msnm, donde se sumó con el flujo anterior, continuado su recorrido hasta el abanico aluvial donde está asentada la localidad de Mesón Viejo, durante su transcurso afectó instalaciones trucheras y una casa-habitación de dos plantas (Figura 11c).

En flujo depositó su mayor volumen (rocas, lodo y troncos de árboles) en el ápice, afectando las áreas de cultivo principalmente (Figura 11d). Los materiales continuaron depositando en el centro de la localidad. La cuantificación de daños no se evaluó en el momento, pero en el apartado de vulnerabilidad, página 66 se mencionan algunos datos.





Figura 11. a. Fotografía 6 escarpe de corona; b. Canal artificial que pasa por debajo de la carretera; c. Casa habitación afectada; d. Depósito de rocas. Fuente: Tomada en visita de campo.

c) San Francisco Oxtotilpan

Se localiza a 8 kilómetros del anterior, en la cuenca del río Peña Blanca, se generaron cinco flujos, en una la ladera con orientación (Figura 12).

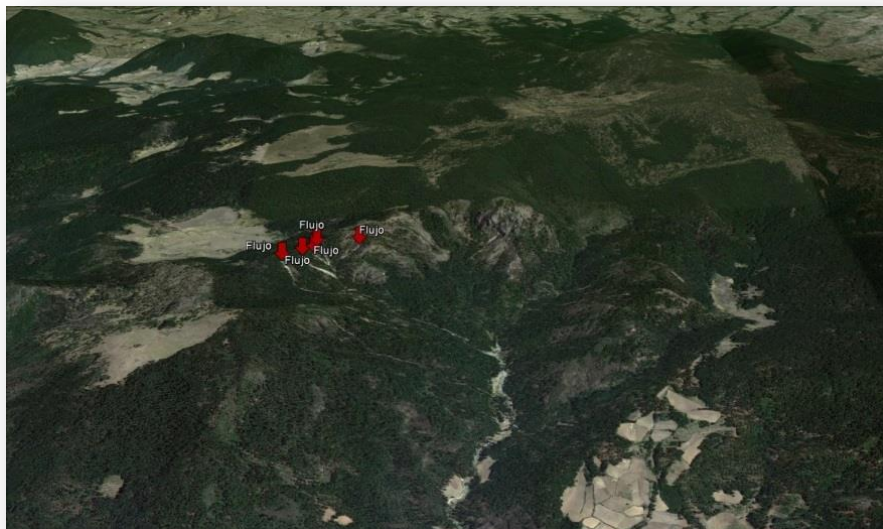


Figura12. Imagen del flujo de detritos en San Francisco Oxtotilpan. Fuente: Tomada de Google Earth 2013.



Los escarpes se localizan a una altitud de 3,310 msnm, en la ladera sur del volcán, sobre materiales intemperizados, las características de estos flujos se resumen en la Tabla 5. Los flujos se unen al cauce del río Peña Blanca.

Tabla 5. Ubicación de los flujos de detritos en el cauce del río Peña Blanca.

Flujos	Longitud (m)	Anchura (m)	Superficie (m ²)	Volumen (m ³)	Coordenadas Geográficas
1	70	30	1,050	2,100	19°12'50.39640" N 99°54'17.13960" W
2	66	10	330	825	19°12'51.00120" N 99°54'07.23960" W
3	240	31	3,720	18,600	19°12'48.03120" N 99°54'17.49960" W
4	572	22	6,292	18,876	19°12'43.38720" N 99°54'23.82840" W
5	1,150	6 y 12	5,175	11,902	16°12'46.24200" N 99°54'19.75320" W

Fuente: Elaboración propia.

El flujo (lodo y árboles principalmente con algunos bloques rocosos) (Figura 13a y 13b) se depositó en el abanico aluvial a unos 2 km hasta el abanico aluvial donde se encuentran algunas casas de la localidad de San Francisco Oxtotilpan y áreas de cultivo, afectando principalmente las casas- habitacionales, la cuales se encontraban en una terraza lo que solo dañó los bienes si destruir la casa.



Figura 13. a. Bloques rocosos depositados que afectaron áreas de cultivo; b. Bloques rocosos depositados en el abanico aluvial. Fuente Tomada en visita de campo.

d) Peña Blanca

Se localiza a 3 kilómetros de Mesón Viejo, en la cuenca del río La Hortaliza, en una ladera con orientación suroeste, (Figura 14) con coordenadas $19^{\circ}10'27.93720''$ N y $99^{\circ}50'50.43120''$ W, se generaron dos flujos de detritos, los escarpes se localizan a una altitud de 3,260 msnm, en la ladera sur de la estructura volcánica La Calera, que forma parte del Complejo de domos y volcanes del Plioceno (García-Palomo, 1998)⁶⁸, que se encuentran distribuidos en los alrededores de los volcanes San Antonio y Nevado de Toluca, cuya característica es la ocurrencia de colapsos de sus estructuras con dirección suroeste, así como su afectación por erosión y tectonismo, y sirvieron como barreras para el emplazamiento de los materiales provenientes del Nevado de Toluca.

⁶⁸ García-Palomo, A., 1998, Evolución estructural en las inmediaciones del Volcán Nevado de Toluca, Estado de México [Master's thesis]: México, D.F., Universidad Nacional Autónoma de México, 150 p.

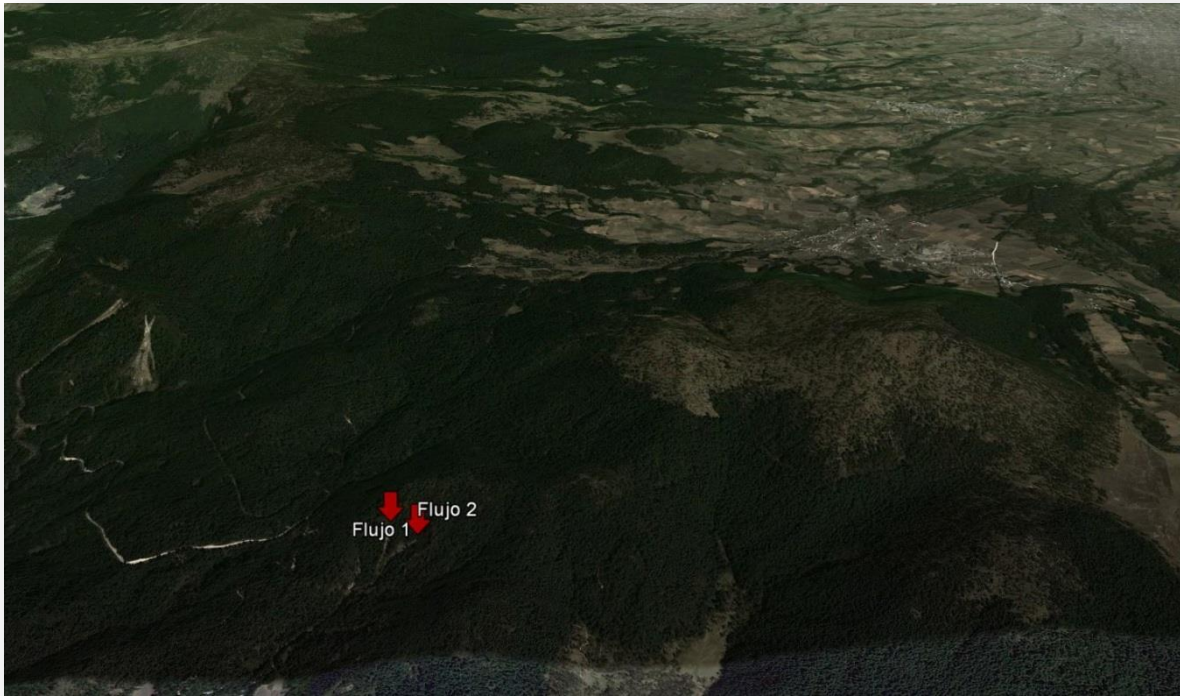


Figura 14. Imagen del flujo de detritos en La Peñuela. Fuente: Tomada de Google Earth 2013.

El flujo 1 tuvo una longitud de 550 m y una anchura de 15 m, con una superficie promedio de $1,275 \text{ m}^2$ y un volumen estimado de $3,825 \text{ m}^3$; el flujo 2 tiene una longitud 217 m con anchura de 8 m, una superficie calculada de $1,736 \text{ m}^2$ y un volumen de $5,208 \text{ m}^3$, estos dos flujos en la cota 3,110 msnm se unen. El flujo (principalmente bloques) afectó el camino que comunica la comunidad de La Peñuela y la carretera Toluca-Temascaltepec. (Figura 15a, 15b).



Figura 15. a. Canal de desplazamiento del flujo de detritos en La Peñuela; b. Vista hacia el escarpe principal o corona del flujo de detritos. Fuente: Tomada en visita de campo.

e) Nevado de Toluca

El volcán Nevado de Toluca, es un estratovolcán andesítico-dacítico del edad del Plioceno Tardío al Holoceno (Cantagrel et al., 1981⁶⁹; García-Palomo *et al.*, 2002⁷⁰). Es un estratovolcán localizado en el límite entre los sectores centrales y oriental del Cinturón Volcánico Trans-Mexicano, dentro del bloque Guerrero, delimitada al norte por el sistema de fallas Chapala-Tula, y al sur por el sistema de fallas Oaxaca-Chapala (Pasquaré *et al.*, 1987; Johnson and Harrison, 1990, García-Palomo *et al.*, 2000⁷¹; García-Palomo *et al.*, 2002⁷²).

⁶⁹ Cantagrel, J.M., Robin, C.E., and Vincent, P., 1981, Les grandes étapes d'un Volcán Andésitique composite: Example du Nevado de Toluca (Mexique): Bulletin of Volcanology, v. 44, p. 177–186.

⁷⁰ García-Palomo, A., Macías, J.L., Arce, J.L., Capra, L., Garduño, V.H., and Espíndola, J.M., 2002, Geology of Nevado de Toluca Volcano and surrounding áreas, central México: Boulder, Colorado, Geological Society of America Map and Chart Series MCH089, 26 p.

⁷¹ García-Palomo, A., Macías, J.L., and Garduño, V.H., 2000, Miocene to Recent structural evolution of the Nevado de Toluca Volcano region, central Mexico: Tectonophysics, Special Volume, Post-Laramide magmatism and tectonics in Mexico plate interaction, v. 318, p. 281–302.

⁷² García-Palomo, A., Macías, J.L., Arce, J.L., Capra, L., Garduño, V.H., and Espíndola, J.M., 2002, Geology of Nevado de Toluca Volcano and surrounding áreas, central México: Boulder, Colorado, Geological Society of America Map and Chart Series MCH089, 26 p.



Se construyó sobre la intersección de un sistema de fallas activas de al menos desde el Mioceno Tardío (García-Palomo et al., 1998⁷³ and García-Palomo et al., 2000⁷⁴): Taxco-Querétaro; San Antonio y Tenango. Su historia eruptiva es compleja, comprende de entre 2.6 Ma. y 3.3 Ka (Macías *et al.*, 1997; García-Palomo *et al.*, 2002; Torres, 2012⁷⁵). La morfología ha sido producto de los diversos procesos volcánicos, tectónicos, glaciares, periglaciares, fluviales y gravitacionales. Los flujos de lava son los depósitos de composición andesítica de al menos 1.5-1.6 M.a (Cantagrel et al., 1981⁷⁶), son los que constituyen el mayor volumen del volcán; los depósitos piroclásticos y domos de composición dacítica, así como producto de la erosión intensa inicio hace ~0.1 Ma. Dos eventos de colapso de edad mayor a ~50 ka produjeron depósitos de avalancha de escombros al sur del volcán (Capra y Macías, 2000; García-Palomo *et al.*, 2002⁷⁷), Caballero y Capra, (2011) identifican otro colapso de edad de ~28 ka, cuyos depósitos de avalancha de escombros se distribuyen en la ladera E y NE. Los materiales producto de la actividad explosivas posteriores generaron flujos de cenizas y poméz y de bloques y ceniza; las erupciones plinianas formaron depósitos de flujos, oleadas y caída de ceniza y poméz, los de mayor volumen se distribuyeron en la ladera oriental y noreste con un poco más de 40 cm de espesor (Arce, *et al.*, 2003⁷⁸).

El flanco sur del volcán Nevado de Toluca, se caracteriza por una ladera elongada con pendientes de 20^a a 35^a, conformada por depósitos de flujos de lava, avalanchas de escombros y flujos de bloque y ceniza de más de 200 m de espesor lo cuales rellenaron las estructuras tectónicas de graben y horts (Graben de Villa Guerrero y Horts de Porfirio Díaz)

⁷³ García-Palomo, A., 1998, Evolución estructural en las inmediaciones del Volcán Nevado de Toluca, Estado de México [Master's thesis]: México, D.F., Universidad Nacional Autónoma de México, 150 p.

⁷⁴ García-Palomo, A., Macías, J.L., and Garduño, V.H., 2000, Miocene to Recent structural evolution of the Nevado de Toluca Volcano region, central Mexico: Tectonophysics, Special Volume, Post-Laramide magmatism and tectonics in Mexico plate interaction, v. 318, p. 281–302.

⁷⁵ Torres-Orozco, R (2011), Vulcanismo efusivo en el área del Nevado de Toluca: distribución y génesis de magmas. Tesis de Maestría. Instituto de Geología. UNAM.

⁷⁶ Cantagrel, J.M., Robin, C.E., and Vincent, P., 1981, Les grandes étapes d'un Volcán Andésitique composite: Example du Nevado de Toluca (Mexique): Bulletin of Volcanology, v. 44, p. 177–186.

⁷⁷ García-Palomo, A., Macías, J.L., Arce, J.L., Capra, L., Garduño, V.H., and Espíndola, J.M., 2002, Geology of Nevado de Toluca Volcano and surrounding áreas, central México: Boulder, Colorado, Geological Society of America Map and Chart Series MCH089, 26 p.

⁷⁸ Arce J.L., Macías J.L., Vázquez-Selem L (2003), The 10.5 ka Plinian eruption of Nevado de Toluca volcano, Mexico: stratigraphy and hazard implications Geological Society of America Bulletin, 115, pp. 230–248.



(García-Palomo, *et al*, 2000⁷⁹), caracterizada por valles y barrancas con profundidades de más de 100 m, con laderas rectas y pendientes de 45^a, destaca la del río Los Sabinos.

El desarrollo de suelos en esta área se caracteriza por tres grupos los Feozem, Cambisol y Andosol. El primero se distribuye en las laderas de barrancos, con profundidades no mayores de 50 cm. Los segundos ocupan el piedemonte sobre una pendiente de 6°, son suelos fértiles para la agricultura, y por estar desarrollado en una superficie ligeramente plana, su uso ha sido intenso (FAO, 2006⁸⁰).

El clima en esta zona de acuerdo a la clasificación de Köppen modificada por Enriqueta García, es Cwbg, es un clima templado, con temperatura del mes más cálido de 22°C, y la temperatura media supera los 10°C

El uso de suelo se caracteriza por agrícola, principalmente la producción florícola, zonas urbanas como es el caso de la cabecera municipal y bosque en laderas de barrancos.

f) Villa Guerrero

El deslizamiento se generó al noroeste de la cabecera municipal de Villa Guerrero, (ver Figura 17), en el corte de la carretera Villa Guerrero-Tenancingo, sobre una ladera convexa con pendientes de 25° a 35°, correspondiente a la barranca del río Los Sabinos. Tuvo una longitud de 78 m, anchura de 14 m, con una superficie estimada de 546 m² y un volumen calculado de 819 m³.

Los materiales que lo conforman corresponden a una edad del Pleistoceno, considerados como flujos de lahar con intercalación de ceniza (Servicio Geológico Mexicano, 2014), son materiales poco considerados de color ocre, con el desarrollo de un suelo de tipo Feozem Háplico en asociación con un Litosol de textura media, somero de entre 10 a 50 cm de profundidad (INEGI, 1970). El uso de suelo es urbano, en la construcción de las casas han requerido de infraestructura en este tipo de laderas (Figura 16). Los daños que provocó este proceso fueron principalmente sobre la carretera y zonas de bosque.

⁷⁹ García-Palomo, A., Macías, J.L., and Garduño, V.H., 2000, Miocene to Recent structural evolution of the Nevado de Toluca Volcano region, central Mexico: Tectonophysics, Special Volume, Post-Laramide magmatism and tectonics in Mexico plate interaction, v. 318, p. 281–302.

⁸⁰ FAO. (2006), Base Referencial Mundial del Recurso Suelo. Un marco conceptual para clasificación, correlación y comunicación internacional. Roma.



Figura 16. Casas habitación en las márgenes del barranco. Fuente: Tomada en visita de campo.

g) San Pedro Buenos Aires

Se presentó en carretera Totolmajac-San Pedro Buenos Aires, con coordenadas $18^{\circ}55'43.93560''N$ y $99^{\circ}42'50.24160''W$, a una altitud de 2295 msnm en una ladera con orientación cóncava-recta, corresponde a laderas de una estructura volcánica de composición riolítica, dichas laderas están conformadas por bloques y fragmentos de riolita mezclados con limo y arena no consolidados y materiales metasedimentarios del Cretácico Inferior que corresponde a la Formación Acapetlahuaya del Aptiano, conformada por filitas, pizarra, metatoba, brecha y epiclastos (Servicio Geológico Mexicano, 2013), (Figura 17) está estructura cruza una falla Totolmajac, que corresponde al sistema de fallas Taxco-Guerreo con dirección sureste-noroeste, que conforman el Horts de San Pedro Buenos Aires. En esta ladera se ha utilizado para agricultura e invernaderos. Tuvo una longitud de 100 m, con una anchura de 50 m, una superficie estimada de 5000 m^2 y un volumen de 50000 m^3 .



Figura 17. Imagen del flujo de detritos en San Pedro Buenos Aires. Fuente: Tomada de Google Earth 2013.



Las afectaciones fueron sobre bosque, áreas de agricultura y fallecidos debido a que la carretera fue obstruida por un árbol y posteriormente se generó el deslizamiento cubriendo la carretera y las personas que había bajado de sus vehículos. (Figura 18a y 18b).



Figura 18. a. áreas de cultivo afectadas en 2010; b. construcciones realizadas después del evento de 2010. Fuente: Tomada en visita de campo.

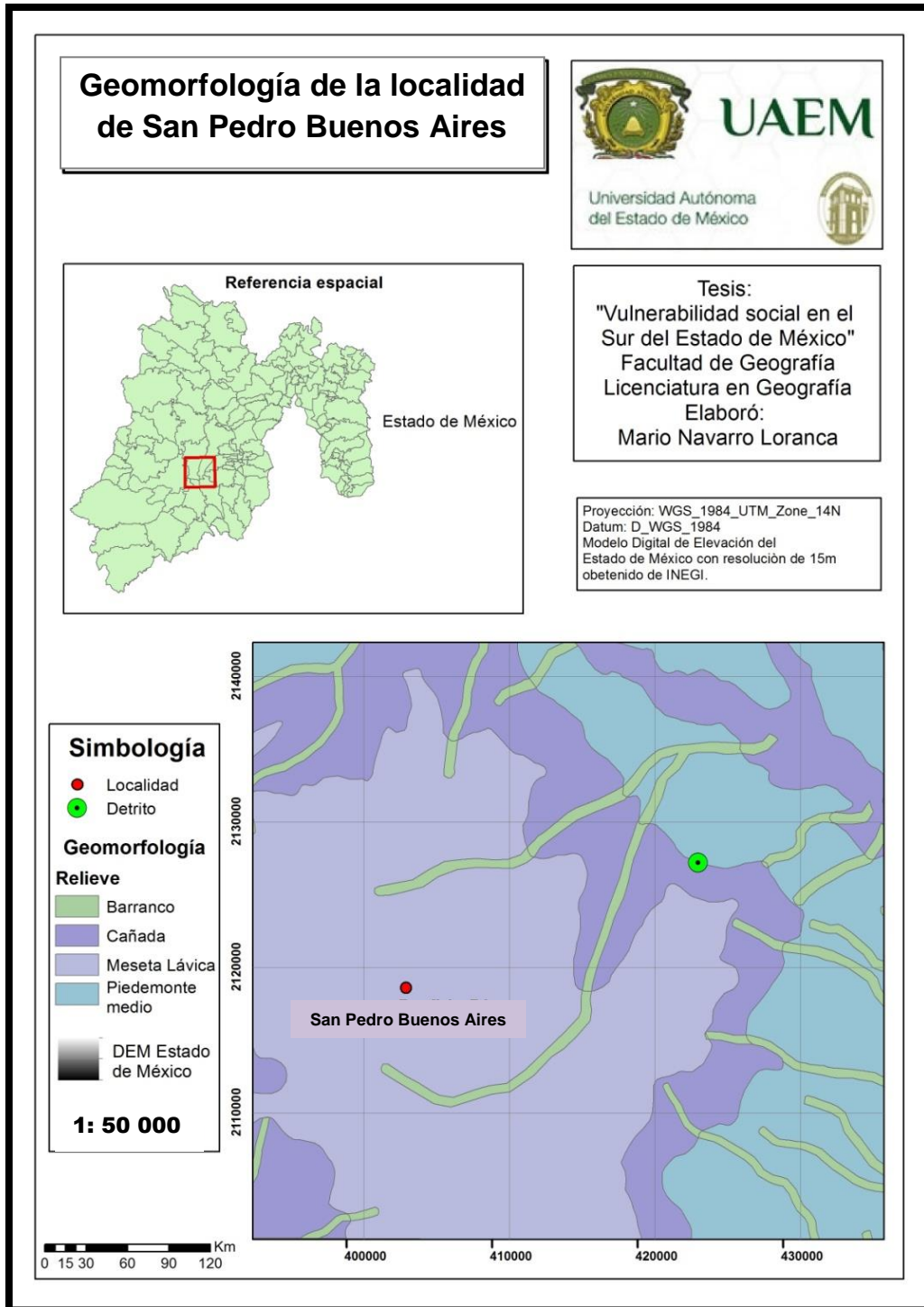


Figura 19. Mapa geomorfológico de la localidad de San Pedro Buenos Aires. Fuente: Elaboración propia basado en DEM de INEGI.

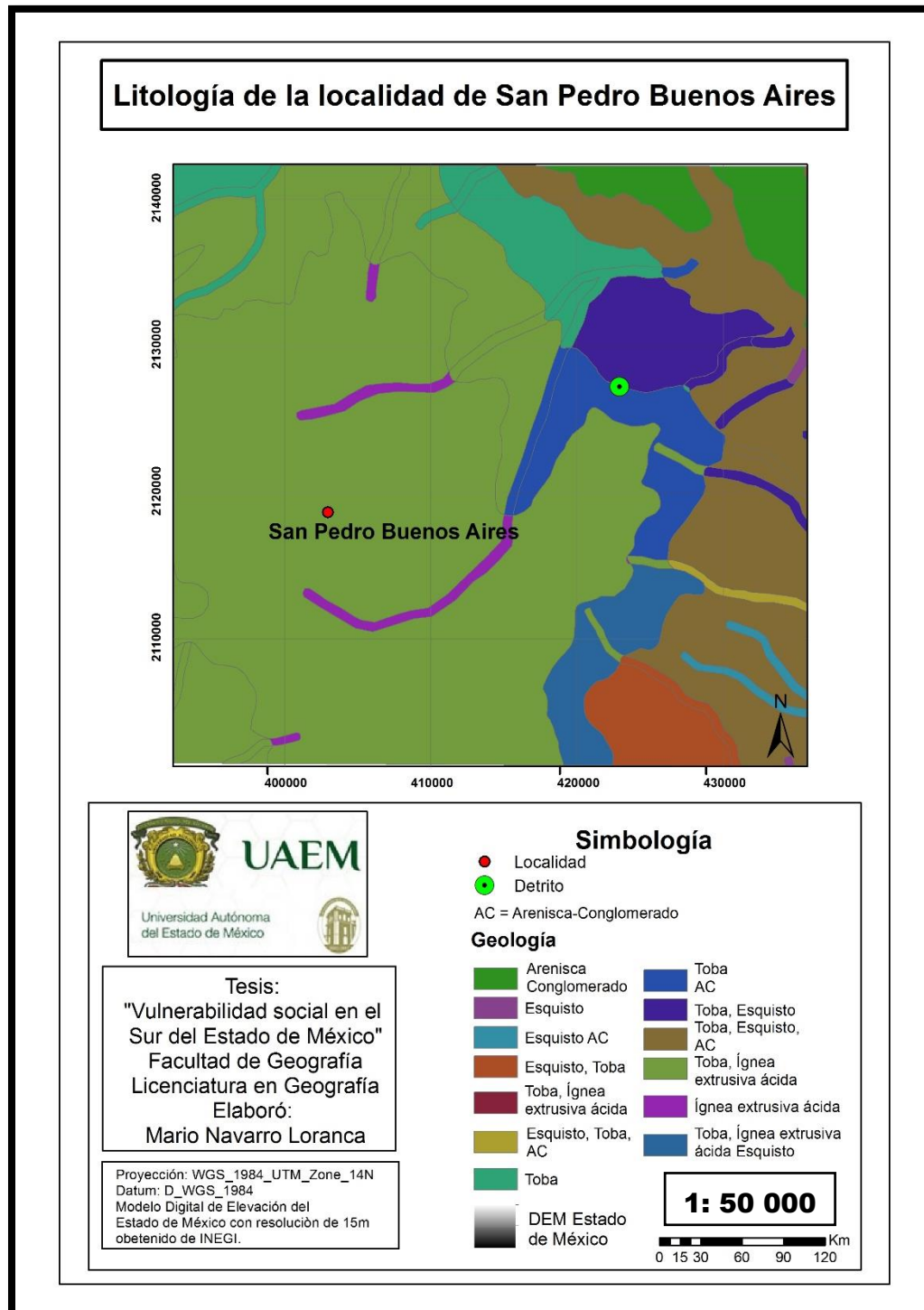


Figura 20. Mapa litológico de la localidad de San Pedro Buenos Aires. Fuente: Elaboración propia basado en DEM de INEGI.



9.2. Vulnerabilidad

La afectación directa de los deslizamientos y flujos de detritos originados en el año 2010 a la población, fue localizada en las localidades de Mesón Viejo, San Francisco Oxtotilpan, Villa Guerrero y San Pedro Buenos Aires, excepto Villa Guerrero, las tres restantes son localidades rurales; las localidades de Mesón Viejo y San Pedro Buenos Aires tienen una población promedio de 413, mientras que San Francisco Oxtotilpan supera los 1000 habitantes su crecimiento se debe al comercio y ser una localidad que se encuentra de paso antes de llegar a Valle de Bravo y Temascaltepec (Tabla 6).

Tabla 6. Población de las localidades de Mesón Viejo, San Francisco Oxtotilpan, Villa Guerrero y San Pedro Buenos Aires.

Nombre de la localidad	Población Total	Población mujeres	Porcentaje mujeres	Población hombres	Porcentaje hombres
Mesón Viejo	421	217	51.5	204	48.5
San Francisco Oxtotilpan	1435	764	53.2	671	46.8
San Pedro Buenos Aires	405	210	51.8	195	48.1
Villa Guerrero	9509	5015	52.7	4494	47.38

Fuente: Censo de Población y Vivienda 2010, (INEGI).

Tanto la localidad de Mesón Viejo como San Francisco Oxtotilpan, están asentadas en un abanico aluvial, en el caso de Mesón Viejo es una superficie amplia con pendientes menores a 5°, la población se encuentra a 500 metros del ápice, el río principal todo el año lleva agua, con pocos sedimentos, sus principal aporte de agua son los escurrimientos que provienen de laderas superiores así como de varios manantiales, estas condiciones aunadas al clima y el tipo de suelo y principalmente a la conservación del bosque han sido aprovechadas por la localidad para la agricultura de riego, los principales cultivos son papas, avena, haba y maíz, tienen producción dos veces al año, y principalmente son para comercio. La irrigación es aprovechada mediante la canalización del afluente principal, para ello la localidad se encuentra organizada para que todas las parcelas reciban este recurso para evitar conflictos. Algunos habitantes se han incorporado a programas de producción de truchas, pero estas fueron afectadas durante el evento de 2010, y desde entonces no han recibido apoyo de ninguna institución para la implementación de la infraestructura.



El flujo de detritos además de los automóviles que se llevó a su paso, el flujo se depositó en los terrenos de cultivo, calles y algunas casas, sin embargo, como los habitantes se organizaron para hacer la limpia de los campos de cultivo y calles, además de que hubo previo aviso de gente que regresaba de laderas arriba del flujo, y la mayoría de las áreas agrícolas no estaban cultivadas, por lo que consideraron que el flujo no causó daños considerables.



Figura 21. A. Áreas de cultivo afectadas en 2010; b. Casas inundadas en 2010. Fuente: Tomada google earth.

El Índice de Vulnerabilidad y Capacidades de la localidad de Mesón Viejo es bajo, y en el caso del Índice de marginación es medio, que en comparación con las localidades de San Francisco Oxtotilpan y San Pedro Buenos Aires los valores de estos índices son altos (tabla 6), esto se debe al tipo de economía que la comunidad realiza así como la forma de organización para las diferentes problemáticas de la misma.

Mientras que para el caso de San Francisco Oxtotilpan, la superficie del abanico aluvial es más estrecho y alargado pero en general las condiciones son muy parecidas a Mesón Viejo, también predomina la actividad agrícola, con cultivos principalmente de maíz y papa, sin embargo existen problemáticas de deforestación, y las personas encuestadas coinciden la falta de organización entre la comunidad, esta situación se refleja en valores altos de vulnerabilidad y marginación. El flujo afectó principalmente a una casa cercana al ápice del abanico aluvial, la cercanía con sus familiares les facilitó contar con un lugar para refugiarse, pero no recibió ayuda para reconstruir su casa, del mismo modo a 200 metros otra casa fue afectada cuya situación fue similar al anterior, esta situación refleja las



condiciones de alta vulnerabilidad de los habitantes de esta comunidad ante este tipo de procesos, debido a que no pudieron enfrentar y recuperarse de este evento a diferencia de los afectados en la localidad de Mesón Viejo.

La comunidad de San Pedro Buenos Aires, ubicada a 15 kilómetros de Villa Guerrero, en una planicie que forma parte de una estructura volcánica de composición riolítica, con laderas de pendientes promedio de 35°. Es la comunidad con menor población y su principal actividad es la agrícola (frutales y maíz), así como, invernaderos para hortalizas pero la mayoría de la población trabaja como jornalero.

El deslizamiento se originó en laderas de más de 25°, afectando áreas de cultivo y de acuerdo a los habitantes es común este tipo de procesos y aunque no ha afectado a sus viviendas debido a que no se encuentran en laderas, consideran que si ha avanzado el margen superior de las mismas y tal vez dentro de muchos años llegue hasta la localidad por tanto si consideran que están en peligro, además mencionan que no están preparados para enfrentar una situación así y que es importante contar con más información tanto del proceso como las acciones a realizar antes, durante y después de un evento así. Del mismo modo que en San Francisco Oxtotilpan la falta de organización es un problema entre su comunidad.

Villa Guerrero, es una localidad urbana con 9509 habitantes, la población se dedica al comercio y la floricultura, su relieve ha generado que el crecimiento ocupe los bordes y laderas de los barrancos. El Índice de Vulnerabilidad y Capacidades es media con Índice de Marginación es baja, su situación de vulnerabilidad se debe a la falta principalmente a la exposición debido a su ubicación en el borde del margen del barranco, y no están en disponibilidad de ubicarse en otro sitio.



9.3. Índice de Capacidades y Vulnerabilidad

Tabla 7. Índice de Capacidades y Vulnerabilidad (VCI) de Mustafa et al (2008) considerando las localidades de Mesón Viejo, San Francisco Oxtotilpan, Villa Guerrero y San Pedro Buenos Aires.

Nº	Tipo de vulnerabilidad e indicadores	Valor Total	Valores negativos	Vulnerabilidad y Capacidades							
				Mesón Viejo		San Francisco Oxtotilpan		Villa Guerrero		San Pedro Buenos Aires	
	Vulnerabilidad de Materiales	30		24		22		20		20	
1	Fuente de ingresos	10		10		8		8		8	
2	Nivel educativo	5		1		3		1		1	
3	Activos	5		4		4		4		4	
4	Exposición al peligro	10		9		7		7		7	
	Vulnerabilidad institucional	50		35		40		30		38	
5	Redes comunitarias	10		8		8		8		8	
6	Parentescos extra-locales	5		3		4		2		2	
7	Infraestructura										
	Carencia de un camino principal en todo el tiempo	5	-4	0	-4	0	-4	0	-4	4	0
	Carece de camino		-2								
	Falta de electricidad.	5	-2	0	-2	0	-2	0	-2	0	-2
	Falta de agua potable.	5	-2	0	-2	0	-2	0	-2	0	-2
	Falta de telecomunicaciones (telefonía móvil).	5	-4	0	-4	4	-4	0	-4	0	-4
	Falta de instalaciones médicas locales.	5		4	0	4	0	0	-4	4	0
8	Proporción de personas a cargo de un hogar	10		8		8		8		8	
9	Sistema de alerta	5		4		4		4		4	
10	Pertenencia a la clase social más baja en desventaja	10		8		8		8		8	
	Vulnerabilidad de Actitudes	20		20		20		20		20	
11	Sentido de empoderamiento		-10								
	Contar con líderes		-10	0	-10	0	-10	0	-10	0	-10
	Tener cercanía con alguna autoridad nacional (funcionario del gobierno federal)		-15								
	Falta de actitudes grupales para relacionarse con autoridades con poder	10		10		10		10		10	
	Falta de información sobre	10		10		10		10		10	



peligros en su localidad									
Puntuación total de la posible vulnerabilidad			79		82		70		78

Fuente: Índice de Capacidades y Vulnerabilidad (VCI) de Mustafa et al., (2008).

Vulnerabilidad Capacidades

Índice de Capacidades y Vulnerabilidad

Las localidades analizadas, por el área geográfica en la que se asientan, presentan similitudes en las condiciones físicas y ambientales, pero en aspectos sociales muestran divergencias. Dichas diferencias son notorias cuando desagregamos el grado de vulnerabilidad social en tres dimensiones como el de materiales, el institucional y de actitudinal.

Vulnerabilidad de materiales

Se puede definir por los recursos físicos que poseen una persona, una familia o un grupo social, son activos tangibles. Éstos al dividirse en materiales naturales, por su generalidad, contienen propiedades útiles para el desarrollo de diversas actividades productivas. De esta manera, la tierra en forma general y de acuerdo a sus propiedades es una materia fundamental para los cultivos agrícolas. Otro tipo de materiales que son considerados para medir el grado de vulnerabilidad social es la infraestructura presente en las actividades agrarias, forestales y/o ganaderas.

De las cuatro localidades estudiadas, Mesón Viejo, San Francisco Oxtotilpan y San Pedro Buenos Aires tienen como activo principal la agricultura de riego y de temporal; los cultivos principales son cereales (maíz, cebada, avena forrajera), leguminosas (chícharo, frijol) tubérculo comestible (papa), hortalizas (zanahoria) y flores. Mesón Viejo había incorporado a su actividad productiva las piscifactorías; actividades productivas que fueron severamente afectadas con el flujo de detritos ocurrido en 2010; esta localidad tuvo una pérdida del 90% de sus cultivos. En Villa Guerrero, sus actividades principales son: la floricultura, el comercio y los servicios.



Considerando que en todas las localidades sus habitantes obtienen recursos económicos a través de la venta de productos agrícolas, la situación de vulnerabilidad se incrementa cuando además de sus áreas agrícolas, los caminos y rutas de comercio como carreteras federales, estatales y caminos rurales son afectados.

Otra de las variables que se considera en este tipo de vulnerabilidad es el educativo, referido a la tasa de alfabetización de la población, las deficiencias en la educación impiden que la población analfabeta tenga acceso a los medios de información.

En este caso, las localidades rurales con una población menor a 500 habitantes presenta un grado de alfabetización alto que puede ser comparado con el de la población urbana (9,509); destaca el hecho de la localidad rural de San Francisco Oxtotilpan; esta, a pesar de contar con más de 1400 habitantes, presenta un alto porcentaje de personas analfabetas. Una de las posibles explicaciones a este fenómeno, es el eventual porcentaje de población femenina de esta localidad, pues supera a las anteriores.

Respecto a la variable de activos o bienes. Las áreas agrícolas dependen de activos de suma importancia como: agua, tierra e instrumentos de labranza; de manera que, la vulnerabilidad de las localidades depende de la infraestructura agrícola inserta en sus campos de cultivo; por ejemplo, en la localidad urbana esta pérdida es mayor por la presencia de invernaderos. El cultivo de flor y hortalizas requiere de tecnología estable, de manera que algunos productores pueden obtener tecnologías innovadoras y con alta inversión financiera, cuyo proyecto, diseño e integración se torna vulnerable ante el fenómeno físico que se expone en esta tesis. En cuanto a las localidades rurales que cultivan cereales, la existencia de animales de tiro o tractores se encuentra expuesta al fenómeno de riesgo. En relación a las viviendas rurales, los activos de ahorro que las familias disponen son animales, tierra e instrumentos de trabajo consistentes en tecnología agrícola paleo técnica y neo técnica (arado y/o tractor), además de enseres del hogar; concerniente a la localidad urbana, las pérdidas más importantes fueron en vías de comunicación, ya que la carretera Ixtapan de la Sal - Tenancingo fue bloqueada por ambos sentidos debido a los flujos de tierra depositados por el deslizamiento.



La cuarta y última variable de exposición al peligro, permitió determinar el grado de vulnerabilidad de las localidades tomando como parámetros la distancia y la ubicación de vivienda y medios de producción. Las localidades asentadas en un cono aluvial (Mesón Viejo y San Francisco Oxtotilpan) enfrentan situaciones de inestabilidad en su patrimonio y sus recursos naturales. El grado de exposición de la localidad urbana de Villa Guerrero es alto, debido a que las viviendas se encuentran en una zona de barrancos, en donde además el riesgo es notorio a simple vista, incluso dos de las viviendas se sitúan exactamente en la zona más afectada por el fenómeno ocurrido en el año 2010, esto no afecta sus actividades económicas, porque no están dentro de la zona de riesgo pero sí sus viviendas y vías de comunicación.

En la localidad de San Pedro Buenos Aires podemos destacar que su actividad económica principal es la agricultura, pero tiene la característica de que esta actividad que realizan los pobladores es solamente de autoconsumo, los jefes de familia a cargo del hogar viajan a comunidades aledañas a realizar sus labores, principalmente a Villa Guerrero y Porfirio Díaz, algunos otros se dedican a la rama de la construcción.

Entre las localidades analizadas, a excepción de Villa Guerrero que se diferencia por ser una localidad urbana, existe una gran similitud en sus características físicas y sociales, los resultados nos muestran que en la vulnerabilidad de materiales, existen pequeñas diferencias entre la localidad de San Pedro Buenos Aires y Villa Guerrero muestran resultados similares, a pesar de que San Pedro Buenos Aires es una comunidad muy pequeña en comparación con la mencionada, la fuente de ingresos es estable, los deslizamientos no afectan sus cosechas que en este caso es una de sus principales fuente empleo, ni tampoco sus viviendas se encuentran en peligro, esto por la zona en la que se encuentra ubicada, cabe mencionar que la mayoría de las personas que perdieron la vida en el deslizamiento del año 2010 fueron precisamente de esta comunidad, pero por cuestiones de movilidad, ya que se encontraban en carretera. Mesón Viejo y San Francisco Oxtotilpan fueron las comunidades que presentaron mayor grado de vulnerabilidad de materiales, esto se debe principalmente a que los deslizamientos afectaron de forma muy directa su principal fuente de empleo y actualmente siguen estando vulnerables porque no se han tomado medidas de prevención ante dichos fenómenos.



Vulnerabilidad Institucional

Entendida como las redes sociales y el capital social por su contribución importante a la construcción de resiliencia y ayuda para la recuperación de peligros (Fussel, 2007; Boshier et al., 2007; Twigg, 2007). En particular porque puede ser conductos para la información, la preparación, socorro y recuperación. En consecuencia, bajo la vulnerabilidad y la capacidad como categorías institucionales ponen en evidencia la existencia o no de organizaciones y redes horizontales eficaces.

Parentescos extra-locales

En las cuatro (tres) localidades, las familias locales y extra-locales estaban en disposición de ayudar, se puede destacar que existe una considerable evidencia de que los lazos de parentesco extra-locales fueron importantes en términos de apoyo moral y material en las zonas afectadas por los deslizamientos, debido a que las familias entrevistadas tenían buenas relaciones familiares, también el hecho de que ya se haya tenido una mala experiencia en los acontecimientos ocurridos en el año 2010, no se descarta que pueda volver a suceder un fenómeno similar, por lo que las familias les brindan su apoyo, en algunos casos así lo hicieron. En Mesón Viejo y San Francisco Oxtotilpan obtuvieron valores altos de vulnerabilidad en este indicador, esto se debió a que nos encontramos con personas que no tenían familiares que los pudieran ayudar en caso de un desastre, porque vivían en la misma comunidad y porque sus familias no tenían los recursos necesarios para brindar el apoyo.

Infraestructura

Las cuatro localidades contaban con telefonía celular, agua potable y carretera pavimentada, el servicio con el que no contaba ninguna localidad con excepción de Villa Guerrero es la telefonía fija, Villa Guerrero fue la única que contaba con instalaciones médicas, en las otras tres, los pobladores tenían que viajar a otras localidades cercanas que contaban con estas instalaciones, las vías de comunicación no eran del todo sofisticadas, pero si cumplían con su función, lo preocupante es que a excepción de Villa Guerrero, contaban con una vía principal que en caso de que esta fuera dañada por algún deslizamiento, no había forma de transportarse en automóvil por medio de esa vía.



Proporción de personas a cargo de un hogar

De la información recabada sobresale el que la mayoría de las familias de en las cuatro localidades, eran familias nucleares, integradas principalmente por una pareja conyugal y uno o más hijos, la persona que se hacía cargo del hogar normalmente es el padre, dedicado en la mayoría a la agricultura, en caso de que el padre falleciera quien se hizo cargo del hogar fue la madre o el hijo mayor siempre y cuando este ya haya alcanzado la edad suficiente para trabajar, en San Pedro Buenos Aires nos encontramos con un caso muy particular, ya que se entrevistó a la hija de una de las personas que perdieron la vida en el deslizamiento en el año 2010, en este asunto en particular, el gobierno del Estado de México les prometió una ayuda económica, ya que la persona que murió era la que llevaba los gastos del hogar, la ayuda solamente fue por un mes y la madre es la que llevó la carga del hogar, en otro caso el gobierno del Estado les ofreció trabajo a la madre del hogar, pero por falta de asesoría jamás asistió a la presidencia del municipio de Villa Guerrero para realizar los trámites necesarios. Los niños en estas comunidades en su mayoría solo alcanzan el nivel básico de educación, y comienzan a trabajar desde la edad de 15 años, porque a esa edad es cuando ya saben leer, escribir y hacer cuentas matemáticas sencillas. Los niños de 1 a 4 y de 5 a 14 años normalmente aún dependen de alguien que les solvete sus gastos, aunque existen casos en los que hay niños que comienzan a trabajar en cuestiones agrícolas desde los 7 años de edad. En Villa Guerrero es algo distinto, ya que el grado de escolaridad es el nivel medio superior y superior en casos específicos, y quienes llevan los gastos del hogar es el padre o madre, en algunos casos los dos conyugues son los que trabajan.

Sistema de alerta

Este indicador alcanzó un nivel alto de vulnerabilidad, porque además de que no existe ningún tipo de alerta en ninguna de las cuatro localidades, tampoco se tiene difusión en medios informativos, lo único a lo que nos hicieron referencia al respecto es que dos veces al año, personal de protección civil les daba alguna información sobre el deslizamiento ocurrido y sobre algunas formas de evacuación, las personas estaban conscientes del peligro que representaba el fenómeno físico, pero no hacían nada al respecto ni tampoco tenían algún tipo de organización que les permitiera actuar con eficiencia en caso de que se



volviera a repetir algún desastre similar, en San Pedro Buenos Aires, el gobierno municipal les prometió colocar malla metálica en las zonas propensas a deslizamiento, cosa que hasta el momento no han cumplido, en San Villa Guerrero, elementos de protección civil cada medio año hacen que los pobladores de las casas en peligro firmen un documento que ni ellos mismos no saben a qué se refiera ese documento, en Mesón Viejo, solamente les dan algunas platicas informativas de vez en cuando en la localidad, en San Francisco Oxtotilpan de igual forma que en Mesón Viejo, por la parte vecinal o social, tampoco se tiene una organización que ayude a actuar antes y después de que ocurra otro deslizamiento. Los sistemas de alerta son primordiales para prevenir y evitar que los daños y las pérdidas humanas sean numerosos, pero ninguna de las localidades contaba con algún sistema de alerta, es algo muy necesario porque ya existieron pérdidas humanas y materiales, a pesar de estar en peligro, no se implementan sistemas de alerta, protección civil no cuenta con programas de apoyo a la población, que les ayuden a actuar de manera adecuada, ni tampoco se toman medidas de prevención.

La participación de autoridades del Estado de México (gobernador) como soporte de apoyo al presidente municipal refiere a falta de planes para tomar medidas y mitigar o impedir el riesgo se enfocan a un

Pertenencia a un determinado grupo social casta más baja en desventaja

La posición económica que detenta la población de las cuatro localidades es altamente diferenciable. En las localidades rurales la estructura social de la población es de dos tipos: clase media-baja con habitantes mestizos y clase baja con habitantes de población originaria (matlazincas). En la localidad rural la población pertenece a la clase media-alta mestiza; desde esta perspectiva de clase, los hogares y sus recursos son altamente diferenciables. Esto repercute en el tipo de apoyo que reciben las familias afectadas, en algunos casos el apoyo es puramente moral y en otro económico.

Dentro de las cuatro localidades nos encontramos con que la gran mayoría de la población no pertenecía a algún tipo de organización social, en el que se traten temas de prevención con respecto a desastres naturales, existen líderes ejidales que se encargan de cumplir y hacer cumplir el estatuto comunal o reglamento interno, esto en las localidades de San



Pedro Buenos Aires y Mesón Viejo, en Villa Guerrero, específicamente en la zona de peligro, y donde es que se aplicaron las encuestas no existe algún tipo de organización social, generalmente solamente a las de tipo religioso, pero en esta no se organizaban para tomar medidas en caso de un desastre natural como el deslizamiento, en esta comunidad la población pertenece en su mayoría a la clase económica media. Cabe destacar que en la mayoría de la población de San Francisco Oxtotilpan, pertenecen al grupo indígena denominado Matlazincas, pueblo indígena que habitan en el Valle de Toluca, en parte del Estado de Michoacán, Guerrero y Morelos. En San Francisco Oxtotilpan se tienen un mayor grado de vulnerabilidad, primero porque está ubicada en un abanico aluvial y segunda porque las condiciones socioeconómicas están detentadas en el mayor aprovechamiento del suelo para actividad agrícola-ganadera de subsistencia y de comercio, se puede observar en la tabla del índice de marginación que esta localidad tiene un nivel alto, esto contribuye a que la vulnerabilidad social sea mayor que en las localidades donde no existen grupos originarios o grupos indígenas, al contar con uno o varios grupos de gente marginada la vulnerabilidad aumenta, las formas de vida cambian y esto aumentándole el hecho de que varios aún viven en condiciones precarias. Las gran mayoría de las personas encuestadas pertenecían a la clase social media y baja, eran personas de escasos recursos, en Villa Guerrero se tuvo el caso de una familia que habitaba en una vivienda de madera y cartón, que además se encontraban en una zona muy expuesta al peligro, no recibían apoyo de ningún nivel de gobierno y no estaban conscientes del peligro en el que se encontraban. En ninguna comunidad se tenía una visión clara del riesgo en el que se encontraban.

Vulnerabilidad actitudinal

Referida a las condiciones motivacionales y políticas de personas ante eventos físicos adversos en su entorno; también incluye las representaciones sociales de pensar y de actuar de los grupos sociales directa e indirectamente afectados por los riesgos. En este proceso la mediatización generada entre autoridades del gobierno del Estado de México y los presidentes municipales refiere a tareas de rescate, en ellas participaron elementos de la Agencia de Seguridad Estatal, policías de Zinacantepec y Temascaltepec, personal de la Junta de Caminos y elementos del Ejército Mexicano. La proximidad local con las



estructuras de poder se evidencia en mayor medida en aquellas localidades donde se han visto afectadas obras de infraestructura que impactan a la mayoría de la población como el caso de los daños que causo el deslizamiento en la carretera federal Temascaltepec.

El diputado local apoya con víveres, con apoyo de autoridades ejidales, delegados municipales y protección civil de gobierno del Estado se realiza su acopio y distribución, las brigadas, grupos de concertación y operaciones brindan ayuda a las familias afectadas, pero no se realiza valoración física sólo monitoreo de daños. Las ayudas de socorro durante el evento de deslizamiento promovieron una proximidad entre el poder estatal con el local dirigiendo recursos mínimos del Estado pero sin claro empoderamiento de las autoridades de las localidades. Las localidades no carecen de estructuras de poder, de hecho la máxima autoridad de poder de las localidades rurales, con mayor evidencia en San Francisco Oxtotilpan, esta detentada en la asamblea comunitaria como su máxima autoridad. Destaca en esta localidad tres tipos de autoridades que son: las delegacionales, las de bienes comunales y las ejidales: Ellas tomar decisiones, pero al no verse su autonomía garantizada en la Constitución, no puede expedir leyes, por lo que este poder queda, así, incompleto.

Hay también un comisariado ejidal (que cuenta con su jerarquía, el secretario y el suplente) encargado de la distribución de las tierras altas de la localidad y un representante de bienes comunales (también con secretario y suplente) que administra el uso correcto de las tierras bajas (la planicie) de la comunidad. Estos dos cuerpos responden, de acuerdo a las leyes respectivas, ante el gobierno federal y el del Estado de México, sea de manera directa o a través de delegados (Korbaek, 2010).

A nivel Estatal este minoritario grupo político debido a principios de identidad étnica carece de las oportunidades para integrarse ante estructuras de poder regionales para determinar un comportamiento diferente en la población que representa frente a la actitud hacia los riesgos potenciales.

La falta de apoyos gubernamentales es muy evidente, en el año 2010, cuando ocurrieron los deslizamientos es las cuatro localidades ya mencionadas anteriormente, los gobiernos municipales, estatales y aún federales como el caso específico de San Pedro Buenos Aires, se realizaron promesas a los pobladores de las localidades, especialmente a las familias que



habían sufrido la pérdida de algún familiar a causa del fenómeno físico, en primer lugar en las comunidades no se cuenta con algún líder, alguien que pudiera representarlos ante alguna autoridad, en ninguna localidad se tenía cercanía con alguna autoridad federal, el único sistema que tiene un poco el acercamiento a la población es protección civil, en San Pedro Buenos Aires solamente de tuvo la visita del en ese entonces gobernador del Estado de México, Enrique Peña Nieto, pero solamente se tuvo el acercamiento a la comunidad un día después de haber ocurrido el desastre, en Villa Guerrero se tuvo intervención municipal, al igual que en Mesón Viejo y San Francisco Oxtotilpan. |

Falta de información del peligro

La vulnerabilidad de actitudes muestra resultados exactamente iguales en las cuatro localidades, se tiene una gran falta de información sobre los peligros en las localidades, no existen sistemas de alerta, sistemas de prevención, tampoco sistemas de actuación después del desastre, los ciudadanos no cuentan con una organización que les haga actuar en casos de peligro, a pesar de que existe el conocimiento por parte de la población de las posibles pérdidas en caso de un deslizamiento, creen que no volverá a pasar, y el conocimiento que tienen de este fenómeno es porque ya lo vivieron, no porque las autoridades lo informen, no se tienen programas que disminuya el número de daños causados por el fenómeno. Por lo tanto, la recuperación de las familias y la población en general ante el daño de detritos se encuentra precisamente en los tres tipos de dimensiones tratadas.



Figura 22. VCI en el Sur del Estado de México. Fuente: Elaboración propia en base al índice de Capacidades y Vulnerabilidad (VCI) de Mustafa et al., (2008).

Tabla 8. Índice de marginación.

Municipio	Localidad	Población Total	Marginación
Temascaltepec	Mesón Viejo	421	Media
Temascaltepec	San Francisco Oxtotilpan	1435	Alta
Villa Guerrero	Villa Guerrero	9509	Baja
Villa Guerrero	San Pedro Buenos Aires	405	Baja

Fuente: Elaboración propia en base al índice de Marginación (CONAPO, 2011).

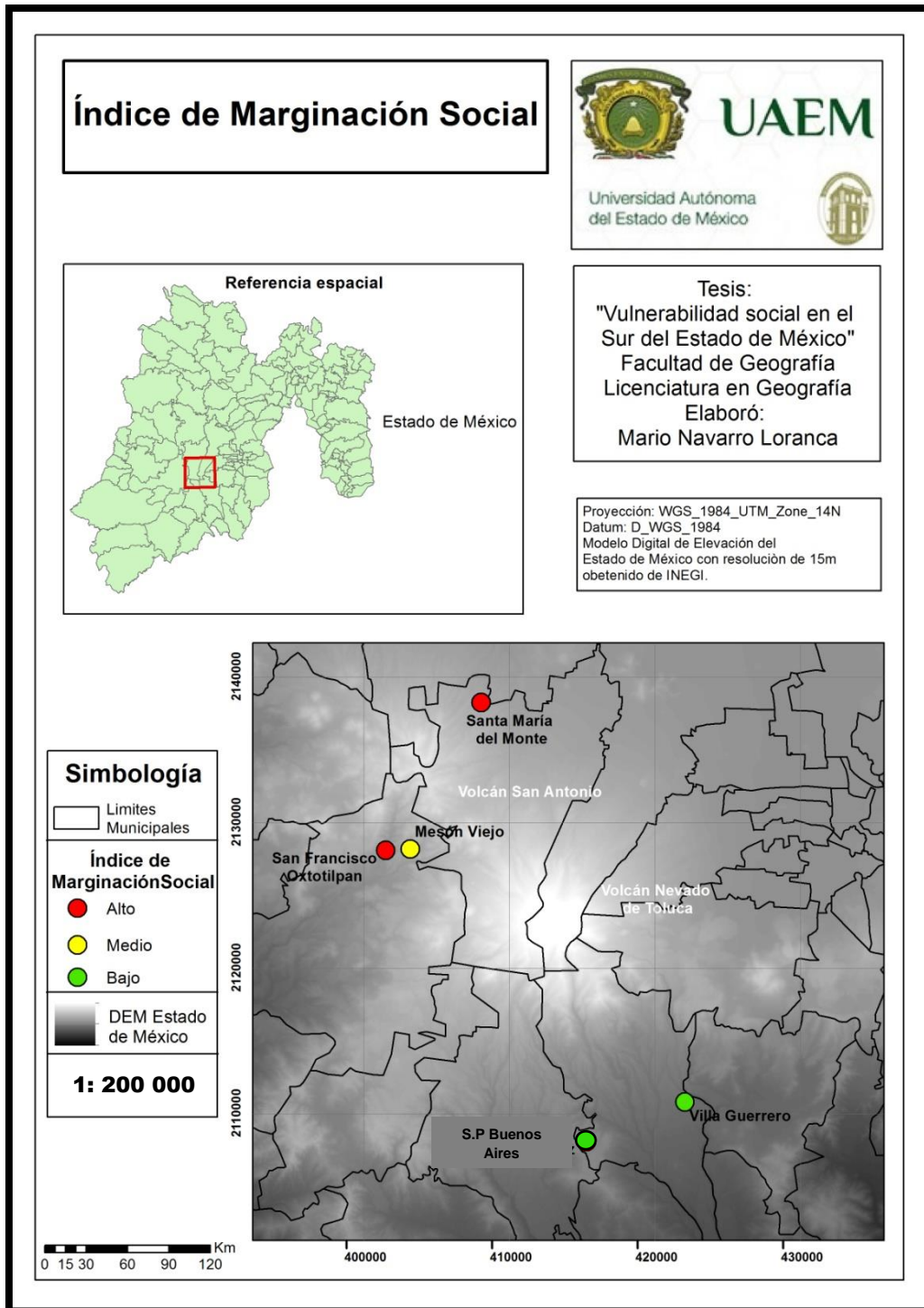


Figura 23. Mapa del Índice de Marginación Social. Fuente: Elaboración propia basado en DEM de INEGI.



10. Conclusiones

El propósito de esta tesis fue dar a conocer las condiciones de vulnerabilidad en las que se encuentran algunas localidades del Sur del Estado de México ante procesos de remoción en masa, los cuales han sido eventos comunes en la zona, sin embargo, hasta el año de 2010 no habían tenido un efecto dañino. Los estudios de vulnerabilidad han tenido una importante relevancia en las última década, se ha abordado por distintas disciplinas, y se han propuesto metodologías para su evaluación, sin embargo, derivado de la diversidad de las poblaciones en sus diferentes contextos social, económico, político, cultural entre otros, así como las escalas espaciales y temporales de análisis y la disponibilidad de información resulta complejo contar con metodología particular y única. Las evaluaciones de vulnerabilidad permiten conocer las condiciones que hacen que una localidad sea vulnerable a un proceso natural así como las que le podrán permitir enfrentar y recuperarse cuando el evento suceda. En esta investigación aporta información de la vulnerabilidad social de las localidades que fueron afectadas por deslizamientos y flujos de detritos en año de 2010 en el sur del Estado de México, a través de una metodología sencilla y principalmente útil para la escala de análisis que fue a nivel de localidades rurales.

De la metodología:

Es una propuesta metodológica sencilla, la información básica se obtuvo a partir de un cuestionario con preguntas sencillas y entendibles, ya formuladas de tal forma que se le pudiera asignar un valor determinado, para conocer la vulnerabilidad en localidades con poca población. No requiere de datos complejos y difíciles de conseguir en una base de datos, ni de gran infraestructura, sin embargo los datos obtenidos a través de esta encuesta fue solo para medir los parámetros de vulnerabilidad material (ingresos y educación), institucional (infraestructura y de capital social) y de actitud (sensación de poder) debido al contexto de las localidades.



De los resultados

Los flujos de detritos son los procesos que predominan en las laderas del volcán San Antonio, por lo que probablemente este proceso ha sido el principal modelador esta region, y los que se generaron en 2010 coinciden con laderas de más de 30°, en un sistema de fallas denominadas como San Antonio, predominaron en las laderas sur del volcán, en valles fluviales.

Los deslizamientos en Villa Guerrero y San Pedro Buenos Aires se generaron en laderas cóncavas probablemente antiguas superficies de avance de la erosión en las laderas.

Las localidades de mayor vulnerabilidad son San Francisco Oxtotilpan y San Pedro Buenos Aires y se debe a la falta de organización entre los habitantes y el tipo de economía. Cabe distinguir que estos dos factores fueron importantes para que los habitantes de la localidad de Mesón Viejo se recuperaran con menor dificultad ante el flujo de detritos presentado en 2010.

En las localidades afectadas no se les dio seguimiento por parte de las autoridades quienes no tomaron acciones aunque ya se ha visto que son zonas de peligro. Lo que se concluye que es de vital importancia la organización de las comunidades para enfrentar este tipo de peligro.



11. Recomendaciones

Se requieren de trabajos de carácter geológico, geomorfológico y geográfico sobre procesos remoción en masa, que permitan conocer su origen y dinámica.

Se requiere dar a conocer este tipo de resultados tanto a la comunidad científica como a las autoridades locales y municipales para apoyar a la prevención y gestión de este tipo de peligros.

La metodología permite conocer las principales condiciones de vulnerabilidad pero hace falta hacer estudios sobre sus formas de organización y procesos de producción.

Asimismo, hacer un plan de protección civil utilizando como ejemplo una localidad con las características de Mesón Viejo que sirva para otras comunidades que presenten este tipo de proceso.



12. Listado de figuras

N° Figura	Nombre	Página
1	Casos de estudio cuenca Chinchiná.	30
2	Ubicación de los eventos de flujos de detritos en el sur del Estado de México.	40
2	Mapa de localización del volcán San Antonio.	42
4	Estructura volcánica San Antonio.	43
5	Mapa edafológico del volcán San Antonio.	45
6	Se observa material de flujos de lava dacítico aflorando en la corona o cicatriz del flujo de detritos.	46
7	Distribución de flujos de detritos en el volcán San Antonio.	48
8	Imagen del flujo de detritos en Santa María del Monte.	49
9	a. Vista del flujo desde el sector terminal hacia la parte superior o corona. b. Escarpe principal o corona del flujo de detritos y escarpes secundarios. c. Canal de desplazamiento del flujo de detritos en San María del Monte. d. Material depositado en el sector terminal del flujo.	50
10	Imagen del flujo de detritos en Mesón Viejo.	51
11	e. Fotografía 6 escarpe de o corona. f. Canal artificial que pasa por debajo de la carretera. g. c. Casa habitación afectada. h. d. Depósito de rocas.	52-53
12	Imagen del flujo de detritos en San Francisco Oxtotilpan	53
13	a. Bloques rocosos depositados que afectaron áreas de cultivo. b. Bloques rocosos depositados en el abanico aluvial.	55
14	Imagen del flujo de detritos en La Peñuela.	56



15	<i>a.</i> Canal de desplazamiento del flujo de detritos en La Peñuela. <i>b.</i> Vista hacia el escarpe principal o corona del flujo de detritos.	57
16	Casas-habitación en las márgenes del barranco. Fuente: Tomada en visita de campo.	60
17	<i>c.</i> Imagen del flujo de detritos en San Pedro Buenos Aires.	61
18	<i>d.</i> Áreas de cultivo afectadas en 2010. <i>e.</i> Construcciones realizadas después del evento de 2010.	62
19	Mapa geomorfológico de la localidad de Porfirio Díaz	63
20	Mapa litológico de la localidad de Porfirio Díaz	64
21	<i>a.</i> Áreas de cultivo afectadas en 2010; <i>b.</i> Casas inundadas en 2010.	66
22	VCI en el Sur del Estado de México.	78
23	Mapa de Índice de Marginación Social	79



12.1. Listado de Tablas.

N° de Tabla	Nombre	Pagina
1	Índice de Capacidades y Vulnerabilidad	33
2	Esquema conceptual de la marginación a nivel localidad.	35
3	Distribución de flujos de detritos en el sur del Estado de México.	39
4	Ubicación de los flujos de detritos en el volcán San Antonio.	47
5	Ubicación de los flujos de detritos en el cauce del río Peña Blanca.	54
6	Población de las localidades de Mesón Viejo, San Francisco Oxtotilpan, Villa Guerrero y San Pedro Buenos Aires.	65
7	Índice de Capacidades y Vulnerabilidad (VCI) de Mustafa et al (2008) de considerando las localidades de Mesón Viejo, San Francisco Oxtotilpan, Villa Guerrero y San Pedro Buenos Aires.	68
8	Índice de Marginación	78



13. Anexos

Cuestionario aplicado del Índice de Capacidades y Vulnerabilidad (VCI)

1. ¿Cuál es su principal fuente de ingresos?
2. ¿Si ocurre un desastre natural afectaría directamente su principal fuente de ingresos?
3. ¿Todos los miembros de su familia saben leer y escribir?
4. ¿Considera que los artículos domésticos con los que cuenta son de valor? (si tiene tractor, animales, ahorros, joyas)
5. ¿Considera que se encuentra a distancia de la principal fuente de peligro?
6. ¿Pertenece a una organización étnica, religiosa o social?
7. En caso de emergencia ¿Cuenta con algún familiar que pudiera darle refugio y asistencia?
8. ¿Cuentan con carretera pavimentada?
9. ¿Tienen electricidad?
10. ¿Cuenta con agua potable?
11. ¿Tienen cobertura telefónica?
12. ¿Cuentan con instalaciones médicas?
13. ¿Cuántas personas viven en su hogar? ¿Cuántas están a cargo del hogar? ¿Es padre o madre soltera?
14. En caso de emergencias ¿Cuentan con sistema de alerta? ¿confía en ese sistema?
15. ¿La etnia, religión o grupo social al que pertenece es minoría?
16. ¿Tiene conocimiento acerca de los peligros naturales potenciales en la comunidad?



Bibliografía

- Alvarado-López, G. (2008), Análisis de las variaciones climáticas de la Cuenca Alta del río Lerma, México de 1960 a 2000, tesis de Maestría, Facultad de Química, UAEM.
- Arce J.L., Cervantes K.E., Macías J.L., Mora J.C (2005), The 12.1 ka Middle Toluca Pumice: a dacitic Plinian–subplinian eruption of Nevado de Toluca in Central Mexico. *Journal of Volcanology and Geothermal Research*, 147, pp. 125–143.
- Arce J.L., Macías J.L., Gardner J.E., Layer P.W (2006), A 2.5 ka history of dacitic magmatism at Nevado de Toluca, Mexico: petrological, ⁴⁰Ar–³⁹Ar dating, and experimental constraints on petrogenesis *Journal of Petrology*, 47, pp. 457–479.
- Arce J.L., Macías J.L., Vázquez-Selem L (2003), The 10.5 ka Plinian eruption of Nevado de Toluca volcano, Mexico: stratigraphy and hazard implications *Geological Society of America Bulletin*, 115, pp. 230–248.
- BBC. (4 de diciembre de 2010). BBC. Recuperado el 03 de Diciembre de 2014, de http://www.bbc.co.uk/mundo/noticias/2010/12/101203_cancun_paises_vulnerables_en.shtml.
- Botello, A.V, S. Villanueva-Fragoso.J.Gutiérrez, y J.L. Rojas Galaviz (eds.). Vulnerabilidad de las zonas costeras mexicanas ante el cambio climático. Gobierno del Estado de Tabasco. Semarnat-INE, UNAM-ICMyL, Universidad Autónoma de Campeche. 514 p.
- Cantagrel, J.M., Robin, C.E., and Vincent, P., 1981, Les grandes étapes d'un Volcán Andésitique composite: Exemple du Nevado de Toluca (Mexique): *Bulletin of Volcanology*, v. 44, p. 177–186.
- Capra, F. 1999. La trama de la vida. Una nueva perspectiva de los sistemas vivos. Barcelona. Anagrama.
- Cardoso Reyes, M. I. (2001). Vulnerabilidad a inundación: Estudio de la localidad de Santa Cruz Pueblo Nuevo, Tenango del Valle, México.2000. Toluca, México.



CEPAL. 2000. Un tema del desarrollo: la reducción de la vulnerabilidad frente a los desastres. Documento presentado en el Seminario “Enfrentando Desastres Naturales: Una Cuestión del Desarrollo”. Nueva Orleans, 25 y 26 de marzo de 2000. Elaborado por Zapata R, Rómulo C y Mora S. 47 pp.

CONAPO, Consejo Nacional de Población. Anexo C. Metodología de estimación del Índice de marginación por localidad. (2010).

CONAPO, Consejo Nacional de Población. Capítulo 1. Concepto y dimensiones de la marginación. (2011).

D'Antonio M., Capra L., Sarocchi D., Bellotti F, (2008), Reconstruction of the eruptive event associated to the emplacement of the 13 ka El Refugio pyroclastic flow, Nevado de Toluca volcano (Mexico), Revista Mexicana de Ciencias Geológicas, 25 (2008), pp. 115–134.

Demoraes, F., 2005 – Movilidad, Elementos Esenciales y Riesgos en el Distrito Metropolitano de Quito, 227 pp.; Quito, Ecuador: IRD, Municipio del Distrito de Quito, IFEA.

FAO. (2006), Base Referencial Mundial del Recurso Suelo. Un marco conceptual para clasificación, correlación y comunicación internacional. Roma.

Ferrari María Paula. (2012). Análisis de vulnerabilidad y percepción social de las inundaciones en la ciudad de Trelew, Argentina. Cuadernos de Geografía, revista colombiana de Geografía. Septiembre – Mayo, 99 – 116.

García-Palomo, A., 1998, Evolución estructural en las inmediaciones del Volcán Nevado de Toluca, Estado de México [Master's thesis]: México, D.F., Universidad Nacional Autónoma de México, 150 p.

García-Palomo, A., Macías, J.L., and Garduño, V.H., 2000, Miocene to Recent structural evolution of the Nevado de Toluca Volcano region, central Mexico: Tectonophysics, Special Volume, Post-Laramide magmatism and tectonics in Mexico plate interaction, v. 318, p. 281–302.



García-Palomo, A., Macías, J.L., Arce, J.L., Capra, L., Garduño, V.H., and Espíndola, J.M., 2002, Geology of Nevado de Toluca Volcano and surrounding áreas, central México: Boulder, Colorado, Geological Society of America Map and Chart Series MCH089, 26 p.

Hernández-Rodríguez, María de Lourdes; Sánchez-Gómez, María de Lourdes; Vázquez-Vázquez, José Dionicio. (2013). Agua y desequilibrio geográfico: estudio sobre vulnerabilidad hídrica en la región tlaxcalteca de la Matlalcueye. Tecnología y Ciencias del Agua, Enero-Marzo, 107-116.

INEGI, Instituto Nacional de Estadística y Geografía, <http://www.inegi.org.mx/>.

Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático. (2014). inecc. Recuperado el 03 de Diciembre de 2014, de http://www2.inecc.gob.mx/climatico/edo_sector/sector/vulne-pcivil.html.

Macías, J.L., and Arce, J.L., 1997, The Upper Toluca Pumice: A major plinian event occurred ca. 10,500 yr. ago at Nevado de Toluca Volcano, Central Mexico: Eos, Transactions of the American Geophysical Union, v. 78, n. 46, p. F823.

Martínez, p. y Patiño, C. (coords.) Atlas de vulnerabilidad hídrica en México ante el cambio climático. Jiutepec, México: Semarnat, IMTA, 2010, 12 pp.

Maskrey, A. ed. (1993) Los desastres no son naturales. LA RED. Tercer Mundo Ed. Bogota. Mustafa, D., Ahmed, S., E. Saroch and The Risk to Resilience Study Team, (2008): Pinning Down Vulnerability: From Narratives to Numbers, From Risk to Resilience Working Paper No. 2, eds. Moench, M., Caspari, E. & A. Pokhrel, ISET, ISET-Nepal and ProVention, Kathmandu, Nepal, 28 pp.

Núñez-Villalba, Javier; Demoraes, Florent. (2009). El conocimiento de la vulnerabilidad de la red vial como herramienta de comprensión y reducción de la vulnerabilidad territorial: el caso de La Paz (Bolivia). Bulletin de l'Institut français d'études andines, Sin mes, 827-848.



- Ocampo López Olga Lucia, 2012. Análisis de vulnerabilidad de la cuenca del río Chinchiná para condiciones estacionarias y de cambio climático. Universidad Nacional de Colombia.
- Olguin Ortiz Mayra Sheila. (2010). Análisis de la vulnerabilidad social por hundimientos en la delegación Iztapalapa. Universidad Nacional Autónoma de México. México D.F.
- Otto Thomasz, Esteban; Castelao Caruana, María Eugenia; Massot, Juan Miguel; Eriz, Mariano. (2013). Riesgo social: medición de la vulnerabilidad en grupos focalizados. Cuadernos del CIMBAGE. 27-51.
- Pérez, Martínez, Teresita Tamara; Íñiguez, Rojas, Luisa; Sánchez, Valdés, Lizet; Remond, Noa, Ricardo. (2003). Vulnerabilidad espacial al dengue. Una aplicación de los Sistemas de Información Geográfica en el municipio Playa de ciudad de la Habana. Revista Cubana de Salud Pública, octubre-diciembre, 353-365.
- Pérez-Gutiérrez, Rosalva. (2007). Análisis de la vulnerabilidad por los deslizamientos en masa, caso: Tlacuitlapa, Guerrero. Boletín de la Sociedad Geológica Mexicana, Sin mes, 171-181.
- Sánchez-Rubio, G., 1978, Notas sobre la vulcanología Cenozoica de la región entre Temascaltepec y la Marquesa, Estado a México: Libro-Guía de la excursión geológica a Tierra Caliente, Estados de Guerrero y México, México: Sociedad Geológica Mexicana, p. 26–32.
- Torres-Orozco, R (2011), Vulcanismo efusivo en el área del Nevado de Toluca: distribución y génesis de magmas. Tesis de Maestría. Instituto de Geología. UNAM.
- UNAM, Universidad Nacional Autónoma de México,
http://www.igeograf.unam.mx/sigg/investigacion/geo_soc/intro.php
- Vidal G., Lina María. (2007). Evolución de la vulnerabilidad frente a fenómenos asociados con deslizamientos e inundaciones. Caso zona nororiental de Medellín, 1960 - 1990. Gestión y Ambiente, Agosto-Sin mes, 53-71.



Wilches-Chaux, G., Pensar globalmente, La Vulnerabilidad Global, Bogotá, 1988.