



UAEM

Universidad Autónoma
del Estado de México



Universidad Autónoma del Estado De México

Facultad de Planeación Urbana y Regional

“Susceptibilidad por inundación para determinar áreas urbanizables
en el municipio de Oztolotepec Estado de México”

Tesis:

Que para obtener el título de Licenciado en Planeación Territorial

Presenta:

Suárez Sánchez Jair Guadalupe

Director:

M. en Geog. Julio César Carbajal Monroy

Toluca de Lerdo, Estado de México; agosto 2018



UAEM

Universidad Autónoma
del Estado de México



Dedicatoria

*A mis padres, Alejandro y María Isabel,
por sus enseñanzas, consejos de vida,
y por su esfuerzo realizado para concluir mis estudios superiores,
a ustedes se los brindo.*



UAEM

Universidad Autónoma
del Estado de México



Agradecimientos

- ❖ A mis hermanos, Alejandro y José Carlos, por el apoyo que me han otorgado desde siempre.
- ❖ A Julio Cesar Carbajal, por su paciencia, tiempo y dedicación en la realización de este trabajo.
- ❖ A mis compañeros de la universidad, por su amistad, enseñanzas, y los buenos ratos que pasamos juntos.
- ❖ A Camila, por la motivación que es en sí misma, y por preguntar “¿ya terminaste tu tesis?”; ahora sí.
- ❖ A mis profesores, por sus enseñanzas otorgadas a largo de mi transcurso universitario.
- ❖ To Anne.



Contenido

Introducción	9
Justificación.....	13
Pregunta de investigación.....	16
Objetivo General	16
Objetivos Específicos	16
Fundamento Teórico de la Investigación	17
Capítulo 1. Aspectos generales de las Zonas Urbanizables, Riesgos.	20
1.1 Antecedentes.....	20
1.2 Zonas Urbanizables.....	22
1.2.1. <i>Concepto</i>	22
1.2.2. <i>Criterios para las áreas urbanizables</i>	24
1.3 Riesgos.....	26
1.3.1. <i>Concepto</i>	26
1.3.2 <i>Tipología</i>	28
1.3.3 <i>Riesgos hidrometeorológicos</i>	31
1.3.4 <i>Inundaciones</i>	34
Capítulo 2. Sistemas de Información Geográfica: Modelación de Procesos y Análisis Multicriterio.....	39
2.1. Sistemas de Información Geográfica.....	39
2.1.1. <i>Aspectos Generales</i>	39
2.1.2. <i>Aplicaciones de los SIG</i>	42
2.2. Modelación de procesos y Análisis Multicriterio.	45
2.3. Variables e indicadores de análisis de las áreas susceptibles de inundación y Aptitud Urbana.....	51
Capítulo 3. Caracterización del Medio Físico Natural y Social del Municipio de Otzolotepec.....	58
3.1. Caracterización del medio físico natural y social del Municipio.	58
a. <i>1 Localización</i>	58
b. <i>Delimitación</i>	58
3.2. Caracterización del Medio Físico Natural	61



3.2.1. Geología	61
3.2.2. Edafología	65
3.2.3. Uso de suelo y vegetación.....	70
3.2.4. Hidrología.....	74
3.2.5. Topografía e Hipsometría.....	77
3.3. Caracterización sociodemográfica.....	80
a. Población Total	80
b. Crecimiento Poblacional	82
c. Proyecciones de Población	82
d. Densidades de Población y Vivienda.....	83
e. Migración.....	84
f. Índice y Grado de Marginación	85
g. Índice y Grado de Marginación por Localidad.....	85
3.4. Caracterización Económica	89
a) Sectores Económicos.....	89
b) Población Económicamente Activa (PEA), Población Económicamente Inactiva y Población Ocupada.....	90
c) Principales Actividades Económicas	90
d) Unidades Económicas.....	91
Capítulo 4. Método de Jerarquías Analíticas de los Modelos de Aptitud Urbana y Susceptibilidad a Inundación	95
4.1 Crecimiento Histórico	96
4.2 Áreas Urbanizables	102
4.3 Susceptibilidad a Inundación	113
4.4 Inundaciones Como Condicionante del Crecimiento Urbano.....	122
4.5 Áreas Urbanizables del Plan Municipal de Desarrollo Urbano frente a los Resultados Finales	126
Conclusiones	132
Bibliografía	136
Anexos	



Índice de Tablas

Tabla 1. Definiciones generales entorno a la urbanización	24
Tabla 2. Clasificación de riesgos, nacionales y globales.	30
Tabla 3. Fenómenos Hidrometeorológicos	31
Tabla 4. Tipo de Inundaciones	35
Tabla 5. Reglas de Decisión	45
Tabla 6. Métodos de evaluación y decisión multicriterio	47
Tabla 7. Inundación	53
Tabla 8. Aptitud Urbana	55
Tabla 9. Geología	63
Tabla 10. Edafología	68
Tabla 11. Usos de suelo y Vegetación	72
Tabla 12. Población Total	80
Tabla 13. Crecimiento Poblacional 1980-2010	82
Tabla 14. Proyecciones de Población al 2040	83
Tabla 15. Marginación municipal	85
Tabla 16. Índice y Grado de Marginación por localidad	85
Tabla 17. Población económica	90
Tabla 18. Criterios para Aptitud Urbana	103
Tabla 19. Matriz de comparación por pares de Aptitud Urbana	108
Tabla 20. Superficies por Categorías de Áreas Urbanizables	111
Tabla 21. Criterios de Susceptibilidad a Inundación	114
Tabla 22. Matriz de comparación por pares de Inundación	118
Tabla 23. Superficies por categoría de Inundación	120
Tabla 24. Superficies de Inundaciones Como Condicionante del Crecimiento Urbano	124
Tabla 25. Riesgos Identificados	126

Índice de Mapas

Mapa 1. Localización y Colindancias	60
Mapa 2. Geología	64
Mapa 3. Edafología	69
Mapa 4. Usos de suelo y Vegetación	73
Mapa 5. Hidrología	76
Mapa 6. Topografía e Hipsometría	79
Mapa 7. Rangos de Población	81



UAEM

Universidad Autónoma
del Estado de México



Mapa 8. Grado de Marginación por Localidad.....	88
Mapa 9. Unidades Económicas	93
Mapa 10. Crecimiento Urbano	101
Mapa 11. Áreas Urbanizables	110
Mapa 12. Susceptibilidad a Inundación	119
Mapa 13. Inundaciones Como Condicionante del Crecimiento Urbano.....	123

Índice de Ilustraciones

Ilustración 1. Clasificación de las inundaciones	35
Ilustración 2. Capas Temáticas	41
Ilustración 3. Modelo Raster-Vector	42
Ilustración 4. Susceptibilidad a Inundación.....	54
Ilustración 5. Aptitud Urbana.....	57
Ilustración 6. Producción de Carne Canal 2010.....	91



UAEM

Universidad Autónoma
del Estado de México



Resumen

Este trabajo de investigación indaga acerca de los fenómenos por inundación que afectan al territorio de Oztolotepec, municipio del Estado de México, además de que dicho fenómeno funciona como condicionante ante la selección de las mejores áreas para urbanizar en la misma zona. Lo anterior es considerado debido a la propuesta del Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente, la cual es la Reducción de Riesgo por Desastres (RRD).

La caracterización del medio físico natural aporta un panorama amplio en relación a las variables y sus características, así, aportan al establecimiento del criterio seleccionado para cada factor en cada modelo. Los modelos son realizados por medio de ArcGis, una plataforma de Sistema de Información Geográfica, en la cual se realizó el Método de Jerarquías Analíticas (MJA) formulado por Thomas L. Saaty para dar solución al problema de la realidad mediante un modelo jerárquico.

De tal manera, el resultado obtenido fue un modelo cartográfico el cual representa las áreas urbanizables con o sin problemas de inundación, y bajo ciertas consideraciones que se plantean al final de la presente investigación.



Introducción

Hoy en día el 80% de la población de América Latina y el Caribe vive en ciudades, considerándose la región más urbanizada del mundo, de tal manera que el Programa de las Naciones Unidas para los Asentamientos Humanos (ONU-Hábitat) (2012), establece a las autoridades locales y los Gobiernos Centrales hacer frente para lograr un desarrollo urbano sostenible. Sin embargo, la expansión urbana sigue en aumento mediante las nuevas edificaciones residenciales, zonas industriales y los nuevos centros comerciales que propician la expansión física de los asentamientos humanos.

Así el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (2011), propone la inclusión de la planificación urbana para la reducción del riesgo de desastre, la resiliencia y los riesgos climáticos, derivado de esto, el presente trabajo tiene por objetivo el modelado espacial de las zonas urbanizables tomando en cuenta los fenómenos por inundación presentes en el municipio de Oztolotepec, Estado de México. Lo anterior derivado de las inundaciones en Oztolotepec ya que son recurrentes en tiempo de lluvia, donde previamente ya se han identificado las localidades más afectadas; los fenómenos por inundación en la zona de estudio han llevado a la pérdida de bienes materiales y a la afectación de las viviendas, esto es el resultado del desarrollo urbano mal planificado del gobierno municipal en conjunto con la no prevención, o cultura de la reducción del riesgo por desastre.

En 2008, por primera vez en la historia, la mitad de la población mundial, unos 3300 millones de personas vivían en zonas urbanas. En la actualidad, un tercio de la población urbana de todo el mundo, 1000 millones de personas, viven actualmente en asentamientos precarios, de acuerdo con el Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (2010) el riesgo de las zonas urbanas resulta de la combinación de dos factores: la ubicación y la exposición a los riesgos, en segundo lugar, una mayor vulnerabilidad debido a la mala gobernabilidad local, la degradación del medio ambiente, y la sobreexplotación de los recursos.



El grado de vulnerabilidad de cada ciudad depende de factores físicos, sociales, económicos y ambientales que son específicos a cada lugar. La vulnerabilidad aumenta cuando se combinan varios de esos factores, entre los que se cuentan la ubicación de las viviendas, la mala gestión de cuencas hidrográficas o la naturaleza del suelo (ONU-Habitat, 2012: 124). Es por lo anterior que la urbanización aumenta con frecuencia la exposición a fenómenos naturales aún más si no existe una planificación territorial, lo que conlleva a que las áreas urbanas estén propensas a desastres debido a que no se han considerado las zonas de riesgo dentro del crecimiento urbano.

El proceso de ocupación de suelo por asentamientos humanos en el municipio de Oztolotepec, de acuerdo con el Plan Municipal de Desarrollo Urbano (2015), establece que la forma de ocupación de suelo se dio de forma concéntrica en la Cabecera Municipal y la localidad de San Mateo Mozoquilpan que representaban los asentamientos con mayor grado de urbanización, y el resto de las localidades se conformaban por asentamientos dispersos eminentemente rurales. (PMDU, 2015: 64)

Para 1989 la expansión urbana de las localidades de Villa Cuauhtémoc y San Mateo Mozoquilpan logró una conurbación por el crecimiento urbano a partir de las principales vialidades de acceso a dichas localidades. En 1995, la ocupación de suelo tendió a redensificar algunas zonas periféricas de la cabecera municipal, Santa María Tetitla y San Mateo Mozoquilpan, conformando así la zona urbana más importante y grande del municipio; en lo que respecta a las demás localidades del área municipal presentan un patrón de crecimiento natural. (PMDU, 2015: 64)

Finalmente, para el año 2000 y 2010 se observa que la ocupación del suelo se sigue dando de forma lineal, consolidando al área urbana desde Dos Caminos hasta la Fábrica María. El resto de las localidades se siguen consolidando con la peculiaridad de que lo hacen sobre áreas con pendientes más pronunciadas, lo que origina que la dotación de servicios públicos e infraestructura sea más difícil y



costosa, además de que la población corre más riesgos por asentarse en estas zonas. (PMDU, 2015: 64)

Con base en lo anterior, los asentamientos humanos del municipio carecen de planificación ante desastres naturales, es por ello que la Dirección de Protección Civil del municipio de Oztolotepec ha detectado zonas de alto riesgo al interior del municipio en el que destacan la inundación pluvial, pendientes pronunciadas y contaminación de ríos.

De acuerdo con el Centro Nacional de Prevención de Desastres (CENAPRED, 2001), las inundaciones pueden ocurrir por lluvias en la región, por desbordamiento de ríos, ascenso del nivel medio del mar, por la rotura de bordos, diques y presas, o bien, por las descargas de agua de los embalses. Entre los factores importantes que condicionan a las inundaciones están la distribución espacial de la lluvia, la topografía, las características físicas de los arroyos y ríos, las formas y longitudes de los cauces, el tipo de suelo, la pendiente del terreno, la cobertura vegetal, el uso del suelo, ubicación de presas y las elevaciones de los bordos de los ríos.

Las principales localidades del municipio que son susceptibles a inundación son las siguientes de acuerdo con el Plan Municipal de Desarrollo Urbano, Llano de la "Y", Col. Guadalupe Victoria, El Arenal, El Espino, Villa Cuauhtémoc, Ejido de Mozoquilpan, San Pedro, El Espino, Puente San Pedro y San Isidro Trojes.

Con base en lo anterior, el Plan Municipal de Desarrollo Urbano del Municipio de Oztolotepec (2015) menciona que las causas predominantes que ocasionan el fenómeno de las inundaciones en Oztolotepec son: la ubicación geográfica, existe una serie de zanjas y cauces para el riego y adecuado desagüe de las lluvias pluviales que han ido tapando por la expansión de la zona urbana y crecimiento anárquico, así como para ganar espacios para sus predios y en algunos casos para la siembra, lo que es una condicionante para agravar las inundaciones.

Para el análisis de los fenómenos de inundación en un sentido técnico, las principales novedades y mejoras introducidas por los SIG en el análisis del riesgo



durante los últimos años, se han producido principalmente en el campo de estudio de la peligrosidad o inundabilidad entendido en sentido amplio (desde las fuentes de información a las cartografías de peligrosidad), (Llorente, 2009, p.30); por lo que se convierte en una herramienta practica para analizar dichos fenómenos presentes en el municipio.

Otras aplicaciones de los Sistemas de Información Geográfica (SIG) en el ámbito de la planeación territorial son el poder determinar áreas urbanizables en una zona del territorio determinada, mediante la evaluación de la capacidad acogida del territorio por medio de modelos de aptitud urbana con distintos parámetros para su conformación.



Justificación

El Programa de las Naciones Unidas para los Asentamientos Humanos (ONU-Hábitat) (2012), establece que las ciudades de la región de América Latina y el Caribe están expuestas a toda una variedad de amenazas naturales, que van desde ciclones, tormentas, sequías, inundaciones, olas de frío y calor, y epidemias, hasta terremotos, erupciones volcánicas y tsunamis. Como consecuencia del cambio climático global, la ocurrencia y distribución geográfica de los fenómenos climáticos extremos está cambiando. El régimen de precipitaciones se ha alterado en la región, con un aumento de las lluvias en algunas zonas, la consecuencia es un mayor riesgo de inundaciones y de periodos de sequía, problemas que se pueden agudizar en el norte de México y el nordeste de Brasil, entre otras áreas.

El territorio mexicano se encuentra sujeto a distintos fenómenos que originan desastres naturales, entre los cuales destacan los riesgos geológicos, hidrometeorológicos y químicos, estos anteriormente mencionados representan posibles daños materiales de importancia o pérdidas de vidas humanas. Según CENAPRED (2001) en cuanto a riesgos hidrometeorológicos, las fuertes precipitaciones pluviales pueden generar intensas corrientes de agua en ríos, las inundaciones dañan a las propiedades, provocan la muerte de personas, causan la erosión del suelo y depósito de sedimentos, también afectan a los cultivos y a la fauna. Como suele presentarse en extensas zonas de terreno, son uno de los fenómenos naturales que provoca mayores pérdidas de vidas humanas y económicas. (CENAPRED, 2001:139)

La Ley General de Asentamientos Humanos (2014), en su artículo 3º, menciona que el ordenamiento territorial de los asentamientos humanos y el desarrollo urbano de los centros de población, tenderá a mejorar el nivel y calidad de vida de la población urbana y rural, en el que en el punto XII dice que se realizará mediante la prevención, control y atención de riesgos y contingencias ambientales y urbanos en los centros de población. Así mismo en la misma ley en su artículo 30, se establece que la fundación de centros de población deberá realizarse en tierras susceptibles



para el aprovechamiento urbano, evaluando su impacto ambiental y respetando primordialmente las áreas naturales protegidas, el patrón de asentamiento humano rural y las comunidades indígenas.

En el municipio de estudio se han identificado distintas localidades que presentan problemas de inundación pluvial según su plan de desarrollo urbano, dicho fenómeno natural se ha hecho presente en algunas de las principales localidades de Oztolotepec, como es el caso de la Colonia Guadalupe Victoria, El Arenal, El Espino, Villa Cuauhtémoc, Ejido de Mozoquilpan, San Pedro, El Espino, Puente San Pedro, San Isidro Trojes, en las que año con año, en temporadas de lluvia se encuentran expuestas a este fenómeno climático, el cual puede ocasionar y ha ocasionado distintos episodios de riesgo para la población.

Derivado del párrafo anterior es relevante precisar algunos de los sucesos ocurridos en la zona de estudio con lo que respecta a los fenómenos de inundación, tal es el caso de la Colonia Guadalupe Victoria, que en el año 2006 más de 50 familias se vieron afectadas en la Colonia Guadalupe Victoria debido a las intensas lluvias que provocaron el desbordamiento de los canales de aguas negras inundando casas y negocios. (Hernández, 2006).

Así mismo, la Agencia de Noticias MVT (2008) menciona que más de ocho mil personas viven en una latente amenaza de inundación por el desbordamiento de los caudales que pasan por el municipio de Oztolotepec, ya que, al momento de escribir la nota periodística, los caudales que cruzan las localidades se encontraban al 60 por ciento de su capacidad. De igual forma en el 2014 se desbordo el río San Lorenzo, Solano y Arroyo Zarco, así también el río El Arenal, que cruza por la comunidad de Dos Caminos. Tras el desbordamiento, el agua alcanzó hasta un metro y medio de altura, colándose en las viviendas, lo que provocó que más de 100 familias resultaran afectadas; aunque se reporta saldo blanco, los afectados perdieron diversos bienes materiales. (Quadratín, 2014)



El desarrollo urbano mal planificado y mal gestionado es un factor importante de riesgo de desastres, de ahí destaca la importancia del análisis de los fenómenos de inundación dentro del municipio de Oztolotepec, al mismo tiempo de que se debe incluir en la planificación urbana la reducción del riesgo de desastre por fenómenos climáticos.

Los Sistemas de Información Geográfica, jugarán un papel importante para la propuesta de áreas de crecimiento urbano y de los centros de población en Oztolotepec, mediante el uso de modelos de aptitud urbana con la obtención de parámetros hidrográficos y morfométricos a partir de los modelos digitales de elevación.

Así mismo, derivado de los fenómenos que originan desastres, se han introducido mejoras en torno a los Sistemas de Información Geográfica para el análisis de estos, y especialmente en el análisis de inundaciones. De tal manera que, dentro del estudio realizado en la presente investigación, el análisis de inundación y su modelación del proceso, se realizara por medio de una plataforma de Sistemas de Información Geográfica, con la finalidad de identificar y prevenir los fenómenos de inundación dentro de las zonas de crecimiento de los centros de población, y de las áreas de expansión urbana de Oztolotepec propuestas para un futuro próximo.



Pregunta de investigación

¿Cuáles son las mejores áreas urbanizables en el municipio de Oztolotepec tomando en cuenta los fenómenos por inundación?

Objetivo General

Identificar zonas susceptibles de inundación para determinar áreas urbanizables adecuadas para la expansión urbana en el municipio de Oztolotepec, Estado de México, haciendo uso de los Sistemas de Información Geográfica.

Objetivos Específicos

1. Desarrollar un marco teórico conceptual de áreas urbanizables y riesgos.
2. Describir el Método de Jerarquías Analíticas para identificar las áreas inundables y las áreas urbanizables.
3. Caracterización del medio físico natural y social del Municipio de Oztolotepec.
4. Identificar las zonas susceptibles a inundación mediante el uso de una plataforma de Sistemas de Información Geográfica, para determinar las zonas de crecimiento urbano en el municipio de Oztolotepec Estado de México.



Fundamento Teórico de la Investigación

En un ámbito internacional, un primer trabajo corresponde a la publicación de Galacho (2004), quien escribió “Diseño de un sistema de apoyo a la decisión espacial (SADE/SDSS) para la planificación y gestión territorial a escala local” en el libro “El empleo de los SIG y la Teledetección en Planificación Territorial”. En este trabajo aborda la utilidad de las nuevas tecnologías de la información geográfica y sus posibilidades de aplicación para la planificación y gestión territorial a escala local. De igual manera el objetivo de artículo se centra en el diseño y construcción de un sistema informático de apoyo a la decisión espacial, que permita al usuario manejar los datos de un sistema de información territorial para la evaluación de la capacidad del territorio, mediante un modelo de evaluación de capacidad de acogida a través de una plataforma de evaluación multicriterio

Así mismo García (2004) quien escribió “El uso público recreativo: modelo de planificación mediante la utilización de un Sistema de Información Geográfica”, el cual abordo la realización y ejecución del modelo de capacidad de acogida para el uso público recreativo, llevado a cabo una aplicación práctica en el territorio de la Comunidad de Madrid, haciendo uso de los Sistemas de Información Geográfica y de las técnicas multicriterio, evaluando variables como vegetación, agua, fisiografía, densidad de población, entre otros; además de la superposición mediante la suma de las capas, valoradas según parámetros físicos, parámetros socioeconómicos y por las restricciones impuestas, obteniéndose como resultado final el mapa de capacidad de áreas recreativas de nueva creación en la Comunidad de Madrid.

Otro ejemplo práctico es el de Domínguez (2014), en la publicación titulada “Gestión del turismo rural de la Sierra de Alcaraz y Campo de Montiel (Albacete) mediante técnicas multicriterio y la utilización de SIG”, el cual tiene por objetivo mejorar la gestión turística de la Sierra de Alcaraz y Campo de Montiel, proponiendo mecanismos para la priorización de inversiones en el diseño de caminos soporte del turismo ambiental y rural, para lograr lo anterior se hace uso del SIG y de la priorización en la elección de corredores turísticos y de las zonas con mayor aptitud



para la ubicación de casas rurales mediante la evaluación multicriterio, además de que para la selección de los corredores turísticos se toman en cuenta como criterios los riesgos de desprendimientos, inundaciones e incendios. El resultado obtenido fueron los mapas de distribución de rutas turísticas y de valoración del territorio en función de su aptitud para la ubicación de casas rurales en la Sierra de Alcaraz y Campo de Montiel.

Por otro lado en el ámbito nacional, Candia (2015) en su trabajo titulado “Análisis de Riesgo por Inundación en la Zona Metropolitana de San Luis Potosí”, en el cual se realiza la evaluación de riesgo expuestos por indicadores de amenaza como de pendiente, elevación, indicado de respuesta hidrológica, y de indicadores de vulnerabilidad como exposición de viviendas, población y índice de rezago social, como resultado final se obtuvo un mapa de riesgo por inundación de la Zona Metropolitana de San Luis Potosí, Con valores de riesgo que van desde 0.64 en zonas que resultaron con mayor riesgo hasta valores de 0.04 en aquellas que resultaron de menor riesgo.

Por último dentro del Estado de México, en un ámbito municipal Lara (2015) en su obra “Modelo de evaluación de la capacidad de acogida territorial de los usos urbanísticos potenciales en la ciudad interior de Toluca” obtuvo aptitud para albergar uso residenciales, comerciales, industriales o áreas verdes en terrenos desocupados o vacantes urbanas ubicadas dentro de la zona de estudio, apoyándose de métodos matemáticos y los SIG para la realización multicriterio sintetizando los resultados en mapas finales.



En el desarrollo de esta investigación, en su primer capítulo se realizó una conceptualización de los términos generales que engloban a las áreas urbanizables, de igual forma, se conceptualizaron y clasificaron los diferentes tipos de riesgos hasta llegar propiamente a los fenómenos por inundación, donde se hace énfasis en sus distintos tipos de ocurrencia.

Por otro lado, en el capítulo dos, se hace mención de los Sistemas de Información Geográfica, estableciendo su terminología en general y describiendo los diferentes tipos de evaluación multicriterio por los que se puede realizar el modelado espacial, así mismo se establece el proceso aplicación de evaluación multicriterio de las zonas susceptibles a inundación y de aptitud urbana de Ocotlán.

El capítulo tercero, se realizó una caracterización del medio físico natural por medio de la literatura especializada, misma que fungió para el establecimiento de los criterios utilizados en los modelos posteriores; finalizando, se realizó una caracterización social mostrando contexto general de la población de Ocotlán, abordando desde la población total, índices y grados de marginación, hasta las unidades económicas existentes.

Para el cuarto capítulo, constó de la descripción histórica del crecimiento de los centros de población con la finalidad de observar cuales fueron los agentes externos e internos que detonaron el crecimiento de las localidades del municipio, además se realizaron los modelos espaciales de áreas urbanizables y susceptibilidad a inundación, donde se establecieron una serie de criterios y ponderaciones para cada modelo en función de sus valores aptitudinales, así mismo se aplicó el método de jerarquías analíticas que ayudo con la construcción de sus respectivos mapas; para finalizar se construyó el mapa de Inundaciones Como Condicionante del Crecimiento Urbano por medio de una superposición ponderada en la plataforma ArcGis, el cual es el resultado de los dos anteriores mencionados.



Capítulo 1. Aspectos generales de las Zonas Urbanizables, Riesgos.

En este apartado se plantea como objetivo la fundamentación teórica conceptual de los elementos que la conforman las zonas urbanizables, de igual forma se abordan los tipos de riesgos y derivado de ellos la clasificación de las inundaciones, para alcanzar el objetivo descrito el presente capítulo se estructura por tres subcapítulos: el primero menciona los antecedentes de aplicación de los sistemas de información geográfica entorno a las inundaciones y el apoyo para la planificación territorial, en el segundo se establecen los conceptos entorno a las zonas urbanizables y los criterios a considerar para establecer asentamientos humanos, finalmente se desarrolla el concepto y clasificación de los riesgos, haciendo énfasis en las inundaciones que derivan de los riesgos hidrometeorológicos.

1.1 Antecedentes

En un ámbito internacional, un primer trabajo corresponde a la publicación de Galacho (2004), quien escribió “Diseño de un sistema de apoyo a la decisión espacial (SADE/SDSS) para la planificación y gestión territorial a escala local” en el libro “El empleo de los SIG y la Teledetección en Planificación Territorial”. En este trabajo aborda la utilidad de las nuevas tecnologías de la información geográfica y sus posibilidades de aplicación para la planificación y gestión territorial a escala local. De igual manera el objetivo de artículo se centra en el diseño y construcción de un sistema informático de apoyo a la decisión espacial, que permita al usuario manejar los datos de un sistema de información territorial para la evaluación de la capacidad del territorio, mediante un modelo de evaluación de capacidad de acogida a través de una plataforma de evaluación multicriterio

Así mismo García (2004) quien escribió “El uso público recreativo: modelo de planificación mediante la utilización de un Sistema de Información Geográfica”, el cual abordó la realización y ejecución del modelo de capacidad de acogida para el uso público recreativo, llevado a cabo una aplicación práctica en el territorio de la Comunidad de Madrid, haciendo uso de los Sistemas de Información Geográfica y de las técnicas multicriterio, evaluando variables como vegetación, agua, fisiografía,



densidad de población, entre otros; además de la superposición mediante la suma de las capas, valoradas según parámetros físicos, parámetros socioeconómicos y por las restricciones impuestas, obteniéndose como resultado final el mapa de capacidad de áreas recreativas de nueva creación en la Comunidad de Madrid.

Otro ejemplo práctico es el de Domínguez (2014), en la publicación titulada “Gestión del turismo rural de la Sierra de Alcaraz y Campo de Montiel (Albacete) mediante técnicas multicriterio y la utilización de SIG”, el cual tiene por objetivo mejorar la gestión turística de la Sierra de Alcaraz y Campo de Montiel, proponiendo mecanismos para la priorización de inversiones en el diseño de caminos soporte del turismo ambiental y rural, para lograr lo anterior se hace uso del SIG y de la priorización en la elección de corredores turísticos y de las zonas con mayor aptitud para la ubicación de casas rurales mediante la evaluación multicriterio, además de que para la selección de los corredores turísticos se toman en cuenta como criterios los riesgos de desprendimientos, inundaciones e incendios. El resultado obtenido fueron los mapas de distribución de rutas turísticas y de valoración del territorio en función de su aptitud para la ubicación de casas rurales en la Sierra de Alcaraz y Campo de Montiel.

Por otro lado en el ámbito nacional, Candia (2015) en su trabajo titulado “Análisis de Riesgo por Inundación en la Zona Metropolitana de San Luis Potosí”, en el cual se realiza la evaluación de riesgo expuestos por indicadores de amenaza como de pendiente, elevación, indicado de respuesta hidrológica, y de indicadores de vulnerabilidad como exposición de viviendas, población y índice de rezago social, como resultado final se obtuvo un mapa de riesgo por inundación de la Zona Metropolitana de San Luis Potosí, Con valores de riesgo que van desde 0.64 en zonas que resultaron con mayor riesgo hasta valores de 0.04 en aquellas que resultaron de menor riesgo.

Por último dentro del Estado de México, en un ámbito municipal Lara (2015) en su obra “Modelo de evaluación de la capacidad de acogida territorial de los usos



urbanísticos potenciales en la ciudad interior de Toluca” obtuvo aptitud para albergar uso residenciales, comerciales, industriales o áreas verdes en terrenos desocupados o vacantes urbanas ubicadas dentro de la zona de estudio, apoyándose de métodos matemáticos y los SIG para la realización multicriterio sintetizando los resultados en mapas finales.

1.2 Zonas Urbanizables.

1.2.1. Concepto

En la planeación urbana, el crecimiento de una ciudad se visualiza como la expansión de su mancha urbana, tal como lo menciona Vinuesa (1991) citado por Vázquez (2011), las ciudades poseen un carácter dinámico que se ve reflejado tanto en el crecimiento de la población como en la expansión de las áreas urbanas. Las tendencias mundiales de la expansión urbana indican un constante aumento desordenado y disperso.

El identificar las tendencias de crecimiento físico-espacial de la ciudad en las circunstancias actuales, les permite a los planificadores urbanos visualizar (apoyado en escenarios prospectivos) lo que puede acontecer con la expansión anárquica de la ciudad a mediano y largo plazo. Esto ofrecerá una base de datos confiables sobre los cuales se puedan sustentar propuestas que permitan “corregir” las ineficiencias de una ocupación irracional del terreno (baja densidad, altas pendientes, suelos inundables, arcillas expansivas), los previsibles congestionamientos por falta de un sistema vial estructurado, la demanda de agua y demás servicios localizadas espacialmente por sectores urbanos, entre otros, que son resultado de estas tendencias de crecimiento anárquico, para luego proponer un desarrollo urbano social y económico, espacialmente más equitativo (Bazant, 2010: 488).

Retomando el párrafo anterior, para corregir la ocupación irracional del suelo es relevante entender el concepto de zonas o áreas urbanizables, resulta importante diferenciar los suelos urbanizables, urbano y los no urbanizables, de ahí la conceptualización de cada uno de ellos en el presente apartado. Alcázar (2013),



menciona que el suelo urbanizable lo conforman los terrenos que el planeamiento general de cada municipio considera adecuados, en principio, para ser urbanizados. En el ámbito del urbanismo el concepto es más complejo. Se trata, en general, de suelo que podrá ser objeto de transformación en los términos establecidos por la legislación urbanística y el planeamiento aplicable, que establece su aptitud potencial para la urbanización. (Alcázar, 2013: 8)

Mientras que para Astorkiza (2012) define a los suelos urbanos como el modelo urbano basado en el funcionalismo espacial típico de las ciudades, donde los suelos urbanos son clasificados en áreas espaciales separadas según actividad, zonas residenciales, zonas industriales, zonas de oficinas, zonas comerciales y de ocio, zonas educativas, etc.

Asimismo, los suelos calificados como rústicos, preservados para usos agropecuarios o forestales son no-urbanizables, con excepción de la construcción de viviendas ligadas a la actividad agraria. Sin embargo, en la práctica existe una actividad de construcción residencial sobre este suelo no urbanizable escudada en las excepciones y singularidades recogidas en las leyes. Es un hecho reseñable que gran parte del crecimiento urbanístico experimentado en los últimos años en los espacios rurales se está produciendo sobre el suelo no-urbanizable y no sobre aquellos planificados para tal fin. (Astorkiza, 2012 :51)

En lo que respecta a los términos que engloban a las áreas urbanizables en el ámbito nacional, la Ley General de Asentamientos Humanos, Ordenamiento Territorial y Desarrollo Urbano 2016, establece una serie de conceptos que ayudan a entender y diferenciar algunos términos de otros, además de que son términos establecidos en este artículo de investigación. Por ello en la siguiente tabla se establecen los principales conceptos que menciona dicha ley.



Tabla 1. Definiciones generales entorno a la urbanización

Termino	Descripción
Área Urbanizable	Territorio para el Crecimiento urbano contiguo a los límites del Área Urbanizada del Centro de Población determinado en los planes o programas de Desarrollo Urbano, cuya extensión y superficie se calcula en función de las necesidades del nuevo suelo indispensable para su expansión.
Área Urbanizada	Territorio ocupado por los Asentamientos Humanos con redes de infraestructura, equipamientos y servicios.
Asentamiento Humano	El establecimiento de un conglomerado demográfico, con el conjunto de sus sistemas de convivencia, en un área físicamente localizada, considerando dentro de la misma los elementos naturales y las obras materiales que lo integran.
Centros de Población	Las áreas constituidas por las zonas urbanizadas y las que se reserven para su expansión.
Crecimiento	Acción tendente a ordenar y regular las zonas para la expansión física de los Centros de Población.
Reservas	Las áreas de un centro de población que serán utilizadas para su Crecimiento.
Zonificación	La determinación de las áreas que integran y delimitan un territorio; sus aprovechamientos predominantes y las Reservas, Usos de suelo y Destinos, así como la delimitación de las áreas de Crecimiento, Conservación, consolidación y Mejoramiento.

Fuente: elaboración propia en base a la Ley General de Asentamientos Humanos, Ordenamiento Territorial y Desarrollo Urbano 2016.

1.2.2. Criterios para las áreas urbanizables

Son muchos los factores y variables del medio susceptibles de ser tenidos en cuenta para la realización de estudios del territorio, y su capacidad dependerá de cada caso



de una serie de particularidades del territorio en estudio, objetivos del trabajo, disponibilidad de información y otros aspectos anexos al tipo de estudio que se pretenda llevar a cabo. (Gómez y Barredo, 2006: 127)

Las variables que consideran Ruiz Pérez *et al* (1990) se dividen en dos grupos: el de las variables físicas y aptitudes evaluadas del territorio.

Variables del medio físico	Altitud, pendiente, litología, interés paisajístico, ocupación del suelo.
Aptitudes evaluadas	Conservación, agricultura extensiva, urbanización.

Derivado de las variables físicas y aptitudes evaluadas del territorio, en materia regulatoria se expide un número importante de leyes que regulan los asentamientos humanos en el territorio mexicano en su nivel federal, estatal y municipal. (Ver Marco Normativo de las Áreas Urbanizables. Anexo)

Un estudio llevado en Manizales (Colombia) por Turkstra (1991), plantea, entre otras cosas un análisis del potencial del asentamiento urbano. Dicho análisis se realizó por un proceso de superposición de varias capas de datos relacionadas con la actividad planteada. (Gómez y Barredo, 2006: 132)

Dichos criterios fueron los siguientes:

- Uso del suelo
- Topografía (pendiente)
- Zonificación (restricciones de zonificación)
- Riesgo Geológico

Sin embargo, Alegre (1983), realizó una investigación donde se han llevado un conjunto de modelos de capacidad territorial con fines de planificación, dichos modelos fueron diseñados de acuerdo con el análisis de las variables que influyen en cada actividad propuesta, alegre ha utilizado las variables que se mencionan a continuación:



- Pendiente
- Geomorfología
- Bosques
- Accesibilidad
- Orientación
- Matorrales y pastos
- Capacidad de carga
- Alturas
- Valor paisajístico
- Población dispersa
- Proximidad de pueblos
- Estabilidad de taludes
- Proximidad a carreteras
- Proximidad a fuentes de aguas
- Litología
- Hidrogeología
- Aguas superficiales
- Suelo industrial
- Suelo urbano
- Líneas eléctricas

1.3 Riesgos.

1.3.1. Concepto.

Dentro del presente trabajo es importante entender la teoría de los riesgos y sus parámetros conceptuales y los procesos de construcción del riesgo, considerando que se trata de un concepto que involucra dimensiones naturales y otra humana, entendida como amenaza y vulnerabilidad respectivamente es fundamental para entender el riesgo. El riesgo de desastre se manifiesta en territorios definidos, y es sufrido por individuos, familias, colectividades humanas, sistemas productivos o infraestructuras ubicados en sitios determinados.

Riesgo ha sido un concepto que se ha incorporado en diversas disciplinas como la política y la economía. De acuerdo con Lavell (2001) el riesgo se refiere a un contexto caracterizado por la probabilidad de pérdidas y daños en el futuro, las que van desde las físicas hasta las sicosociales y culturales. El riesgo constituye una posibilidad y una probabilidad de daños relacionados con la existencia de determinadas condiciones en la sociedad, o en el componente de la sociedad bajo consideración. El riesgo es, en consecuencia, una condición latente que capta una posibilidad de pérdidas hacia el futuro. Esa posibilidad está sujeta a análisis y medición en términos cualitativos y cuantitativos.



Por otro lado, Wilches-Chaux (1993) define el riesgo como cualquier fenómeno de origen natural o humano que signifique un cambio en el medio ambiente que ocupa una comunidad determinada, que sea vulnerable a ese fenómeno, en esta definición descarta el concepto de probabilidad.

Aneas (2000), concluye que el riesgo es la probabilidad de ocurrencia de un peligro, agregando la valoración por parte del hombre en cuanto a sus efectos nocivos (vulnerabilidad). Además de que menciona que solo se define el riesgo al contar con datos adecuados para calcular, y existirá incertidumbre mientras no se cuenta con esos datos.

Un punto de partida es que los riesgos están ligados a actividades humanas. La existencia de un riesgo implica la presencia de un agente perturbador (fenómeno natural o generado por el hombre) que tenga la probabilidad de ocasionar daños a un sistema afectable (asentamientos humanos, infraestructura, planta productiva, etc.) en un grado tal, que constituye un desastre. (CENAPRED, 2006: 15)

Por lo anterior se puede entender por riesgo como un espacio el cual está sujeto a la ocurrencia de un peligro de origen natural que pueda generar daños a la sociedad, así como pérdidas en las actividades que realiza el ser humano. La existencia de riesgo se explica por la presencia de determinados factores de riesgo. Estos se clasifican, en factores de amenaza y de vulnerabilidad.

Para Lavell (2001) una “amenaza” refiere a la posibilidad de la ocurrencia de un evento físico que puede causar algún tipo de daño a la sociedad. La “vulnerabilidad” se refiere a una serie de características diferenciadas de la sociedad, o subconjuntos de la misma, que le predisponen a sufrir daños frente al impacto de un evento físico externo, y que dificultan su posterior recuperación.

El factor exposición ha sido desplazado en algunos modelos de análisis de riesgos ya que es incluido dentro de la vulnerabilidad. Olcina citado por Rojas y Martínez (2011) define exposición como el conjunto de bienes a preservar que pueden ser



dañados por la acción de un peligro, de tal forma que la exposición puede ser humana, económica, estructural o ecológica. Mientras que la mitigación es definida como procedimientos adoptados por la población con el objeto de minimizar los efectos de un evento natural extremo. (Larraín y Simpson, 1994: 23)

Derivado de lo anterior, resulta importante entender la teoría del riesgo y los elementos que la componen para asimilar los grados de afectación ante un fenómeno natural, a efectos de la presente investigación es la inundación. Por lo que a continuación se menciona los principales tipos de riesgos en el territorio mexicano según el Centro Nacional de Prevención de Desastres, mencionando las clasificaciones y los fenómenos que se encuentran dentro de dicha clasificación a fin de llegar al fenómeno natural de interés.

1.3.2 Tipología

Dentro de una clasificación global, para las Naciones Unidas en su Estrategia Internacional para la Reducción de los Desastres Naturales (2009), o por sus siglas en inglés UNISDR, se podría distinguir entre los que derivan de un peligro o amenaza hidrometeorológica, geológica, biológica, natural, socio-natural y tecnológica. Así, se entendería como amenaza hidrometeorológica, un proceso o fenómeno de origen atmosférico, hidrológico u oceanográfico que puede ocasionar la muerte, lesiones u otros impactos a la salud, al igual que daños a la propiedad, pérdida de medios de sustento y servicios, trastornos sociales y económicos, o daños ambientales (LLasat, 2012: 6-7). Debido a la importancia que tiene los riesgos hidrometeorológicos en la presente investigación, el siguiente apartado es dedicado especialmente a los mismos.

Utilizando una definición similar a la anterior, la UNISDR (2009) considera como amenaza geológica, un proceso o fenómeno geológico que podría ocasionar la muerte, lesiones u otros impactos a la salud, al igual que daños a la propiedad, la pérdida de medios de sustento y de servicios, trastornos sociales y económicos, o daños.



Por otro lado, las amenazas biológicas incluirían los procesos o fenómenos de origen orgánico o que se transportan mediante vectores biológicos, lo que incluye la exposición a microorganismos patógenos, toxinas y sustancias bioactivas que pueden ocasionar la muerte, enfermedades u otros impactos a la salud, al igual que otros daños, incluyendo los ambientales. (LLasat, 2012: 5-6)

Así mismo las amenazas naturales según UNISDR (2009) son un proceso o fenómeno natural que puede ocasionar la muerte, lesiones u otros impactos a la salud, al igual que daños a la propiedad, la pérdida de medios de sustento y de servicios, trastornos sociales y económicos, o daños ambientales. Mientras que la amenaza socio-natural, es el fenómeno de una mayor ocurrencia de eventos relativos a ciertas amenazas geofísicas e hidrometeorológicas, tales como aludes, inundaciones, subsidencia de la tierra y sequías, que surgen de la interacción de las amenazas naturales con los suelos y los recursos ambientales explotados en exceso o degradados.

Finalmente, la amenaza tecnológica, se origina a raíz de las condiciones tecnológicas o industriales, lo que incluye accidentes, procedimientos peligrosos, fallas en la infraestructura o actividades humanas específicas que pueden ocasionar la muerte, lesiones, enfermedades u otros impactos a la salud, al igual que daños a la propiedad, la pérdida de medios de sustento y de servicios, trastornos sociales o económicos, o daños ambientales. (LLasat, 2012: 8)

Por otro lado, en el territorio mexicano, el Centro Nacional de Prevención de Desastres clasifica a los riesgos en Geológicos, Hidrometeorológicos, Químicos, de Origen Sanitario y Sociorganizacionales. A continuación, se describen cada uno de los riesgos anteriormente mencionados.

Aquellos fenómenos en los que intervienen la dinámica y los materiales del interior de la Tierra o de la superficie de ésta son denominados fenómenos geológicos, los



cuales pueden clasificarse de la siguiente manera: sismicidad, vulcanismo, tsunamis y movimientos de laderas y suelos. (Zepeda y Gonzales, 2001: 32)

Zepeda y Gonzales (2001), mencionan que México es afectado por varios tipos de fenómenos hidrometeorológicos que pueden provocar la pérdida de vidas humanas o daños materiales de importancia. Principalmente está expuesto a lluvias, granizadas, nevadas, heladas y sequías. Zepeda y Gonzales (2001)

Los riesgos químicos que implica una actividad industrial pueden ser clasificados en convencionales, específicos, grandes riesgos potenciales, intrínseco y de instalación. De acuerdo con el Zepeda y Gonzales (2001), en cuanto a los riesgos de origen sanitario, el Sistema Nacional de Protección Civil agrupa en esta categoría los eventos relacionados con la contaminación de aire, agua y suelos; los que sean propios del área de salud, esencialmente las epidemias; también se incluyen algunos ligados a la actividad agrícola, como la desertificación y las plagas.

Así mismo el Sistema Nacional de Protección Civil agrupa a los riesgos sociorganizativos a los accidentes y actos que son resultado de actividades humanas.

Tabla 2. Clasificación de riesgos, nacionales y globales.

	Clasificación	Nivel
UNISDR	Hidrometeorológicos	Global
	Geológica	
	Biológica	
	Natural	
	Socio-natural	
	Tecnológica	
CENAPRED	Geológicos	Nacional
	Hidrometeorológicos	
	Químicos	
	Origen Sanitario	
	Sociorganizativos	

Fuente: Elaboración propia en base en UNISDR (2009) y CENAPRED (2001).



1.3.3 Riesgos hidrometeorológicos

La Estrategia Internacional para la Reducción de Desastres de las Naciones Unidas (2009), define a las amenazas hidrometeorológicas como un proceso o fenómeno de origen atmosférico, hidrológico u oceanográfico que puede ocasionar la muerte, lesiones u otros impactos a la salud, al igual que daños a la propiedad, pérdida de medios de sustento y servicios, trastornos sociales y económicos, o daños ambientales, en síntesis, son peligros provocados por procesos hidrológicos y meteorológicos. Los huracanes y las inundaciones, generalmente producen efectos menos perceptibles a corto plazo, pero son continuos y afectan a superficies muy grandes (APN, 2003), citado por Barreto (2005).

Este tipo de procesos se relacionan frecuentemente con las cualidades del suelo, porque es el factor que sufre daños más directos y en el que más se reflejan los daños que pueden causar el agua, viento y demás procesos meteorológicos. Sin embargo, estas amenazas ocurren con más frecuencia y mayor intensidad cuando se modifican los factores que conforman el ambiente, como son la vegetación, geomorfología y el suelo. (Barreto, 2005: 27)

En la siguiente tabla se muestran los principales fenómenos hidrometeorológicos que se presentan en territorio mexicano.

Tabla 3. Fenómenos Hidrometeorológicos

Fenómeno	Descripción
Precipitación Pluvial	La precipitación pluvial se refiere a cualquier forma de agua, sólida o líquida, que cae de la atmósfera y alcanza a la superficie de la Tierra. La precipitación puede manifestarse como lluvia, llovizna, nieve, granizo o cellisca. La lluvia consiste de gotas de agua líquida con diámetro mayor a 0.5 mm. La llovizna está formada con gotas más pequeñas, de 0.25 mm o menos. (Zepeda y Gonzales, 2001: 105)



Continuación de la tabla

Fenómeno	Descripción
Tormentas de Granizo	De acuerdo con Zepeda y Gonzales (2001) en las zonas rurales, los granizos destruyen las siembras y plantíos; a veces causan la pérdida de animales de cría. En las regiones urbanas afectan a las viviendas, construcciones y áreas verdes. En ocasiones, el granizo se acumula en cantidad suficiente dentro del drenaje para obstruir el paso del agua y generar inundaciones durante algunas horas.
Tormentas de Nieve	Son una forma de precipitación sólida en forma de copos. Un copo de nieve es la aglomeración de cristales transparentes de hielo que se forman cuando el vapor de agua se condensa a temperaturas inferiores a la de solidificación del agua. (Prieto, 2014: 23)
Heladas	Una helada se presenta por la disminución de la temperatura igual o menor al punto de congelación del agua, es decir 0°C (WMO, 1992) citado por Gálvez 2016. De acuerdo con Zepeda y Gonzales (2001) existen dos fenómenos que dan origen a las heladas; el primero consiste en la radiación, durante la noche, desde la Tierra hacia la atmósfera que causa la pérdida de calor del suelo; el otro es la advección, debido al ingreso de una gran masa de aire frío.
Ciclones Tropicales	Un ciclón tropical consiste en una gran masa de aire cálida y húmeda con vientos fuertes que giran en forma de espiral alrededor de una zona central de baja presión. Los ciclones tropicales generan lluvias intensas, vientos fuertes, oleajes grandes y mareas de tormentas. La energía es mayor conforme es más grande la diferencia de presiones entre su centro y su periferia. Esta última es del orden de 1013 mb. (Barreto, 2005: 28)
Escurremientos súbitos	Según Zepeda y Gonzales (2001) son escurrimientos con un cambio muy rápido en la cantidad de agua que está fluyendo. Se generan a partir de lluvias intensas que duran varias horas, por la falla o ruptura de alguna estructura de contención (natural o artificial), o bien, por la descarga del agua desde una presa. En cualesquiera de estos eventos las corrientes tienen una gran velocidad.



Continuación de la tabla

Fenómeno	Descripción
Sequia	La sequía en una zona corresponde a un periodo prolongado de tiempo seco, lo cual significa que es casi nula la lluvia.
Erosión	De acuerdo con Zepeda y Gonzales (2001) la erosión corresponde al desprendimiento del suelo debido a la acción de la lluvia, el viento o el oleaje. La cantidad del material que se separa del terreno depende de varios factores como son su tipo, la cubierta vegetal y el grado de intemperismo.
Viento	El viento, de acuerdo a su intensidad, puede empujar objetos que estén dentro de su trayectoria ocasionando afectaciones o pérdidas en instalaciones o edificios, principalmente el techo de las viviendas o edificaciones industriales. (Gálvez, 2016: 17)
Marea de Tormenta	Salas y Jiménez (2014) mencionan que la marea de tormenta es generada por los vientos de los ciclones tropicales sobre la superficie del mar y por la disminución de la presión atmosférica en el centro de estos meteoros.
Inundaciones	Cuando el agua cubre una zona del terreno durante un cierto tiempo se forma una inundación. Cuanto más tiempo permanece el agua y más grande es el espesor del volumen de agua, causa mayores daños. Las inundaciones pueden ocurrir por lluvias en la región, por desbordamiento de ríos, ascenso del nivel medio del mar, por la rotura de bordos, diques y presas, o bien, por las descargas de agua de los embalses. (Zepeda y Gonzales, 2001: 139)

Fuente: Elaboración propia con base en el Diagnóstico de Peligros e Identificación de Riesgos de Desastres en México (2001).

Debido a la relevancia que tienen los fenómenos por inundación en la presente investigación, es importante dedicar un apartado específico al mismo, donde se conceptualice y clasifique el origen que tienen las inundaciones, a fin de analizar las



principales causas de la presencia de dicho fenómeno, por lo anterior surge el siguiente apartado.

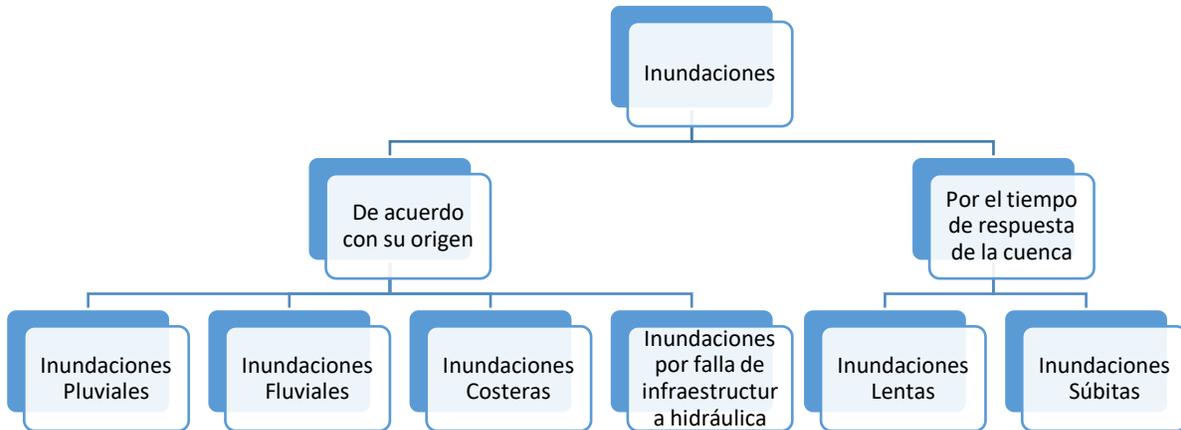
1.3.4 Inundaciones.

Para el presente apartado, en una primera instancia se define que es inundación para organizaciones nacionales e internacionales y en segunda medida los tipos de inundaciones y/o las causas que originan a los mismos.

De acuerdo con el glosario internacional de hidrología (OMM/UNESCO, 1974), la definición oficial de inundación es: “aumento del agua por arriba del nivel normal del cauce”. En este caso, “nivel normal” se debe entender como aquella elevación de la superficie del agua que no causa daños, es decir, inundación es una elevación mayor a la habitual en el cauce, por lo que puede generar pérdidas. (Salas y Jiménez: 2014: 5)

Así mismo es definida como “Una elevación rápida y habitualmente breve del nivel de las aguas en un río o arroyo hasta un máximo desde el cual dicho nivel desciende a menor velocidad” (OMM/UNESCO, 1974) citada por el Salas y Jiménez (2014). Según Ahmed (2008) las inundaciones se producen cuando lluvias intensas o continuas sobrepasan la capacidad de retención e infiltración del suelo, la capacidad máxima del transporte del río o arroyo es superada y el cauce principal se desborda e inunda los terrenos cercanos a los propios cursos del agua. Las inundaciones son un evento natural y recurrente para un río, el siguiente gráfico presenta la clasificación de las inundaciones y sus tipos.

Ilustración 1. Clasificación de las inundaciones



Fuente: Elaboración propia con base en Salas y Jiménez (2014).

En la siguiente tabla se conceptualiza los tipos de inundaciones que conforman a las clasificaciones anteriormente mencionadas en la ilustración tres.

Tabla 4. Tipo de Inundaciones

Clasificación de las inundaciones	Tipo	Descripción
De acuerdo a su origen	Inundaciones pluviales	<p>Son consecuencia de la precipitación, se presentan cuando el terreno se ha saturado y el agua de lluvia excedente comienza a acumularse, pudiendo permanecer horas o días. Su principal característica es que el agua acumulada es agua precipitada sobre esa zona.</p> <p>La República Mexicana es afectada por precipitaciones originadas por diferentes fenómenos hidrometeorológicos. En verano (de junio a octubre) las lluvias más intensas están asociadas con la acción de ciclones tropicales que afectan gran parte del territorio nacional.</p>



Continuación de la tabla

Clasificación de las inundaciones	Tipo	Descripción
		En cambio, durante el invierno los frentes fríos son la principal fuente de lluvia. A estos fenómenos se suman el efecto ejercido por las cadenas montañosas (lluvia orográfica), además del convectivo, que ocasiona tormentas de corta duración y poca extensión, pero muy intensas (lluvias convectivas). (Salas y Jiménez: 2014: 15)
De acuerdo a su origen	Inundaciones fluviales	De acuerdo con Salas y Jiménez (2014) se generan cuando el agua que se desborda de los ríos queda sobre la superficie de terreno cercano a ellos. A diferencia de las pluviales, en este tipo de inundaciones el agua que se desborda sobre los terrenos adyacentes corresponde a precipitaciones registradas en cualquier parte de la cuenca tributaria y no necesariamente a lluvia sobre la zona afectada. Es importante observar que el volumen que escurre sobre el terreno a través de los cauces, se va incrementando con el área de aportación de la cuenca, por lo que las inundaciones fluviales más importantes se darán en los ríos con más desarrollo (longitud) o que lleguen hasta las planicies costeras.



Continuación de la tabla

Clasificación de las inundaciones	Tipo	Descripción
De acuerdo a su origen	Inundaciones costeras	Se presentan cuando el nivel medio del mar asciende debido a la marea y permite que éste penetre tierra adentro, en las zonas costeras, generando el cubrimiento de grandes extensiones de terreno. La marea de tormenta es generada por los vientos de los ciclones tropicales sobre la superficie del mar y por la disminución de la presión atmosférica en el centro de estos meteoros. (Salas y Jiménez: 2014: 20)
De acuerdo a su origen	Inundaciones por falla de infraestructura hidráulica	Las inundaciones ocurridas por alguna falla de estructuras de control hidráulico son las de mayor peligro. Salas y Jiménez: (2014) mencionan que si la capacidad de las obras destinadas para protección es insuficiente, la inundación provocada por la falla de dicha infraestructura será mayor que si no existieran obras.
Por el tiempo de respuesta de la cuenca	Inundaciones lentas	Al ocurrir una precipitación capaz de saturar el terreno, esto es, cuando el suelo no puede seguir absorbiendo más agua de lluvia, el volumen remanente escurre por los ríos y arroyo o sobre el terreno. Conforme el escurrimiento avanza hacia la salida de la cuenca, se incrementa proporcionalmente con el área drenada, si el volumen que fluye por el cauce excede la capacidad de éste, se presentan desbordamientos sobre sus márgenes y el agua desalojada puede permanecer horas o días sobre el terreno inundado. (Salas y Jiménez: 2014: 25)



Continuación de la tabla

Clasificación de las inundaciones	Tipo	Descripción
Por el tiempo de respuesta de la cuenca	Inundaciones Súbitas	<p>De acuerdo con Salas y Jiménez (2014) las inundaciones súbitas son el resultado de lluvias repentinas e intensas que ocurren en áreas específicas. Pueden ocasionar que pequeñas corrientes se transformen, en cuestión de minutos, en violentos torrentes capaces de causar grandes daños. Las zonas urbanas son usualmente sitios donde se presenta este tipo de avenidas, como consecuencia de la “cubierta impermeable” formada artificialmente por los edificios y calles, así como por la deforestación. Debido a ello, el agua no puede infiltrarse y prácticamente todo el volumen precipitado se convierte en escurrimiento.</p> <p>La diferencia entre inundaciones lentas e inundaciones súbitas es el tiempo que tardan en manifestarse los efectos desde que comienza a llover hasta que se genera el escurrimiento.</p>

Fuente: Elaboración propia con base en Salas y Jiménez (2014).

Dicho lo anterior los fenómenos de inundación en las zonas urbanas conllevan a un grado de exposición por amenazas que pueden tener un efecto negativo en la sociedad, de ahí la importancia el conocer los tipos de inundaciones para poder modelar las zonas susceptibles a inundación por medio de los Sistemas de Información Geográfica.



Capítulo 2. Sistemas de Información Geográfica: Modelación de Procesos y Análisis Multicriterio.

El presente capítulo tiene como objetivo mostrar los principales aspectos de los Sistemas de Información Geográfica, así como la aplicación y selección de las variables para realizar el análisis multicriterio de las áreas susceptibles a inundación y aptitud urbana. Se divide en tres apartados principales, el primero menciona los conceptos generales de los Sistemas de Información Geográfica y las aplicaciones que tiene en diversos sectores, el segundo menciona los diversos métodos de evaluación multicriterio, haciendo hincapié en el método de jerarquías analíticas y su escala de evaluación, el tercero y último, se acota al proceso de aplicación de la evaluación multicriterio, así como a selección de las variables y factores a considerar dentro de los modelos de inundación y aptitud urbana.

2.1. Sistemas de Información Geográfica.

2.1.1. Aspectos Generales

En este punto se conceptualiza los elementos estructurales de un SIG a fin de comprender los tipos de modelos de datos y así poder aplicarlos para obtener áreas urbanizables y susceptibilidad a inundación de la zona de estudio. Los Sistemas de Información Geográfica o SIG, son definidos de distintas formas dependiendo del punto de vista de cada autor en esta disciplina.

En general, un Sistema de Información (SI) consiste en la unión de información en formato digital y herramientas informáticas (programas) para su análisis con unos objetivos concretos dentro de una organización. Un SIG es un caso particular de SI en el que la información aparece georreferenciada es decir incluye su posición en el espacio utilizando un sistema de coordenadas estandarizado. (Sarría, 2014: 32)

Por otro lado, Ordóñez y Martínez (2003) definen a los SIG como herramientas informáticas que procesan y analiza datos con alguna componente espacial. Una definición más completa considera un sistema de información geográfica como un

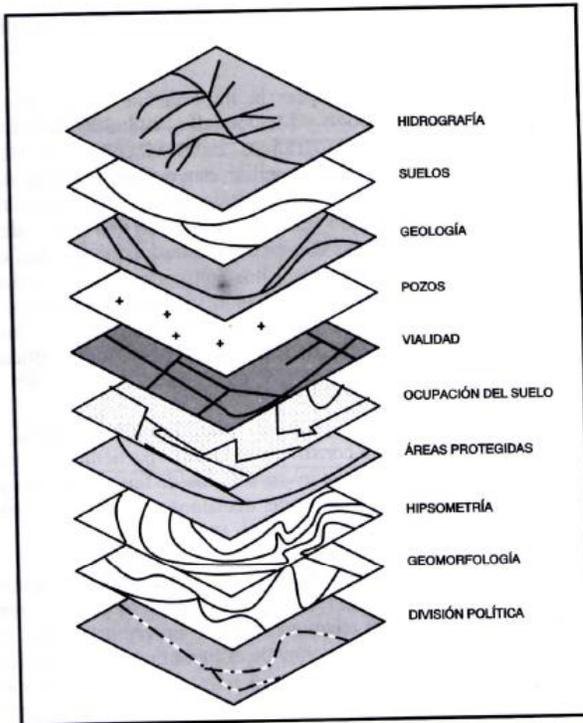


conjunto de herramientas diseñado para la adquisición, almacenamiento, análisis y representación

En cuanto a los elementos fundamentales que conforman a los SIG según Gómez y Barredo (2006), el primer elemento es el *hardware* que representa la parte física donde se asienta el SIG representado por alguna plataforma del computador, el segundo elemento es *software*, encargado de realizar las operaciones y la manipulación de los datos, el tercer elemento es el *dato*, aquí son realizadas todas las operaciones posibles de desarrollar en un SIG, en cuarto y último lugar se encuentra el *liveware* el cual es representado por las personas encargadas del diseño, implementación y uso un SIG.

Los datos espaciales que contiene un SIG pueden concebirse como una porción específica de la superficie en cual representa una variable temática, una vez introducida al SIG esta recibe el nombre de capa temática (ver ilustración cuatro). De acuerdo con Gómez y Barredo (2006) la estructuración de la información en el mundo real en capas conlleva cierto nivel de dificultad para la representación de los datos espaciales como objetos espaciales pertenecientes a una capa, ya que cada objeto espacial está representado por información acerca de su posición, relaciones topológicas y atributos de los objetos.

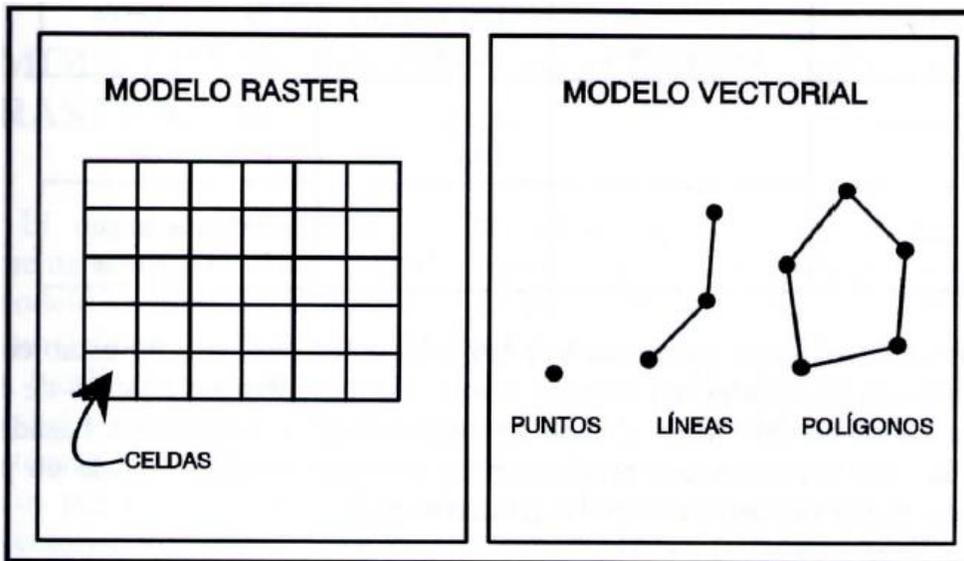
Ilustración 2. Capas Temáticas



Fuente: Sistemas de Información Geográfica y Evaluación Multicriterio en la Ordenación del Territorio, 2006.

Los mapas son modelos de la realidad de una forma simplificada, en los cuales el modelo vectorial y el modelo raster son métodos para representar esta realidad. De acuerdo con Ordóñez y Martínez (2003), en el modelo vectorial de datos se registran únicamente las fronteras de los objetos espaciales, aproximándolas por medio de líneas delimitadas por puntos que se localizan por sus coordenadas en un sistema de referencia. El resultado son mapas en los que aparecen tres objetos cartográficos básico: puntos, líneas y polígonos. Por otro parte el modelo raster se divide el espacio en un conjunto de celdas, cada una de estas celdas contiene un número que puede ser el identificador de un objeto o del valor de una variable correspondiente al tipo de información temática que representa cada una de las celdas.

Ilustración 3. Modelo Raster-Vector



Fuente: Sistemas de Información Geográfica y Evaluación Multicriterio en la Ordenación del Territorio, 2006.

Una vez establecido lo anterior, en la presente investigación se hará uso de ambos formatos, raster y vector, por lo que la construcción de los modelos resultará de una combinación de las capas temáticas que anteriormente ya se han establecido, el valor que se le asigna a cada una de las variables utilizadas se mostrará en los capítulos siguientes.

2.1.2. Aplicaciones de los SIG

El SIG puede ser utilizado para la entrada, transformación, almacenamiento y manipulación de los datos digitales espaciales relevantes para el problema planteado, de tal forma que al integrarlas con técnicas de evaluación multicriterio pueden asistir a los procesos de planificación. De acuerdo con Gómez, citado por Gómez y Barredo (2006), la estructura de evaluación generada por la integración de SIG y EMC la acerca a ciertos tipos de planificación específicos, como la planificación física, la cual es entendida como la previsión y control de los usos de suelo mediante una adecuada distribución de las actividades en el territorio.



Así, podemos afirmar que este enfoque puede asistir muy oportunamente a procesos mayores, como a la ordenación del territorio, la cual se desarrolla como la proyección espacial de una estrategia de desarrollo económico y social implicando la integración de la planificación económico-social con la planificación física. (Gómez y Barredo, 2006: 121-122)

Según Sarría (2014) un Sistema de Información Geográfica es una herramienta que permite la integración de bases de datos espaciales y la implementación de diversas técnicas de análisis de datos. Por lo tanto, cualquier actividad relacionada con el espacio, puede beneficiarse del trabajo con SIG. Entre las aplicaciones más usuales destacan:

a) Científicas

- Especialmente en ciencias medioambientales y relacionadas con el espacio.
- Desarrollo de modelos empíricos, por ejemplo, los que relacionan temperatura con altitud, orientación, etc. a partir de medidas tomadas en el lugar.
- Modelización cartográfica, aplicación de modelos empíricos para hacer mapas de temperatura a partir de mapas de altitud, orientación, etc.
- Modelos dinámicos, utilización de las leyes de la termodinámica y la dinámica de fluidos para hacer un mapa de temperatura utilizando un mapa de elevaciones, entre otros, como condiciones de contorno.
- Teledetección, las imágenes de satélite son estructuras raster que se manejan de forma óptima en un SIG.

b) Gestión

- Cartografía automática.
- Información pública, catastro.
- Planificación de espacios protegidos.
- Ordenación territorial.
- Planificación urbana.
- Estudios de impacto ambiental.
- Evaluación de recursos.



- Seguimiento de las consecuencias de determinadas actuaciones.
 - c) Empresarial
- Marketing.
- Estrategias de distribución.
- Localización óptima de una sucursal en función de los clientes potenciales situados alrededor.

Puesto que los SIG pueden ser considerados como una rama de la ciencia aplicada con el fin de integrar y analizar información espacial, estos mismos, hasta cierto nivel pueden ser herramientas muy poderosas para sostener este tipo de planificación (Willems, 2002: 1). Los SIG presentan una gran aptitud para trabajos urbanos por lo siguiente:

- Se puede aplicar para buscar relaciones y cohesión entre diferentes capas de información espacial.
- La información procesada siempre está relacionada con el territorio.
- Bases de datos espaciales bien estructuradas propician la planificación espacial.
- Contiene modelos y análisis espaciales poderosos que favorecen a la planificación espacial.
- Su facilidad de sobreponer y enfrentar capas de información y trabajar a varios niveles de detalle de manera jerárquica, coincide con la práctica de la planificación espacial.
- Su agilidad de editar y adaptar datos propicia flexibilidad en el proceso de planificación.
- La capacidad poderosa de SIG como medio de comunicación, permite elaborar evaluaciones ágiles de los resultados por el grupo de investigación o hacer presentaciones atractivas para tomadores de decisiones o moradores afectados por las consecuencias del estudio.



2.2. Modelación de procesos y Análisis Multicriterio.

El modelado espacial utiliza las operaciones de los SIG, especialmente la superposición de capas, integrando dichas operaciones con modelos espaciales y operaciones aritméticas o estadísticas normalmente no disponibles en los SIG. (Gómez y Barredo, 2006: 36)

La Evaluación Multicriterio o EMC puede definirse como un conjunto de técnicas orientadas a asistir en los procesos de toma de decisiones de tal forma que dentro de la EMC un objetivo se puede entender como una función a desarrollar, la cual indica la estructuración de la regla de decisión o del tipo de regla de decisión a utilizar. Existen dos tipos de reglas de decisión, en primer lugar, aquellas que utilizan un proceso de clasificación y en segundo lugar las que utilizan un proceso de selección.

a) Regla de decisión

La regla de decisión es el procedimiento a través del cual se obtiene una evaluación particular, pudiendo también comparar a través de ella, distintas evaluaciones con el fin de variar alguno de sus aspectos en caso de que sea necesario. Esto es posible ya que una regla de decisión sigue a una serie de procedimientos (aritmético-estadísticos) que permite integrar los criterios establecidos en un índice de simple composición, así mismo puede proveer la manera de comparar las alternativas utilizando dicho índice (Eastman et al, 1993: 3).

Tabla 5. Reglas de Decisión

Reglas de decisión	Descripción
La función de selección	De acuerdo con Eastman et al (1993), ofrece un medio matemático para comparar las alternativas. Realizando algún tipo de optimización (como maximizar o minimizar alguna característica medible), para lo cual requiere teóricamente que cada alternativa sea evaluada.



Continuación de la tabla

Reglas de decisión	Descripción
La selección heurística	Eastman et al (1993) menciona que la selección heurística especifica un procedimiento a seguir, en vez de la función a evaluar, la selección heurística es de uso común debido a su simplicidad de comprensión e implementación.

Fuente: Elaboración propia con base en Sistemas de Información Geográfica y Evaluación Multicriterio en la Ordenación del Territorio, 2006.

b) Evaluación

En cuanto a la cuestión de evaluación, de acuerdo con Nijkamp, P. y Van Delft, A. (1977), el objetivo general de la evaluación es auxiliar al decisor a escoger la mejor alternativa entre un rango de alternativas en un entorno de criterios en competencia y conflicto, cuando las decisiones implican alcanzar varios objetivos o criterios, ellas se denominan decisiones multiobjetivo o decisiones multicriterio, respectivamente (Elineema, 2002).

c) Organización de la EMC: las matrices

De acuerdo con Gómez y Barredo (2006), la mejor organización para representar la relación de criterios y alternativas que define la EMC, es una matriz. En esta matriz los criterios (j) pueden ocupar la columna principal, y las alternativas (i) la fila principal.

	Alternativas (i)					
	1	2	3	4	i
Criterios (J)	1	Puntuaciones de criterios (X ij)				
	2					
	3					
	.					
	j					

Fuente: Elaboración propia en base en Sistemas de Información Geográfica y evaluación multicriterio para la ordenación del territorio, 2006.



A los valores dentro de la matriz son llamados puntuaciones de criterios, los cuales representan el valor de adecuación que ha obtenido cada alternativa en función de cada uno de los criterios. Según Gómez y Barredo (2006), a partir de aquí los distintos métodos de EMC basan todo su funcionamiento intrínseco, para lograr la evaluación de las alternativas.

d) Métodos de Evaluación Multicriterio

Los diferentes métodos o técnicas de EMC se diferencian básicamente en los procedimientos aritmético-estadísticos que se realizan sobre las matrices de evaluación. Los principales métodos de evaluación y decisión multicriterio discreto son: Ponderación Lineal, Análisis de Punto Ideal (API), Utilidad Multiatributo (MAUT), Relaciones de Superación y Proceso de Análisis Jerárquico (AHP). (Reyes: 2013: 21)

Tabla 6. Métodos de evaluación y decisión multicriterio

Métodos de evaluación y decisión multicriterio	Descripción
Ponderación lineal	Según Reyes (2013) es un método que permite abordar situaciones de incertidumbre o con pocos niveles de información, y es un método fácil y utilizado ampliamente en el mundo; en este método se construye una función de valor para cada una de las alternativas y es completamente compensatorio y puede resultar dependiente y manipulable.
Análisis de punto ideal (API)	Es una técnica en la que el valor obtenido por cada alternativa o píxel del mapa, es la distancia a la alternativa que se ha considerado ideal o mejor posible.



Continuación de la tabla

Métodos de evaluación y decisión multicriterio	Descripción
El Proceso de análisis jerárquico o Método de Jerarquías Analíticas (MJA)	<p>De acuerdo con Toskano (2005) consiste en formalizar la comprensión intuitiva de problemas complejos mediante la construcción de un modelo jerárquico. El propósito del método es permitir que el agente decisor pueda estructurar un problema multicriterio en forma visual, mediante la construcción de un modelo jerárquico que básicamente contiene tres niveles: meta u objetivo, criterios y alternativas.</p> <p>El fundamento del proceso de Saaty descansa en el hecho que permite dar valores numéricos a los juicios dados por las personas, logrando medir cómo contribuye cada elemento de la jerarquía al nivel inmediatamente superior del cual se desprende. Para estas comparaciones se utilizan escalas de razón en términos de preferencia, importancia o probabilidad, sobre la base de una escala numérica propuesta por el mismo Saaty, que va desde 1 hasta 9. Una vez obtenido el resultado final, el MJA permite llevar a cabo un análisis de sensibilidad (Ávila, 2000: 6).</p>

Fuente: elaboración propia con base en La Evaluación Multicriterio como Instrumento de los Sistemas de Información Geográfica, 2013.

e) Fases de aplicación

Las fases que establece Reyes (2013) que debe seguir la aplicación de los métodos en un modelo racional en la toma de decisiones se puede estructurar de la siguiente forma.

1. *Definición del problema:* Existe un estado actual y uno estado deseado y la diferencia entre los dos se formula como un problema.
2. *Búsqueda de alternativas y selección de criterios:* Se plantean las posibles alternativas y se establecen los criterios que evaluarán dichas alternativas.



3. *Evaluación de las alternativas*: Se calcula el nivel de adecuación e impacto de cada alternativa en función de los criterios establecidos.
4. *Selección de alternativas*: Una vez realizado el cálculo anterior, se ordenan las alternativas de la más deseable a la menos deseable y se lleva a cabo la elección final.
5. *Análisis de sensibilidad*: En principio no deberíamos conformarnos con este resultado final. Puesto que el proceso se basa en unas asignaciones subjetivas, deberíamos realizar modificaciones sobre los componentes de nuestro modelo para comprobar cómo es de estable nuestro proceso y en qué medida estas modificaciones alteran el resultado final.

f) Ponderación

Existen varios métodos de asignación de pesos a los criterios, tal es caso de

- *La escala de 7 puntos*: se asigna un valor en la escala de 1 a 7, desde 1 menos importante hasta 7 más importante.
- *Tasación simple o rating methods*: a partir de un valor prefijado, se asigna una cantidad e función de la preponderancia de cada criterio.
- *Ordenación simple*: el decisor solo tiene que ordenar los criterios en función de la importancia que les otorgue a cada uno (el criterio menos importante tendrá el valor de 1, el penúltimo el valor de 2, y así sucesivamente).

Sin embargo, la ponderación de los factores se realizará por la comparación por pares de Saaty, el cual se trata de un procedimiento de comparación por pares de los criterios que parte de una matriz cuadrada en la cual el número de filas y columnas está definido por el número de criterios a ponderar. Así se establece una matriz de comparación entre pares de criterios, comparando la importancia de cada uno de ellos con los demás, posteriormente se establece el eigenvector principal, el cual establece los pesos (w_j) que a su vez proporciona una medida cuantitativa de la consistencia de los juicios de valor entre pares de factores (Saaty, 1980:17).



La escala de medida que se emplea en este método y que estima el coeficiente a_{ij} , ha surgido de 28 escalas alternativas, es una escala de tipo continuo que va desde un valor mínimo de $1/9$ hasta 9 .

a_{ij} , vale cuando el criterio i , al compararlo con j , es:

- Absolutamente menos importante $1/9$
- Demostrablemente menos importante $1/7$
- Notablemente menos importante $1/5$
- Ligeramente menos importante $1/3$
- Igualmente importante 1
- Ligeramente más importante 3
- Notablemente más importante 5
- Demostrablemente más importante 7
- Absolutamente más importante 9

g) Índice de consistencia

De acuerdo con Gómez y Barredo (2006) el índice de consistencia c.i. (Por sus siglas en inglés, consistency index) es un valor que se obtiene a partir del eigenvalor máximo (λ_{MAX}).

h) Índice aleatorio

Este índice aleatorio r.i. (Por sus siglas en inglés, random index) representa el índice de consistencia de una matriz recíproca generada aleatoriamente a partir de una escala de $1/9$ hasta 9 con juicios de valor recíprocos y diagonal compuesta de la unidad.

i) Razón de consistencia

Este valor c.r. (Por sus siglas en inglés, consistency ratio) permite conocer la consistencia de los juicios de valor, concretando que para valores mayores o iguales a 0.10 los juicios de valor deben ser revisados. Si por el contrario el c.r. es inferior a 0.10 dichos juicios de valor asignados pueden considerarse satisfactorios.



j) Normalización de los factores

En cualquier estudio en el que se pretenda integrar distintos factores, variables o criterios e, independientemente del método de evaluación a utilizar, es deseable que dicha evaluación se realice sobre escalas comparables en tipo, rango de extensión, unidad de medida, eventual posición del cero, dispersión (Romeo y Pomerol, 1997: 66).

Una forma de normalizar de acuerdo con Voogd (1983), es dividiendo cada valor por el máximo o por la suma de todos ellos.

2.3. Variables e indicadores de análisis de las áreas susceptibles de inundación y Aptitud Urbana

Para la elaboración de este estudio se realizará una descripción histórica del crecimiento urbano de los centros de población del Municipio, de esta manera se podrá observar cómo fue la expansión urbana de las principales localidades, por lo tanto, se puede saber si existió una planificación frente a las zonas susceptibles a inundación.

Lo anterior parte inicialmente de la revisión de los Planes Municipales de Desarrollo Urbano aun existentes retomando la descripción de su apartado “crecimiento histórico”, así como la consulta de la Enciclopedia de los Municipios del Estado de México “Otzolotepec”, y posterior a esto, se realizará una descripción mediante lo observado en las imágenes satelitales de Google Earth a partir del año 2000.

Posteriormente se realizará una caracterización de los elementos que componen en medio físico natural y social para determinar cuáles son las condiciones ambientales de la zona de estudio y la relación que guarda con el sector social, esta misma caracterización servirá para poder identificar los elementos que intervienen en el fenómeno de susceptibilidad de Municipio.

En primer lugar, se consultó y descargó la información vectorial del Instituto Nacional de Estadística y Geografía, su clima, geología, edafología, uso de suelo y vegetación, cuerpos de agua, corrientes de agua con el uso de las cartas de



recursos naturales 1:250000, así como de áreas urbanas recabadas de las cartas topográficas 1:50000 y los límites municipales del Estado de México.

A partir de lo anterior se realizará una superposición capas con el uso de la plataforma ArcGis para poder identificar los elementos naturales de la zona de estudio y de esta manera caracterizarlos con ayuda de las guías de interpretación cartográfica y del uso del prontuario de información geográfica municipal de los Estados Unidos Mexicanos que elabora el Instituto Nacional de Estadística y Geografía

En cuanto a la caracterización social se realizará por medio del trabajo de campo, con el propósito de dar una mirada general a la comunidad local que se encuentra dentro del municipio y poder describirla en términos sociales, económicos y culturales. Además, se usarán los Censos de Población y Vivienda del año 2010 y Conteos de Población de años anteriores en sus principales resultados por localidad (ITER) del Instituto Nacional de Estadística y Geografía a fin de estimar dinámicas poblacionales, densidades de población, estructuras de la población por edad y sexo, poblaciones por sector económico entre otros.

La obtención de las zonas susceptibles a inundación se realizará por medio del uso de la plataforma ArcGis mediante el análisis multicriterio y la modelación de procesos para representar visualmente el mapa de susceptibilidad a inundación. Dicho proceso se describe a continuación.

1. Definir el problema. En primera instancia se define el problema que se desea cartografiar, a efectos de la presente investigación se retoma la susceptibilidad a inundación.
2. Selección de Variables. Se recopila la información de las variables vectoriales requeridas para construir el modelo, evitando seleccionar información no necesaria. Así mismo realizará una corrección topológica de las líneas y polígonos que pudiesen tener una anomalía, se depuran los elementos de la tabla de atributos de las variables y se traslada la información al formato raster



o vector de acuerdo lo requiera la variable. La escala de información de las variables será de 1:250000 en usos de suelo, geología y edafología, cuerpos de agua, corrientes de agua en la escala 1:50000 y el uso de pendientes, dichas variables se visualizan en la siguiente tabla.

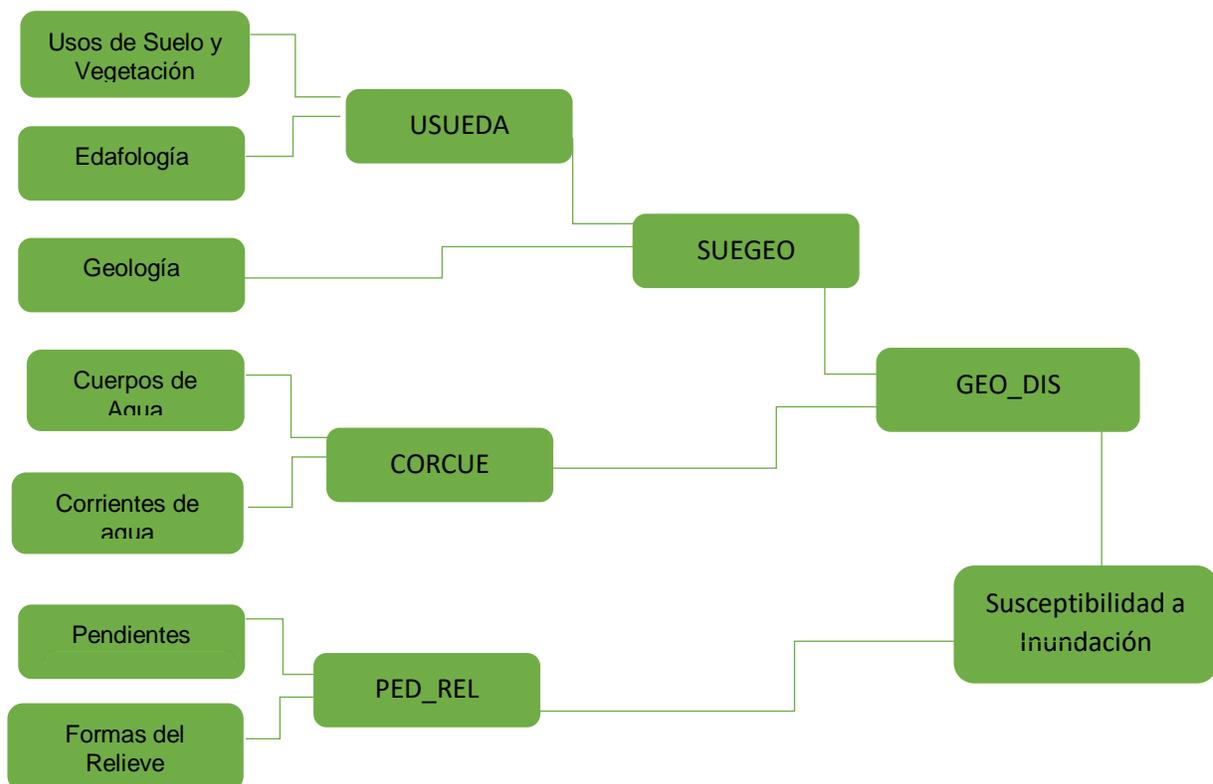
Tabla 7. Inundación

Variable	Factores	
Geología	Aluvial	
	Arenisca	
	Valor entre aluvial y toba	
	Brecha Volcánica	
	Toba	
	Andesita	
Edafología	Andosol	Húmico
		Ócrico
	Vertisol	Pélico
	Feozem	Háplico
	Cambisol	Éutrico
		Crómico
Luvisol	Crómico	
Usos de suelo y Vegetación	Agricultura de Humedad	
	Agricultura de Riego	
	Agricultura de Temporal	
	Bosque Cultivado	
	Bosque de Encino	
	Bosque de Oyamel	
	Pastizal Inducido	
Cuerpos de Agua	0-25m	
	25-50m	
	50-∞	
Corrientes de agua	0-25m	
	25-50m	
	50-∞	
Pendientes del terreno	0 – 2	
	2 – 6	
	6 - ∞	



3. Clasificar variables. Las variables seleccionadas se clasifican en dependientes e independientes.
4. Ponderar variables. Se asigna un valor a cada elemento de las variables, la cual estará en función de la importancia para el proceso estudiado. Para definir la ponderación se consultará las guías de interpretación cartográfica del Instituto Nacional de Estadística y Geografía y bibliografía especializada del tema. La ponderación será por el método de comparación por pares de Saaty.
5. Álgebra de mapas. Posteriormente se realiza una sobreposición de mapas, llevando a cabo operaciones matemáticas entre los valores de las capas de información.
6. Reclasificación. Se emplea para definir los rangos establecidos en el mapa resultante de las sumas anteriores.
7. Diagrama conceptual. Hace referencia a la construcción del modelo donde se aplicarán las sumas de las variables para llegar al modelo final.

Ilustración 4. Susceptibilidad a Inundación





Para la obtención de las áreas urbanizables se hará uso de la misma plataforma anteriormente mencionada, se aplicará el mismo análisis multicriterio y la modelación de procesos.

1. Definir el problema. Para obtener zonas de crecimiento urbano se toma el problema como “Aptitud Urbana”.
2. Selección de Variables. Las variables seleccionadas para la aptitud urbana son los usos de suelo, geología, edafología y cuerpos de agua en la escala 1:250000, vías de comunicación, corrientes de agua y fallas y fracturas en la escala 1:50000, además del uso de pendientes.

Tabla 8. Aptitud Urbana

Variable	Factores	
Geología	Aluvial	
	Arenisca	
	Brecha Volcánica	
	Toba	
	Andesita	
	Extrusiva Intermedia	
Edafología	Andosol	Húmico
		Ócrico
	Vertisol	Pélico
	Feozem	Háplico
	Cambisol	Éutrico
		Crómico
Luvisol	Crómico	
Usos de suelo y Vegetación	Agricultura de Humedad	
	Agricultura de Riego	
	Agricultura de Temporal	
	Bosque Cultivado	
	Bosque de Encino	
	Bosque de Oyamel	
	Pastizal Inducido	
Cuerpos de Agua	0 – 50m	
	50 – 75m	
	75 - ∞	
Vías de Comunicación	0-10m	
	10-20m	
	18- ∞	
	Se cambia a 20 por el tamaño del pixel	

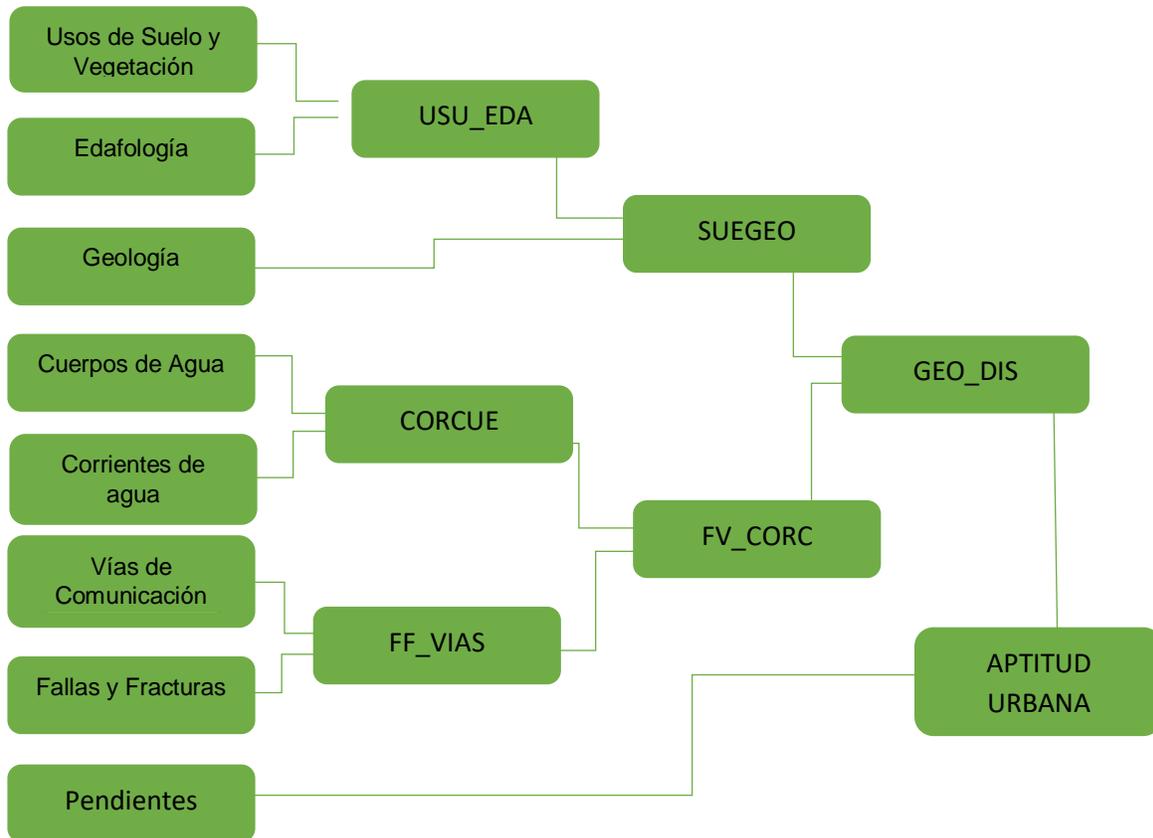


Continuación de la tabla

Variable	Factores
Corrientes de agua	0 – 50m
	50 – 75m
	75 - ∞
Fallas y Fracturas	0-20m
	20-40m
	40-∞
Pendientes	0°- 15°
	15°- 25°
	25°- 90°

3. Clasificar variables. Las variables seleccionadas se clasifican en dependientes e independientes.
4. Ponderar variables. Se asigna el valor a los elementos de cada variable en función de la importancia para determinar la aptitud urbana. La ponderación será por el método de comparación por pares de Saaty,
5. Álgebra de mapas. Posteriormente se realiza una sobreposición de mapas, llevando a cabo operaciones matemáticas entre los valores de las capas de información.
6. Reclasificación. Se emplea para definir los rangos establecidos en el mapa resultante de las sumas anteriores.
7. Diagrama conceptual. Hace referencia a la construcción del modelo donde se aplicarán las sumas de las variables para llegar al modelo final de aptitud urbana.

Ilustración 5. Aptitud Urbana



En penúltima parte se elaborará un mapa de aptitud urbana en el municipio, agregando la variable de susceptibilidad a inundación como una condicionante del crecimiento urbano del Municipio, a fin de saber si debería de considerarse como una restricción para el crecimiento del área urbana de Oztolotepec, y si es así, cuales sería las áreas propuestas para el crecimiento urbano de acuerdo a los resultados del mapa “Áreas urbanizables”.

Para ello se analizaron los parámetros vectoriales que se aplicaron en los modelos antes mencionados, a fin de explicar y resaltar la importancia de cada uno de los elementos cartográficos utilizados para la construcción de los modelos. La elaboración de este mapa final se realizará con el mapa de susceptibilidad a inundación y el de aptitud urbana por medio del uso de la plataforma ArcGis y su herramienta de superposición ponderada para lo cual se realizó una suma de los resultados obtenidos al final de cada modelo raster.



Capítulo 3. Caracterización del Medio Físico Natural y Social del Municipio de Oztolotepec.

Este capítulo tiene como objetivo describir las características del medio físico natural que se encuentran dentro de Oztolotepec, así mismo se destacan aquellos aspectos sociales que son de relevancia para conocer el contexto social del municipio. El capítulo se estructura en cuatro apartados, el primero menciona la localización y colindancias de Oztolotepec, el segundo se dedica a caracterizar los elementos físicos naturales que existen en el territorio municipal, el tercero establece el contexto social de la población de Oztolotepec, por último, se mencionan aquellos componentes económicos relevantes del municipio.

3.1. Caracterización del medio físico natural y social del Municipio.

El siguiente capítulo se realiza con la finalidad de conocer y describir las condiciones socioeconómicas y biofísicas que se encuentren relacionados con la temática planteada en esta investigación, como lo es la hidrografía, geología, edafología y los usos de suelo y vegetación. Además, se toman en cuenta aspectos sociales que pueden explicar el contexto social en el que se desenvuelve el municipio.

a. 1 Localización

El Municipio de Oztolotepec se localiza en la porción occidental del Estado de México, forma parte de la Zona Metropolitana del Valle de Toluca, así como en la Región VII Lerma de acuerdo a la regionalización propuesta por el Gobierno del Estado de México.

Geográficamente se encuentra ubicado dentro de las coordenadas 19°22' 27" y 19° 30' 45" de latitud norte y 99° 24' 30" y 99° 38' 05" de longitud Oeste.

b. Delimitación

De acuerdo con el Atlas de Riesgos Municipal de Oztolotepec (2015), establece las colindancias del municipio de Oztolotepec, el cual menciona que colinda con los



UAEM

Universidad Autónoma
del Estado de México



Municipios de Temoaya, Isidro Fabela y Jilotzingo al norte; con Toluca, Lerma y Xonacatlán al sur; con Jilotzingo y Xonacatlán al este y con Temoaya y Toluca al oeste.

Otzolotepec, cuenta con una extensión territorial de 112.2599 km², con respecto a la superficie del Estado de México representa el 0.50% del total.

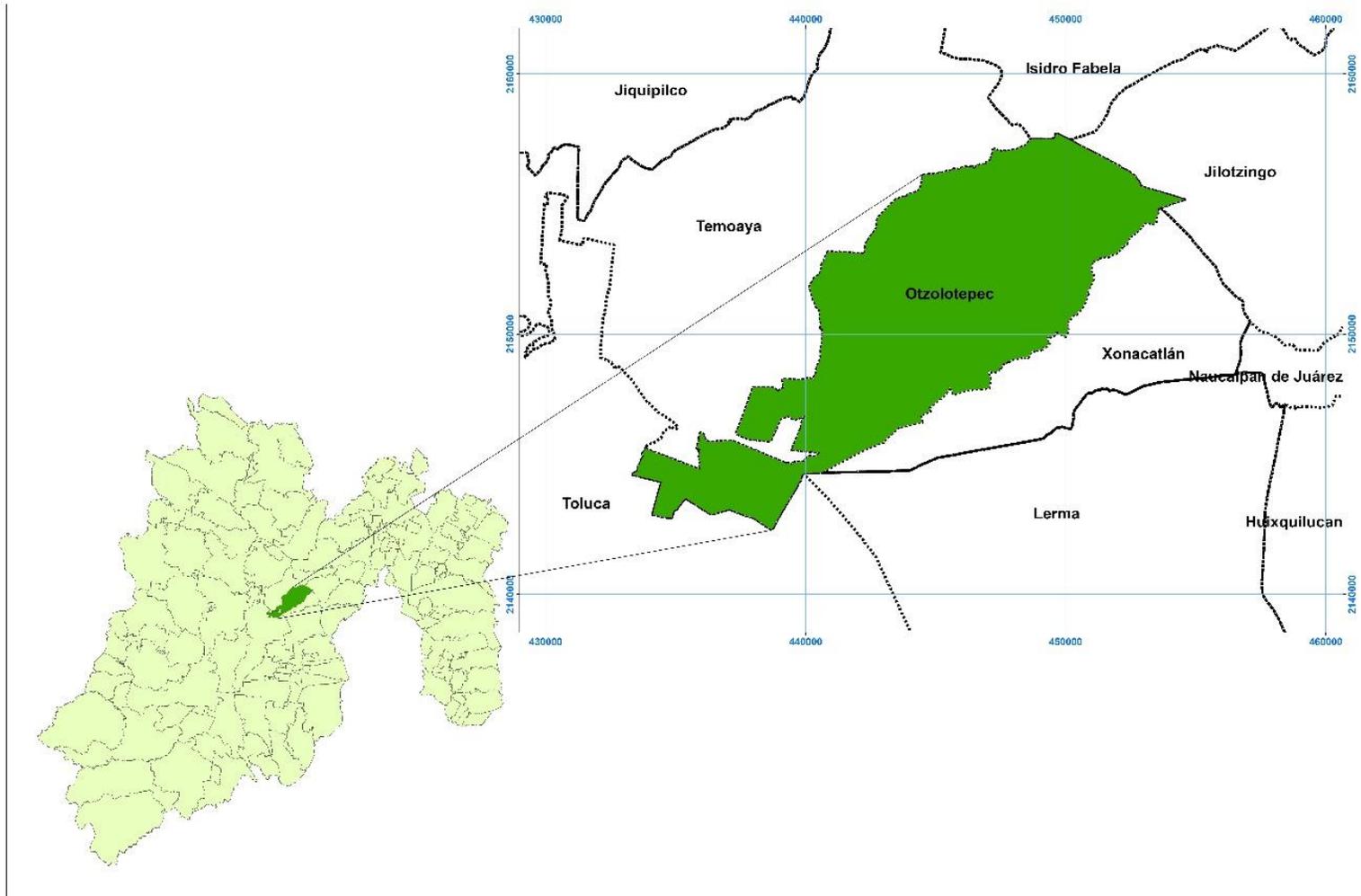


UAEM

Universidad Autónoma
del Estado de México



Mapa 1. Localización y Colindancias





3.2. Caracterización del Medio Físico Natural

3.2.1. Geología

En cuanto al tipo de roca que se encuentra en el municipio de Oztolotepec, existen cuatro tipos de rocas y un tipo de suelo los cuales se mencionan a continuación con la finalidad de conocer las principales características de las rocas existentes en la zona de estudio.

De acuerdo con Tarbuck y Lutgens (2005), la andesita es una roca de color gris medio, de grano fino y de origen volcánico, compuesta principalmente por plagioclasas sódicas, biotita y horblenta. Este tipo de roca tiene un uso económico para la mampostería y materiales de acabados, en cuanto a las posibilidades en el uso urbano son de moderadas a altas. Esta roca se encuentra distribuida principalmente al norte y este del municipio, en cuanto a la superficie tiene un total de 44.45 km².

De acuerdo con Tarbuck y Lutgens (2005) la toba es una roca piroclásticas compuestas por fragmentos expulsados durante una erupción volcánica, la toba, se compone fundamentalmente de diminutos fragmentos del tamaño de cenizas que se cementaron después de su caída. Este tipo de roca se localiza prácticamente en el norte del municipio, principalmente en Los Mimbres, Fábrica María, La Concepción Hidalgo, y en el cerro Tezontle. Sus posibilidades de uso para el desarrollo urbano son de alta a moderada, su uso económico es de relleno, representa dificultad para su excavación, pero es una roca muy resistente. La superficie total de la Toba es de 27.75 km².

De acuerdo con Tarbuck y Lutgens (2005), la brecha volcánica son rocas piroclásticas compuestas fundamentalmente por partículas de tamaño mayor que la ceniza, las partículas pueden consistir en fragmentos con perfil aerodinámico que se solidificaron en el aire, bloques procedentes de las paredes de la chimenea, cristales y fragmentos vítreos. Se ubica al este del municipio con una superficie de 0.23 km².



Las rocas ígneas se forman cuando un magma se enfría y se solidifica. Las rocas ígneas extrusivas o volcánicas se forman cuando una lava se enfría sobre la superficie (Tarbuck y Lutgens, 2005:13). Estas rocas se hacen presentes en el este, en los límites municipales de Oztolotepec, aunque en baja cantidad con 0.23 km².

Así mismo se encuentran materiales depositados compuestos por arenas, y se podrían encontrar pequeñas cantidades de feldespatos y otros minerales. Su uso económico es para obtención de arena y materiales de relleno. Sus potenciales para el uso urbano son de altas a moderadas.

Se localiza principalmente al centro del municipio, las localidades donde podemos encontrar dicha roca son, San Mateo Capulhuac, San Agustín Mimbres, San Mateo Mozoquilpan, La Concepción Hidalgo, Las Trojes, Barrio de la Rosa y Barrio Solanos. La superficie dentro del municipio es de 12.14 km².

Por otro lado, se encuentra material aluvial, de acuerdo con el Atlas de Riesgos Municipal de Oztolotepec (2015), son el resultado del acarreo y el depósito de materiales detríticos o clásticos de la erosión de las rocas, cuyas partículas y fragmentos han sido transportados por los ríos; también se fueron rellenando poco a poco por la gran cantidad de cenizas volcánicas que fueron arrastradas por agua o corrientes de lodos volcánicos y lluvia. Los sedimentos que constituyen estos suelos son gravas y arcillas. Su aprovechamiento para uso urbano es muy bajo.

Condicionan en gran medida el crecimiento urbano, ya que se consideran suelos inundables y de alto riesgo para su utilización, sobre todo al margen de los ríos existentes. Este tipo de suelo se localiza en toda la parte sur de Oztolotepec, incluyendo Villa Cuauhtémoc, Santa María Tetitla, hasta la Colonia Guadalupe Victoria. La superficie total con la que cuenta es de 27.92 km².

En la siguiente tabla se muestran todos los tipos de rocas anteriormente mencionados, además de la superficie total dentro del municipio de Oztolotepec para su mejor comparación.



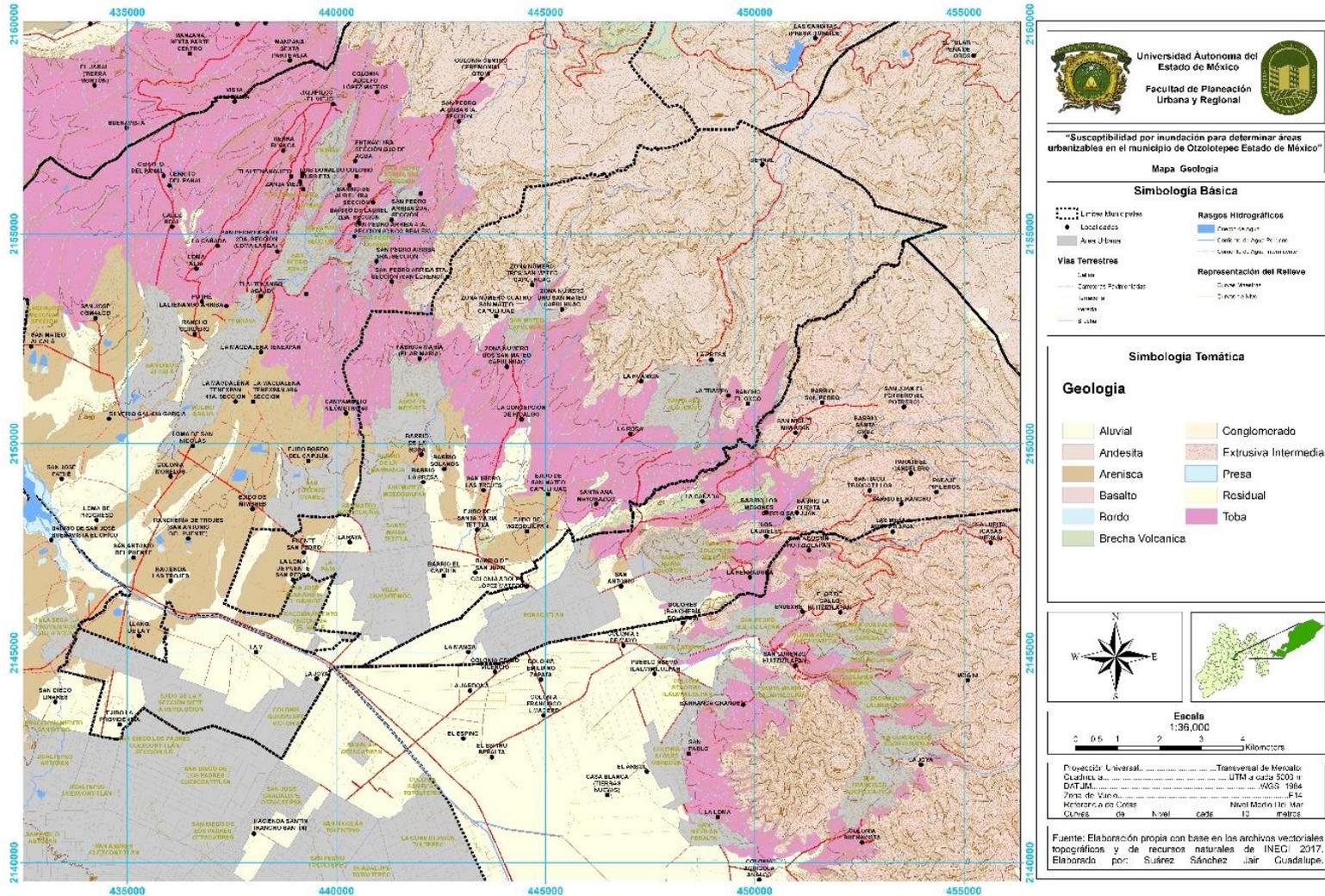
Tabla 9. Geología

Unidad	Superficie en km ²	Porcentaje
Aluvial	27.92	24.8
Arenisca	12.14	10.8
Brecha Volcánica	0.23	0.2
Toba	27.75	24.6
Andesita	44.45	39.4
Extrusiva Intermedia	0.23	0.2

Fuente: Elaboración Propia.

En el siguiente mapa geológico se muestra la distribución de las rocas existente dentro del municipio.

Mapa 2. Geología





3.2.2. Edafología

En cuanto a las unidades de suelo, en Oztolotepec existe una gran diversidad de estas unidades de acuerdo a la cartografía digital de INEGI en escala 1:50000, por lo que se encontraran Andosoles, Luvisoles, Cambisoles, Vertisoles y Feozem, las cuales se describen a continuación de acuerdo a la Base Referencial Mundial del Recurso Suelo que fue publicado por la International Union of Soil Sciences (IUSS) y el uso de las Guías de Interpretación Cartográfica de INEGI.

La primera unidad de suelo es el Andosol, el cual de acuerdo con la Base Referencial Mundial del Recurso Suelo (2007), menciona que son suelos que se desarrollan en eyecciones o vidrios volcánicos bajo casi cualquier clima, son generalmente de colores oscuros y tienen alta capacidad de retención de humedad. Tienen generalmente bajos rendimientos agrícolas debido a que retienen considerablemente el fósforo y éste no puede ser absorbido por las plantas, Los Andosoles en pendientes pronunciadas tal vez se mantienen mejor bajo bosque.

Considerando las subunidades existentes en el territorio de Oztolotepec, el Diccionario de Datos Edafológicos (2001), menciona que el Andosol Húmico tiene una capa superficial oscura, con buen contenido de materia orgánica, pero pobre en nutrientes o bases (Ca, Mg, K, Na). Por otro lado, el Andosol Ócrico tiene una capa superficial clara y pobre en materia orgánica, textura migajosa-limosa a más fina en alguna parte dentro de los 50 cm de profundidad.

Dichas unidades de suelo se pueden encontrar a lo largo de una pequeña zona de San Agustín Mimbres al norte del municipio, sus propias características le limitan para una actividad intensa en materia de desarrollo urbano, ya que por su propia naturaleza son de fácil acarreo, lo que da como resultado un elemento activo de inestabilidad. Los carbonatos que presentan pueden cementar el suelo disminuyendo el potencial de excavación. En relación a la superficie total de los andosoles dentro del municipio, suman en conjunto 50.34 km² siendo el valor más alto.



Otra unidad es el Cambisol, el cual la Base Referencial Mundial del Recurso Suelo (2007), menciona que los Cambisoles combinan suelos con formación de por lo menos un horizonte subsuperficial incipiente. La transformación del material parental es evidente por la formación de estructura y decoloración principalmente parduzca, puede tener pequeñas acumulaciones de arcilla, carbonato de calcio, fierro o manganeso. Los Cambisoles generalmente constituyen buenas tierras agrícolas y se usan intensivamente, susceptibles a erosionarse.

De igual forma las subunidades existentes son los Cambisoles Eútrico y Crómico, por lo que el Diccionario de Datos Edafológicos (2001), menciona que Cambisol Éútrico tiene características con subsuelo rico o muy rico en nutrientes o bases (Ca, Mg, K, Na). Mientras que el Cambisol Crómico es un subsuelo de color rojizo, son de fertilidad moderada y con alta capacidad para proporcionar nutrientes a las plantas.

Este tipo de suelo se encuentra básicamente al noreste y en pequeñas áreas al noroeste, y se considera apto para el desarrollo urbano. La superficie total en el municipio es de 24.15 km².

En cuanto a la unidad Luvisol, la Base Referencial Mundial del Recurso Suelo (2007), menciona que son suelos que tienen mayor contenido de arcilla en el subsuelo que en el suelo superficial, son frecuentemente rojos o amarillentos, aunque también presentan tonos pardos, que no llegan a ser oscuros, son suelos con alta susceptibilidad a erosión. La mayoría de los Luvisoles son suelos fértiles y apropiados para un rango amplio de usos agrícolas, en las zonas templadas se cultivan ampliamente con granos pequeños, remolacha azucarera y forraje; en áreas en pendiente, se usan para huertos, forestales y/o pastoreo.

En cuanto a la subunidad se encuentra el Crómico, de tal forma que la Guía de Interpretación de Cartografía Edafológica (2004), menciona que los Luvisoles Crómicos son suelos de color pardo o rojizo, en algunas ocasiones amarillento. Son



de fertilidad moderada y con alta capacidad para proporcionar nutrientes a las plantas.

No es apto para el uso urbano por la gran capacidad agrícola y forestal. Este tipo de suelo se encuentra principalmente en pequeñas áreas, en las zonas de pendientes entre San Agustín Mimbres y Fábrica María ubicadas al oeste del municipio. Para los luvisoles la superficie es de 1.56 km² siendo el valor mínimo comparado con las demás unidades.

La penúltima unidad de suelo que existe en la zona de estudio es el Vertisol, de igual forma la Base Referencial Mundial del Recurso Suelo (2007), menciona que los Vertisoles son suelos muy arcillosos, que se mezclan, con alta proporción de arcillas expandibles. Estos suelos forman grietas anchas y profundas desde la superficie hacia abajo cuando se secan, su color más común es el negro o gris oscuro en la zona centro a oriente de México y de color café rojizo hacia el norte del país.

Estos suelos tienen considerable potencial agrícola, pero el manejo adecuado es una precondición para la producción sostenida, su dureza dificulta la labranza y con frecuencia existen problemas de inundación, mientras que su drenaje interno es lento, tienen baja susceptibilidad a la erosión y alto riesgo de salinización.

En cuanto a la subunidad le corresponde el Pélico, el cual de acuerdo a la Guía de Interpretación de Cartografía Edafológica (2004), los Vertisoles Pélicos indican un color negro o gris oscuro. Este tipo de suelo es el que predomina en el municipio, abarca a las localidades de Villa Cuauhtémoc, Santa María Tetitla, Ejido de Villa Cuauhtémoc, San Mateo Mozoquilpan, Las Trojes y la zona sur de San Agustín Mimbres. No son aptos para el desarrollo urbano. Los vertisoles tiene la superficie más alta con 27.11 km².

Por último, se encuentra la unidad de suelo Feozem, en la que la Base Referencial Mundial del Recurso Suelo (2007), menciona que tienen horizonte superficial



oscuro, ricos en materia orgánica, en comparación con Chernozems y Kastanozems, son menos ricos en bases. Son usados generalmente en la agricultura. Cuando se presentan en terrenos planos, puede ser utilizado en la producción de granos, legumbres u hortalizas con altos rendimientos.

Los Feozems menos profundos, situados en laderas o pendientes, presentan como principal limitante la roca o alguna cementación muy fuerte en el suelo, tienen rendimientos más bajos y se erosionan con más facilidad, sin embargo, pueden utilizarse para el pastoreo o la ganadería con resultados aceptables.

En cuanto a la subunidad le Corresponde el Háplico, por lo que el Diccionario de Datos Edafológicos (2001), menciona que Feozem Háplico son suelos que no presentan características de otras subunidades, sin ninguna propiedad. Se localiza al centro y la parte suroeste del municipio; en cuanto al uso urbano son aptos para su desarrollo. La superficie total es de 14.32 km² dentro de la zona de estudio.

A continuación, en la tabla diez, se presenta las unidades de suelo y el suelo predominante y la superficie total, con el fin de una mejor representación y comparación en cuanto al total municipal.

Tabla 10. Edafología

Unidad	Subunidad	Superficie en km ²	Porcentaje
Andosol	Húmico y Ócrico	50.34	42.8
Vertisol	Pélico	27.11	23.1
Feozem	Háplico	14.32	12.2
Cambisol	Éutrico y Crómico	24.15	20.6
Luvisol	Crómico	1.56	1.3

Fuente: Elaboración Propia.

La distribución de las unidades y subunidades edafológicas mencionadas anteriormente en la tabla, se muestran en el siguiente mapa edafológico.

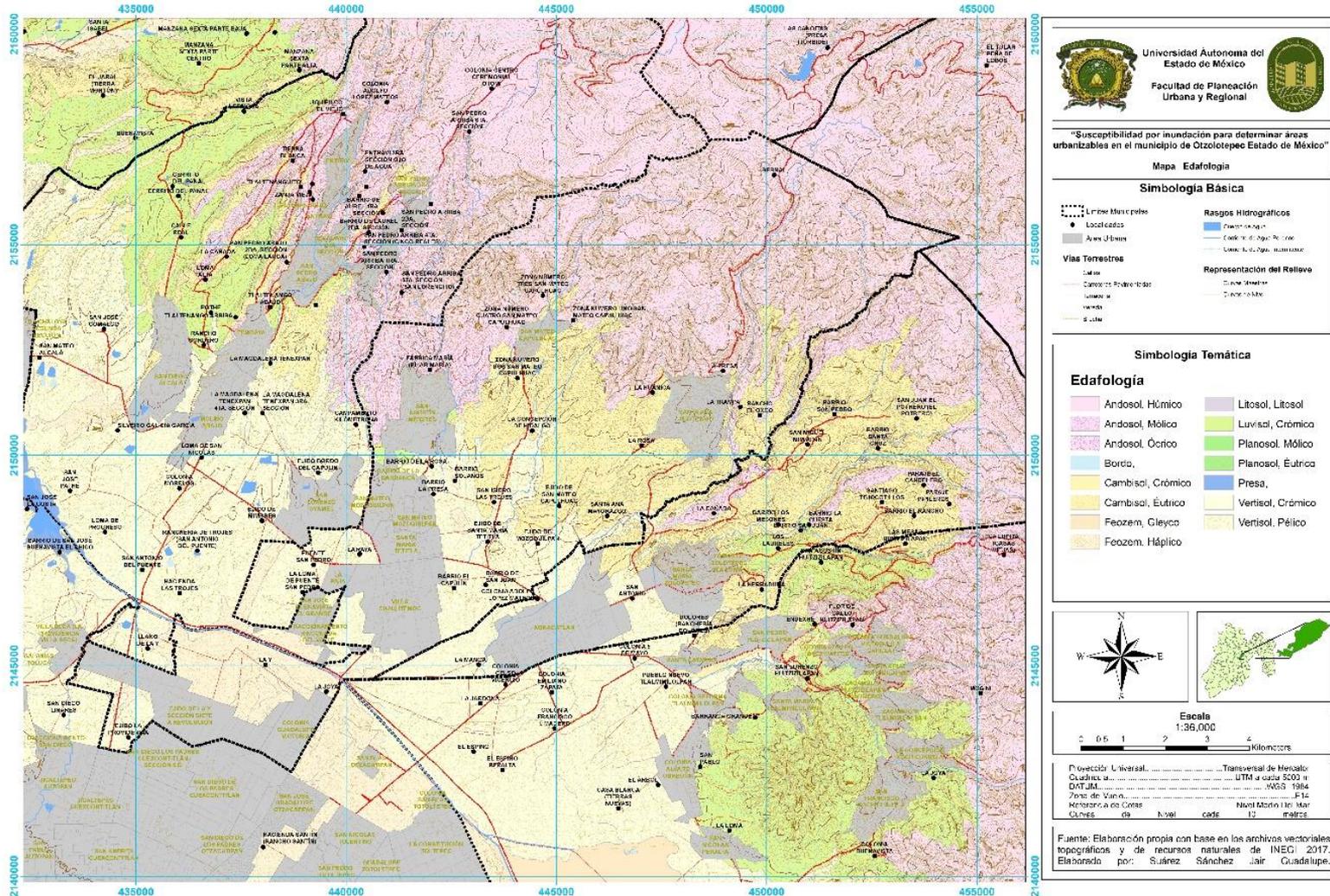


UAEM

Universidad Autónoma del Estado de México



Mapa 3. Edafología





3.2.3. Uso de suelo y vegetación

El municipio de Oztolotepec cuenta con una superficie de 112.259 km² dividiéndola por su uso agrícola, forestal y pastizal de acuerdo a la información digital de INEGI (2013).

Cabe destacar que el uso predominante corresponde al uso agrícola que abarca más de la mitad del territorio municipal, sin embargo, esta se divide en agricultura de humedad con un 11.79%, agricultura temporal en un 23.39% y por último el de agricultura de riego con el porcentaje más alto con un 26.07% del total municipal, dicho lo anterior cabe mencionar que la agricultura se encuentra distribuida a lo largo del municipio siendo la actividad principal que se desarrolla.

Por otro lado, en segundo lugar, se encuentra el uso de suelo forestal ubicado principalmente al norte del municipio, debido a que dentro de la zona de estudio se localiza un área natural protegida denominada Parque Ecológico, Turístico y Recreativo Zempoala La Bufa, denominado Parque Otomí – Mexica del Estado de México, este parque concentra la masa arbórea que da riqueza natural al municipio. Es importante mencionar que la problemática que degrada estos sitios naturales son la, deforestación y erosión, de igual forma se ve afectada por incendios forestales, que son los principales degradadores del medio en que se encuentran.

En cuanto a la vegetación que se encuentra en el área natural protegida, existe masa arbórea de Bosque Cultivados que de acuerdo con la Guía para la interpretación de cartografía Uso del suelo y vegetación (2015), los considera como bosques artificiales, ya que son consecuencia de una reforestación con árboles de distintos géneros, por lo general con especies exóticas. Los fines de estas plantaciones son el recreativo y ornamental, además de conservar el medio ambiente, así como evitar la erosión del suelo.

Por otro lado, se encuentra masa de Bosque de Encino, de acuerdo con la Guía para la interpretación de cartografía Uso del suelo y vegetación (2015), se desarrollan en climas cálidos, templados húmedos, subhúmedos a secos, con temperaturas



anuales que van de los 10 a 26° c. y una precipitación media anual que varía de 350 a 2 000 mm. Se desarrolla en muy diversas condiciones ecológicas desde el nivel del mar hasta los 3000 m de altitud. Este tipo de vegetación se ha observado en diferentes clases de roca madre, tanto ígneas, sedimentarias y metamórficas, en suelos profundos o someros como regosoles, leptosoles, cambisoles, andosoles, luvisoles, entre otros.

Para finalizar, se encuentra del Bosque de Oyamel el cual de acuerdo con la Guía para la interpretación de cartografía Uso del suelo y vegetación (2015), se desarrolla en climas templados y semifríos, húmedos, entre los 2 000 a 3 600 m de altitud, con una temperatura media anual que oscila entre los 6 y 18° C y una precipitación que varía de los 600 a 3 000 mm, con una pendiente por arriba del 40%, el sustrato predominante es de rocas ígneas como andesitas y basalto, los suelos son andosoles, leptosoles, cambisoles y acrisoles.

Para el caso de Pastizal Inducido la Guía para la interpretación de cartografía Uso del suelo y vegetación (2015), establece que la comunidad dominada por gramíneas o gramínoideas aparece como consecuencia del desmonte de cualquier tipo de vegetación; también puede establecerse en áreas agrícolas abandonadas o bien como producto de áreas que se incendian con frecuencia.

Los pastizales inducidos algunas veces corresponden a una fase de la sucesión normal de comunidades vegetales, cuyo clímax es por lo común un bosque o un matorral. Otras veces el pastizal inducido no forma parte de ninguna serie normal de sucesión de comunidades, pero se establece y perdura por efecto de un intenso y prolongado disturbio, ejercido a través de tala, incendios, pastoreo y muchas con ayuda de algún factor del medio natural. En cuanto a la superficie, el pastizal inducido representa el 8.35%, el cual se encuentra distribuido principalmente en el centro del municipio y al sureste, y en menor medida se ubican al noroeste.



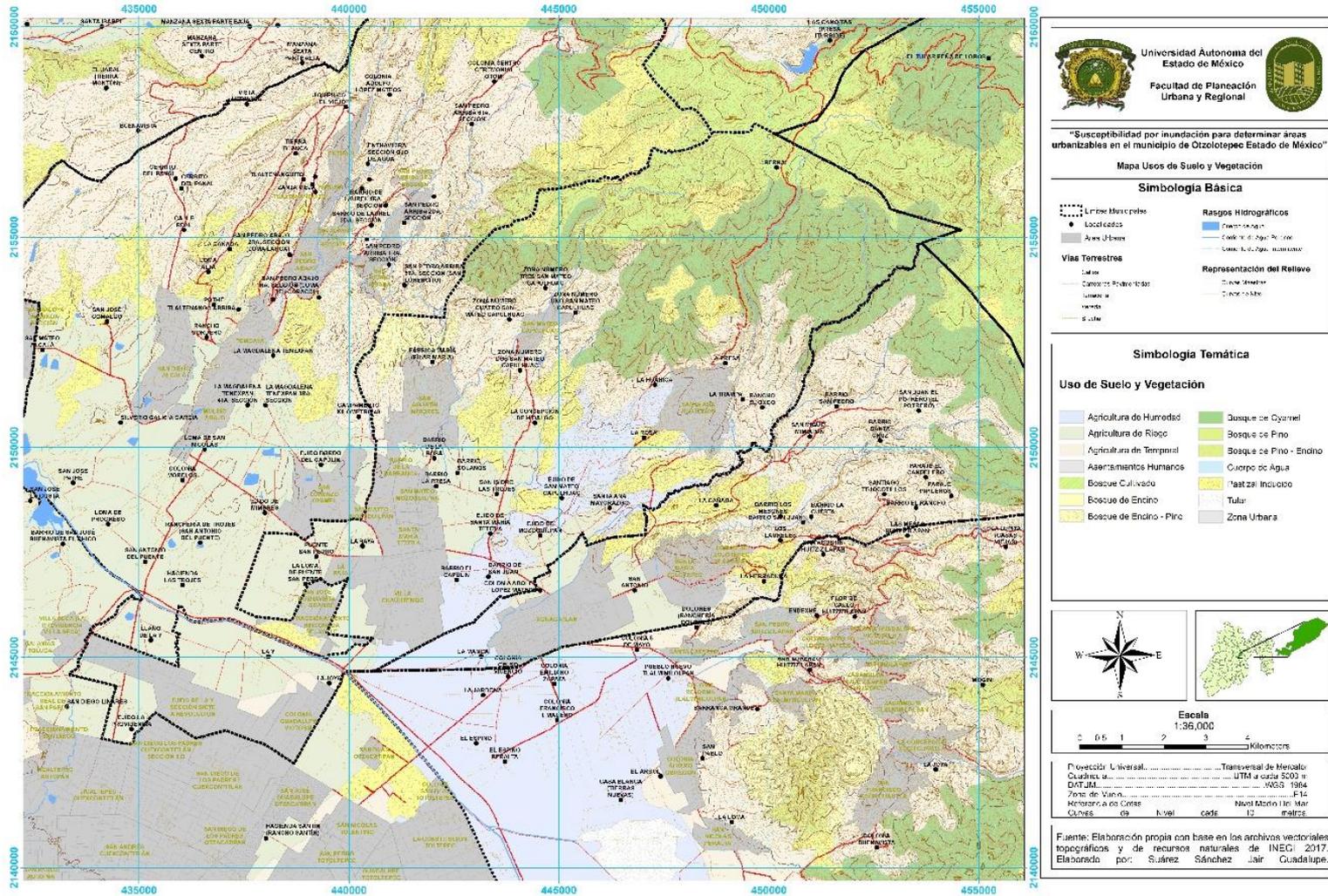
Tabla 11. Usos de suelo y Vegetación

Descripción	Superficie en km ²	Porcentaje
Agricultura de Humedad	13.24	11.79
Agricultura de Riego	29.27	26.07
Agricultura de Temporal	26.25	23.39
Bosque Cultivado	10.28	9.15
Bosque de Encino	1.92	1.71
Bosque de Oyamel	21.94	19.54
Pastizal Inducido	9.37	8.35
TOTAL	112.26	100.00

Fuente: Elaboración Propia.

En cuanto a la distribución de los usos de suelo y vegetación mencionados en la tabla anterior, se muestran en el siguiente mapa.

Mapa 4. Usos de suelo y Vegetación





3.2.4. Hidrología

El municipio de Oztolotepec forma parte de la Región Hidrológica No. 12 Lerma-Santiago con un 99.74% y en la Región Hidrológica No. 26 Pánuco con el 0.26% restante. Los recursos hidrológicos que se encuentran en el municipio son los mencionados a continuación.

En cuanto a los Ríos, Arroyos, Manantiales y Presas, el Atlas de Riesgos Municipal de Oztolotepec (2015), establece la existencia de 7 ríos los cuales son el Río Lerma, Río Solanos, Arroyo Zarco, Río La Cañada, Río Bernal, Río Verdiguél y Río San Lorenzo. En relación a los Arroyos establece 4, La Concepción, La Vega, El Arco y Los Ajolotes.

En lo correspondiente a los Manantiales un dato reportado por la Secretaría del Medio Ambiente del Estado de México en su portal web, menciona que en el periodo 2007- 2009 se localizaron un total de 145 manantiales en todo el municipio con un volumen anual de 3,176,621 m³, mientras que el Plan Municipal de Desarrollo Urbano (2015), menciona que estos se encuentran principalmente en la localidad de San Mateo Capulhuac donde existen: Ajolotes, Los Pantanitos, Los Cuatro Oyameles y las Tablas. Estos son aprovechados para surtir de agua potable a la población en un 10% de la demanda total. Cabe mencionar que se utiliza para zonas agrícolas de riego. En la localidad de Santa Ana Jilotzingo se encuentran: Bernal, Llanito Colorado y Llanito Redondo. De éstos su capacidad no es aprovechada al máximo.

En cuanto a las presas existe solamente una, que se encuentra en los límites de Capulhuac y La Concepción de Hidalgo; fue construida con la finalidad de aprovechar el agua excedente de los manantiales.

Actualmente se cuenta con sistemas de drenaje deficientes y con ausencia de la capacidad requerida, lo que ocasiona que se realicen descargas en los ríos y



arroyos del municipio y con ello se genere un nivel considerable de contaminación.
(PMDU, 2015: 25-26)

En el siguiente mapa se muestran las regiones hidrológicas en las que se encuentra inmersa el municipio de estudio, además de los rasgos hidrográficos correspondientes.

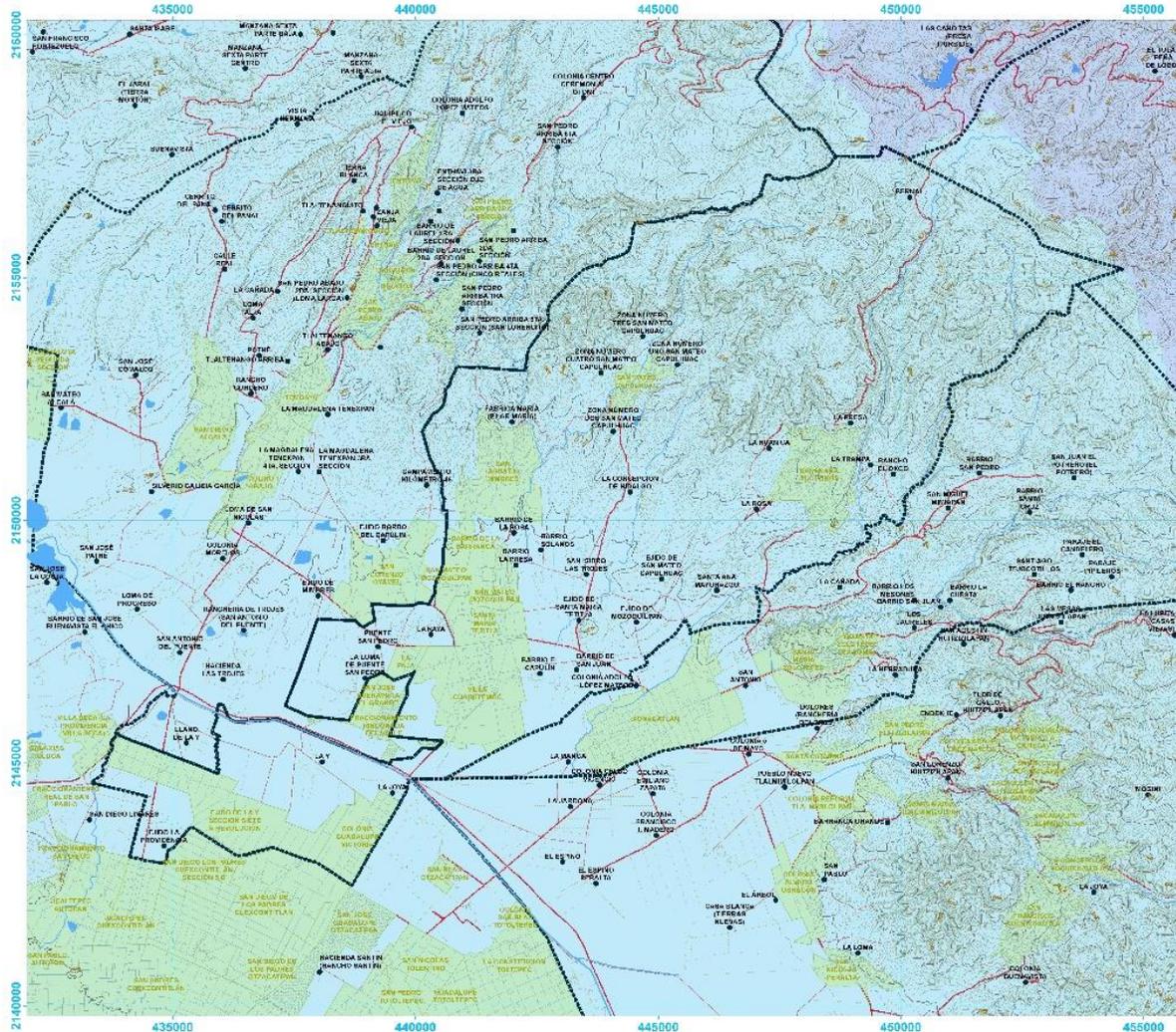


UAEM

Universidad Autónoma del Estado de México



Mapa 5. Hidrología



Universidad Autónoma del Estado de México

Facultad de Planeación Urbana y Regional

"Susceptibilidad por inundación para determinar áreas urbanizables en el municipio de Otizotepec Estado de México"

Mapa de Regiones Hidrológicas

Simbología Básica

- Límite Municipales
- Localidades
- Área Urbana

Vías Terrestres

- Carretera Federal
- Carretera Estatal
- Carretera Municipal
- Camino

Rasgos Hidrográficos

- Cuenca
- Cauce de Agua Potable
- Cauce de Agua Residual

Representación del Relieve

- Contorno
- Elevación

Simbología Temática

- Región Hidrológica No. 26
- Región Hidrológica No. 12 Lorma-Santiago

Regiones Hidrológicas

Escala: 1:36,000

Proyección: Universal, Transversal de Mercator
 Datum: UTM a cada 5000 m
 DATUM: WGS 1984
 Zona de Zona: 14
 Hemisferio de Corde: Norte
 Nivel Medio del Mar
 Unidades: en metros

Fuente: Elaboración propia con base en los archivos vectoriales topográficos y de recursos naturales de INEGI 2017.
 Elaborado por: Suárez Sánchez Jair Guadalupe.



3.2.5. Topografía e Hipsometría

De acuerdo con el Atlas de Riesgos Municipal de Oztolotepec (2015), el territorio del municipio de Oztolotepec presenta elevaciones hacia el norte y oriente con la presencia de barrancas y pequeños cerros, en la zona centro y sur se presenta una planicie que forma parte del Valle de Toluca.

Las cadenas montañosas se forman en la sierra del Monte Alto, en cuanto los valores altitudinales del Municipio, las curvas de nivel oscilan entre los rangos de 2500 y 3700 msnm. Quedando dentro de Oztolotepec cerros importantes como Cervantes, La Lechuguilla, La Columna, Cerro del Diablo, Cerro de Agua de Ávila, La Iglesia Vieja, Bernal, Las Agujas, Matorrayo, Puerto del Indio, Cerro Cañada del Gato, Los Joyos, La Cruz, Las Mesas y el Cerro del Tezontle. (PMDU, 2005: 24)

A partir de los datos vectoriales obtenidos y transformados a raster en la plataforma de ArcGis, se obtiene que la cabecera municipal, y las localidades de San Mateo Mozoquilpan, Santa María Tetitla y la Colonia Guadalupe Victoria se encuentra en una zona plana con pendientes que oscilan entre los 0 y 2.7°, encontrándose dentro del rango apto para el desarrollo urbano

Oztolotepec presentan un acenso de las pendientes de sur a norte como se muestra en el siguiente mapa, por lo que las pendientes oscilan entre los 2.7 a los 15.3°; las cuales de acuerdo con el Plan Municipal de Desarrollo Urbano (2015), resultan aptas para el desarrollo urbano pero con algunas restricciones para la construcción de vivienda plurifamiliar, zonas deportivas, vialidad primaria y secundaria, así como para el uso agrícola; mientras que, para la instalación de industria pesada, almacenamiento y abasto no es apto.

Este tipo de pendientes genera un costo extra en la instalación de infraestructura urbana, principalmente hidráulica y sanitaria. En dichas pendientes se encuentran las localidades de San Agustín Mimbres, Fábrica María, La Concepción Hidalgo, San Mateo Capulhuac, Santa Ana Jilotzingo, La Huánica y El Hosco.



UAEM

Universidad Autónoma
del Estado de México



Por último, al norte del municipio se encuentra el Parque Ecológico, Turístico y Recreativo Zempoala La Bufa, denominado Parque Otomí – Mexica del Estado de México, cuyas pendientes van de los 15.3 hasta los 53°, las cuales no son aptas para el uso habitacional debido al decreto de área natural protegida que restringe el desarrollo urbano del municipio.

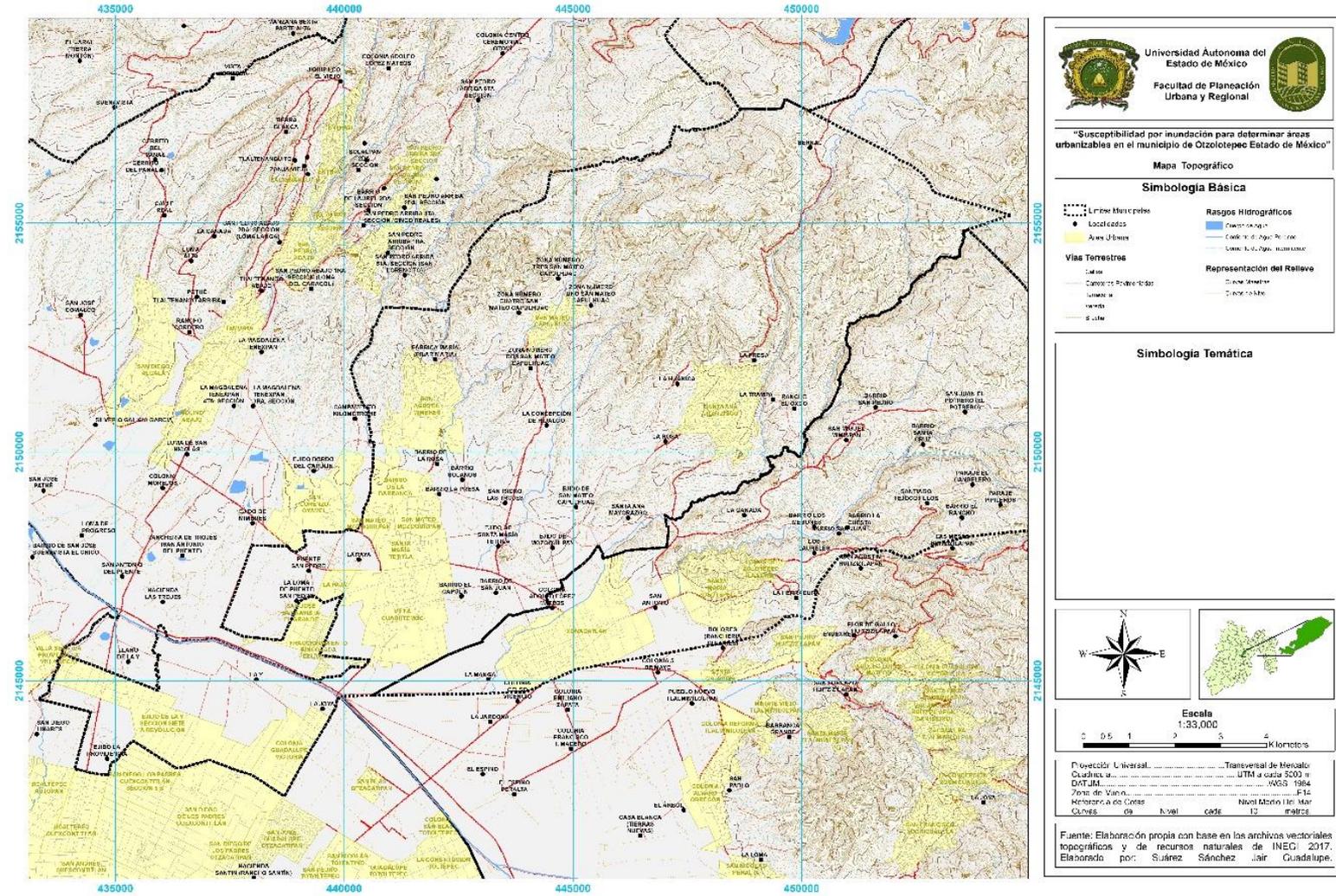


UAEM

Universidad Autónoma del Estado de México



Mapa 6. Topografía e Hipsometría





3.3. Caracterización sociodemográfica

a. Población Total

De acuerdo con el Instituto Nacional de Estadística y Geografía, Oztoltepec cuenta con una población total de 78146 habitantes, de las cuales el 51% son mujeres y el restante 49% son hombres, representando el 0.51% respecto a la población estatal.

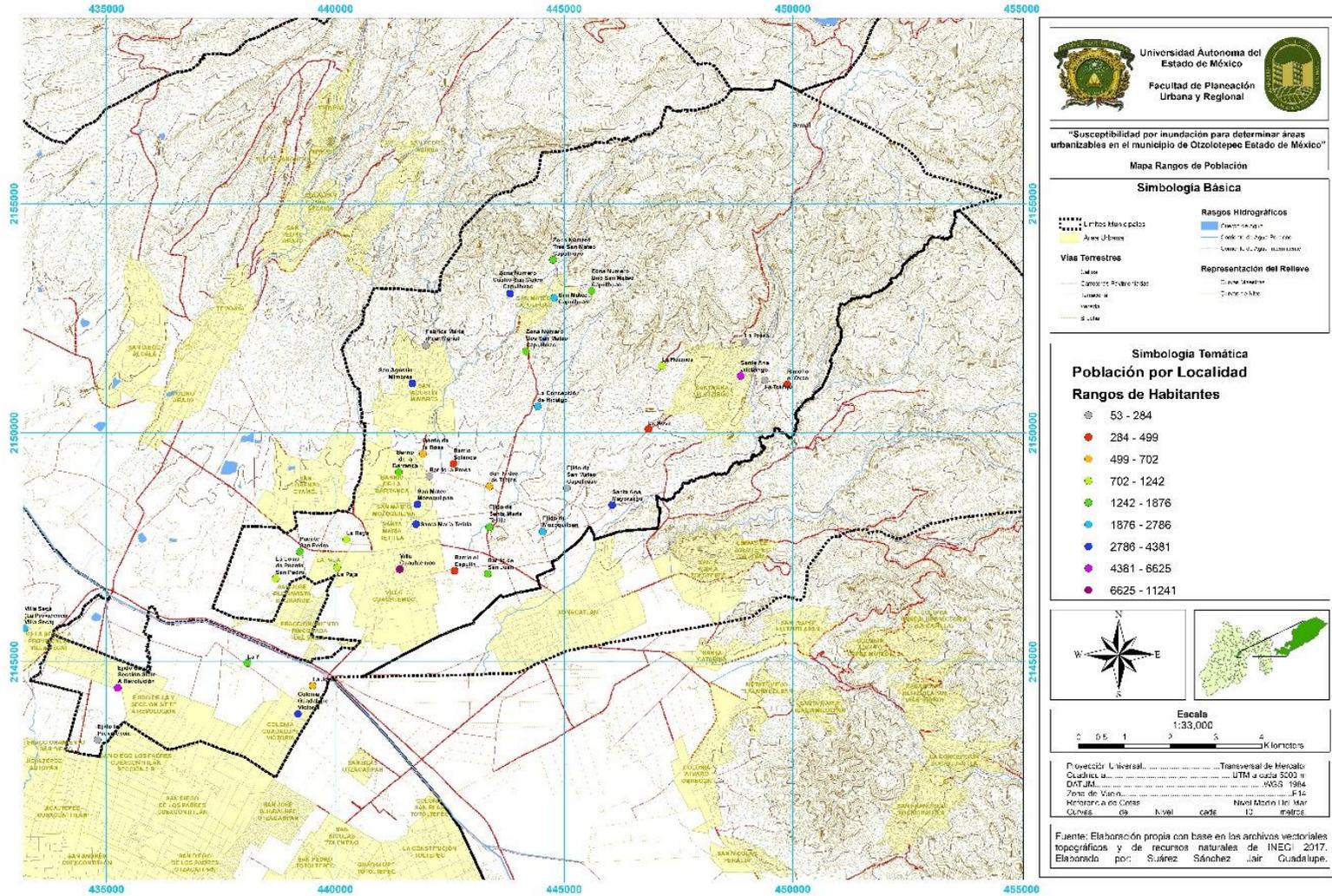
Tabla 12. Población Total

	Habitantes	Porcentaje
Masculina	38318	49
Femenina	39828	51
Total	78146	100

Fuente: Elaboración Propia con Base en el Censo de Población y Vivienda, 2010.

En el siguiente mapa se establecen nueve rangos poblacionales, por lo que la población total de cada localidad posee un color en función del rango al que pertenece.

Mapa 7. Rangos de Población





b. Crecimiento Poblacional

Se hace notar por comportamientos geométricos, de tal manera que a partir de los años de 1980 a 1990 se nota un incremento del 38.8 respecto al último año. Sin embargo, con la entrada de los conteos de población por parte del Instituto Nacional de Estadística y Geografía del año 1995, se obtiene un decremento en el porcentaje hasta el año 2000 cerrando con 16.9%, al año 2005 un incremento de 17.4%, y un decremento a 15.6% en el porcentaje al último año censal.

Tabla 13. Crecimiento Poblacional 1980-2010

Año	Total	Hombres	Mujeres	Porcentaje de Incremento
1980	29112	14848	14264	
1990	40407	19936	20471	38.8
1995	49264	24226	25038	21.9
2000	57583	28183	29400	16.9
2005	67611	33049	34562	17.4
2010	78146	38318	39828	15.6

Fuente: Elaboración Propia con base en el Censo de Población y Vivienda 1980- 2010.

Lo anterior está relacionado a las dinámicas poblacionales a las que se encuentran sujetas toda población, por lo que la presente investigación considera importante los movimientos de entrada y salida de la población, los cuales se calculan en un apartado posterior.

c. Proyecciones de Población

En cuando a la dinámica poblacional el municipio presenta un crecimiento anual de la población; tomando como base la población del año 2005 y 2010, se calculó la tasa de crecimiento media anual, la cual tiene el valor de 0.02938, para poder obtener las proyecciones de población por el método exponencial con transformación logarítmica las cuales se presentan en la tabla catorce.



Tabla 14. Proyecciones de Población al 2040

	2005	2010	2015	2020	2030	2040
Otzolotepec	67611	78146	90511	104833	140634	188661
Incremento		15.6	15.8	15.8	34.2	34.2

Fuente: Elaboración Propia con base en el Instituto Nacional de Estadística y Geografía 2005-2010.

En la tabla se puede observar que hay un incremento del 15.6 % del año 2005 al 2010, mientras que esa tendencia similar continua hasta el año 2020, y a partir del año 2030 y 2040 el porcentaje de crecimiento asciende a 34.2%, poco más del doble de los años anteriores.

d. Densidades de Población y Vivienda

Es la relación entre la población total y la superficie del territorio, es la división de la población total entre la extensión del territorio en km², y se obtiene el número de habitantes por cada kilómetro cuadrado, dicho lo anterior se traduce en lo siguiente:

- Población total = 78146
- Extensión Territorial = 112.2599 km²

La densidad de población también la necesidad de incrementar los servicios públicos e infraestructura para la demanda de la población. El resultado obtenido sin números decimales es 696, lo cual quiere decir que en el municipio de Otzolotepec, la densidad de población es de 696 habitantes por cada km²; si la comparamos con el Estado de México con su 678 hab/ km², se notará que tiene una pequeña diferencia respecto al Estado.

De igual forma, la densidad de vivienda se calcula dividiendo la superficie total entre el número total de viviendas del municipio, tomando en cuenta que las viviendas totales son 18157 y la superficie 112.2599 km², el resultado obtenido es 162 viviendas por cada km².



e. Migración

La movilidad de la población está determinada por diversos factores como el crecimiento natural, los movimientos de residencia, tanto de entradas como salidas de la población de un lugar determinado. Es por ello que la migración es un factor determinante para elevar o disminuir considerablemente el ritmo de crecimiento de la población, por lo anterior es que a continuación se procederá a calcular las tasas brutas de inmigración, emigración y la tasa de migración neta.

Para la tasa de emigrantes, este indicador permite estimar la relación entre las emigraciones registradas de lugar en un año determinado, entre la población total del mismo lugar. De tal forma que los datos que se requieren para el cálculo son los siguientes:

$$TE = Et/Nm \times 1000$$

- Emigrantes = 631
- Población total = 78146

La tasa de emigración es de 8 personas por cada 1000 habitantes.

Mientras que la tasa de inmigración es la relación entre el total de personas que llegaron a una localidad sobre la población total de dicha localidad.

$$TI = It/Nm \times 1000$$

- Inmigrantes = 2994
- Población total = 78146

La tasa de inmigración resultante es de 38 personas por cada 1000 habitantes.

La tasa de migración neta corresponde a la diferencia entre la tasa de inmigración y la tasa de emigración expresada por 1000.

$$TMN = (TI - TE) \times 1000$$



Entonces el resultado es 30 personas por cada mil habitantes corresponden al movimiento de la migración.

f. Índice y Grado de Marginación

En cuanto al índice y grado de marginación, se tomó como base el Índice de Marginación por Entidad Federativa y Municipio 2010 del Consejo Nacional de Población. En relación a Oztolotepec, el cruce de los indicadores socioeconómicos que propone CONAPO, muestra un índice de -0.538, lo cual se traduce un grado de marginación medio como se observa en la siguiente tabla.

Tabla 15. Marginación municipal

	Índice de marginación	Grado de marginación	Lugar que ocupa en el contexto estatal
Oztolotepec	-0.538	Medio	43

Fuente: elaboración propia con base en el Índice de Marginación por Entidad Federativa y Municipio 2010.

g. Índice y Grado de Marginación por Localidad

El grado de marginación bajo y medio corresponde con algunas de las principales localidades del municipio, tal es el caso de la cabecera municipal, Santa María Tetitla, San Mateo Mozoquilpan, San Agustín Mimbres, Fabrica María y Barrio el Capulín. Sin embargo, las localidades que se localizan en las periferias al Norte, Sur y Este del municipio, tienen la tendencia de un grado de marginación alto por lo que en la siguiente tabla se muestra el índice y su respectivo grado de marginación calculado por el Consejo Nacional de Población.

Tabla 16. Índice y Grado de Marginación por localidad

Localidad	Población total	Índice de marginación	Grado de marginación
Villa Cuauhtémoc	11 241	-1.2197	Bajo
La Concepción de Hidalgo	2 295	-1.0211	Medio
Colonia Guadalupe Victoria	4 178	-0.8959	Medio
La Huánica	1 242	-0.1592	Alto
Fábrica María (Pilar María)	281	-1.2825	Bajo
Santa Ana Mayorazgo	3 365	-0.9079	Medio



Continuación de tabla

Localidad	Población total	Índice de marginación	Grado de marginación
San Agustín Mimbres	3 977	-0.9958	Medio
Barrio de San Juan	1 520	-0.9100	Medio
San Mateo Capulhuac	2 786	0.0302	Alto
San Mateo Mozoquilpan	4 381	-0.9569	Medio
Santa Ana Jilotzingo	6 625	-0.1834	Alto
Santa María Tetitla	4 352	-1.1745	Bajo
San Isidro las Trojes	659	-0.9231	Medio
Villa Seca (La Providencia Villa Seca)	2 077	-0.7750	Alto
La Y	1 612	-0.7772	Alto
Barrio el Capulín	360	-1.1143	Bajo
Ejido de Mozoquilpan	2 422	-0.8341	Medio
Barrio de la Barranca	1 547	-0.8237	Medio
Barrio la Presa	284	-0.6204	Alto
Ejido de Santa María Tetitla	1 876	-0.5876	Alto
Rancho el Oxco	414	0.2625	Alto
La Loma de Puente San Pedro	868	-0.6362	Alto
La Paja	963	-1.0194	Medio
La Presa	250	0.0507	Alto
La Raya	957	-0.8378	Medio
La Rosa	499	0.3780	Alto
Puente San Pedro	1 719	-0.8624	Medio
Barrio Solanos	428	-0.9183	Medio
La Trampa	168	-0.2670	Alto
Barrio de la Rosa	680	-0.8421	Medio
Zona Número Dos San Mateo Capulhuac	1 345	-0.2962	Alto
Zona Número Tres San Mateo Capulhuac	1 416	0.2646	Alto
Zona Número Cuatro San Mateo Capulhuac	3 267	-0.0593	Alto
Zona Número Uno San Mateo Capulhuac	1 469	0.3270	Alto
La Joya	702	-1.0380	Medio
Ejido de San Mateo Capulhuac	210	0.4933	Alto
Ejido de la y Sección Siete A Revolución	5 650	-0.3926	Alto
Ejido la Providencia	53	-0.4846	Alto



UAEM

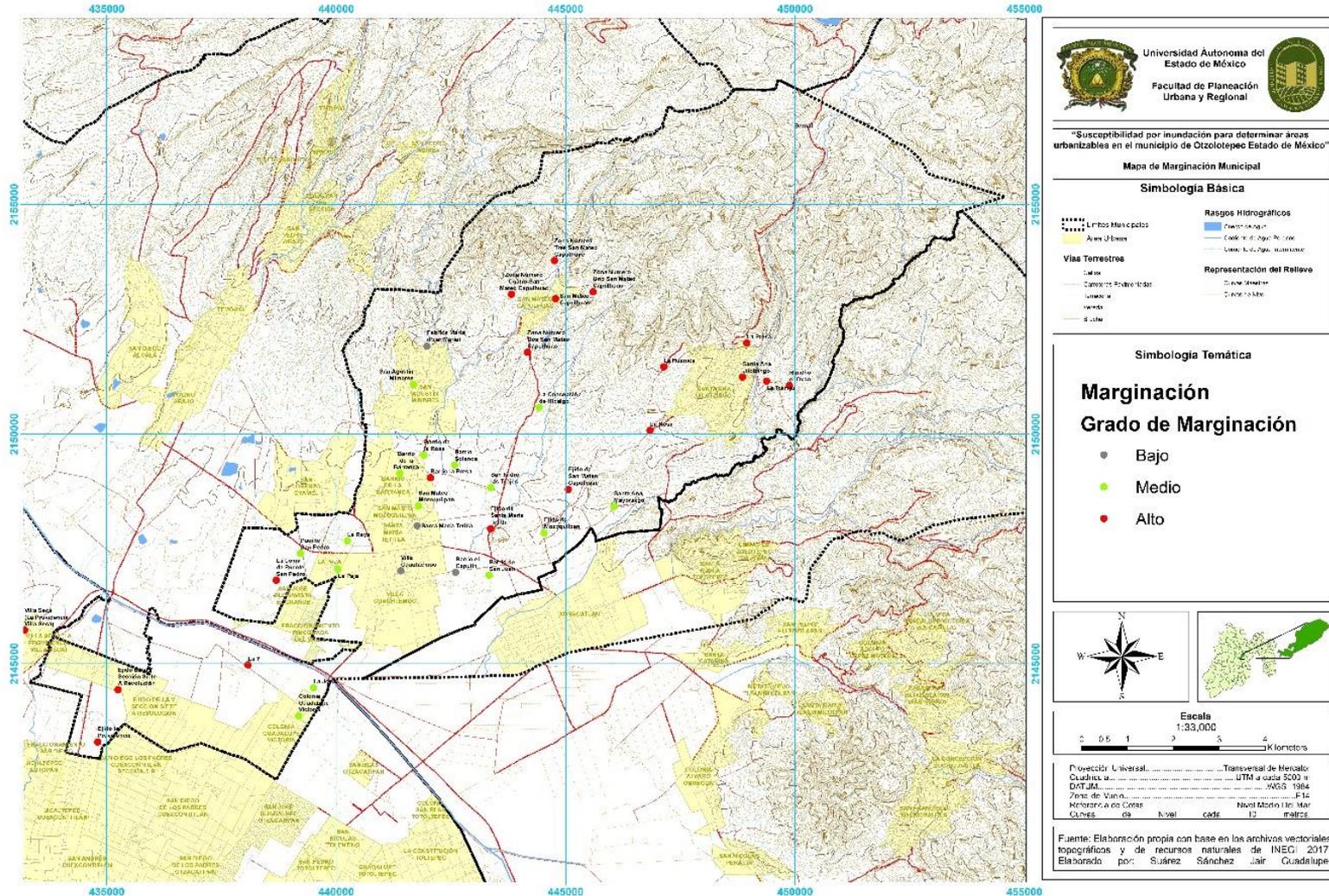
Universidad Autónoma
del Estado de México



Fuente: elaboración propia con base en el Índice de Marginación por Localidad 2010.

Por otra parte, en el siguiente mapa se muestra el grado de marginación distribuido a lo largo del municipio, por lo que se observa un grado de marginación bajo y medio en el centro del municipio, o bien, en las localidades periféricas a la cabecera municipal.

Mapa 8. Grado de Marginación por Localidad





3.4. Caracterización Económica

a) Sectores Económicos

De acuerdo con el Atlas de Riesgos Municipal de Oztolotepec (2015), las actividades económicas en México se agrupan en sectores, estos son el sector primario, secundario y terciario. El sector primario incluye todas las actividades relacionadas con la explotación de los recursos naturales, estos recursos no han pasado por una transformación, incluye la agricultura, ganadería, aprovechamiento forestal, pesca y caza.

El secundario incluye todas aquellas actividades que realizan una transformación de los recursos naturales obtenidos en el sector primario o de productos provenientes de este mismo sector pero que es transformado en uno nuevo; abarca a la minería, electricidad, agua, gas, construcción e industrias manufactureras. El terciario se refiere a las actividades de comercio, servicios, comunicaciones y transportes, en donde no se produce ningún bien sino que se reciben ya elaborados.

De acuerdo con el Atlas de Riesgos Municipal de Oztolotepec (2015), en la década de los 80's su economía se basaba en la agricultura, es decir en el sector primario, sin embargo, hasta la fecha las actividades en esta rama han decrecido, para el año 2010 solo se registró de un total de 26 836 de población ocupada un 6.68% se dedicó a este trabajar en este sector.

En cuanto al sector secundario, este sector es de gran relevancia en la actividad económica, ya que representa el segundo mayor porcentaje en relación a la población ocupada, para el año 2010, la población registrada fue un 41.00% la que trabajo en este sector. Para finalizar en el sector terciario, el sector del comercio y de los servicios registro un porcentaje del 50.56% del total de la población ocupada.



b) Población Económicamente Activa (PEA), Población Económicamente Inactiva y Población Ocupada.

En México se considera a la población de 12 años y más para ingresar en el ámbito laboral, por lo que a partir de este rango de edad se desagrega la población en activa e inactiva y ocupada.

Tabla 17. Población económica

	Total	Porcentaje
Población Económicamente activa	28160	36.0
Población Económicamente inactiva	27734	35.5
Población Ocupada	26836	34.3

Fuente: Elaboración Propia con Base en el Censo de Población y Vivienda, 2010.

De acuerdo con la información del Censo de Población y Vivienda 2010, el 36% de la población realizó una actividad económica o busco un empleo, mientras que la población ocupada que trabajo y recibió una remuneración es de 34.3% y el 35.5% de la población no realizaba actividades económicas en el año censado.

c) Principales Actividades Económicas

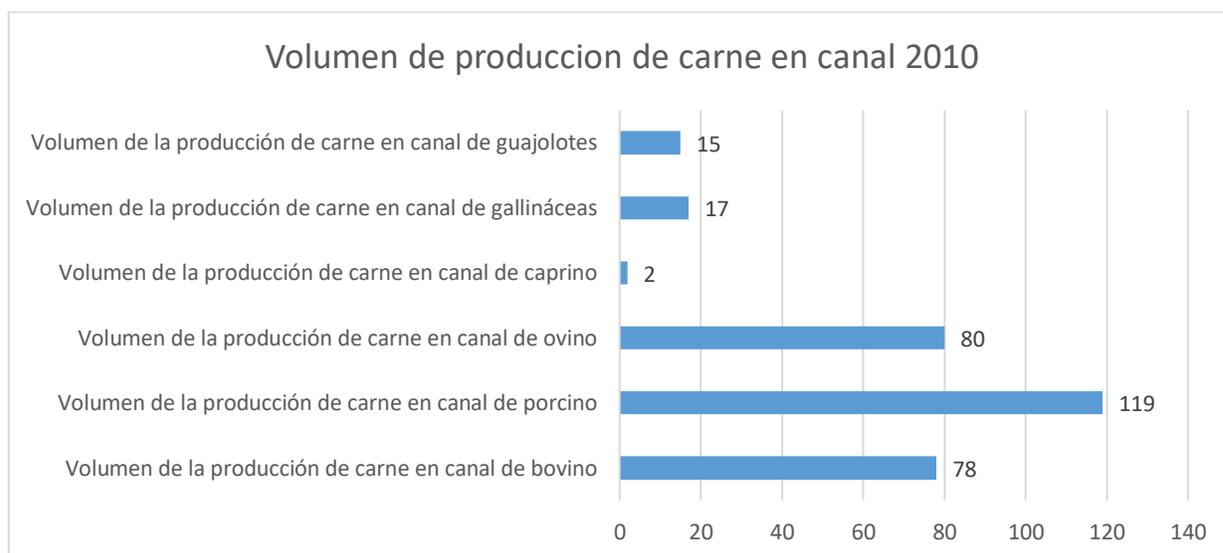
De las actividades realizadas en la zona de estudio, el Atlas de Riesgos Municipal de Oztolotepec (2015), menciona que se siembra un total de 6 978 hectáreas de las cuales la producción de grano de maíz cuenta con una superficie total 6758 hectáreas para el 2010, posteriormente se encuentra la avena forrajera con 135 hectáreas y solo con una sola hectárea la alfalfa verde. La superficie sembrada de temporal en hectáreas son 4258 y la superficie de riego es de 2720 hectáreas. La producción de huevo para plato tiene un total de 20 toneladas, producción de miel 12 toneladas, la producción de leche de bovinos 2096 mil litros.

En cuanto a las unidades de carne en canal con mayor producción dentro de Oztolotepec, destaca la de porcino con 119 toneladas, en segunda parte la carne en canal de ovino con 80 toneladas y con 78 la de bovino, y en menor medida la



carne de guajolotes, gallinas y de caprino. De tal manera que en la tabla siguiente se realiza una mejor comparación de la carne producida. En relación a las actividades económicas secundarias, la manufactura registró un personal ocupado dependiente de esta actividad a un total de 849, con un valor agregado censal bruto de 24 540 miles de pesos.

Ilustración 6. Producción de Carne Canal 2010.



Fuente: Elaboración Propia con base en el Atlas de Riesgos Municipal de Oztolotepec 2015.

d) Unidades Económicas

Puesto que existe una gran cantidad de unidades económicas en Oztolotepec, en este apartado y realización del mapa se acotarán a las unidades que representen un mayor número de establecimientos. Dentro de las actividades a destacar se encuentra la elaboración de tortillas, de igual forma la elaboración de pan tradicional, pero es el comercio al por menor en tiendas de abarrotes, ultramarinos y misceláneas, la unidad económica con más presencia dentro de municipio.

De igual forma en el número de establecimientos de venta al por menor, destacan la venta de carnes rojas, artículos de papelería, ferreterías y tlapalerías dentro de las principales áreas urbanas, en lo correspondiente a la prestación de servicios



UAEM

Universidad Autónoma
del Estado de México



destaca la reparación mecánica en general de automóviles y camiones, así como los salones, clínicas de belleza y peluquerías.

En el siguiente mapa se muestra la distribución de las unidades económicas en Oztolotepec, aunado a lo anterior, existen otras actividades como las confecciones de cortinas, blancos y similares, además de la venta de frutas y verdura fresca, venta de calzado al por menor, servicios de acceso a computadoras, consultorios de medicina general del sector privado y servicios de hotelerías entre otros.

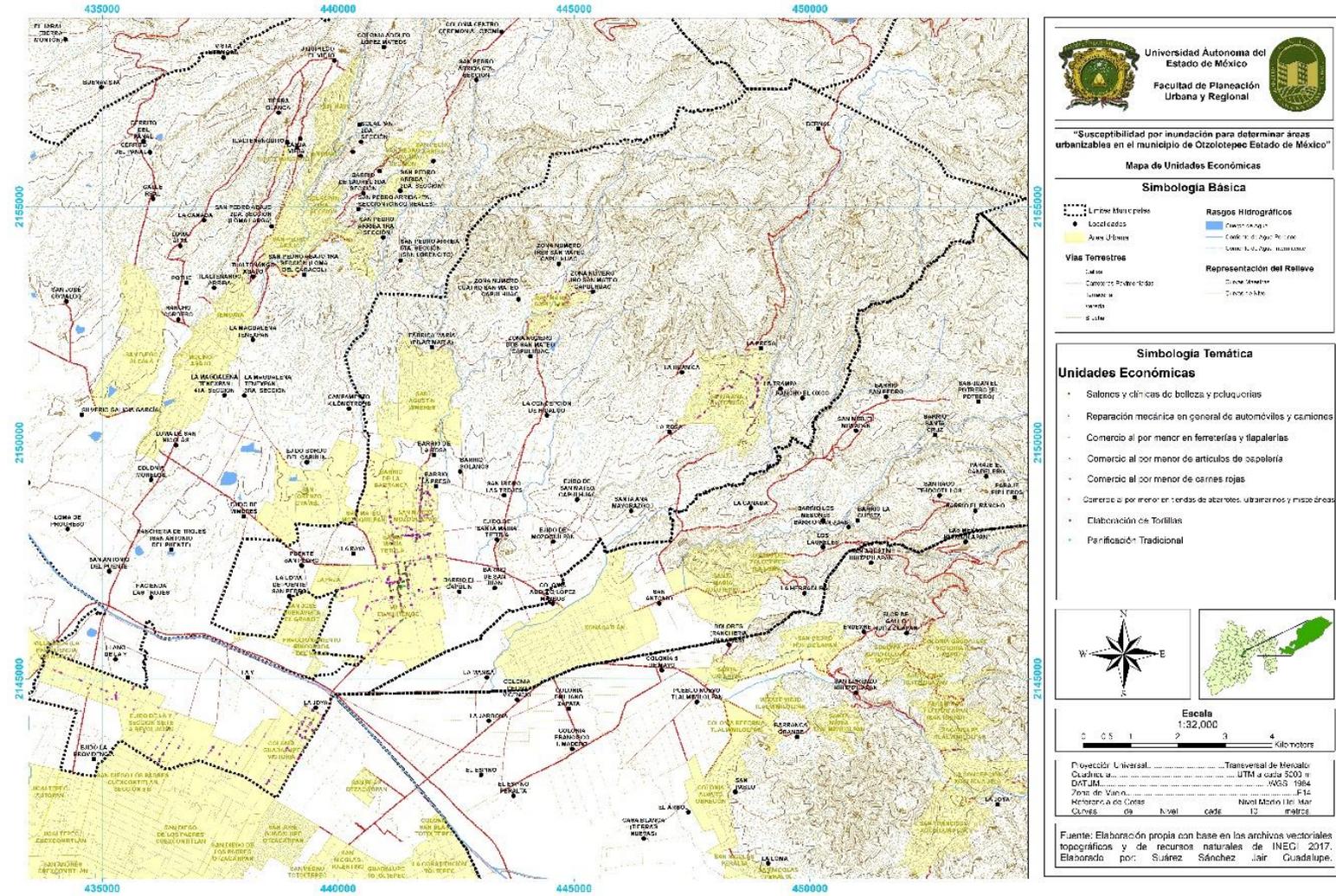


UAEM

Universidad Autónoma del Estado de México



Mapa 9. Unidades Económicas





El proceso de urbanización se ve directamente ligado por la realización de las actividades terciarias, aumentando las fuentes de empleo y convirtiéndose en un polo de atracción para la población. Este proceso puede tener problemas ambientales debido al cambio efectuado durante la urbanización, aún más teniendo un crecimiento descontrolado sin tomar en cuenta las zonas de preservación ecológica y de alta producción agrícola y forestal, por lo que las actividades económicas tienen implicación en el crecimiento de los centros de población de Oztolotepec, donde existe un alto crecimiento poblacional en la Colonia Guadalupe Victoria debido a que próximo a esta localidad se encuentra una de las principales zonas industriales de la zona metropolitana de Toluca, por otro lado contrasta el crecimiento en las localidades de Ejido de Mozoquilpan, Ejido Santa María Tetitla y la Concepción Hidalgo donde se realizan principalmente actividades primarias y no se ve reflejado un crecimiento urbano importante en los últimos veinte años.



Capítulo 4. Método de Jerarquías Analíticas de los Modelos de Aptitud Urbana y Susceptibilidad a Inundación

El presente capítulo tiene por objetivo modelar las zonas más aptas para el desarrollo urbano, así como las zonas susceptibles a inundación en el municipio de Oztolotepec por medio del Método de Jerarquías Analíticas, así mismo construir el modelo de inundaciones como condicionante del crecimiento urbano. El capítulo se divide en 5 apartados, el primero describe el crecimiento histórico de los centros de población de Oztolotepec, en el segundo y tercer apartado, se realiza el método de jerarquías analíticas para las áreas urbanizables y susceptibilidad a inundación respectivamente, para el cuarto apartado se realiza la superposición ponderada del modelo de inundaciones y aptitud urbana para obtener el mapa final, en el quinto y último, se revisa lo establecido por parte del Plan Municipal de Desarrollo Urbano y se compara con los resultados de la investigación.

Las evaluaciones se llevarán a cabo por medio de un método seleccionado, el cual es el Proceso de análisis jerárquico o mejor conocido como Método de Jerarquías Analíticas (MJA), el cual como ya se mencionó anteriormente en el Capítulo 2. Sistemas de Información Geográfica: modelación de procesos y Análisis Multicriterio, consiste en formalizar la comprensión intuitiva de problemas complejos mediante la construcción de un modelo jerárquico, permitiendo que el decisor pueda estructurar un problema multicriterio en forma visual, mediante la construcción de un modelo jerárquico que básicamente contiene tres niveles, meta u objetivo, criterios y alternativas.

Dentro de la evaluación, se escogerá la mejor alternativa respecto a los criterios seleccionados que se mencionarán más adelante, la ponderación es fundamentada en el proceso de Saaty el cual establece los pesos (w_j) en una matriz de comparación entre pares de criterios, comparando la importancia de cada uno de ellos con los demás, la escala de evaluación de este método va desde un valor mínimo de 1/9 absolutamente menos importante, hasta 9 absolutamente más importante, por lo que existen valores intermedios como se muestra a continuación:



- Absolutamente menos importante 1/9
- Demostrablemente menos importante 1/7
- Notablemente menos importante 1/5
- Ligeramente menos importante 1/3
- Igualmente importante 1
- Ligeramente más importante 3
- Notablemente más importante 5
- Demostrablemente más importante 7
- Absolutamente más importante 9

Es importante mencionar que, bajo el Método de Jerarquías Analíticas, se generan dos índices, el índice de consistencia (c.i.) y el índice aleatorio (r.i.), de igual forma se genera una razón de consistencia (c.r), la cual permite conocer la consistencia de los juicios de valor, o bien, si c.r. es menor que el valor de 1 los juicios de valor asignados pueden considerarse satisfactorios, sin embargo, si c.r. excede el valor de 1, los valores de la matriz de comparación deberán ser revisados.

4.1 Crecimiento Histórico

En el siguiente apartado se realizará una descripción del crecimiento de los centros de población del municipio de Oztolotepec, Estado de México; lo anterior con el fin de conocer cómo se fueron desarrollando, expandiendo y en su caso conurbando los centros de población. Cabe destacar que el crecimiento urbano, como en todo municipio, está sujeto a distintos fenómenos sociodemográficos y detonantes externos, tal es el caso de las densidades de población, de vivienda, o bien la creación de un parque industria como se desglosa a continuación.

De acuerdo con Téllez (2005), menciona que en el siglo XIX suceden acontecimientos tan importantes como el de que Oztolotepec alcanzó la categoría de municipio en 1820 por medio de la Cédula Real en ese año, por lo que perteneció a la Prefectura de Toluca y cabecera de Partido de Toluca con ocho municipios más.



También se lleva a cabo la fundación de la fábrica de hilados y tejidos “María” el 17 de mayo de 1897, por los hermanos Francisco y Alejandro Pliego Vilchis oriundos de la ciudad de Toluca. Después de terminar la construcción y colocación de la maquinaria de esta factoría con 176 telares y todo un complejo de maquiladoras, inicia su producción en 1912, y aunque tuvo diferentes dueños se mantuvo produciendo la tela de manta María hasta 1964 fecha en que cerró sus puertas. (Téllez, 2005: 03)

Téllez (2005), menciona que el segundo palacio municipal construido de adobe, vigas y teja en 1925 arde en llamas el 2 de febrero en la madrugada de 1959, por lo que en 1961 hubo la necesidad de derrumbarlo y construir el tercer palacio de piedra y tabique rojo con loza y de dos niveles, siendo presidente municipal el C. Abundio González Lora originario del pueblo de Mimbres.

De igual forma Téllez (2005), menciona que en el año de 1965 se construye la red de agua potable del pozo Núm. 31 del Sistema del Alto Lerma que pasa a 400 metros del centro de la cabecera, a su vez se construye el primer drenaje en 1973, mismo que en 1989 por su poca capacidad se cambia por tubería de mayor diámetro en el mismo centro de población.

Por otro parte de acuerdo con el Plan Municipal de Desarrollo (2015), el crecimiento histórico de Oztolotepec se ha manifestado principalmente en el área urbana, con base al análisis de fotografías aéreas e imágenes de satélite de los años de 1983, 1989, y 2010. Cabe resaltar que para el año 2010 los límites del área urbana y de las zonas con usos mixtos, iniciando desde el año de 1983, la superficie urbana constaba de 103.6 hectáreas. Un importante porcentaje de esta superficie estaba formada por la Cabecera Municipal denominada Villa Cuauhtémoc y San Mateo Mozoquilpan que eran las principales áreas urbanas.

Las localidades de la Colonia Guadalupe Victoria, Dos Caminos, Villa Cuauhtémoc, Santa María Tetitla, San Mateo Mozoquilpan y San Agustín Mimbres se encuentran



articuladas por la Avenida Toluca con su derivación hacia el norte con Av. Independencia y Camino a Tetitla, de tal manera que a través de esta vía se formaron asentamientos, principalmente en el tramo de San Mateo Mozoquilpan a San Agustín Mimbres. Las comunidades de San Mateo Capulhuac y La Concepción, se encuentran articulados por el camino Tetitla–Concepción de Hidalgo. En este caso, la interrelación económica y social de las localidades de Santa Ana Jilotzingo, Mayorazgo y la Huánica representan otro núcleo urbano articulado por el camino Villa Cuauhtémoc-Mayorazgo. (PMDU, 2015: 51)

De acuerdo con el Plan Municipal de Desarrollo (2015), en el año de 1989 la superficie urbana del municipio representó 235.9 hectáreas, 132.3 hectáreas más que el último período de 1983. Las localidades de Dos Caminos, Villa Cuauhtémoc, Santa María Tetitla y San Mateo Mozoquilpan se conurbaron, siendo la cabecera municipal el núcleo concentrador de las actividades económicas y sociales del municipio. Cabe resaltar que es la época en la que las localidades de San Agustín Mimbres y la Fábrica María se comienza un proceso de conurbación que se continúa dando. El resto de las localidades del municipio no mostraron un crecimiento tan importante como las localidades antes mencionadas, siendo su crecimiento territorial de forma natural; es decir, no hubo ningún elemento que detonara un éxodo poblacional que impactara de manera significativa en el territorio.

Es para el 2000, cuando la superficie ocupada para uso urbano registró 733.84 has., más de tres veces la superficie ocupada en el año de 1989, siendo la zona de la Colonia Guadalupe Victoria, Dos Caminos, Villa Cuauhtémoc Santa María Tetitla y Fábrica María la más importante y dinámica del municipio. En este período se muestra un importante crecimiento de las zonas urbanas de Villa Cuauhtémoc, Dos Caminos, Santa María Tetitla y, en menor medida, de San Mateo Mozoquilpan, formando así una gran zona urbana que va incorporando a localidades que se encuentran más al norte. (PMDU, 2015: 52)



Es importante destacar la autorización de la construcción del Parque Industrial “Toluca 2000” que fue un detonante externo que impacto de manera significativa en el territorio. Dicho parque industrial en el año 1991 tenía una superficie de 110 has, para el año de 1996 se generaron dos ampliaciones más de 108.52 has, en el año 2000 se incorporaron 37.70 has más. En la actualidad, ocupa una superficie de 256.22 has.

El Plan Municipal de Desarrollo (2015), menciona que desde la creación de la zona Industrial Toluca 2000, la Colonia Guadalupe Victoria se transformó paulatinamente; en 1989 estaba formada por una pequeña área urbana, para el año 2000 ésta representó 109.75 has. En la actualidad la Colonia Guadalupe Victoria es un área con media densidad, la tendencia indica que se irá incrementando, siendo la Calzada Toluca su principal eje estructurador, con tendencia al oeste, incorporando progresivamente al Barrio La “Y”.

En lo que respecta a las zonas conformadas por las localidades de La Concepción de Hidalgo, San Mateo Capulhuac al oriente de la cabecera municipal; Santa Ana Jilotzingo, Mayorazgo y La Huánica al este, han mantenido la misma tendencia analizada durante este período, en donde el crecimiento del área urbana se limita debido a áreas montañosas y pendientes altas, que dificultan la construcción de casas habitación e introducción de infraestructura básica. (PMDU, 2015: 52)

La localidad de Villa Seca, ubicada al oeste del municipio no presenta un crecimiento importante, desde el año de 1989 ha mantenido la misma superficie urbana lo que le convierte en un área con amplio potencial para asentamientos humanos. De acuerdo con el análisis realizado en el 2010, se determina que Villa Cuauhtémoc y su área de influencia seguirán predominando e incorporando mayor superficie al área urbana existente, formando así una gran conurbación desde la Colonia Guadalupe Victoria hasta Fábrica María. (PMDU, 2015: 52-53)



UAEM

Universidad Autónoma
del Estado de México



Tomando en cuenta imágenes satelitales de los años 1983, 1989, y 2010, se construyó el siguiente mapa, representando la expansión de los centros de población de Oztolotepec por cada uno de los años.

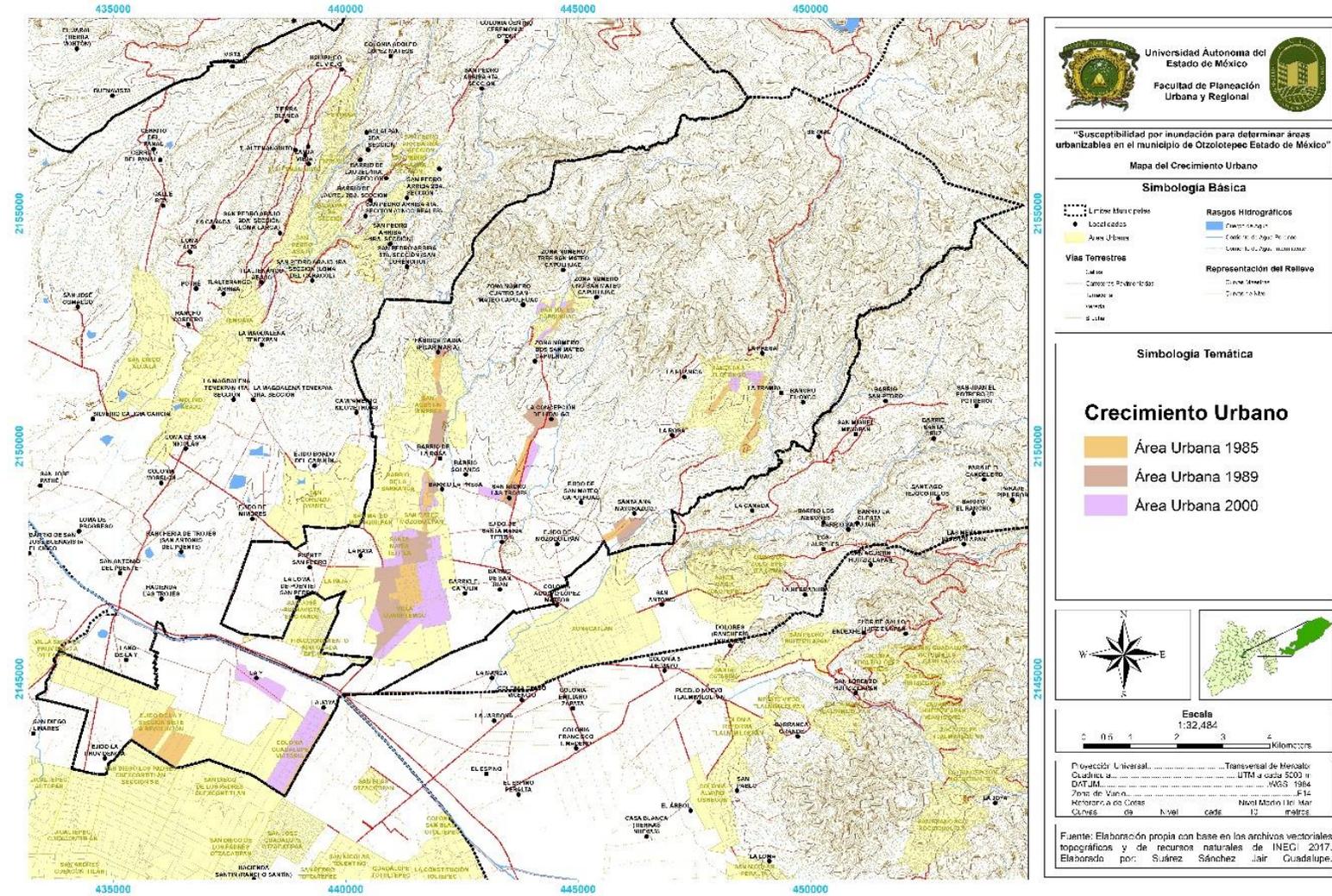


UAEM

Universidad Autónoma del Estado de México



Mapa 10. Crecimiento Urbano



Universidad Autónoma del Estado de México

Facultad de Planeación Urbana y Regional

"Susceptibilidad por inundación para determinar áreas urbanizables en el municipio de Otzoloitepec Estado de México"

Mapa del Crecimiento Urbano

Simbología Básica

- Límite Municipales
- Localidades
- Área Urbana

Vías Terrestres

- Carretera Federal
- Carretera Estatal
- Carretera Municipal
- Camión

Rasgos Hidrográficos

- Cauce de Agua
- Cauce de Agua Perenne
- Cauce de Agua Intermitente

Representación del Relieve

- Contorno
- Contorno de 100m

Simbología Temática

Crecimiento Urbano

- Área Urbana 1985
- Área Urbana 1989
- Área Urbana 2000

Escala 1:32,484

0 0.5 1 2 3 4 Kilómetros

Proyección Universal: Transversal de Mercator
 Coordenadas: UTM a escala 3000 m
 DATUM: WGS 1984
 Zona de Vértice: 14
 Referencia de Cotas: Nivel Medio de Mar
 Curvas: de nivel cada 12 metros

Fuente: Elaboración propia con base en los archivos vectoriales topográficos y de recursos naturales de INEGI 2017.
 Elaborado por: Suárez Sánchez Jair Guadalupe.



El crecimiento urbano de Oztolotepec se dio anteriormente a través de sus principales ejes viales como la avenida Toluca y Revolución, de igual manera existe un detonante externo con la creación del Parque Industrial Toluca 2000, de tal forma que hacía más atractivo para la población establecer asentamiento humano en áreas cercanas a estos dos ejes estructuradores. Hoy en día la tendencia de crecimiento de los centros de población se mantiene la misma manera, debido a que en la mancha urbana de la Colonia Guadalupe Victoria sigue en expansión por la ubicación de la zona industrial anteriormente mencionada, así como los asentamientos humanos que van de San Mateo Mozoquilpan a Fabrica María crecen por medio de la avenida Revolución, misma que es una de los principales ejes de conexión Oztolotepec. Por otro lado, crecen los centros de población del Barrio del Capulín y de San Juan que se encuentran en cercanía a la avenida del Canal que tiene conexión al municipio de Temoaya y Xonacatlán.

4.2 Áreas Urbanizables

Del punto anterior, se puede establecer que los asentamientos humanos que crecieron en Oztolotepec, carecían de medidas de control y prevención ante fenómenos naturales por parte del gobierno municipal, así, considerando el problema de estudio en Oztolotepec, se desarrolla en este apartado el modelo de aptitud para las zonas urbanizables, tomando en cuenta sus características geográficas, así como las restricciones para el crecimiento urbano. Dentro de los estudios territoriales son diversos factores y variables del medio físico natural los que deben de ser tenidos en cuenta, sin embargo, las composiciones de los datos espaciales deben ser relacionados en función del fenómeno que se desea estudiar. De lo anterior, las bases de datos que se incorporan al MJA están dados por las variables en formato raster, como es Geológica, Edafológica, Usos de Suelo y Vegetación, así como rasgos hidrográficos tal es el caso de los cuerpos y corrientes de agua, la proximidad a las carreteras, fallas y fracturas y por último las pendientes del terreno de la zona de estudio.



Dentro de la normatividad legal aplicable para el asentamiento humano, se refleja en la regla de decisión en distancia a los rasgos hidrográficos, carreteras, fallas y fracturas y la selección de las pendientes aptas para dicha actividad; el objetivo es aplicar las restricciones y evitar que las zonas urbanizables se localicen en áreas donde no se permita el uso debido a lo que establece la normatividad aplicable.

Para la implementación del método, a partir de las capas seleccionadas se establecen los factores y las ponderaciones correspondientes, las cuales indican para cada factor la capacidad acogida para las áreas urbanizables. De tal forma que en la siguiente tabla se muestra los criterios establecidos y las ponderaciones realizadas, donde los valores que oscilan son 1, 2 y 3, siendo un valor bajo, medio y alto respectivamente.

Tabla 18. Criterios para Aptitud Urbana

Variable	Factores	Ponderación	Criterio
Geología	Aluvial	1	De acuerdo con el Plan Municipal de Desarrollo Urbano (2015), los sedimentos que constituyen estos suelos son gravas y arcillas, por lo que pueden representar un riesgo para el desarrollo urbano debido a la inestabilidad por la saturación de arcillas, y se considera un valor bajo para urbanizar.
	Arenisca	3	En cuando al depósito de materiales compuestos por arenas, el Plan Municipal de Desarrollo Urbano (2015) establece que el uso para el desarrollo urbano es apto, por lo que se le asigna un valor de la misma forma.
	Brecha Volcánica	2	De acuerdo con Tarbuck y Lutgens (2005), es una roca piroclástica que han sido cementadas por la lava de los volcanes, debido a que es una roca dura se asigna un valor medio para la aptitud urbana.
	Toba	3	De acuerdo con Tarbuck y Lutgens (2005), es una roca ígnea, cementada después de su caída, tiene aspecto poroso, generalmente con poco peso, debido a la dureza puesto que es una roca ígnea, se considera un roca apta para el desarrollo urbano.



Continuación de tabla

Variable	Factores		Ponderación	Criterio
Geología	Andesita		2	De igual forma Tarbuck y Lutgens (2005), mencionan que es una roca ígnea, de color gris y grano fino, considerando su posibilidad para el uso urbano de acuerdo al Plan Municipal de Desarrollo Urbano (2015), son de altas a moderadas, por lo que se considera un valor medio.
	Extrusiva Intermedia		3	Tarbuck y Lutgens (2005), establecen que se deriva de actividad ígnea que se produce en la superficie de la Tierra, es una roca dura y por tanto se considera un valor alto para el desarrollo urbano.
Edafología	Andosol	Húmico	2	De acuerdo con la Base Referencial Mundial del Recurso Suelo (2007), a efectos del desarrollo urbano, son difíciles de labrar por su baja capacidad de carga y adhesividad y se manejan mejor bajo bosque en las pendientes pronunciadas, tal es el caso del norte del municipio de estudio, por lo que se le asigna un valor medio.
		Ócrico	2	
	Vertisol	Pélico	1	
	Feozem	Háplico	3	



Continuación de tabla

Variable	Factores	Ponderación	Criterio	Variable
Edafología	Cambisol	Éutrico	2	De acuerdo con la Base Referencial Mundial del Recurso Suelo (2007), sufren de transformación de materia parental, es evidente por la formación de estructura y decoloración principalmente parduzca, además de que presentan un incremento en el porcentaje de arcilla, debido a lo anterior se le asigna un valor medio para urbanizar
		Crómico	2	
Edafología	Luvisol	Crómico	1	De acuerdo con la información de la Base Referencial Mundial del Recurso Suelo (2007), son suelos que tienen mayor contenido de arcilla en el subsuelo que en el suelo superficial por procesos pedogenéticos. Por lo anterior no se considera apto para el uso urbano por posibles escenarios de riesgo derivado de la arcilla, además de que los luvisoles son de gran capacidad agrícola y forestal.
Usos de suelo y Vegetación	Agricultura de Humedad		3	Considerando las características para desarrollar dicha actividad y tomando en cuenta las pendientes en las que se desarrolla, que en su mayoría son menores a 25°, el valor asignado es alto para urbanizar, sin embargo se debe considerar las condiciones territoriales para poder realizar el cambio de uso de suelo para el aprovechamiento urbano.
				Agricultura de Riego



Continuación de tabla

Variable	Factores	Ponderación	Criterio
Usos de suelo y Vegetación	Agricultura de Temporal	2	En relación a las pendientes en que se emplea esta actividad, en su mayoría son menores a 15°, sin embargo, existen zonas donde las pendientes van de los 15° hasta los 53°, por lo que son de mediana aptitud para el desarrollo urbano bajo ciertas restricciones, además de que la actividad se realiza solo en una época del año, es por lo anterior que el valor otorgado es de mediana aptitud. Si existen las condiciones territoriales adecuadas, se podría realizar un cambio de uso de suelo para aprovechamiento urbano.
	Bosque Cultivado	1	Dentro de la zona de estudio se localiza un área natural protegida denominada "La Bufa", este parque concentra la masa arbórea que da riqueza natural al municipio. Derivado de lo anterior y por ser ANP, su valor es bajo para el desarrollo urbano.
	Bosque de Encino	1	
	Bosque de Oyamel	1	
	Pastizal Inducido	3	Para efecto de desarrollo urbano, las pendientes en las cuales oscila esta actividad es de 0° - 15° en su mayoría, por lo que se considera apto para urbanizar. Además de que si existen las condiciones territoriales óptimas para poder realizar el cambio de uso de suelo respectivo.
Cuerpos de Agua	0 – 50m	1	El Artículo 5° del Reglamento de la Ley de Aguas Nacionales menciona que la extensión de las zonas de protección de las presas, estructuras hidráulicas e instalaciones conexas, se sujetará a las condiciones de seguridad y del necesario mantenimiento y operación eficiente de la Infraestructura hidráulica, así como sus ampliaciones futuras, según se desprenda de los diseños respectivos, y en todo caso la anchura de la franja alrededor de la infraestructura no excederá de 50 metros.
	50 – 75m	3	
	75 - ∞	2	



Continuación de tabla

Variable	Factores	Ponderación	Criterio
Vías de Comunicación	0-10m	1	De acuerdo con el Plan Municipal de Desarrollo Urbano (2015), cualquier uso habitacional deberá estar alejado como mínimo a 10 metros de una vialidad primaria de acceso controlado.
	10-20m	3	
	18- ∞	2	
	Se cambia a 20 por el tamaño del pixel		
Corrientes de agua	0 – 50m	1	Se considera el mismo criterio respecto a los cuerpos de agua.
	50 – 75m	3	
	75 - ∞	2	
Fallas y Fracturas	0-20m	1	El Plan Municipal de Desarrollo Urbano (2015), establece que no se permitirá el desarrollo urbano en terrenos que previo que se identifiquen con las siguientes características: Faldas de cerros, en particular las que presentan sus estratos y fracturas orientadas en la misma. Debido a que pueden desprenderse rocas o tierra de las partes altas siendo vulnerable las partes bajas, así mismo las fracturas presentan un riesgo para las viviendas ante un fenómeno de sismicidad.
	20-40m	2	
	40-∞	3	
Pendientes	0°- 15°	3	El Plan Municipal de Desarrollo Urbano (2015), establece una normatividad para la restricción de áreas al desarrollo urbano, en la que menciona que no se deberá permitir el desarrollo urbano en zonas con relieve muy accidentado o con pendientes mayores al 35%.

Una vez establecidos los valores, se introdujeron las ponderaciones a las variables y se convirtieron a elementos raster en la plataforma ArcMap posteriormente se procedió a realizar el Método de Jerarquías Analíticas, por lo que la siguiente matriz muestra la relación de las alternativas i, al compararlos con los criterios j, para obtener los pesos y representar de manera más exacta las condiciones para el asentamiento humano, fue importante realizar una revisión de bibliografía especializada del tema.



Tabla 19. Matriz de comparación por pares de Aptitud Urbana

Layername	Geología	Edafología	Usos de suelo y Vegetación	Cuerpo de Agua	Vías de Comunicación	Corrientes de Agua	Fallas y Fracturas	Pendientes	Weight	CI	RI	CR
Geología	1	7	3	0.33	0.2	0.33	7	9	0.186629303	0.883170104	1.41	0.626361776
Edafología	0.14	1	0.14	0.33	0.2	0.33	5	7	0.066732717	0.883170104	1.41	0.626361776
Usos de suelo y Vegetación	0.33	7	1	9	3	5	3	3	0.249989147	0.883170104	1.41	0.626361776
Cuerpo de Agua	3	3	0.11	1	3	1	5	7	0.141087431	0.883170104	1.41	0.626361776
Vías de Comunicación	5	5	0.33	0.33	1	0.33	1	0.33	0.102200467	0.883170104	1.41	0.626361776
Corrientes de Agua	3	3	0.2	1	3	1	0.2	5	0.110212802	0.883170104	1.41	0.626361776
Fallas y Fracturas	0.14	0.2	0.33	0.2	1	5	1	9	0.100822952	0.883170104	1.41	0.626361776
Pendientes	0.11	0.14	0.33	0.14	3	0.2	0.11	1	0.042325182	0.883170104	1.41	0.626361776



Como se observa en la tabla anterior, se obtuvieron los pesos de los criterios (weight), mismos que muestran la importancia de cada variable con respecto a las demás una vez realizada la escala de evaluación, de los resultados se observa que los usos de suelo son lo que tienen mayor peso dentro del modelo, seguido de geología y posteriormente la edafología. Así mismo muestra que la razón de consistencia (CR) es cercana a 0, por lo que el resultado de método es aceptado, indicando que la matriz se considera que es lo suficientemente coherente para su aplicación. Una vez aceptada la matriz se realizó el álgebra de mapas para la construcción del mismo. Como se observa en la tabla anterior, se obtuvieron los pesos de los criterios, mismos que muestran la importancia de cada variable, asimismo muestra que la razón de consistencia (CR) es cercana a 0, por lo que el resultado de método es aceptado, indicando que la matriz se considera que es lo suficientemente coherente.

Aceptada la matriz se realizó el álgebra de mapas para la construcción del mismo, donde para efectos de cuantificación, se reclasificaron los valores en tres rangos, bajo, medio y alto. El resultado original se presenta en el anexo cartográfico como mapa número quince, "Método de Jerarquías Analíticas, Áreas Urbanizables".

Mapa 11. Áreas Urbanizables

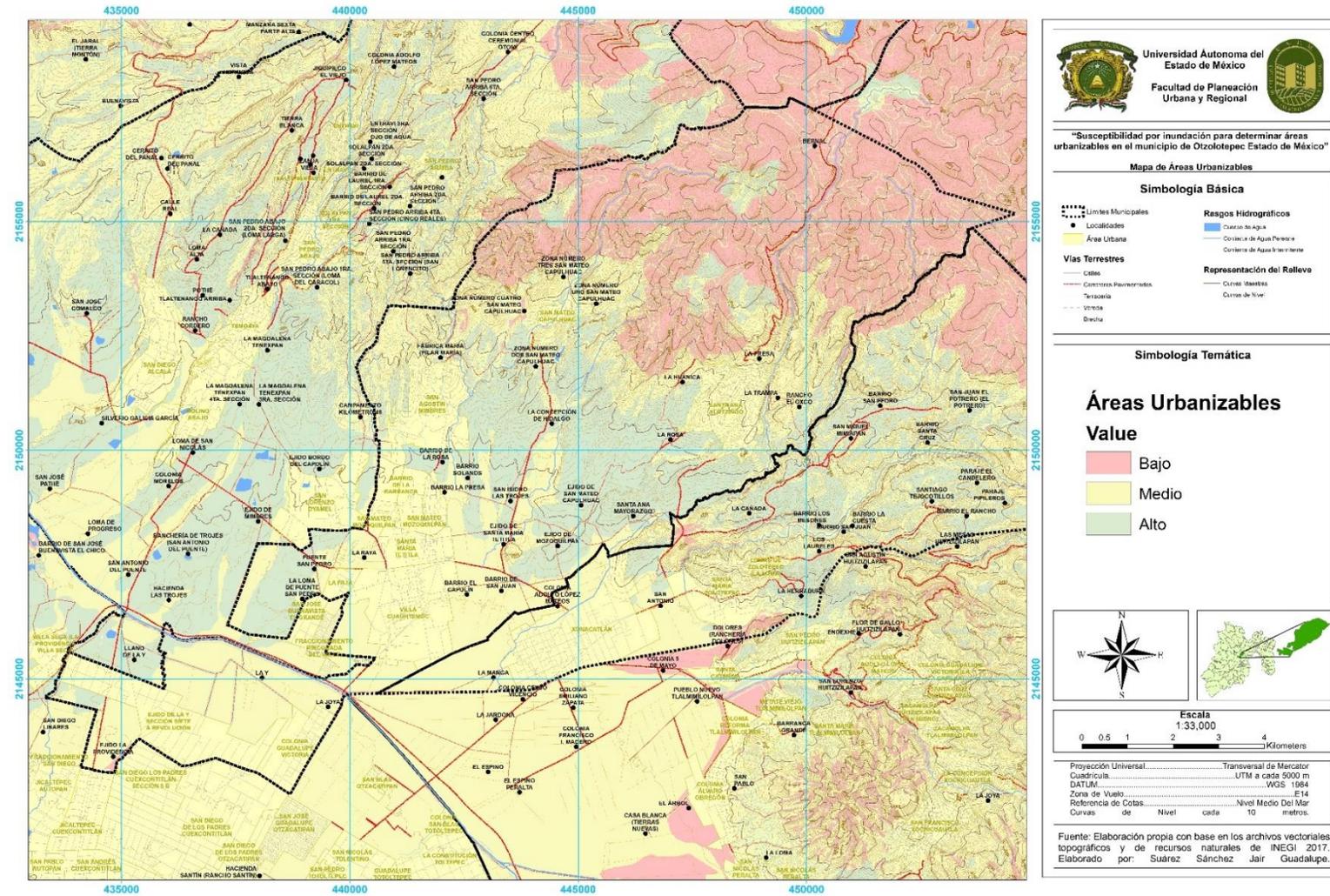




Tabla 20. Superficies por Categorías de Áreas Urbanizables

	Categoría	Superficie en km ²	Porcentaje
1	Bajo	28.14	25.1
2	Medio	51.13	45.5
3	Alto	32.98	29.4

Fuente: Elaboración Propia.

De los resultados del mapa once “Áreas Urbanizables”, una vez reclasificado y obtenido los porcentajes respectivos para cada categoría como se muestra en la tabla anterior, se observa que los valores bajos se encuentran principalmente al norte del Municipio con una superficie total de 28.14 km², esto debido a las características del territorio, como el caso de la pendiente cuyos valores exceden los 25° las cuales restringen el desarrollo urbano del municipio, así mismo existen fallas y fracturas donde la distancia optima es más de los cuarenta metros, sin embargo, se encuentran dentro de las áreas donde las pendientes van a más de los veinticinco grados y se encuentran dentro del área natural protegida, por lo que se mantienen en la categoría de baja aptitud, por otro lado para usos de suelo en lo que corresponde a los bosques, la concentración de masa arbórea del municipio se encuentra un área natural protegida denominada “Parque Otomí–México”, por lo que es considerado como una limitante para urbanizar.

En general, a la distancia de los cuerpos y corrientes de agua se consideran como valores bajos en los primeros 50 metros, para las unidades edáficas, los Luvisoles y Vertisoles son considerados de aptitud baja para el uso urbanístico debido principalmente al alto contenido de arcilla, ya que absorben grandes cantidades de agua experimentando cambios en el volumen cuando cambia el contenido de humedad, lo que conlleva a la formación de grietas anchas y profundas cuando se secan que van desde la superficie hacia abajo, por lo que representan riesgo en un momento determinado para el asentamiento humano, de igual forma los materiales de depósito de aluvial se consideran bajos para urbanizar debido a los sedimentos que constituyen estos suelos.



Por otra parte, las áreas consideradas de mediana aptitud urbana se localizan principalmente al sur del municipio, sin embargo, existen zonas del este a oeste consideradas con la misma capacidad, donde se ubican algunas localidades como la Zona Número Dos, Tres y Cuatro de San Mateo Capulhuac, La Huánica, La Trampa y La Presa, en conjunto la superficie total es de 51.13 km² las cuales son conformadas por los usos de suelo agrícolas temporales consideradas aptas para el desarrollo urbano bajo ciertas restricciones, además de que las pendientes indicadas con valor medio oscilan entre los 15° y 25° mismas que son aptas para urbanizar, así mismo, debido a las características de las rocas, la Brecha Volcánica y la Andesita se consideran de mediana aptitud debido a la dureza de las mismas. En lo que respecta a los suelos el Andosol húmico y ócrico, así como el Cambisol éutrico y crómico son considerados de aptitud media debido a las características que poseen estos suelos, para los cuerpos y las corrientes de agua se considera una distancia de 75 a más metros las de mediana aptitud, en cuanto a las distancias de las vías de comunicación, de 18 a más metros es considerada de la misma forma

Para finalizar, las áreas consideradas con mayor aptitud para el uso urbano se encuentran en la porción centro y en el este del municipio, donde en conjunto la superficie total es de 32.98 km², dichas áreas generadas reflejan la composición de los usos de suelo, donde la agricultura de riego se mantiene en pendientes menores a veinticinco grados y puede ser considerada como reserva territorial ante una expansión de la mancha urbana, así mismo la agricultura de humedad mantiene en su mayoría el mismo porcentaje de inclinación, sin embargo, se debe considerar las características territoriales para un cambio de uso de suelo, en lo que concierne al pastizal inducido, dicha actividad se desarrolla en pendientes aptas para urbanizar, misma que se consideraría como reserva territorial ante el crecimiento urbano.

Por otro lado, en cuestiones geológicas, los materiales depositados compuestos por arenas, la Toba y la roca ígnea Extrusiva Intermedia se consideran como aptas para uso urbano. En lo que compete a suelos, el Feozem Háplico es el considerado en el Método como el que tiene características que son buenas para llevar acabo el



uso urbano con respecto a las demás unidades. Para los cuerpos y corrientes de agua se consideran de mejor aprovechamiento de los 50 a los 75 metros en lo que a distancia se refiere, y para las vías de comunicación, la distancia considerada optima es de los 10 a 20 metros, para finalizar, puesto que en las pendientes del terreno menores a 25° la normatividad vigente permite establecer asentamiento humano, a efecto del modelo se considera de mejor aprovechamiento las pendientes cuyos valores sean menores a los 15°.

4.3 Susceptibilidad a Inundación

Puesto que en Oztolotepec se han identificado distintas localidades que presentan problemas de inundación pluvial, resulta importante el modelaje por medio del análisis multicriterio haciendo uso de los sistemas de información geográfica. El caso que se desarrolla para el presente apartado corresponde al problema susceptibilidad a inundación, en el que se consideran variables del medio físico natural convertidos en formato raster, para realizar el método de jerarquías analíticas se toma en cuenta Edafológica, Geológica, Usos de Suelo y Vegetación, Cuerpos y Corrientes de agua, así como valores de pendientes del terreno; sin embargo y puesto que el objetivo es diferente, se consideran distintas características que poseen los factores para determinar si el territorio es mayor o menor susceptibles a inundación.

A partir de las variables seleccionadas se establecen los criterios y las ponderaciones para los factores, en la distancia a rasgos hidrográficos se consideran más inundable la cercanía a su superficie, además que, en rocas y suelos, se establecen de gran importancia la permeabilidad y el drenaje interno respectivamente. Para los usos de suelo y las pendientes se consideran las características de las actividades realizadas, así como los parámetros indicativos que se mencionan posteriormente. En la siguiente tabla se establecen los criterios y las ponderaciones realizadas, donde los valores que oscilan son 1, 2 y 3, siendo un valor bajo, medio y alto respectivamente.



Tabla 21. Criterios de Susceptibilidad a Inundación

Variable	Factores	Ponderación	Criterio
Geología	Aluvial	3	De acuerdo con el Atlas de Riesgos Municipal de Oztolotepec (2015), estos suelos se consideran inundables y de alto riesgo para su utilización, sobre todo al margen de los ríos, por lo anterior se asigna un valor alto.
	Arenisca Valor entre aluvial y toba	2	Sánchez (2015), menciona que los materiales sedimentarios poseen un gran rango de permeabilidad. Por lo que los materiales compuestos por arenas pertenecen a dicha clasificación. Tomando en cuenta dicho criterio de permeabilidad se otorga un valor medio.
	Brecha Volcánica	1	De igual forma la Brecha Volcánica es un material sedimentario, por lo que Sánchez (2015) menciona que posee un gran rango de permeabilidad, asignando un valor bajo de susceptibilidad a inundación.
	Toba	2	De acuerdo con Sánchez (2015), la toba es una roca ígnea, es ligera, dura, porosa y posee un gran rango de permeabilidad, por lo que el valor asignado es medio.
	Andesita	1	De acuerdo con Mook (2002), menciona que son permeables en las zonas donde las fisuras están abiertas. Normalmente el ancho de las fisuras y por lo tanto la permeabilidad decrecen con la profundidad.
	Extrusiva Intermedia	1	De igual forma la roca Extrusiva Intermedia pertenece al grupo de las ígneas, es una roca dura, porosa, Mook (2002), establece que la permeabilidad disminuye conforme a la profundidad, debido a la porosidad y permeabilidad de la roca, se asigna un valor bajo respecto a inundaciones.



Continuación de tabla

Variable	Factor		Ponderación	Criterio	
Edafología	Andosol	Húmico	1	Ibáñez (2006), menciona que la mayoría de los Andosoles atesoran un excelente drenaje interno a causa de su alta porosidad. Tal hecho ocurre predominantemente en posiciones alta del terreno, por lo que el valor asignado es bajo.	
		Ócrico	1		
	Vertisol	Pélico	3		De acuerdo con la Base Referencial Mundial del Recurso Suelo (2007), las propiedades físicas y el régimen de humedad representan serias restricciones de manejo. La textura del suelo pesada y el predominio de minerales de arcilla expandibles resulta en rango de humedad del suelo restringido entre estrés hídrico y exceso de agua, por lo que se consideran suelos altamente inundables, asignando un valor de la misma manera.
	Feozem	Háplico	2		De acuerdo con Garrido y Cotler (2006), menciona que la textura de estos suelos generalmente varía entre media a fina condicionando un drenaje interno moderado, por lo que se le asigna un valor medio respecto a la susceptibilidad a inundación.
	Cambisol	Éutrico	1		De acuerdo con Ibáñez (2006), menciona que los cambisoles tienen alta porosidad, buena capacidad de retención de humedad y buen drenaje interno, por lo que se le asigna un valor bajo a inundación debido a su porosidad y su buen drenaje interno.
		Crómico	1		



Continuación de tabla

Variable	Factores		Ponderación	Criterio
Edafología	Luvisol	Crómico	3	De acuerdo con la Base Referencial Mundial del Recurso Suelo (2007) los Luvisoles tienen arcillas de alta actividad en todo el horizonte árgico, mientras que Ibáñez (2006), establece que la iluviación obstruye la percolación del agua hacia abajo, saturándose la superficie del suelo, por lo que se considera un valor alto a inundación.
	Agricultura de Humedad		3	Debido a la actividad, se considera más susceptible a inundación en tiempos de lluvia. Aunque cabe destacar que se encuentra en pendientes menores a 2° en el sur, mientras que hacia el norte ascienden a 6°, y hasta los 53° las pendientes con mayor porcentaje. Derivado de lo anterior se le asigna un valor alto de inundación.
Usos de suelo y Vegetación	Agricultura de Riego		3	Consiste en el suministro de agua a los cultivos a través de métodos artificiales de riego. Requiere de infraestructura hídrica, considerando las pendientes para inundación, para esta actividad oscilan en una mayor cantidad entre 0°-2°, mientras que en una mínima cantidad las pendientes van de 2°-6°, por lo que consideramos que tiene un valor alto en la evaluación.
	Agricultura de Temporal		1	La producción agrícola depende de las condiciones de lluvia para producir. Al norte del municipio es donde se desarrolla principalmente dicha actividad, por lo que las pendientes son mayores a 6°, mientras en una mínima parte se encuentra en el sur donde las pendientes oscilan entre 0-2°, debido a lo anterior se asigna un valor bajo para inundación.
	Bosque Cultivado		1	Debido a la masa arbórea se considera un valor bajo respecto a la susceptibilidad a inundación, ya que dicha masa ayuda a la filtración del agua al subsuelo.
	Bosque de Encino		1	
Bosque de Oyamel		1		



Continuación de tabla

Variable	Factores	Ponderación	Criterio
Usos de suelo y Vegetación	Pastizal Inducido	1	El pastizal inducido son comunidades vegetales donde predominan los pastos con pocos árboles y arbustos, considerando las pendientes en las que se desarrolla dicha actividad, oscilan en su mayoría entre 6° - 53°, por lo que el valor asignado será bajo.
Cuerpos de Agua	0-25m	3	Debido a la proximidad de los cuerpos de agua, los valores más cercanos se consideran más susceptible a inundación.
	25-50m	2	
	50-∞	1	
Corrientes de agua	0-25m	3	Debido a la proximidad de las corrientes de agua, los valores más cercanos a los cauces se considera más susceptible a inundación.
	25-50m	2	
	50-∞	1	
Pendientes del terreno	0 – 2	3	Derivado de los Instrumentos de apoyo para el Análisis y la Gestión de Riesgos Naturales por el Servicio Nacional de Estudios Territoriales de El Salvador, establecen parámetros indicativos para determinar zonas inundables, los cuales se presentan a continuación. <ul style="list-style-type: none"> • Pendientes < de 2%: presentan un potencial de sedimentación y/o inundación. • Pendientes entre 2 y 6%: presentan un potencial para crecidas repentinas y erosión. • Pendientes > 6%: presentan un alto potencial erosivo. Se pueden formar aludes torrenciales.
	2 – 6	2	
	6 - ∞	1	

Al realizar la comparación de las alternativas con los criterios en el MJA, los pesos resultantes se muestran en la siguiente matriz. Es importante destacar que la matriz se considera que es lo suficientemente coherente ya que la razón de consistencia se acerca al valor de 0, o bien, el proceso es aceptado.



Tabla 22. Matriz de comparación por pares de Inundación

Layername	Geología	Edafología	Usos de Suelo y Vegetación	Cuerpo de Agua	Corriente de Agua	Pendiente	Weight	CI	RI	CR	Notes
Geología	1	5	0.14	3	3	7	0.22342435	0.280651757	1.26	0.22273949	The matrix is considered to be consistent enough.
Edafología	0.2	1	0.11	0.33	0.2	1	0.037425799	0.280651757	1.26	0.22273949	The matrix is considered to be consistent enough.
Usos de Suelo y Vegetación	7	9	1	3	3	7	0.432231938	0.280651757	1.26	0.22273949	The matrix is considered to be consistent enough.
Cuerpo de Agua	0.33	3	0.33	1	1	0.33	0.086666195	0.280651757	1.26	0.22273949	The matrix is considered to be consistent enough.
Corriente de Agua	0.33	5	0.33	1	1	0.33	0.100555083	0.280651757	1.26	0.22273949	The matrix is considered to be consistent enough.
Pendiente	0.14	1	0.14	3	3	1	0.119696636	0.280651757	1.26	0.22273949	The matrix is considered to be consistent enough.

El siguiente mapa se construye a partir resultados de la matriz, por medio del álgebra de mapas y del peso resultante para cada criterio. El resultado original se presenta en el anexo cartográfico como mapa número dieciséis, “Método de Jerarquías Analíticas, Susceptibilidad a Inundación”.

Mapa 12. Susceptibilidad a Inundación

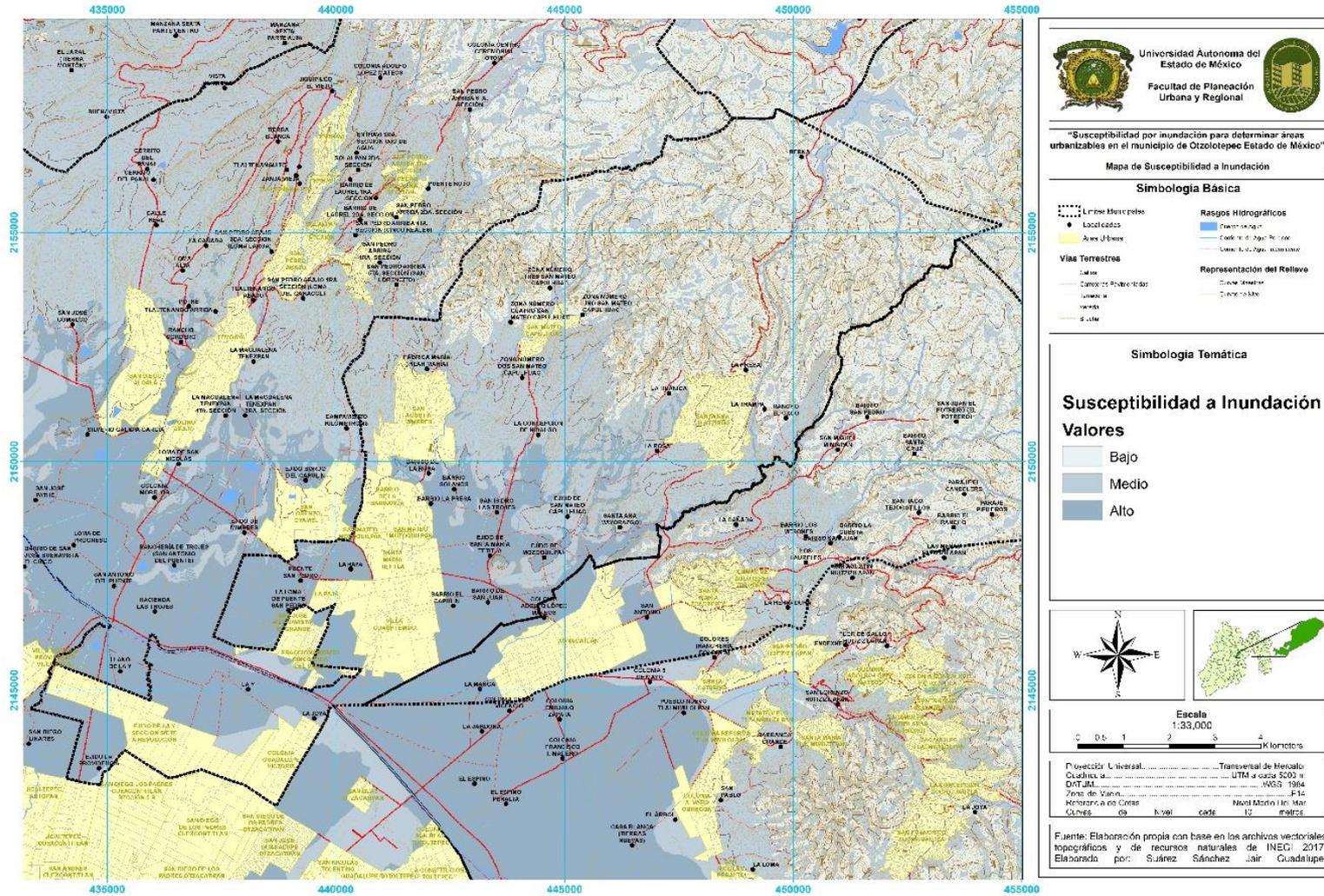




Tabla 23. Superficies por categoría de Inundación

	Categoría	Superficie en km ²	Porcentaje
1	Bajo	34.81	31.0
2	Medio	42.83	38.2
3	Alto	34.61	30.8

Fuente: Elaboración Propia.

La información del mapa doce “Susceptibilidad a Inundación” muestra que los valores bajos se encuentran en todo el norte del municipio, con una superficie total de 34.81 km² como se muestra en la tabla superficies por categoría de inundación, esto debido a la información integrada en donde se considera que para aspectos geológicos, la Brecha Volcánica, Andesita, y la roca Ígnea Extrusiva Intermedia son de baja peligrosidad para este fenómeno considerando la permeabilidad de la roca, además de que el Andosol Húmico y Ócrico, y el Cambisol Éutrico y Crómico ubicados al norte del municipio, se consideran de baja probabilidad a inundación debido al buen drenaje interno que atesoran estos suelos. En lo que respecta a los usos de suelo, la Agricultura de Temporal, Bosque Cultivado, Bosque de Encino, Bosque de Oyamel, y el Pastizal Inducido, se encuentran dentro de esta misma categoría ya que las pendientes en las que se desenvuelven estos usos son mayores a los 6°, además se consideran de baja probabilidad debido a que la cubierta vegetal ayuda con la filtración del agua al subsuelo impidiendo inundaciones pluviales o encharcamientos de agua. Para las corrientes y los cuerpos de agua, la distancia considerada con menos probabilidad a inundación corresponde de los 50 metros a más a partir de rasgo hidrográfico, por último, las pendientes consideradas con menos susceptibilidad de inundación son mayores de 6° de inclinación.

En lo que respecta a las zonas consideradas de mediana aptitud, estas son localizadas en el centro del municipio de Oztolotepec, así mismo en el este y oeste, donde se encuentran algunas localidades como Fabrica María, San Agustín Mimbres, Concepción Hidalgo, Zona Número Dos de San Mateo Capulhuac, La Rosa y Santa Ana Jilotzingo, de igual forma la Colonia Guadalupe Victoria y el Ejido



de La Y ubicadas al sur del municipio, se consideran de mediana probabilidad a inundación, en conjunto suman un total de 42.83 km². De las unidades de rocas que conforma estos valores se encuentran la Toba y los materiales compuestos por arenas, mismos que poseen un buen rango de permeabilidad por lo que se encuentran dentro de esta categoría, en lo que a suelos se refiere, el Feozem Háplico se encuentra dentro de la misma debido a la textura que condicionando un drenaje interno moderado. La distancia considerada de mediana probabilidad a inundación dentro del modelo aplicado, es de 25 a los 50 metros de distancia a partir del cuerpo o corriente de agua, en lo correspondiente a las pendientes, es de los 2° a 6° el parámetro considerado de mediana probabilidad de inundarse, mismas pendientes que tienen potencial de crecidas repentinas.

Por último, las áreas factibles de inundación se encuentran en el Sur de Ocotlán, donde se localizan las principales zonas urbanas como es Villa Cuauhtémoc, Santa María Tetitla y San Mateo Mozoquilpan, aunado a las áreas urbanas, también se encuentran algunas localidades como Barrio La Presa, San Isidro las Trojes, Barrio de San Juan y los Ejidos de San Mateo Mozoquilpan y Santa María Tetitla. La superficie considerada con mayor susceptibilidad a inundación suma un total de 34.61 km², lo anterior debido a que se encuentran depositados materiales de aluvial considerados como altamente inundables, de igual forma dentro de esta categoría, se encuentra la unidad de suelo Vertisol la cual se compone principalmente por arcillas expandibles dando como resultado un estrés hídrico. Para los usos de suelo, la Agricultura de Humedad y la Agricultura de Riego, debido a que se desarrollan en pendientes menores a 2° y la actividad requiere de ciertas características, se consideran con mayor probabilidad a inundarse, para los rasgos hidrográficos como los cuerpos y las corrientes de agua, la distancia considerada con mayor factibilidad a inundación es en los primeros 25 metros a partir del vector, para finalizar, las pendientes con mayor potencial de inundación consideradas dentro del modelo son menores a los 2°.



4.4 Inundaciones Como Condicionante del Crecimiento Urbano

Una vez realizados los modelos anteriores se procedió a la construcción del mapa final, el cual obedece al quinto objetivo de la presente investigación, representar las mejores áreas para el uso urbano tomando tanto el modelo de inundación como el de aptitud urbana.

La construcción del mapa se realizó mediante una superposición ponderada por medio de la plataforma ArcMap considerando los valores predeterminados para aptitud urbana, e invirtiendo y aplicando restricciones para susceptibilidad a inundación.



UAEM

Universidad Autónoma del Estado de México



Mapa 13. Inundaciones Como Condicionante del Crecimiento Urbano

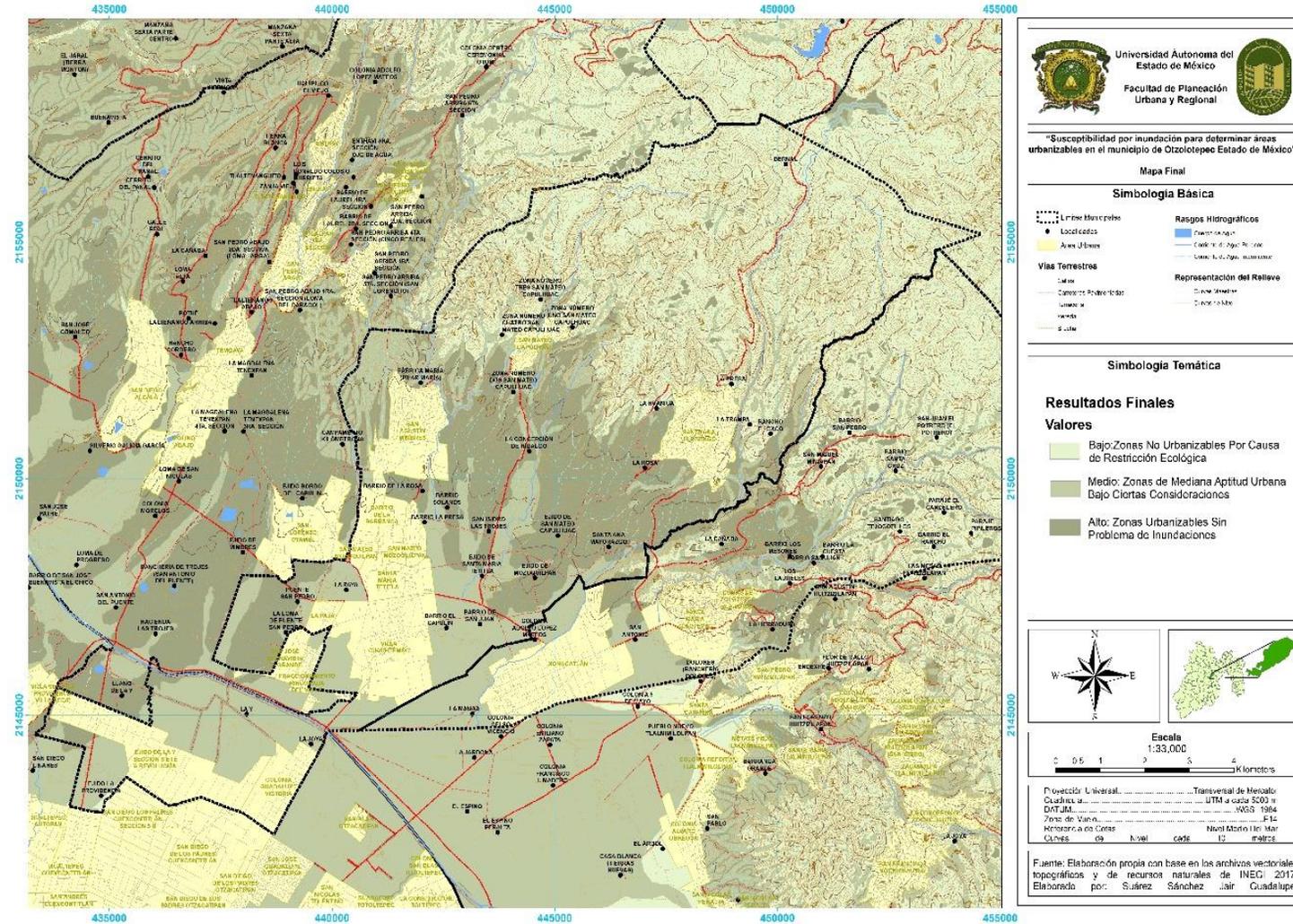




Tabla 24. Superficies de Inundaciones Como Condicionante del Crecimiento Urbano

	Categoría	Superficie en km ²	Porcentaje
1	Bajo	41.64	37.10
2	Medio	39.32	35.03
3	Alto	31.29	27.88

Fuente: Elaboración Propia.

El valor bajo se encuentra en su totalidad en el norte del municipio con una superficie de 41.64 km², donde se localizan localidades como Rancho El Oxco, La Trampa, La Presa, Bernal y La Zona Número Tres de San Mateo Capulhuac. Lo anterior deriva de que en ambos modelos los valores son bajos, sin embargo, se consideran como zonas no urbanizables por causas de restricción ecológica debido al ANP ubicada al norte de Oztolotepec.

Por otro lado se encuentra las zonas de mediana aptitud ubicadas principalmente al sur de Oztolotepec, donde se encuentran localidades como La Y, La Joya, La Raya, Barrio El Capulín, Barrio de San Juan y El Ejido de Santa María Tetitla, así mismo algunas de las principales zonas urbanas como Villa Cuauhtémoc, La Paja y la Colonia Guadalupe Victoria, la superficie suma un total de 39.32 km², esto debido a que al realizar la superposición ponderada los valores de mediana aptitud para urbanización se mantienen de la misma forma, sin embargo para inundación se cambia la ponderación de tres a dos con la finalidad de no limitar las áreas de expansión urbana.

Dichas áreas son consideradas como zonas de mediana aptitud urbana bajo ciertas consideraciones, ya que como se mencionó anteriormente, al sur del Municipio se encuentran materiales depositados de aluvial compuestos por gravas, arcillas y son considerados altamente inundables, así mismo el Vertisol distribuido en el centro y sur de Oztolotepec, es un suelo arcilloso mezclado con arcilla expandibles que presentaría un riesgo en algún momento determinado para los asentamientos humanos, de igual forma presenta un estrés hídrico y exceso de agua considerándose como suelo inundable.



Otra unidad de suelo es el Luvisol, aunque se encuentra en menor superficie, el cual obstruye la percolación del agua saturando la superficie del suelo. Así mismo es importante considerar las distancias establecidas por el Reglamento de la Ley de Aguas Nacionales en función de los cuerpos y corrientes de agua para establecer asentamientos humanos, del mismo modo deberán estar sujetos a las normas para la restricción de áreas al desarrollo urbano establecidas en el Plan Municipal de Desarrollo Urbano, donde se incluye la distancia mínima a partir de una vialidad.

En cuanto a la categoría alta, las zonas urbanizables sin problemas de inundación tienen una superficie total de 31.29 km², las zonas se encuentran distribuidas al este, oeste y centro de Ocotlán, donde se encuentran localidades como Barrio de La Rosa, Barrio Solanos, San Isidro las Trojes, Ejido de San Mateo Capulhuac, Ejido de Mozoquilpan, Santa Ana Mayorazgo, La Rosa y Santa Ana Jilotzingo.

En lo que respecta a dicho valor, resulta de la unión de las ya establecidas mejores áreas para urbanizar, considerando ligeramente más importante el modelo de aptitud urbana frente al de susceptibilidad inundación, donde las pendientes son menores a los 15°, por tanto, son ideales para la urbanización y no tendrían problemas de inundación debido a la misma inclinación, de igual forma se presentan usos de suelo como agricultura de humedad, riego y pastizal inducido, donde las pendientes son aptas para su uso, por lo que existiendo condiciones territoriales necesarias se produciría un cambio de usos de suelo. En suelo, el Cambisol posee un buen drenaje interno y alta porosidad reduciendo la probabilidad de inundación, las pequeñas acumulaciones de arcilla limitarían en mínimo la posibilidad de su incorporación al uso urbano, para las unidades geológicas, la toba es una roca dura, de alta porosidad y de gran rango de permeabilidad por lo que es idónea para su urbanización, de igual forma, los materiales compuestos por arenas resultan aptos para el desarrollo urbano y de baja probabilidad de inundación.

Dentro de los resultados finales, se realizó trabajo de campo tomando puntos GPS y fotografías en cada uno de ellos, con la finalidad de observar que hay en esa parte del territorio municipal. (Ver Anexo)



4.5 Áreas Urbanizables del Plan Municipal de Desarrollo Urbano frente a los Resultados Finales

En primer lugar, es importante mencionar que la presente investigación no considera el diferendo limítrofe que existe con los municipios colindantes, sin embargo, en dichas áreas solo podrán ejercer actos administrativos para el ordenamiento territorial de los asentamientos humanos y de desarrollo urbano de los centros de población. Respecto a las áreas no urbanizables, el Plan Municipal de Desarrollo Urbano de Ocotlán (2015), considera las políticas de desarrollo urbano, instrumentos jurídicos o administrativos que no permiten su urbanización, de la misma manera las condiciones climatológicas, hidrológicas, geológicas, ambientales o de riesgo que sirvieron para determinar su no aptitud para ser incorporadas al desarrollo urbano, las condiciones de riesgo identificadas se muestran en la siguiente tabla.

Tabla 25. Riesgos Identificados

Comunidad	Fenómeno	Riesgo Identificado
Llano de la "Y"	Morfoedafológico	Inundación Pluvial
Col. Guadalupe Victoria	Morfoedafológico	Inundación Pluvial
El Arenal	Morfoedafológico	Inundación Pluvial
El Espino	Morfoedafológico	Inundación Pluvial
Villa Cuauhtémoc	Morfoedafológico	Inundación Pluvial
Ejido de Mozoquilpan	Morfoedafológico	Inundación Pluvial
San Pedro	Morfoedafológico	Inundación Pluvial
El Espino	Morfoedafológico	Inundación Pluvial
Puente San Pedro	Morfoedafológico	Inundación Pluvial
San Isidro Trojes	Morfoedafológico	Inundación Pluvial
Santa María Tetitla	Topográfico	Asentamiento Irregular
Santa María Tetitla (Cerro del Tezontle)	Topográfico	Pendientes pronunciadas (mayores a 15%)
Fabrica María	Topográfico	Pendientes pronunciadas (mayores a 15%)
Santa Ana Jilotzingo	Topográfico	Pendientes pronunciadas (mayores a 15%)
La Huánica	Topográfico	Pendientes pronunciadas (mayores a 15%)
Mayorazgo	Topográfico	Pendientes pronunciadas (mayores a 15%)



Continuación de la tabla

Comunidad	Fenómeno	Riesgo Identificado
San Mateo Capulhuac	Topográfico	Pendientes pronunciadas (mayores a 15%)
Santa María Tetitla	Químico	Riesgo por ubicación
Col. Guadalupe Victoria	Químico	Contaminación de ríos
Villa Cuauhtémoc	Químico	Contaminación de ríos
Col. Guadalupe Victoria	Químico	Contaminación de ríos
Santa María Tetitla	Químico	Contaminación de ríos
Barrio de la Rosa	Químico	Contaminación de ríos
El Panteón	Químico	Contaminación de suelo
Ejido de Capulhuac	Químico	Contaminación de suelo

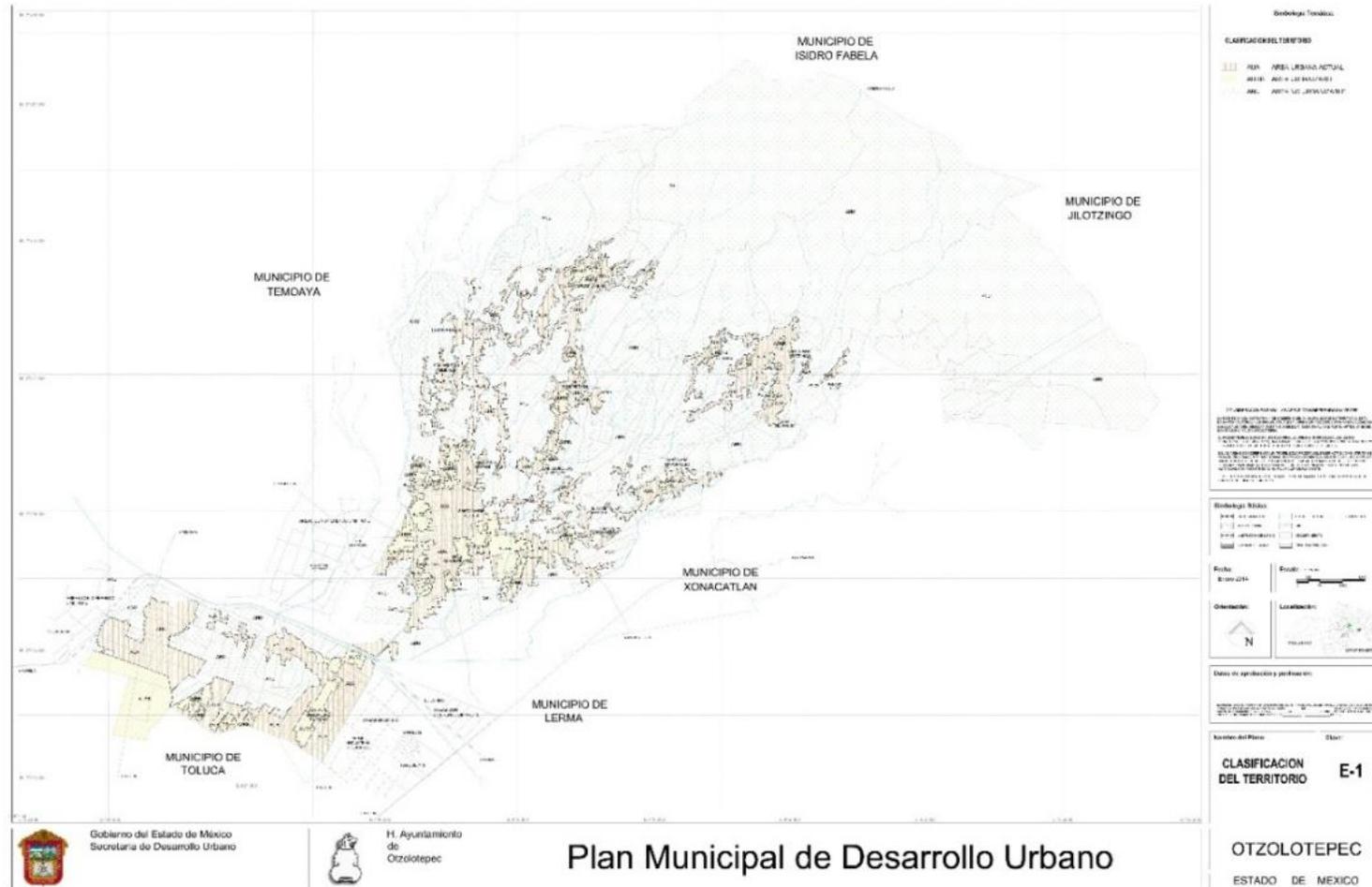
Fuente: Elaboración propia con base en Plan Municipal de Desarrollo Urbano, 2015.

En cuanto al crecimiento de los centros de población, se establece que se orientará el crecimiento hacia áreas que comparativamente requieran una menor inversión en infraestructura y equipamiento urbano, siempre que no se afecte el equilibrio de los ecosistemas, además evitarse el crecimiento habitacional hacia áreas de alto o mediano aprovechamiento agrícola, forestal, pecuario o industrial, así como hacia áreas naturales protegidas y zonas de alto riesgo. De tal forma que el siguiente plano E-1 Clasificación del Territorio muestra las áreas consideradas como urbanas, urbanizables y no urbanizables en Ocotlán.



UAEM

Universidad Autónoma
del Estado de México



Fuente: Plan Municipal de Desarrollo Urbano, 2015.



Para una mejor representación se superpusieron las imágenes de tal forma que se visualizara de una mejor manera las áreas urbanizables y no urbanizables, dicho lo anterior se puede observar que el plano E1 propone áreas urbanizables en la localidad de San Mateo Capulhuac, aun donde se considera como límite del área natural protegida denominada “Parque Ecológico, Turístico y Recreativo Zempoala La Bufa, denominado Parque Otomí – Mexica del Estado de México, de igual manera en Santa Ana Jilotzingo se proponen polígonos para urbanizar dentro del área natural protegida.

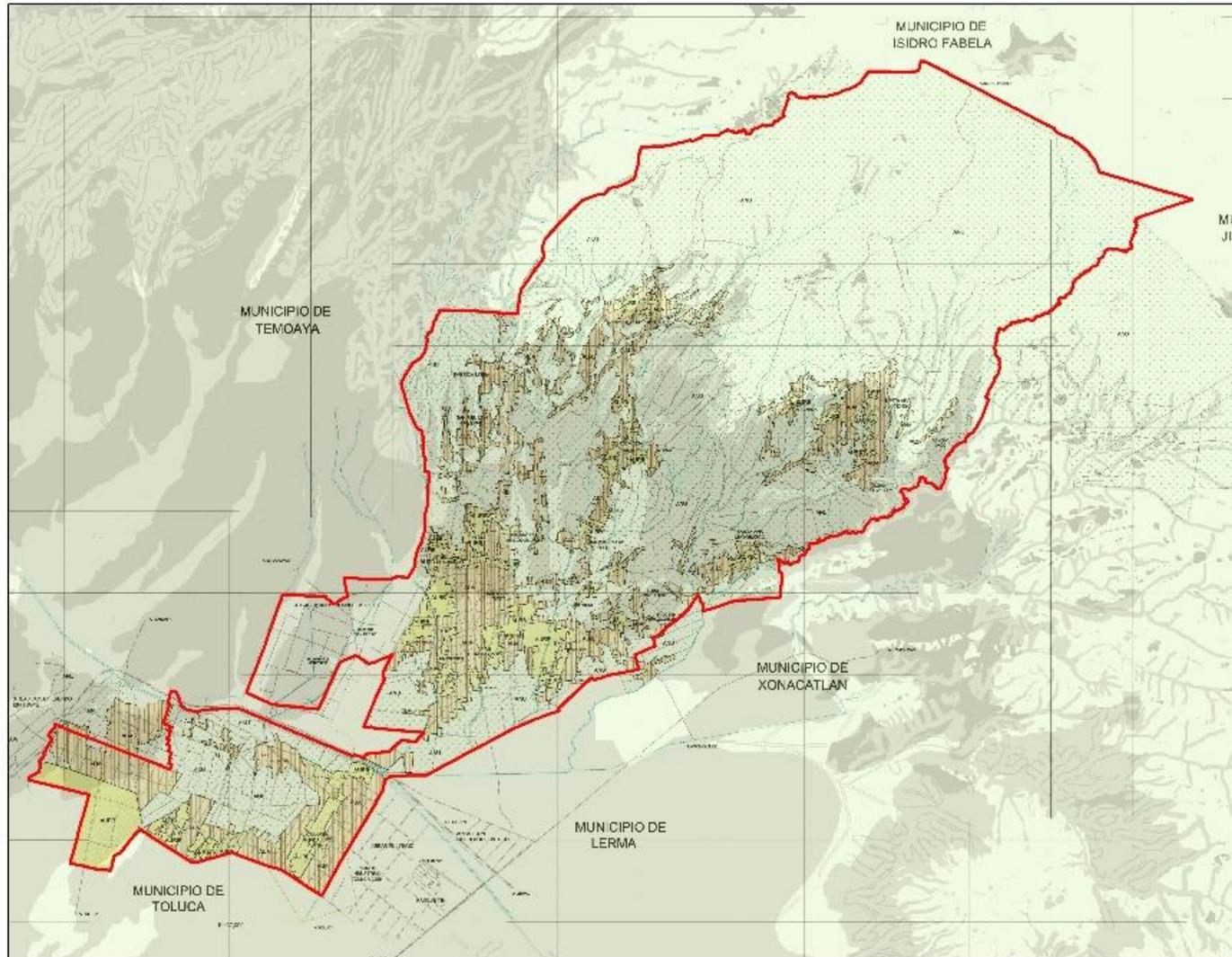
Por otro lado, en las localidades de La Raya, La Joya, Ejido La Providencia y Barrio El Capulín se proponen como áreas urbanizables donde el modelo resulta de mediana aptitud, por lo que conlleva a pensar que las áreas propuestas son dirigidas por la continuidad de la mancha urbana ya que se requiere de menor inversión para la dotación de infraestructura, y no por las condicionantes que indican la no aptitud para no incorporarlas al desarrollo urbano.

En las localidades de Santa Ana Mayorazgo, Zona Número Dos de San Mateo Capulhuac, La Concepción de Hidalgo, San Isidro Las Trojes y Ejido de Mozoquilpan, se proponen algunos pequeños polígonos como áreas urbanizables que en relación a la mancha urbana establecida en el plan mantiene una continuidad en las zonas propuestas, cabe destacar que dichas zonas y los asentamientos humanos establecidos se encuentran dentro de las mejores áreas para urbanización de acuerdo con los resultados finales.



UAEM

Universidad Autónoma
del Estado de México





Se puede concluir que las zonas urbanizables propuestas en el Plan Municipal de Desarrollo Urbano no aplican las políticas y normas establecidas en el mismo documento, debido que, al proponer áreas urbanizables en polígono de área natural protegida, contradice todo lo establecido en materia de equilibrio ecológico y protección al ambiente, de igual forma no respeta la norma establecida que rige los grados de inclinación para establecer asentamientos humanos.

De igual manera, existe discordancia entre evitar el crecimiento habitacional en las zonas de alto riesgo y los polígonos propuestos para el crecimiento urbano en cercanía al río El Arenal y de localidad de La Joya, donde ya es sabido que ocurren desbordamientos de los cauces y genera severos problemas de inundación pluvial año con año durante los tiempos de lluvia.



Conclusiones

Derivado de los modelos de inundación y aptitud urbana realizados por medio del Método de Jerarquías Analíticas, se responde concretamente a la pregunta de investigación planteada anteriormente, esto debido a que dentro del trabajo se consideraron dos objetivos construyendo modelos jerárquicos, en la matriz de comparación por pares de Saaty las ponderaciones se asignaron en función de los criterios establecidos y de las características del medio físico natural y construido para obtener un modelo preciso, de tal forma al conjugar los modelos dio como resultado el mapa trece inundaciones como condicionante del crecimiento urbano, realizado por medio de una sobreposición de capas mismo que representa las mejores zonas para el aprovechamiento urbano con y sin problemas de inundación.

En relación al capítulo uno donde se desarrolla el marco teórico conceptual de áreas urbanizables y riesgos, ayudo a entender la terminología que engloba a cada uno de estos elementos, además de argumentar y sustentar las variables consideradas para establecer asentamientos humanos en otras naciones del mundo, ayudo con la selección de criterios para la realización del modelo de aptitud urbana. Así mismo se plantea de manera clara las diferencias entre las áreas urbanizables y las no urbanizables, permitiendo identificar aquellos factores de restricción dentro del modelo.

Por otro lado, se muestra las distintas clasificaciones de los tipos de los riesgos y de las inundaciones, por lo que da cabida para establecer los tipos de inundaciones que se presentan en la zona de estudio y así poder identificar de manera precisa los factores que ayudarían a contribuir a la ocurrencia de un tipo de inundación en Oztolotepec. Además de identificar los factores de ocurrencia, estos mismos ayudan con la selección de variables que deben ser introducidas dentro del modelo de inundaciones, ya que se encuentran directamente ligadas al problema geográfico planteado.

Sin embargo, y desde una opinión personal en relación a los términos utilizados, el termino de riesgos por inundación es correcto al ser estudiado desde el punto de



vista social, ya que el termino está directamente ligado a las actividades humanas, por otro lado el termino susceptibilidad por inundación, debe ser referido a probabilidad de inundación que ocurre en un área con base a las características específicas de un territorio, de esta manera se puede decir que el termino establecido se asignara en función del enfoque de la investigación que se desee realizar.

En cuanto al capítulo dos referido al Método de Jerarquías Analíticas para identificar las áreas inundables y las áreas urbanizables, aporta diferentes aspectos relevantes en torno a los Sistemas de Información Geográfica, como los modelos de datos, las reglas de decisión y los distintos métodos de evaluación multicriterio, así mismo se desglosa el proceso que se debe seguir para su aplicación con la finalidad de evitar errores durante la modelación del proceso para ambos objetivos.

Por otro lado, se destaca la incorporación de los Sistemas de Información Geográfica para la aplicación de modelos espaciales y de métodos cuantitativos para tratar los nuevos estudios urbanos. Hablando específicamente en materia territorial, el uso de los Sistemas de Información Geográfica obedece desde los procesos de gestión como el ordenamiento territorial, la incorporación de la información pública y de catastro, hasta los ahora nuevos temas de estudio como es la reducción del riesgo de desastres, la resiliencia y la inclusión de la planificación urbana en los riesgos climáticos.

Del párrafo anterior se puede establecer que derivado de los distintos fenómenos naturales que perjudican a los centros urbanos, surge la necesidad del uso de los Sistemas de Información Geográfica como herramienta para procesar y analizar datos a través de la aplicación de diversos métodos de evaluación multicriterio y el modelado espacial, se convierten en una herramienta necesaria para representar y dar explicación a los problemas complejos de la realidad que afectan a una parte del territorio determinado.



En relación al capítulo tres que habla de la caracterización del medio físico natural y social del municipio de Oztolotepec, aporto los principales aspectos económicos y sociales con la finalidad de conocer el contexto territorial actual que vive Oztolotepec, así como todos aquellos elementos naturales que conforman su territorio, donde se destacan las características de los elementos, la cantidad que existe del material y su localización. Este apartado es de gran relevancia ya que derivado de las características del material por el cual se compone, se toman aquellos aspectos que favorecen o no el uso urbano, de igual forma para las inundaciones, existen materiales que se consideran altamente inundables por lo que son aspectos relevantes a considerar durante la asignación de criterios y valores en cada modelo.

Es relevante entender que todo depende del problema que se plantee, existen diversos factores que pueden favorecer a un modelo y contradecir totalmente al otro, es por ello que dentro de la caracterización se debe hacer una revisión bibliográfica especializada del tema para no tener imprecisiones al momento de ponderar los factores, y con ello poder dar explicación y representar de manera exacta el problema planteado.

Dentro del capítulo cuatro se propone identificar las zonas susceptibles a inundación mediante el uso de una plataforma de Sistemas de Información Geográfica, para determinar las zonas de crecimiento urbano en el municipio de Oztolotepec Estado de México, el cual aporta netamente los resultados finales de manera desglosada, estableciendo los criterios seleccionados y mostrando la matriz de comparación por pares de Saaty para los modelos de inundación y aptitud urbana.

La matriz resulta de gran relevancia debido a que establece una comparación entre las alternativas y los criterios seleccionados, comparando la importancia de cada uno de ellos con los demás; así mismo para establecer que el resultado de método es aceptado, indicando que la matriz se considera que es lo suficientemente coherente, la razón de consistencia (CR) debe ser cercana al valor 0.



Es importante mencionar que una vez obtenida la matriz y comprobado los resultados, se introduce a una plataforma Sistemas de Información Geográfica cuyo proceso arroja una escala de evaluación donde se muestra el problema geográfico planteado, sin embargo, al momento de reclasificar los valores para poder cuantificar la superficie, esta escala desaparece y ahora forma parte de una categoría cualitativa general. No representa un error, sino que da auge para poder comparar directamente los resultados de uno con respecto a los demás.

Como objetivo general se propuso identificar zonas susceptibles de inundación para determinar áreas urbanizables adecuadas para la expansión urbana en el municipio de Oztolotepec, Estado de México, haciendo uso de los Sistemas de Información Geográfica. Dicho objetivo se realizó de manera satisfactoria debido al aporte de cada uno de los objetivos específicos, ya que no se encuentran desligados uno de los otros, sino que cada uno atribuye al cumplimiento del objetivo principal de la investigación.

Finalmente, se puede establecer que al ser la inundación un problema recurrente en tiempos de lluvia, y teniendo una inminente expansión de la marcha urbana, el fenómeno por inundación al que se encuentran sujetos debe ser tomado en cuenta al momento de establecer áreas urbanizables tal como lo propone el Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo.

Los riesgos por desastre deben ser considerados como una medida de prevención y no de acción por parte de los gobiernos municipales. De no ser así, los fenómenos por inundación afectarían a las áreas urbanas y urbanizables propuestas por el Plan Municipal de Desarrollo Urbano de Oztolotepec, lo que conllevaría a las viviendas vivir situaciones de peligro por inundación de seguir con lo establecido actualmente por el gobierno municipal.



Bibliografía

- Agencia Cuadratín, (2014) “Inundación en Oztolotepec deja más de 100 familias afectadas” disponible en línea en: <https://edomex.quadratin.com.mx/Inundacion-en-Oztolotepec-deja-mas-de-100-familias-afectadas/>.
- Agencia MVT, (2008) “Advierten riesgo de inundaciones en Oztolotepec” disponible en línea en: <http://mvt.com.mx/advierten-riesgo-de-inundaciones-en-otzolotepec/>.
- Ahmed, K. (2008) Aplicaciones del Modelo HEC-RAS para el Análisis del Flujo No Permanente con Superficie Libre. Tesis de Ingeniería. Quito, Facultad de Ingeniería Civil y Ambiental de la Escuela Politécnica Nacional.
- Alcázar, R., (2013) El suelo urbanizable. Aspectos a considerar en el ámbito del Catastro Inmobiliario. España, Dirección General del Catastro.
- Alegre, P. (1983) Una Aplicación del Programa MAP a Catalunya. Barcelona, Departamento de Geografía, Universidad Autónoma.
- Aneas, S. (2000) “Riesgos y peligros: una visión desde la Geografía” en Revista Electrónica de Geografía y Ciencias Sociales [En Línea] N° 60. ISSN 1138-9788, 15 de marzo, Universidad de Barcelona, disponible en: <http://www.ub.edu/geocrit/sn-60.htm>.
- Astorkiza, I., (2012) “Expansión urbana y sostenibilidad: una dicotomía difícil de conciliar”. en Revista española de control externo. Vol. 14, N° 40, 2012, págs. 47-78.
- Ávila, R. (2000) El AHP (Proceso Analítico Jerárquico) y su aplicación para determinar los usos de las tierras. El caso de Brasil. Chile, (Proyecto FAO GCP/RLA/126/JPN).
- Barreto, J. (2005) Estimación de un Índice Relativo de Riesgo Múltiple en Áreas Urbanas. Tesis de Maestría. Colima, Facultad de Ciencias de la Universidad de Colima.
- Bazant, S., (2010). “Expansión urbana incontrolada y paradigmas de la planeación urbana” en Revista Espacio Abierto [En Línea] vol. 19, núm. 3, julio-



septiembre 2010, Universidad del Zulia Maracaibo, disponible en:
<http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=12215112003>

- Cámara De Diputados Del H. Congreso De La Unión, (2015) Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable. Reforma 26 de marzo, Secretaría General, Secretaría de Servicios Parlamentarios, México.
- Cámara De Diputados Del H. Congreso De La Unión, (2015) Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable. Reforma 26 de marzo, Secretaría General, Secretaría de Servicios Parlamentarios, México.
- Cámara De Diputados Del H. Congreso De La Unión, (2016) Ley General de Asentamientos Humanos, Ordenamiento Territorial y Desarrollo Urbano. Nueva Ley 28 de noviembre, secretaría General, Secretaría de Servicios Parlamentarios, México.
- Cámara De Diputados Del H. Congreso De La Unión, (2017) Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente. Reforma 24 de enero, Secretaría General, Secretaría de Servicios Parlamentarios, México.
- Candia, M., (2015) Análisis de Riesgo por Inundación en la Zona Metropolitana de San Luis Potosí. Tesis de Maestría en Geociencias Aplicadas. San Luis Potosí, Instituto Potosino de Investigación Científica y Tecnológica, A.C.
- Centro Nacional de Prevención de Desastres, (2001) Diagnóstico de Peligros e Identificación de Riesgos de Desastres en México. México, CENAPRED.
- Centro Nacional de Prevención de Desastres, (2006) Guía Básica para la Elaboración de Atlas Estatales y Municipales de Peligros y Riesgos. México, CENAPRED.
- Consejo Nacional de Población, (2010) Índice de Marginación por Entidad Federativa y Municipio 2010. Primera edición, México, CONAPO.
- Consejo Nacional de Población, (2010) Índice de Marginación por Localidad 2010. Primera edición. México, CONAPO.
- Cotler, H. & et al (2006) Atlas de la cuenca Lerma- Chapala. México, INE-SEMARNAT.



- Domínguez, A.; Quintanilla A. y A. Serrano, (2004) “Gestión del turismo rural de la Sierra de Alcaraz y Campo de Montiel (Albacete) mediante técnicas multicriterio y la utilización de SIG” en Conesa, C. and et all (ed.), El empleo de los SIG y la Teledetección en Planificación Territorial. España.
- Eastaman, J & et al (1993) GIS and Decision Making, United Nations Institute for Training and Research (UNITAR), Ginebra.
- Elineema, R. (2002) Análisis del método AHP para la toma de decisiones multicriterio. Tesis de Maestría. México, Universidad Nacional Autónoma de México.
- Estrategia Internacional para la Reducción de los Desastres Naturales (2009) Terminología sobre Reducción del Riesgo de Desastres. Ginebra, Naciones Unidas.
- Galacho, F. and et all, (2004) “Diseño de un sistema de apoyo a la decisión espacial (SADE/SDSS) para la planificación y gestión territorial a escala local” en Conesa, C. and et all (ed.), El empleo de los SIG y la Teledetección en Planificación Territorial. España.
- Gálvez, J. (2016) Impacto socioeconómico por fenómenos hidrometeorológicos en el Estado de Veracruz y sus municipios (1999-2015). Tesis de Maestría. Veracruz, Facultad de Economía de la Universidad Veracruzana.
- García, M. y I. Otero, (2004) “El uso público recreativo: modelo de planificación mediante la utilización de un Sistema de Información Geográfica” en Conesa, C. and et all (ed.), El empleo de los SIG y la Teledetección en Planificación Territorial. España.
- Gobierno de Nicaragua (s/f) Instrumentos de apoyo para el Análisis y la Gestión de Riesgos Naturales, disponible en línea en: <http://www.snet.gob.sv/Riesgo/GuiaMetodologica.pdf>.
- Gobierno del Estado de México, (1993) Ley de Asentamientos Humanos del Estado de México, disponible en línea en: <http://legislacion.edomex.gob.mx/sites/legislacion.edomex.gob.mx/files/files/pdf/ley/abr/leyabr025.pdf>



- Gobierno del Estado de México, (2001) Reglamento del Libro Quinto del Código Administrativo del Estado De México, disponible en línea en: www.ipomex.org.mx/ipo/archivos/downloadAttach/607196.web;jsessionid.
- Gobierno del Estado de México, (2015) Plan Municipal de Desarrollo Urbano de Oztolotepec, 2013-2015.
- Gómez, M. y J. Barredo, (2006) Sistemas de Información Geográfica y Evaluación Multicriterio, en la ordenación del territorio. 2ª Edición, Madrid, RA-MA.
- H. Ayuntamiento de Oztolotepec (2015) Atlas de Riesgos Municipal de Oztolotepec. 2013-2015.
- H. Ayuntamiento de Oztolotepec (2016) Bando Municipal, disponible en línea en: <http://legislacion.edomex.gob.mx/sites/legislacion.edomex.gob.mx/files/files/pdf/bdo/bdo069.pdf>.
- Hernández, L., (2006) en revista Agencia MVT, disponible en línea en: <https://agenciamvt.photoshelter.com/image/I0000V1wm6sb17k8>.
- Ibáñez, J. (2006) El Agua en el Suelo 4: Textura del Suelo y Propiedades Hídricas, disponible en línea en: <http://www.madrimasd.org/blogs/universo/2006/07/05/33887>.
- Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática, (2004) Guías para la Interpretación de Cartografía Edafología. México, INEGI.
- Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática, (2010) Censo de Población y Vivienda 2010. Principales resultados por localidad (ITER). Estado de México, INEGI.
- Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática, (2015) Guía para la interpretación de cartografía Uso del suelo y vegetación. México, INEGI.
- IUSS Grupo de Trabajo WRB. (2007) Base Referencial Mundial del Recurso Suelo. Primera actualización 2007. Informes sobre Recursos Mundiales de Suelos No. 103. FAO, Roma.
- Lara, E., (2015) Modelo de evaluación de la capacidad de acogida territorial de los usos urbanísticos potenciales en la ciudad interior de Toluca. Tesis de



Maestría en Análisis Espacial y Geoinformática. Toluca, Facultad de Geografía.

Larraín, P. y P. Simpson, (1994) Percepción y prevención de catástrofes naturales en Chile. Chile, Ediciones Universidad Católica de Chile.

Lavell, A. (2001) Sobre la Gestión del Riesgo: Apuntes hacia una Definición. Disponible en línea en: <http://www.cridlac.org/digitalizacion/pdf/spa/doc15036/doc15036.htm>.

Ley General de Asentamientos Humanos, (2014) Artículo 3, Fracción XII.

LLasat, M. (2012) Riesgos naturales: clasificación, conceptos y cuestiones. en Instituto de Actuarios Españoles [En Línea] N°31. 07 de diciembre, Madrid, disponible en: https://www.fundacionmapfre.org/documentacion/publico/i18n/catalogo_imagenes/imagen_id.cmd?idImagen=1081818.

Llorente M.; Díez A. y L. Laín (2009) “Aplicaciones de los Sig al Análisis y Gestión del Riesgo de Inundaciones: Avances Recientes” en Carrero, L. (ed.) Actas de las I Jornadas Técnicas sobre SIG y Teledetección en el Ámbito de la Ingeniería Forestal y del Medio Natural - SIGTEFOR: Madrid, 19 y 20 de octubre de 2006. Volumen 29. Madrid.

Mook, W. (2002) Isotopos ambientales en el Ciclo Hidrológico. Madrid, Instituto Geológico y Minero de España.

Nijkamp, P. y Van Delft, A. (1997) Multi-Criteria Analysis and Regional Decision-Making. Martinus Nijhoff, Leiden.

OMM/UNESCO, (1974), “Glosario Hidrológico Internacional”, WMO/OMM/BMO, No. 385, Secretaría de la Organización Meteorológica Mundial, Suiza.

Ordóñez, C. y R. Martínez, (2003) Sistemas de Información Geográfica: Aplicaciones Prácticas con Idrisi32 al Análisis de Riesgos Naturales y Problemáticas Medioambientales. Madrid, RA-MA.

Organización de las Naciones Unidas- Habitat, (2012) Estado de las Ciudades de América Latina y El Caribe 2012 Rumbo a una nueva transición urbana.



Brasil, Programa de las Naciones Unidas para los Asentamientos Humanos, ONU-Habitat.

Prieto, G. (2014) Tormentas Severas, Serie Fascículos. CENAPRED.

Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo, (2010) Gestión del Riesgo Urbano. Estados Unidos de América, Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo.

Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente, (2011) Hacia una economía verde: Guía para el desarrollo sostenible y la erradicación de la pobreza. Disponible en línea en: <http://sostenibilidadyprogreso.org/files/entradas/hacia-una-economia-verde.pdf>

Reyes, A. (2013) La Evaluación Multicriterio como Instrumento de los Sistemas de Información Geográfica. Tesis de Maestría. México, Programa de Maestría y Doctorado en Ingeniería de Sistemas – Investigación de Operaciones de la Universidad Nacional Autónoma de México.

Rojas, O y C. Martínez. (2011) “Riesgos naturales: evolución y modelos conceptuales” en Red de Revistas Científicas de América Latina, el Caribe, España y Portugal [En Línea] vol. 20. 2011, pp. 83-116, Universidad Nacional del Sur Bahía Blanca, disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=383239103004>.

Romero, S. y J. Pomerol (1997) Decisiones multicriterio fundamentos teóricos y utilización práctica. España, Alcalá de Henares, Servicio de Publicaciones de la Universidad de Alcalá.

Ruiz Pérez & et al. (1990) Diseño de un Sistema de Información Geográfica Raster para la Planificación Territorial. Actas del IV Coloquio de Geografía Cuantitativa, A.G.E. Palma de Mallorca.

Saaty, T. (1980). The analytical Hierarchy Process. New York, Mc Graw Hill.

Salas, M. y M. Jiménez (2014) Inundaciones. Serie Fascículos. CENAPRED.

Sánchez, D. (2015) Mecánica de Suelos y Rocas II, disponible en línea en: <https://es.slideshare.net/jhonatan134/permeabilidad-en-rocas>.



- Sarría, A. (2014) Sistemas de Información Geográfica Temario de la asignatura (2013-2014). España, Creative Commons.
- Secretaría del Medio Ambiente del Estado de México, (2009) Localización y Caracterización de Manantiales Ubicados en el Estado de México, octubre 2017. disponible en línea en: http://ieecc.edomex.gob.mx/trabajo_campo.
- Tarback, E. y F. Lutgens. (2005) Ciencias de la Tierra. 8ª edición, Madrid, Pearson Educación S. A.
- Téllez, J. (2005) Enciclopedia de los Municipios de México: Oztolotepec. México, Centro Nacional de Desarrollo Municipal, Gobierno del Estado de México
- Toskano, G. (2005) El proceso de Análisis Jerárquico (AHP) como herramienta para la toma de decisiones en la selección de proveedores. Tesis de licenciatura. Lima, Facultad de Ciencias Matemáticas de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos.
- Turkstra, J. (1991) An Application of GIS to townplanning case study Manizales, Colombia. Proceedings EGIS 91, second European Conference of Geographical Information System, vol. 2.
- Vázquez, M. (2011) "La Vulnerabilidad de los Asentamientos en Espacios no Urbanizables en el Municipio de San Mateo Atenco, Estado De México" en Revista Quivera [En Línea] vol. 13, núm. 1, enero-junio 2011, Universidad Autónoma del Estado de México, disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=40118420015>
- Voogd, H. (1983) Multicriteria Evaluation for Urban and Regional Planning. London, Pion.
- Wilches, C. (1993) "La vulnerabilidad global" en Maskrey, A (Comp.), Los Desastres No Son Naturales. Panamá, LA RED.
- Willems, P. (2002) "Herramientas de SIG como soporte a la planificación territorial dentro del estudio de ordenamiento territorial de las laderas sur-orientales del volcán Pichincha en Quito, Ecuador" en García, J. (coord.)



UAEM

Universidad Autónoma
del Estado de México



X Congreso del Grupo de Métodos Cuantitativos, Sistemas de Información Geográfica y Teledetección. Quito, Ecuador.

Zepeda, O. y S. González, (2001) Diagnóstico de Peligros e Identificación de Riesgos de Desastres en México. México, CENAPRED.



ANEXOS

**“Susceptibilidad por inundación para determinar áreas urbanizables en el
municipio de Oztolotepec Estado de México”**

Contenido

Trabajo de Campo.....	2
Anexo Cartográfico.....	7
Mapa 14. Trabajo de Campo	7
Mapa 15. Método de Jerarquías Analíticas, Áreas Urbanizables.	8
Mapa 16. Método de Jerarquías Analíticas, Susceptibilidad a Inundación.	9
Marco Normativo de las Áreas Urbanizables	10
FEDERAL	10
ESTATAL.....	12
MUNICIPAL	13
Marco Normativo que regula la urbanización en áreas de riesgo por inundaciones 	14



Trabajo de Campo

Dentro del trabajo realizado, se recorrió el municipio con la finalidad de realizar toma de puntos con un Sistema de Posicionamiento Global (GPS), y a su vez la toma de fotografías para cada uno de los puntos, lo anterior con la finalidad de observar que hay en la superficie del territorio y donde se ubica respecto al territorio municipal.

La toma de puntos se realizó con forme a los resultados del modelo final de inundaciones como condicionante del crecimiento urbano, una vez construido el modelo y su respectivo mapa, se comenzó con el recorrido de campo procurando que la toma de punto se realizará de manera distribuida a lo largo del municipio, buscando se localizarán en los tres rangos establecidos, bajo: zonas no urbanizables por causas de restricción ecológica, medio: zonas de mediana aptitud bajo ciertas consideraciones y alto: zonas urbanizables sin problemas de inundaciones. Sin embargo, los valores bajos se encuentran principalmente al norte en el Parque Ecológico, Turístico y Recreativo Zempoala La Buña, denominado Parque Otomí – Mexica del Estado de México, con categoría de área natural protegida, dificultando el acceso para el trabajo de campo debido a las inclinaciones presentes y hablando en materia de seguridad el peligro que existe.

La siguiente tabla muestra una serie de puntos seleccionados aleatoriamente del trabajo realizado, donde se muestran las coordenadas del punto y las fotos de lo que se observa en el mismo. Por otro lado, la distribución de los puntos registrados en el trabajo de campo, se muestra en el mapa catorce del anexo cartográfico.

Tabla 1. Fotos de Campo

Punto	Coordenadas	Fotos
1	442357.02E, 2149120.54N	<p>Cauce de río que ha sufrido desbordamientos de agua y ha generado daños a las viviendas en las periferias de San Mateo Mozoquilpan.</p>  
4	444512.03E, 2148817.41N	<p>La localidad del Ejido de Mozoquilpan presenta excelentes posibilidades de incorporación al uso urbano.</p> 

Continuación de la tabla

Punto	Coordenadas	Fotos
6	446141.04E, 2149551.12 N	<p>Áreas donde el modelo apunta con valor alto para Urbanizar en la zona este de Oztolotepec, se destaca la escasez de vivienda y el uso de suelo agrícola.</p>
12	444220.78E, 2151842.03N	<p>La Zona Número Dos de San Mateo Capulhuac, presenta tanto áreas aptas para urbanizar, como zonas de mediana aptitud debido a la inclinación de la pendiente.</p>

Continuación de la tabla

Punto	Coordenadas	Fotos
15	441595.7E, 2151790.4N	<p>Áreas para densificar con viviendas la zona urbana de San Agustín Mimbres, con valores mediana y alta aptitud para el uso urbano.</p>   
18	441460.81E, 2149576.01N	<p>Zonas agrícolas con altas posibilidades de aprovechamiento urbano en las periferias del área urbana de San Mateo Mozoquilpan.</p>    

Continuación de la tabla

Punto	Coordenadas	Fotos
29	440657.83E, 2146669.6N	<p>Periferias del área urbana de Villa Cuauhtémoc, donde se han presentado desbordamientos continuos del cauce y pérdidas materiales a las viviendas aledañas.</p>    
31	439957.2E, 2144817.3N	<p>Zonas aledañas al río Lerma donde se han existido desbordamientos de los cauces principales, lo que conlleva a la inundación por varios días afectando a la vía principal y al equipamiento educativo existente.</p>    



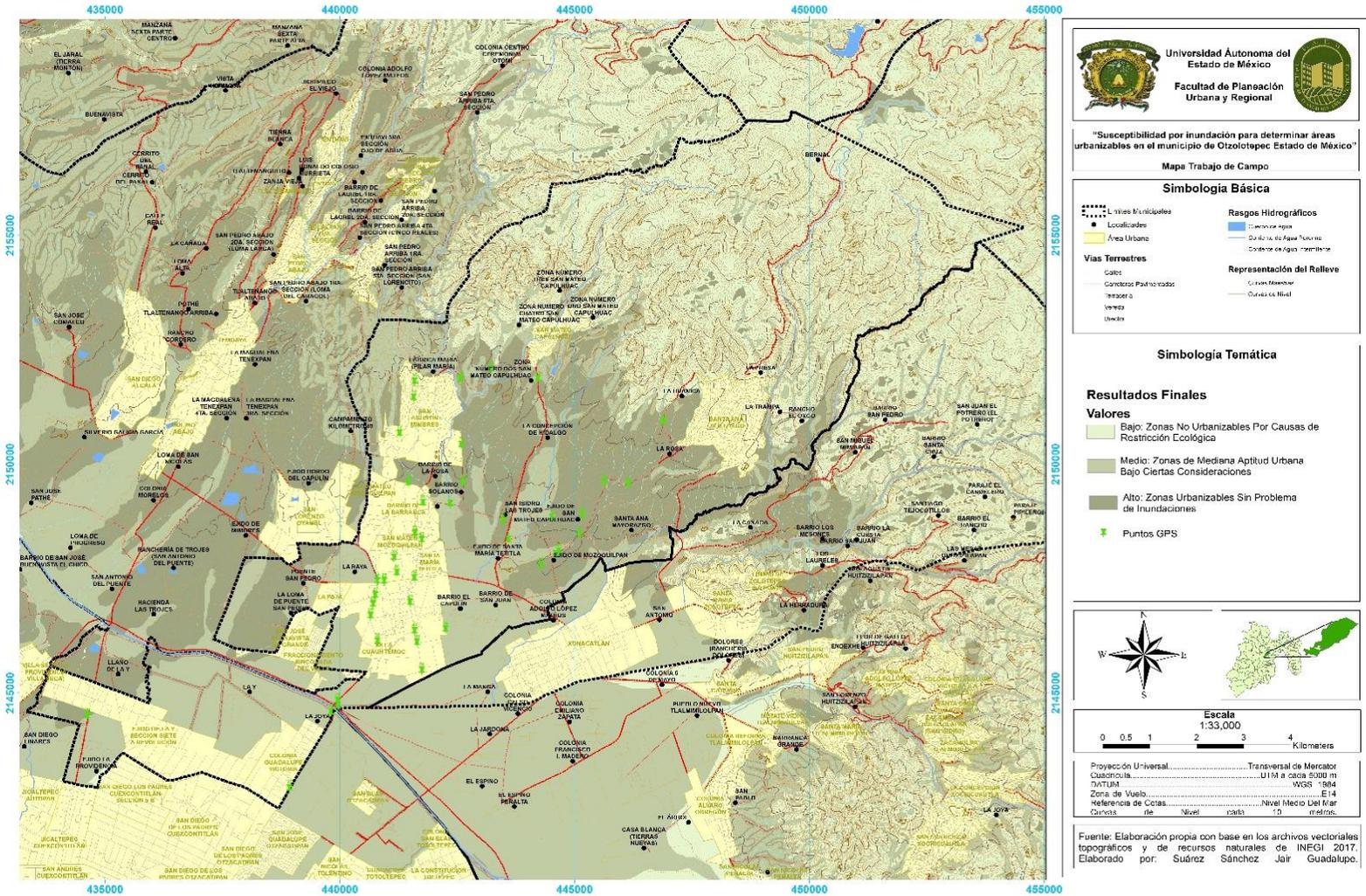
UAEM

Universidad Autónoma del Estado de México



Anexo Cartográfico

Mapa 1. Trabajo de Campo



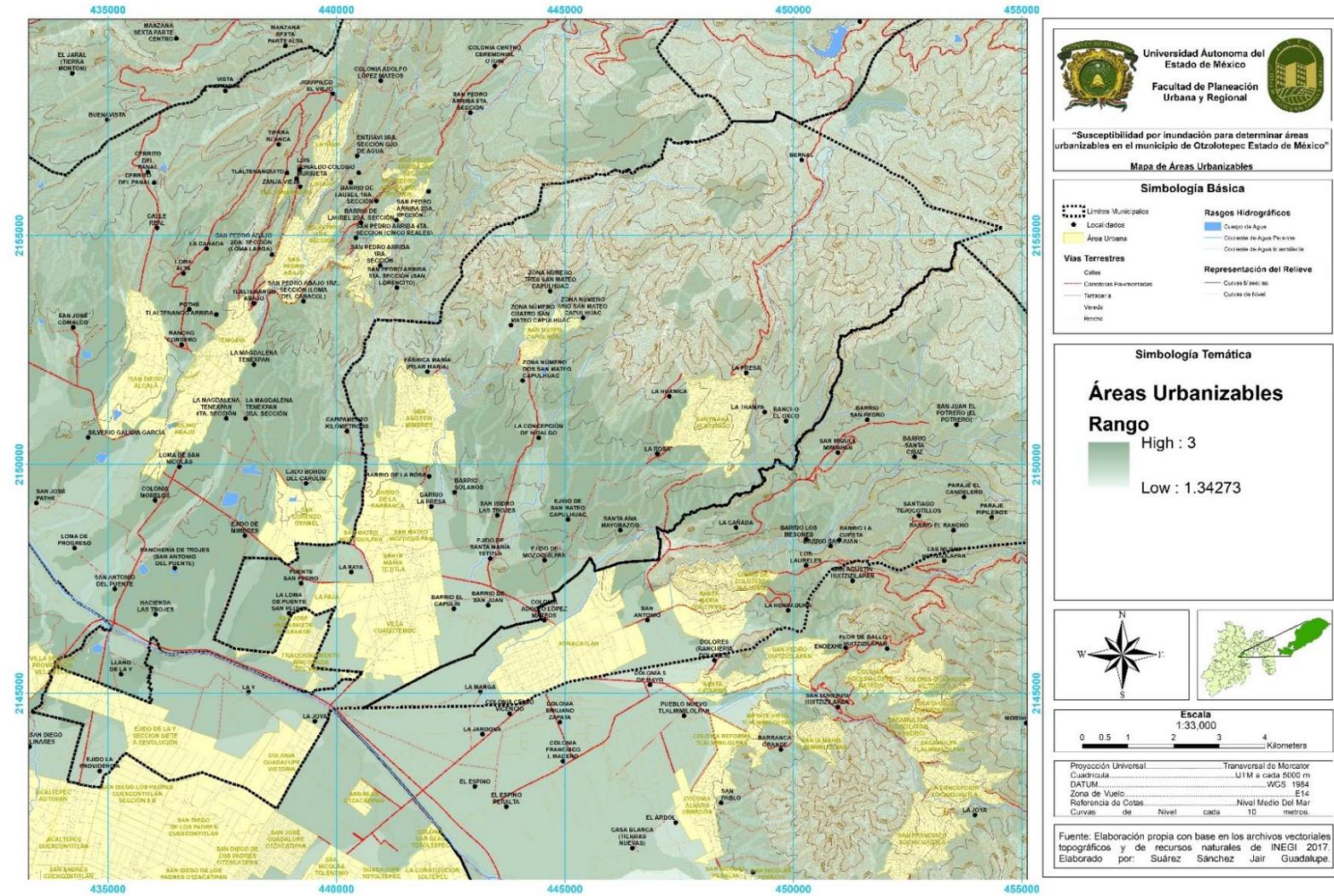


UAEM

Universidad Autónoma del Estado de México



Mapa 2. Método de Jerarquías Analíticas, Áreas Urbanizables.



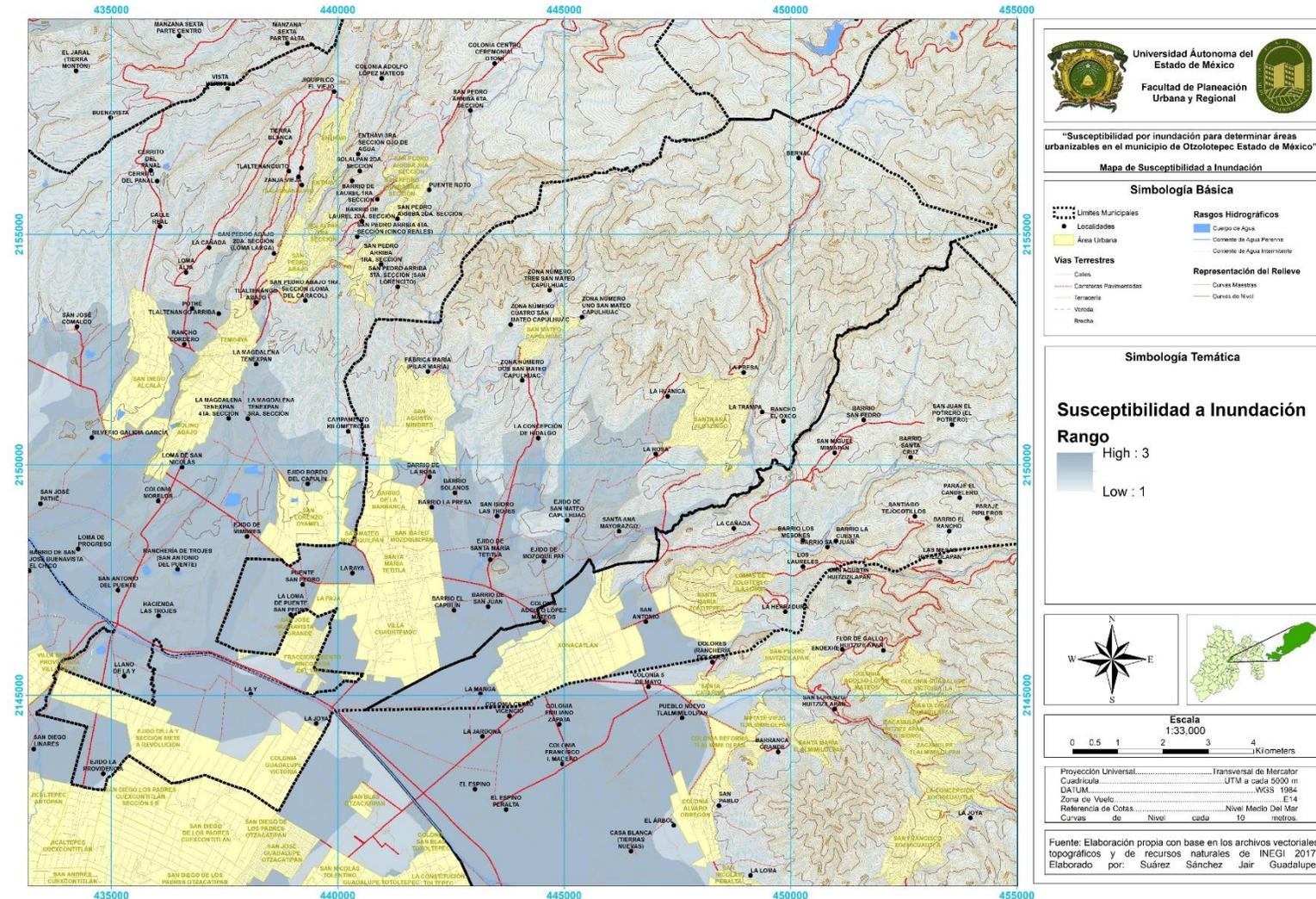


UAEM

Universidad Autónoma del Estado de México



Mapa 3. Método de Jerarquías Analíticas, Susceptibilidad a Inundación.





Marco Normativo de las Áreas Urbanizables

FEDERAL

En materia regulatoria, a lo que refiere a las áreas urbanizables dentro del territorio nacional, se expiden un número importante de leyes, normas y reglamentos en esta materia, por lo que nos acotaremos solo a las más importantes.

En lo que compete al artículo 115 constitucional Los Municipios, estarán facultados para participar en la creación y administración de sus reservas territoriales; controlar y vigilar la utilización del suelo en sus jurisdicciones territoriales; y participar en la creación y administración de zonas de reservas ecológicas.

De acuerdo con la Ley General de Asentamientos Humanos, Ordenamiento Territorial Y Desarrollo Urbano 2016 en su artículo 9, establece que la Secretaría de Desarrollo Agrario, Territorial y Urbano, establecerá lineamientos, criterios, especificaciones técnicas y procedimientos para el desarrollo urbano. Así mismo se le atribuirán a la secretaria la custodia y aprovechamiento de las zonas de valor ambiental no urbanizables.

Por su parte el artículo 26 menciona que el programa nacional de ordenamiento territorial y desarrollo urbano, se sujetará a las previsiones del plan nacional de desarrollo y a la estrategia nacional de ordenamiento territorial, donde deben de contener las estrategias generales para prevenir los impactos negativos en el ambiente urbano y regional originados por la fundación y crecimiento de los centros de población y para fomentar la gestión integral del riesgo y la resiliencia urbana en el marco de derechos humanos.

Así mismo dentro de la misma ley en el artículo 55, establece que las áreas consideradas como no urbanizables en los planes o programas de desarrollo urbano y ordenamiento territorial, de conurbaciones o de zonas metropolitanas, sólo podrán utilizarse de acuerdo a su vocación agropecuaria, forestal o ambiental.



Además de que dentro del artículo 57 establecen que para acciones urbanísticas que impliquen la expansión del área urbana, las autoridades locales deberán asegurarse de que existe congruencia con las normas de zonificación y planeación urbana vigentes, la viabilidad y factibilidad para brindar los servicios públicos y sin ocupar áreas de riesgo o no urbanizables.

De igual forma el artículo 59 otorga a los municipios formular, aprobar y administrar la Zonificación de los Centros de Población, estableciendo las áreas de valor ambiental y de alto riesgo no urbanizables.

Por otro lado en la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en su artículo 20 bis4, establece los criterios de regulación ecológica para la protección, preservación, restauración y aprovechamiento sustentable de los recursos naturales dentro de los centros de población, a fin de que sean considerados en los planes o programas de desarrollo urbano correspondientes.

De igual forma el artículo 23, menciona que para la determinación de las áreas para el crecimiento de los centros de población, se fomentará la mezcla de los usos habitacionales con los productivos que no representen riesgos o daños a la salud de la población y se evitará que se afecten áreas con alto valor ambiental. De igual manera en el criterio IX, establece prever las tendencias de crecimiento del asentamiento humano, para mantener una relación suficiente entre la base de recursos y la población, y cuidar de los factores ecológicos y ambientales, y en su criterio V dice que se establecerán y manejarán en forma prioritaria las áreas de conservación ecológica en torno a los asentamientos humanos.

Por su parte el artículo 28 establece la evaluación de impacto ambiental para los cambios de uso del suelo de áreas forestales. En cuanto a su artículo 99 menciona los criterios ecológicos para establecer usos, reservas y destinos, en los planes de desarrollo urbano.



Por otro lado tomando en cuenta los recursos ambientales del municipio, en la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable establece el promover y consolidar las áreas forestales permanentes, impulsando su delimitación y manejo sostenible, evitando que el cambio de uso de suelo que afecte su permanencia y potencialidad.

De la misma ley en su artículo 33 establece que la utilización del suelo forestal debe hacerse de manera que éste mantenga su integridad física y su capacidad productiva, controlando en todo caso los procesos de erosión y degradación.

De igual forma el artículo 117 menciona que la Secretaría sólo podrá autorizar el cambio de uso del suelo en terrenos forestales, con base en los estudios técnicos justificativos que demuestren que no se compromete la biodiversidad, ni se provocará la erosión de los suelos, el deterioro de la calidad del agua o la disminución en su captación; y que los usos alternativos del suelo que se propongan sean más productivos a largo plazo

ESTATAL

En cuanto al ámbito estatal, en la Ley de Asentamientos Humanos del Estado de México, en su artículo 26 establece que los planes de centros de población estratégicos y de centros de población, deberán contener el límite del centro de población, la clasificación del territorio en áreas urbanas, urbanizables y no urbanizables y la fijación del límite de crecimiento urbano.

El artículo 28, establece que los planes de desarrollo urbano zonificarán el suelo en áreas urbanas, urbanizables y no urbanizables, así como sus áreas de reservas.

Así mismo el artículo 42, menciona que el límite de crecimiento urbano se hará constar en los planes de centros de población estratégicos y de centros de población, en el caso que corresponda a planes estatal, regionales metropolitanos y municipales de desarrollo urbano.

Por su parte el artículo 66, establece que se dejarán al margen del desarrollo urbano los terrenos considerados como no urbanizables. Su utilización se sujetará, en todo



caso, a las normas que al efecto determinen esta Ley y los planes de desarrollo urbano correspondientes.

Por otro lado el Reglamento del Libro Quinto del Código Administrativo del Estado De México en su artículo 21, establece que los planes de competencia municipal se expedirán para regular a detalle las áreas urbanizables de sus centros de población, así como para la conservación y mejoramiento de sus áreas urbanas. Dentro del mismo artículo, en su inciso II, se establece que los planes parciales de incorporación territorial, se expedirán para integrar a los centros de población nuevas áreas de crecimiento urbano.

MUNICIPAL

Por su parte el Bando Municipal 2016 del Honorable Ayuntamiento de Ocotlán, en su capítulo VI Del Desarrollo Urbano y Medio Ambiente, el artículo 165 establece atribuciones otorgadas en materia del desarrollo urbano, donde el inciso II establece que se debe aplicar y vigilar el cumplimiento de las disposiciones legales que en materia de asentamientos humanos y desarrollo urbano.

De igual manera el inciso XXVII propone el identificar las reservas territoriales del Municipio, así como vigilar y evitar la ocupación del suelo no urbanizable dentro del territorio municipal establecido en el inciso XXVI.

Por otro lado el artículo 166 del mismo bando municipal, establece que la urbanización dentro del territorio municipal, se sujetará a lo dispuesto en las leyes federales, estatales, en el Bando Municipal, en el Plan de Desarrollo Municipal y demás disposiciones legales aplicables en materia de desarrollo urbano y medio ambiente.



Marco Normativo que regula la urbanización en áreas de riesgo por inundaciones

La Ley de Aguas Nacionales en su artículo 9, fracción XIV, establece que es atribución de la Comisión de Aguas Nacionales fomentar y apoyar el desarrollo de los sistemas de control de avenidas y protección contra inundaciones. Por su parte la fracción XLIII, menciona que se debe realizar las declaratorias de clasificación de zonas de alto riesgo por inundación y elaborar los atlas de riesgos conducentes.

Por su parte el artículo 83, establece que los Organismos de Cuenca, en coordinación con los gobiernos estatales y municipales, o en concertación con personas físicas o morales, deberá construir y operar, las obras para el control de avenidas y protección de zonas inundables. Así mismo clasificará las zonas en atención a sus riesgos de posible inundación, y emitirá las normas y, recomendaciones necesarias, establecerá las medidas de operación, control y seguimiento.

En cuanto al artículo 84, menciona que se debe determinar la operación de la infraestructura hidráulica para el control de avenidas y tomará las medidas necesarias para dar seguimiento a fenómenos climatológicos extremos, promoviendo o realizando las acciones preventivas que se requieran; asimismo, realizará las acciones necesarias que al efecto acuerde su Consejo Técnico para atender las zonas de emergencia hidráulica o afectadas por fenómenos climatológicos extremos, en coordinación con las autoridades competentes.

Por otra lado el Reglamento de la Ley de Aguas Nacionales, en su artículo 5, Establece que se deberá fijar la extensión de las zonas de protección de las presas, estructuras hidráulicas e instalaciones conexas, se sujetará a las condiciones de seguridad y del necesario mantenimiento y operación eficiente de la infraestructura hidráulica, así como sus ampliaciones futuras, según se desprenda de los diseños respectivos, y en todo caso la anchura de la franja alrededor de la infraestructura no excederá de 50 metros.



En cuanto al artículo 127 del mismo reglamento, Establece que la Comisión Nacional de Agua fomentará el establecimiento de programas integrales de control de avenidas y prevención de daños por inundaciones, promoviendo la coordinación de acciones estructurales, institucionales y operativas que al efecto se requieran.

En el artículo 132, se le atribuye a la Comisión Nacional de Agua, realizar los estudios necesarios que permitan clasificar las zonas inundables asociadas a eventos con diferente probabilidad de ocurrencia, en atención a los riesgos que presentan a corto y largo plazos. Así mismo promoverá, dentro de la programación hidráulica, el establecimiento de las zonas restringidas y de normas para el uso de dichas zonas, que establezcan