



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES

I Z T A C A L A

“ELABORACIÓN DE UN S.I.G.M.A Y SU APLICACIÓN EN MODELOS
TERRITORIALES DEL MUNICIPIO DE CUAUTITLÁN IZCALLI COMO BASE
PARA EL ORDENAMIENTO ECOLÓGICO MUNICIPAL.”

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

LICENCIADA EN BIOLOGÍA

P R E S E N T A :

DIANA SÁNCHEZ LUNA

DIRECTOR: Dr. RAYMUNDO MONTOYA AYALA



Los Reyes Iztacala, Edo. de México, 2014



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

Agradecimientos

Agradezco a las personas que coadyuvaron en el desarrollo de este trabajo, principalmente a la Biól. Mónica Chico Avelino, que contribuyó en gran medida en la realización de la tesis, así también a mi asesor el Dr. Raymundo Montoya Ayala. También agradezco a mis sinodales, el M. en C. Eduardo Javier Benavides Garduño, a la M. en C. Mayra Mónica Hernández Moreno y al Biól. Ezequiel Vidal de los Santos, por su atención y apoyo en el proyecto.

También agradezco a mi familia, a mi madre Gloria y mi padre Marco y a mis hermanos Oscar y Junior, que si bien no contribuyeron en el desarrollo técnico de este proyecto, siempre se mantuvo su apoyo incondicional.

Así mismo, agradezco a Néstor y a Bere por su compañía y apoyo.

Índice

1. Resumen	3
2. Introducción	5
3. Antecedentes.....	8
4. Objetivos	10
5. Área de estudio	11
6. Material y métodos.....	14
7. Resultados y discusión.....	19
7.1 Subsistema biológico.....	19
7.1.1. Vegetación y usos de suelo	19
7.1.2. Riqueza de especies.....	24
7.1.3. Áreas Naturales Protegidas	36
7.2. Subsistema físico.....	45
7.2.1. Variables altimétricas	45
7.2.2. Edafología.....	46
7.2.3. Geología	48
7.2.4. Hidrología	50
7.2.5. Climatología.....	53
7.3. Subsistema social	62
7.3.1. Población y localidades	63
7.3.2. Tasa de crecimiento poblacional	67
7.3.3. Distribución territorial.....	70
7.3.4. Estructura poblacional.....	72
7.3.5. Hogares.....	75
7.3.6. Jefatura en hogares	78
7.3.7. Disponibilidad de servicios en hogares	80
7.3.8. Población indígena.....	82

7.3.9. Marginación y pobreza.....	83
7.4. Aplicación del SIGMA en modelos territoriales.....	88
7.4.1. Propuesta de Corredor Biológico	92
8. Conclusiones	100
9. Literatura consultada	102
Anexo I. Cartografía de Cuautitlán Izcalli.....	112
Anexo II. Listado de especies de Cuautitlán Izcalli.....	141
Anexo III. Datos climáticos de la interpolación	159

1. Resumen

De acuerdo al programa municipal de Ordenamiento Ecológico y Territorial (OET) publicado en 2005, OET tiene como propósito principal orientar la planeación del desarrollo, tomando en cuenta las necesidades de la población y las potencialidades del territorio, e inicia con la fase de caracterización que tiene por objeto integrar un sistema de información, que permita llevar a cabo las etapas subsecuentes del OET. En este sentido, el objetivo de este trabajo fue elaborar un Sistema de Información Geográfica Medio Ambiental (SIGMA) del municipio de Cuautitlán Izcalli, generando información e insumos básicos que coadyuvaran en la realización de esta y las etapas subsecuentes, conformado de los subsistemas físico, biológico y social, y obteniendo como productos finales un proyecto SIG con los archivos vectoriales, raster, bases de datos, cartografía temática y un documento descriptivo de los elementos del municipio; además de la aplicación de la información del SIGMA en un modelo territorial.

Dentro del subsistema biológico, se abarco la vegetación y usos de suelo, riqueza de especies y Áreas Naturales Protegidas (ANP). Para el subsistema físico se abarco información de variables altimétricas, edafología, geología, hidrología y climatología. En el caso del subsistema social, se abordó la población y localidades, la tasa de crecimiento poblacional, la distribución territorial, la estructura poblacional, características de los hogares, la población indígena y la condición de marginación y pobreza. Finalmente se elaboró un modelo para el establecimiento de un Corredor Biológico dentro del municipio. Para ello se usaron diferentes insumos de instituciones gubernamentales, bases de datos, así como de estudios y de otros documentos respecto al municipio. También los métodos y procesamiento de la información variaron dependiendo de cada temática abordada.

El municipio se caracterizó en el aspecto biológico, como un territorio con poca superficie de bosques, y dominado principalmente por zonas urbanas, presentando 3 ANP (1 estatal y 2 municipales), así mismo alberga 341 especies y 34 subespecies, pertenecientes a 255 géneros de 121 familias, de las cuales 23 especies o subespecies están en riesgo según la NOM-059-SEMARNAT-2010. A pesar de la gran cantidad de registros de especies, es necesario ampliar los conocimientos con respecto a la diversidad biológica e incrementar los esfuerzos para la conservación y restauración de las ANP, pues cabe mencionar que, existen desde hace ya varios años serios problemas ambientales provocados por la contaminación, la expansión de la mancha urbana, la falta de espacios verdes urbanos,

los asentamientos irregulares y la deforestación. Por su parte, el modelo para el establecimiento de un Corredor Biológico, hace evidente las potencialidades de la aplicación de los SIG dentro del ámbito de la proyección y planificación del territorio, previendo que su ejecución podría generar importantes beneficios ambientales y sociales.

En el aspecto físico, el municipio presenta una altitud entre 2,295 y 2,404 m.s.n.m. con predominancia de zonas con poca pendiente, con un suelo constituido de vertisol pélico principalmente y geológicamente conformado por rocas volcanoclásticas y aluviones, en cuanto a la hidrología los elementos más representativos son la Presa de Guadalupe y el río Cuautitlán, y en general se presenta un tipo de clima templado subhúmedo intermedio con régimen de lluvias en verano y poca oscilación térmica. Bajo esta caracterización, la mayoría de elementos conducen a establecer gran parte del municipio como una zona de inundación, condición que presenta características favorables como la fertilidad de los suelos, pero también desfavorables, como peligrosidad por fenómenos de inundación.

En el subsistema social, se obtuvo que el municipio presenta una población de 511,675 habitantes, concentrada principalmente en la localidad de Cuautitlán Izcalli, mostrando en general una tendencia de crecimiento poblacional y una propensión hacia la urbanización de las localidades rurales, en cuanto a la estructura poblacional los adultos conforman el grupo mayoritario. Existen 131,202 hogares, en los cuales la falta de agua entubada a la red pública se presenta como la principal carencia en cuanto a servicios. Así mismo, el municipio presenta de manera general un muy bajo grado de marginación, más sin embargo en varias localidades la marginación se presenta muy alto grado, mientras que 25.6 % de la población general se encuentra en condiciones de pobreza, lo que alude a que existen condiciones de desigualdad social.

Actualmente existen muchas problemáticas tanto ambientales y sociales como otras relacionadas con el medio físico, mostrando que los esfuerzos gubernamentales empleados hasta ahora no han funcionado eficientemente. En razón de las condiciones físicas y en compatibilidad con las biológicas y sociales, se identificó a la agricultura de conservación y sus demás corrientes, como el mejor uso adaptado a las potencialidades de la zona. Por último, hace falta abordar muchos otros temas para tener una caracterización completa del municipio, sin embargo este trabajo representa un inicio en el largo proceso del OET y en específico de la fase de caracterización, así mismo, la elaboración de un SIG para el municipio, que bien, además del uso en el OET, presenta un sinnúmero de posibilidades de utilización.

2. Introducción

Actualmente existen serios problemas ambientales causados por las conductas de orden antrópico, que se han magnificado en los últimos años, entre ellos, los problemas más generalizados son las emisiones de dióxido de carbono y otros gases de efecto invernadero a la atmósfera, el uso excesivo de agroquímicos dentro de la agricultura intensiva, los cuales provocan degradación y contaminación del suelo y las aguas subterráneas, así también la contaminación extendida en diversos medios, resultado de la excesiva producción de los residuos de las ciudades y las industrias, que bien, va ligado a su ineficiente manejo, procesos de erosión dados frecuentemente por la tala inmoderada y destrucción de bosques y otros ecosistemas como producto de la expansión agropecuaria y urbana, y el uso desmedido de los recursos naturales, que en su conjunto, el efecto más grave que tienen estas conductas, constituye la pérdida de diversidad biológica. Es así que el crecimiento exponencial que ha experimentado la población humana a nivel mundial en las últimas décadas, la demanda de recursos naturales para satisfacer las necesidades de supervivencia de la población y las formas y mecanismos de apropiación de los recursos, con frecuencia ligados a fuerzas sociales, económicas y políticas, han presentado implicaciones estructurales y funcionales sobre los ecosistemas (Nájera *et al.*, 2010). En este sentido, el OET es considerado como un instrumento que tiene como propósito principal; orientar la planeación del desarrollo e involucra un conjunto de acciones que permitan dirigir la ocupación y el aprovechamiento de los espacios con el fin de alcanzar el mejor desarrollo posible, tomando en cuenta tanto los intereses y necesidades de la población como las potencialidades del territorio (SEMARNAT-INE-SEDESOL, 2005).

El programa de ordenamiento ecológico territorial tiene su fundamento legal en la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos en los artículos 25, 26 y 27, en la Ley de Planeación en los artículos 33, 34 y 35, en los artículos 3 y 11 de la Ley General de Asentamientos Humanos, así como en los artículos 17, 19, 19 Bis, y del 20 al 20 Bis 7 de la Ley General de Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente (LGEEPA), y en el Reglamento de la LGEEPA en materia de ordenamiento ecológico. En el orden estatal, tiene su fundamento legal en el artículo 18 de la Constitución Política del Estado Libre y Soberano de México, en los artículos 286 y 287 del Código Financiero del Estado de

México y Municipios, y en la Ley de Protección al Ambiente para el Desarrollo Sustentable del Estado de México.

La LGEEPA, en su artículo 19 Bis establece cuatro modalidades del ordenamiento ecológico; I.-General del territorio, II.-Regional, III.-Local y IV.-Marino; en el caso del ordenamiento ecológico local este abarca una parte o la totalidad del territorio municipal y tiene como objetivo determinar el diagnóstico de las condiciones ambientales y tecnológicas, regular los usos del suelo fuera de los centros de población, así mismo se establecen los criterios de regulación ecológica de los centros de población, para que sean integrados en los programas de desarrollo urbano con carácter obligatorio para las autoridades municipales (SEMARNAT, 2006).

En razón de ello y conjuntamente con la SEDESOL se genera el Programa Municipal de Ordenamiento Ecológico Territorial (PMOET) cuyo procedimiento metodológico para su formulación se inicia con la caracterización de la zona, cuyo objetivo general es integrar un Sistema de Información para el Ordenamiento Ecológico y Territorial Municipal (SIOETM), con los insumos y subproductos cartográficos y estadísticos necesarios, organizados por subsistemas, que permitan llevar a cabo las etapas subsecuentes de diagnóstico, pronóstico y prospectiva, propuesta e instrumentación, y así desarrollar una propuesta de ordenamiento con un sólido sustento técnico. (SEMARNAT-INE-SEDESOL, 2005).

Los Sistemas de Información Geográfica (SIG) juegan un papel primordial en el desarrollo de esta metodología, ya que permiten manejar gran cantidad de información que implica el desarrollo de una propuesta de ordenamiento, a través de los SIG se pueden obtener los mapas síntesis y armar los escenarios probables, deseables o factibles (Valdez y Mireles, 2009). Es así como un SIG se define como una herramienta para el manejo, gestión y análisis de información territorial, y de importancia para la toma de decisiones, constituida por un conjunto de elementos: un software, un hardware, una base de datos georrefenciada y un analista.

Más aún, los SIG presentan muy diversas aplicaciones, como por ejemplo, en la elaboración de inventarios y apoyo en gestión de los recursos naturales, de modo concreto es posible su aplicación en el control de los bosques (Berry y Sailor, 1981) y en actividades agrícolas (Lee, 1985). Pueden llevar a cabo la simulación de fenómenos complejos (Montoya, 1998) ó simular las consecuencias ocurridas en una población de

organismos a causa de cambios en el medioambiente (Johnston y Naiman, 1990). Permiten detectar cambios, como en el uso de suelo, cubierta vegetal, distribución y diversidad de las especies, condiciones atmosféricas, clima, etc. Los SIG también son de utilidad en las evaluaciones de impacto ambiental, donde se trata de establecer la sensibilidad de cada punto del territorio a una intervención humana concreta. Otra aplicación es el análisis de la capacidad del uso del territorio que pretende determinar mediante planes de ordenación, la capacidad de cierta actividad antrópica en un punto espacial (Montoya, 1998).

Un Sistema de Información Geográfica Medio Ambiental (SIGMA), es una base de datos físicos, biológicos, socioeconómicos y ambientales georreferenciados que pueden proporcionar cartografía temática, dicho de otro modo, involucra el proceso de caracterización de un área mediante la integración de toda la información existente del área, permitiendo llegar a la toma de decisiones territoriales y con ello plantear estrategias de gestión y manejo de los recursos naturales desde un punto de vista sustentable (Chico, 2010).

Cuautitlán Izcalli se erigió como municipio perteneciente al estado de México en la zona periférica a la Ciudad de México en el año de 1973 con una superficie de 11,030 ha, constituido como un proyecto de desarrollo urbano con fines de género habitacional, industrial, comercial, entre otros servicios, dedicado principalmente a la actividad industrial y agrícola, a pesar de contar con diversos Planes de Desarrollo Urbano Municipal, actualmente no tiene elaborado un PMOET. En este sentido, para que el gobierno municipal de Cuautitlán Izcalli pueda llevar a cabo una gestión adecuada del territorio y los recursos naturales, aprovechando las potencialidades del territorio y generando oportunidades de crecimiento para la población que eleven la calidad de vida de los habitantes, es necesario contar con un PMOET, pues cabe comentar que desde hace varios años se han presentado diversas problemáticas principalmente de tipo ambiental que no se han resuelto hasta ahora y que tiene que ver con aspectos de planeación y gestión territorial, razón por la cual, el objetivo principal de este proyecto es la realización de un SIGMA, pues este constituirá en gran medida la caracterización del municipio, etapa base con la cual se podrán realizar las etapas subsecuentes del PMOET.

3. Antecedentes

En 1999 el Gobierno del Estado de México dio a conocer el Programa de Ordenamiento Ecológico del Territorio del Estado de México, el cual se elaboró bajo el objetivo de inducir la ocupación territorial en el Estado de México, desde la perspectiva ambiental, aprovechamiento y conservación de los recursos naturales de la región. La metodología empleada se conformó de las fases descriptiva, de diagnóstico, de regionalización, propositiva y de gestión. En la fase descriptiva se consideró a los subsistemas natural, social y económico; para con ello llevar a cabo la siguiente fase: el diagnóstico de los subsistemas. En la subsiguiente fase se describe la regionalización para establecer la tipificación en el nivel estatal, y concluye con la identificación de 602 unidades ecológicas en el territorio mexiquense. La fase propositiva establece estrategias para inducir la ocupación y aprovechamiento de los recursos naturales y mediante la fase de gestión se proporcionan los instrumentos económicos, políticos y administrativos para llevar a cabo la gestión propuesta.

En junio del 2002 se dio a conocer el Ordenamiento Ecológico Territorial (OET) de la Región Tula-Tepeji en el Estado de Hidalgo con el fin de regular el uso de suelo, el aprovechamiento y conservación de los recursos naturales. La metodología de este proyecto se realizó con base a los lineamientos oficiales de la SEMARNAT, considerando las siguientes fases: fase de organización; en la cual se realizó la planeación de las actividades e insumos necesarios para el OET, fase de recopilación, análisis y sistematización de la información; en ella se recopiló la información y se adecuó para su posterior análisis, fase de caracterización; consistió en la determinación de las características de cada uno de los subsistemas (ecológico y económico-social), consiguiendo la regionalización ecológica del área y la elaboración y actualización de cartas temáticas, fase de diagnóstico; consistió en evaluar la condición, evolución y la problemática presente en los subsistemas sujetos a estudio, fase de retrospectiva dinámica; se realizó al análisis ambiental relacionado al aspecto histórico-social, fase pronóstico; en ella se determinó la tendencias del comportamiento de los subsistemas y fase propositiva y ejecutiva; que consistió en plantear estrategias para llevar a cabo los objetivos del OET y crear los instrumentos para llevar a cabo su gestión.

El Ayuntamiento de Cuautitlán Izcalli en 2008 publicó el Plan de Desarrollo Urbano (PDU) del Municipio de Cuautitlán Izcalli, considerando aspectos económicos, demográficos-

sociales, físicos-medioambientales, administrativos, asentamientos urbanos e infraestructura. Se aborda como fases del PDU el diagnóstico, la prospección, las políticas, estrategias y la instrumentación, que permiten la planeación para lograr las condiciones urbanas idóneas para su gestión como un desarrollo integral y sustentable del municipio. Posteriormente en 2013 se modifica el PDU de Cuautitlán Izcalli con el fin de actualizar e incorporar elementos a las condiciones actuales, abordando las mismas fases y elementos descriptivos.

Actualmente los SIG, se aplican comúnmente a los municipios como es el caso de SIGLerma, el cual constituye un proyecto de implementación de un SIG desde el interior de la administración pública del municipio de Lerma con el fin de permitir la generación, actualización, consulta, edición y análisis de datos geoespaciales, buscando eficientar la prestación de servicios públicos, debido a que se presentaba una problemática derivada de la falta de información geográfica homologada, lo que generaba, entre otras cosas una serie de deficiencias como la imposibilidad para generar como mínimo un mapa de ubicación o un croquis de la zona. Este SIG municipal ha permitido a los funcionarios públicos la toma de decisiones de carácter territorial, brindando servicios públicos eficientes, así como la mejora de estrategias que determinan sitios óptimos para la ubicación de un bien o servicio dentro del espacio geográfico del municipio, como son la demanda que existe en alguna localidad en brindar el servicio de recolección de basura, alumbrado público, conocimiento de la obra pública, información sobre infraestructura municipal, entre otros, atendiendo oportunamente las quejas de la ciudadanía.

4. Objetivos

Objetivo general

- Elaborar un Sistema de Información Geográfica Medio Ambiental del municipio de Cuautitlán Izcalli.

Objetivos particulares

- Realizar la caracterización de los subsistemas físico, biológico y social del municipio de Cuautitlán Izcalli.
- Generar cartografía temática de los subsistemas físico, biológico y social.
- Proponer un diseño de Corredor Biológico basado en el SIGMA que conecte zonas de importancia ambiental dentro del municipio.

5. Área de estudio

Historia

El nombre de Cuautitlán Izcalli se deriva del náhuatl: “Cuauhtli”, árbol; “Titlan”, entre; “Iz”, tu; “Calli”, Casa; “Tu casa entre los árboles”. El territorio que actualmente ocupa el municipio de Cuautitlán Izcalli está ubicado dentro de la Cuenca de México y entre los años 800 a 600 a.C. llegó a ésta un grupo Olmeca. Ante la caída de la civilización Teotihuacana, los pobladores del área de Cuautitlán Izcalli recibieron influencia de la cultura Tolteca. A la llegada de los Españoles Cuautitlán Izcalli fue uno de los primeros sitios donde los franciscanos enseñaron su doctrina. Para 1,570 tras un censo llevado a cabo por López de Velazco, Cuautitlán Izcalli resultó ser la quinta localidad más poblada de la Cuenca de México con 10,600 familias. Los pobladores del área eran productores de cerámica y agricultores, que sembraban principalmente maguey para la producción de pulque, ya que contaban con suelos ricos y un río cuyo caudal era perenne (INEGI, 2001).

Cuautitlán Izcalli se concibe bajo la idea de ser un espacio capaz de absorber la expansión poblacional del Distrito Federal, actualmente el municipio basa principalmente su economía en la industria, pero el sector comercio y servicios también tienen destacada participación. Dentro del sector industrial destacan las empresas manufactureras como las productoras de alimentos, químicos, plásticos, maquinaria y equipo; elaboradoras de bebidas y textiles, y transformadoras de cuero, minerales no metálicos, metálica básica, madera y sus derivados. (INEGI, 2001)

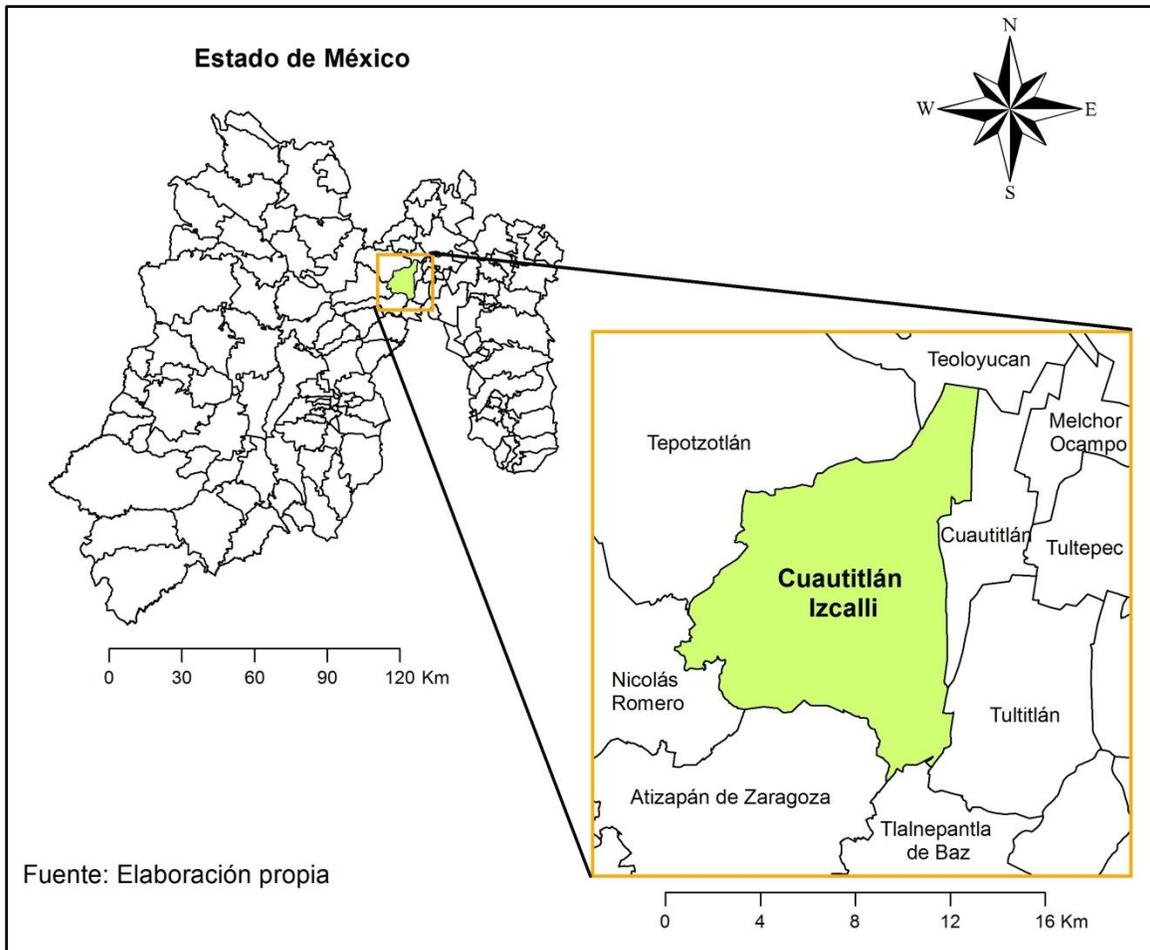


Figura 1. Ubicación del área de estudio.

Localización

El Municipio de Cuautitlán Izcalli tiene una extensión territorial de 11,030 ha y se localiza en la provincia fisiográfica del eje Neovolcánico. Las coordenadas máximas son 19°43'46" Latitud norte y 99°17'25" Longitud oeste, y las mínimas: 19°35'05" Latitud norte y 99°10'32" Longitud oeste. Colinda con los municipios de Cuautitlán, Tepotztlán, Atizapán de Zaragoza, Tlalnepantla de Baz, Tultitlán y Nicolás Romero (Ayuntamiento de Cuautitlán Izcalli, 2008) (ver figura 1).

Flora

Las especies arbóreas encontradas en el municipio son: Fresno (*Fraxinus udhei*), Sauce (*Salix sp.*), Sauce Llorón (*Salix babylónica*), Pirúl (*Schinus molle*), Ilite (*Alnus sp.*), Tejocote (*Crataegus pubescens*), Capulín (*Prunus serotina var. capuli*) y Tepozán

(*Buddleia cordata*). En cuanto al estrato arbustivo hay Higuierilla (*Ricinus comunis*) y Tabaquillo (*Nicotiana glauca*). En relación al estrato herbáceo, predominan las gramíneas, de los géneros *Panicum*, *Echinochloa*, *Agrostis*, *Cynodon* y *Bouteloua*, Chicalote (*Argemone platyceras*), Maravilla (*Mirabilis jalapa*), Malva (*Malva parviflora*), Reseda (*Reseda luteola*), entre otros. En las zonas urbanas predominan especies exóticas, como la Rosa Laurel (*Nerium oleander*), Eucalipto (*Eucalyptus sp.*), Casuarina (*Casuarina equisetifolia*), Yuca (*Yucca elephantipes*), Baganvilia (*Bougainvillea glabra*), Cedro Blanco (*Cupressus lindleyi*), Ciprés Italiano (*Cupressus sempervirens*), Jacaranda (*Jacaranda mimosaeifolia*), Trueno (*Ligustrum japonicum*) y Ficus (*Ficus benjamina*) principalmente (Ayuntamiento de Cuautitlán Izcalli, 2008).

Fauna

En el Área Natural Protegida Presa Lago de Guadalupe se pueden encontrar especies como la Lagartija Espinosa de Mezquite (*Sceloporus grammicus*), la Lagartija Espinosa (*Sceloporus spinosus*), la Lagartija Cornuda de Montaña (*Phrynosoma orbiculare*), Cincuate (*Pitouphis deppei*), Víbora de Agua (*Thamnophis sp.*) y Tortuga Terrestre (*Kinosternon sp.*) (Gobierno del Estado de México, 2008).

6. Material y métodos

La elaboración del SIGMA se constituyó por medio de archivos vectoriales, raster y bases de datos, como un proyecto en el software *ArcView* 3.1, organizado en tres subsistemas: el físico, el biológico y el social. La información que alimentó este SIGMA fue obtenida de diversos insumos cartográficos y estadísticos del Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI), datos meteorológicos de la Comisión Nacional del Agua (CNA), datos poblacionales del Consejo Nacional de Población (CONAPO) y del Consejo Nacional de Evaluación de la Política de Desarrollo Social (CONEVAL), de la base de datos GBIF, así como de diversos documentos del gobierno municipal, estatal y estudios realizados en el municipio. Para el procesamiento de la información se utilizaron los softwares *ArcView* 3.1 y *ArcMap* 10.1.

El subsistema biológico se integró de información de vegetación y usos de suelo, riqueza de especies y ANP. La vegetación y usos de suelo se obtuvieron a partir de la cartografía digital del INEGI a escala 1:250,000 (2006a). Para la obtención de la riqueza de especies, se realizó una búsqueda en estudios realizados en la zona, publicaciones del gobierno y bases de datos para adquirir información de la presencia y distribución de especies biológicas dentro del municipio, con ello se construyó una base de datos y archivos shape georreferenciados y para cada especie registrada se verificó su estatus de protección en la NOM-059-SEMARNAT-2010. Para la identificación de las ANP se hizo una revisión de las publicaciones del gobierno y en base a la descripción en sus declaratorias se elaboraron polígonos que representaran sus áreas y ubicación, sin embargo, estos pueden no corresponder con exactitud al área establecida, debido a la breve descripción de los límites de estas. En particular para el ANP Presa de Guadalupe se revisó el acervo histórico de imágenes satelitales de *Google Earth* y se identificó para una zona próxima al cuerpo de agua la tendencia de cambio en la superficie de vegetación.

En el caso del subsistema físico, a partir del CEM 2.0 (Continuo de Elevaciones Mexicano) a escala 1:50,000 se obtuvo el MDE (Modelo Digital de Elevación) y en base a este se calculó la pendiente y las curvas de nivel a una equidistancia de 10 m, además se integraron las variables de hidrología, climatología, edafología y geología. Los componentes hidrológicos se obtuvieron de la Red Hidrográfica a escala 1:50,00 del INEGI, así como de la digitalización de algunos elementos hídricos de la carta topográfica del INEGI a escala 1:50,000 (2010). Para la climatología, se realizó una base de datos

obtenidos de las normales climatológicas anuales y mensuales (del año 1951 al 2010) proporcionados por el Servicio Meteorológico Nacional (CNA) de 41 estaciones meteorológicas ubicadas dentro y a los alrededores del municipio (ver figura 2), utilizando las variables de: temperatura máxima, temperatura media, temperatura mínima y precipitación total, posteriormente estos datos se procesaron con el método IDW (Inverse Distance Weighted) en el software *ArcView* 3.1, para interpolar la información y así formar datos continuos. Por último, la información edafológica y geológica se obtuvo de las cartas digitales de edafología y geología a escala 1:250,000 del INEGI (2006).

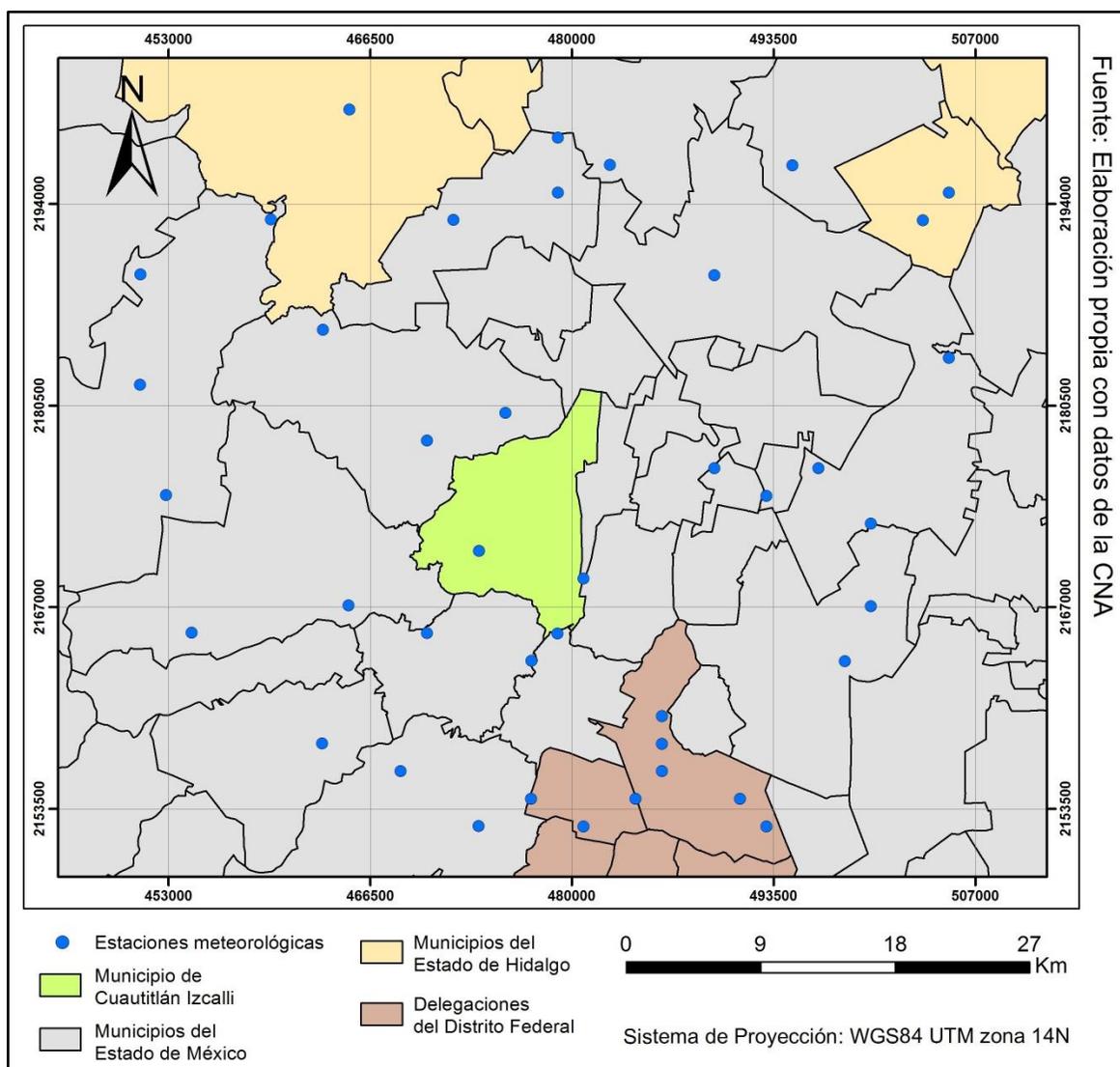


Figura 2. Ubicación de las estaciones meteorológicas utilizadas para generar las interpolaciones de las variables climáticas.

Para el subsistema social, se utilizaron los siguientes indicadores poblacionales del Censo de Población y Vivienda 2005 y del Censo de Población y Vivienda 2010 del INEGI, para el municipio de Cuautitlán Izcalli y sus localidades:

- Población total
- Población femenina
- Población masculina
- Población de 0 a 14 años
- Población de 15 a 64 años
- Población de 65 y más
- Población de 3 años y más que hablan una lengua indígena
- Población masculina de 3 años y más que hablan una lengua indígena
- Población femenina de 3 años y más que hablan una lengua indígena
- Población de 5 años y más que habla alguna lengua indígena y no habla español
- Total de hogares censales
- Hogares censales con jefatura masculina
- Hogares censales con jefatura femenina
- Total de viviendas
- Ocupantes en viviendas particulares habitadas
- Promedio de ocupantes en viviendas particulares habitadas
- Viviendas particulares habitadas que no disponen de luz eléctrica
- Viviendas particulares habitadas que no disponen de agua entubada en el ámbito de la vivienda
- Viviendas particulares habitadas que no disponen de drenaje
- Grupos quinquenales

Así como también los índices de marginación de la CONAPO y los índices de pobreza del CONEVAL. Con base en la información censal, se calculó la tasa de crecimiento geométrico poblacional para el periodo de 2005 a 2010 expresado en porcentaje, de acuerdo con la ecuación que sugiere Torres (2011) para un periodo de 5 a 10 años:

$$r = \left(\frac{2}{k} \right) \times \left(\frac{P^{t+n} - P^t}{P^{t+n} + P^t} \right)$$

Dónde:

r = Tasa de crecimiento anual geométrico (simplificado por Bocaz)

P^{t+n} = Población al momento actual

P^t = Población al momento inicial o población base

K= Amplitud o distancia en tiempo entre las dos poblaciones de referencia

A partir del procesamiento de la información física, biológica y social, y dentro de las aplicaciones de este SIGMA, se realizó una serie de mapas temáticos en el software *ArcMap* 10.1 de: vegetación y usos de suelo, riqueza de especies, ANP, temperatura, precipitación, altitud, pendiente, curvas de nivel, edafología, geología, hidrología, estructura por grupos de edad, total de hogares, jefatura en hogares, tasa de crecimiento poblacional, tamaño poblacional, población de habla indígena y marginación.

Finalmente, se realizó una revisión documental de las posibles aplicaciones de los SIG municipales en la realización de modelos territoriales, así mismo se realizó un modelo territorial para el municipio de Cuautitlán Izcalli con base en el SIGMA elaborado, el cual consistió en una propuesta del diseño de un Corredor Biológico dentro del municipio, en el que se conectan 3 áreas de importancia ambiental, basándose en el modelo costo-distancia (ver figura 3). El procesamiento se realizó en el software *ArcMap* 10.1 y como producto de este procesamiento se obtuvo un shape con la ruta más viable en función del esfuerzo por pendiente, a este, se le aplicó un buffer de 100 m de radio, obteniendo un polígono que constituye el área del corredor biológico y se realizó cartografía al respecto.

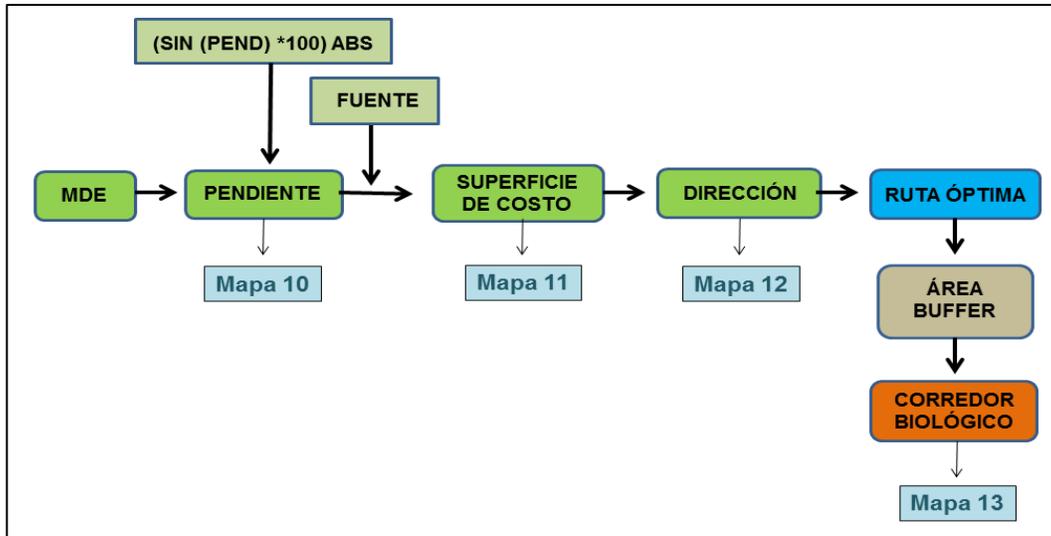


Figura 3. Diagrama que expone el proceso que se siguió para generar el diseño del corredor biológico, mediante la aplicación del modelo costo-distancia (donde el factor de costo es la pendiente) y la aplicación de un buffer para generar el área del corredor biológico.

7. Resultados y discusión

7.1 Subsistema biológico

7.1.1. Vegetación y usos de suelo

De acuerdo a la cartografía del INEGI (2006a), la vegetación y usos de suelo del municipio está compuesta por zonas agrícolas y urbanas, pastizal inducido, bosque cultivado y cuerpos de agua. La mayor parte del municipio está ocupada por zonas agrícolas (40.7 % del territorio municipal), donde la agricultura de riego cubre 3,298.7 Ha que corresponden al 29.6 % y se ubica en la zona Centro y Norte, particularmente en las cercanías al río Cuautitlán y otros flujos de agua, mientras que la agricultura de temporal representa el 11.1 % con 1,243.8 Ha en zonas localizadas en el Centro-Noroeste y Sur del municipio. Las zonas urbanas se ubican en gran parte de la zona Centro y Este del municipio y comprenden el 32.89 % de territorio municipal, que en área corresponde a 3,667.1 Ha.

El pastizal se considera como aquella vegetación dominada por gramíneas, que en el caso del pastizal inducido, se forma a partir de la eliminación de la vegetación prístina como consecuencia del desmonte, el abandono de zonas agrícolas e incendios frecuentes (INEGI, 2001), en el municipio se localiza en la zona Sur y Oeste, y presenta un área de 1,650.2 Ha equivalente al 14.8 % del territorio municipal. Por su parte, el bosque cultivado se genera como un bosque artificial ya que ha sido establecido por el hombre mediante la plantación de especies arbóreas, sobre todo en áreas degradadas y con cierto grado de perturbación por actividades humanas (INEGI, 2001), en Cuautitlán Izcalli abarca una superficie de 923.3 Ha que corresponden al 8.28 % del territorio municipal y se ubica únicamente en áreas circundantes al cuerpo de agua Presa de Guadalupe. Por último, la superficie restante está representada por cuerpos de agua que abarcan 365.5 Ha traducidas en 3.28 % de la superficie municipal y que se encuentran distribuidas en distintos puntos del municipio (ver mapa 1 y figura 4).

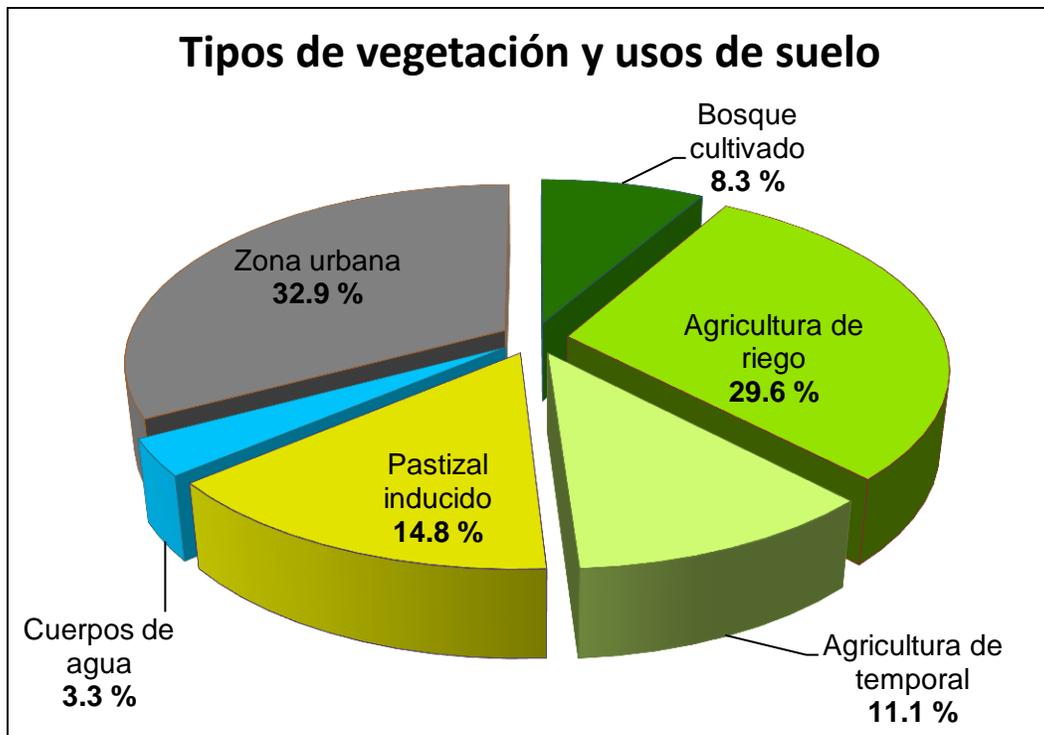


Figura 4. Porcentaje de ocupación de los distintos tipos de vegetación y usos de suelo del municipio de Cuautitlán Izcalli.

Discusión

En los términos de referencia para la elaboración del PMOET (SEMARNAT-INESEDESOL, 2005) se recomienda la utilización de escalas de análisis 1:50,000, sin embargo, bajo estos términos también resulta válida la utilización de otras escalas en razón de la disponibilidad de la información. Para el caso de este SIGMA, la carta de vegetación y usos de suelo a escala 1:250,000 fue utilizada en función de la disponibilidad de esta, sin embargo se reconoce que la utilización de una escala geográfica de mayor tamaño proporcionaría datos más precisos; esta misma situación se anticipa a las secciones 7.2.2 y 7.2.3, con el uso de las cartas de edafología y geología a escala 1:250,000. De igual modo, la carta de vegetación y usos de suelo utilizada presenta datos del 2006 e incluso anteriores, pues con esto es de esperar que durante más de 7 años hayan ocurrido cambios importantes en la superficie de vegetación y usos de suelo, particularmente en el incremento de zonas urbanas, por lo que generar una cartografía del estado actual de la ocupación y distribución de estos elementos, representaría un importante componente en el trabajo de la planeación territorial. Más sin embargo, estas

cartas proporcionan un acercamiento del estado real de los elementos físicos y de ocupación en el municipio.

Pese a no contar con un análisis espacio temporal en el cambio del uso de suelo, bajo el esquema social y otros elementos visuales, cabe mencionar que a groso modo existe una tendencia al incremento en el uso de suelo urbano y por el contrario una disminución en las superficies de bosques, pastizales y áreas destinadas a la agricultura. Esta situación resulta evidente, teniendo en cuenta el incremento poblacional en Cuautitlán Izcalli y la consecuente utilización de áreas para su establecimiento (ver tabla 1), áreas que anteriormente se destinaban a otros usos u ocupación. Las áreas urbanas son con frecuencia la principal causa de la fragmentación y degradación de los hábitats naturales, como los bosques. Es por ello que, se requiere establecer planes de desarrollo donde verdaderamente se reconozcan e implementen estrategias y políticas para la conservación de áreas ambientalmente importantes, limitando en estas el crecimiento de zonas urbanas.

Tabla 1. Indicadores poblacionales del INEGI para Cuautitlán Izcalli			
	Población total (habitantes)	Total de viviendas habitadas	Promedio de ocupantes en viviendas particulares
Censo General de Población y Vivienda 2000	453,298	106,124	4.28
Conteo de Población y Vivienda 2005	498,021	124,003	4.01
Censo de Población y Vivienda 2010	511,675	135,024	3.81

Los bosques cultivados dentro del municipio abarcan la menor superficie territorial después de los cuerpos de agua, aun así, estos se han visto menguados por la tala ilegal y el crecimiento de espacios urbanos. Cabe mencionar que, los bosques cumplen una importante función ambiental, pues los lechos de agua forestados actúan como esponjas gigantescas que retardan el escurrimiento, absorben y retienen agua que recarga manantiales, corrientes y acuíferos, regulando el flujo del agua desde las tierras altas de

montaña hasta áreas urbanas, y ayudan a controlar la erosión del suelo, esto reduce la severidad de las inundaciones y la cantidad de sedimento que se vierte en arroyos, ríos, lagos y rebaleses artificiales; en el clima local, regional y mundial también tienen su importancia, pues aumentan la humedad de la zona como producto de la transpiración y evaporación de los árboles, evitando que el clima de la zona se torne más cálido y seco; en el ciclo del carbono, los bosque juegan un papel esencial, pues como ya se sabe, mediante la fotosíntesis remueven el dióxido de carbono del aire y añaden oxígeno al mismo; además de que absorben algunos contaminantes del aire; proporcionan hábitat para muchas especies silvestres; ayudan a amortiguar el ruido y nutren el espíritu humano proporcionando un recinto de soledad y belleza (Tyler, 1994). Así mismo, los bosques pueden presentar un potencial de aprovechamiento humano manteniendo todos estos beneficios ambientales mediante esquemas de manejo sustentable. De modo particular para el municipio sería benéfico el establecimiento de estos esquemas de manejo, pues de esta manera se mantendrá e incluso se podrán restaurar las zonas de bosque, proveyendo de recursos materiales y económicos a la población de bajos recursos, evitando así la tala clandestina y favoreciendo la protección y vigilancia de estas áreas.

En cuanto a las zonas agrícolas, las condiciones y actividad de los campos dentro del municipio, no se conoce con exactitud, pero no sorprendería que la actividad agrícola estuviera en detrimento, pues teniendo como antecedente que en América Latina, y particularmente en México, la agricultura ha dependido cada vez más de la importación de insumos como resultado de la política agrícola impulsada por los Estados Unidos en los 50's y como consecuencia, se han abandonado sistemas de cultivo tradicionales, ha cambiado la escala de valores de los habitantes de zonas rurales, la contaminación va en aumento y los campesinos viven endeudados por la compra de fertilizantes y pesticidas químicos (Caballero y Montes, 1997). Frente a este panorama surge la necesidad de buscar opciones tendientes a lograr la autosuficiencia económica y biológica de los agricultores, en este sentido, existen distintas corrientes de pensamiento como la permacultura, la agroecología, la agricultura orgánica, la agricultura tradicional indígena, la agricultura regenerativa y la agricultura sostenible, entre otras, donde se busca mantener la producción bajo un sistema estable y autorregulado, con bajo consumo de energía y alta productividad, con técnicas y tecnologías accesibles, y bajo la integración y armonía con el paisaje y sus ecosistemas circundantes (Caballero y Montes, 1997). Así, el adoptar estos esquemas de trabajo y pensamiento permitirá a los productores del municipio, mantener su productividad agrícola e inclusive pecuaria, incrementando su

calidad de vida en compatibilidad con el medio ambiente, con la posibilidad de comercializar estos productos agropecuarios en el mercado local disminuyendo los costos de transporte y preservación.

Complementario a la adopción de estos esquemas agrícolas se encuentra el agroturismo. El agroturismo se perfila como un tipo de actividad turística que se desarrolla en localidades rurales y que constituye una opción de diversificación de las actividades agrícolas y agroindustriales, con la cual se benefician no solo los propietarios de esos emprendimientos, sino también otros pobladores rurales que, por este medio tienen nuevas fuentes de empleo e ingresos y argumentos adicionales para permanecer en los espacios rurales en los que han nacido y se han criado, este tipo de turismo ofrece al visitante el atractivo paisajístico, así como la posibilidad de conocer aspectos de la cultura local y de aprender sobre prácticas tradicionales de cultivos, cosechas y procesamiento de productos agropecuarios, forestales y artesanales, entre otros (Riveros y Blanco, 2003). De forma pragmática, los servicios a prestar son entre otros:

- La participación del turista en la cosecha de frutos, elaboración de conservas, alimentación de animales, producción de quesos, recolección de huevos, hongos o miel de abeja y confección de barro y cerámica.
- La permanencia de uno o más días en cabañas o zonas de acampar.
- La compra de platillos tradicionales, leche, crema, tabaco, plantas medicinales, pulque y otras bebidas, carne y artículos artesanales.
- Recorridos para observación de flora y fauna, o a zonas de atractivo visual.
- Práctica de actividades recreativas y deportivas.
- Realización de actividades culturales como rituales en temazcales, talleres, visita de zonas de importancia histórica, etc.

Es así que, de modo general el agroturismo podría representar una opción para el esparcimiento de la población urbana del municipio, así como una oportunidad para los productores rurales para promover sus productos agrícolas, generando ingresos económicos extras, y a su vez mantener un modo de vida que permita la conservación y uso sustentable de los recursos naturales.

Por su parte, los cuerpos de agua a diferencia de las demás áreas, no se han visto modificadas en su superficie pero si en la calidad, ya que muchos de los cuerpos de agua presentan altos grados de contaminación, como resultado de la descarga de aguas

residuales e industriales. Al igual que los bosques y otros ecosistemas, los cuerpos de agua presentan diversos beneficios ambientales, así como usos dentro del municipio, como la utilización del agua para cultivos de riego. Es así que, resulta necesaria la intervención del gobierno municipal para ejecutar estrategias de saneamiento del agua. Los pastizales, al igual que los demás ecosistemas, mantienen su papel en el equilibrio ecológico, prestando diversos servicios ambientales, como, la captura de bióxido de carbono y producción de oxígeno, la infiltración de agua y recarga de mantos acuíferos, la disminución de los procesos de erosión, sitios de resguardo y hábitat de distintas especies, entre otros. En el caso de Cuautitlán Izcalli, dado que los pastizales son de tipo inducido, lo que implica que presentan alto grado de deterioro, lo más apropiado sería mantenerlos bajo términos de conservación y aplicar estrategias de restauración, que en la medida de lo posible a la larga permitan el mejoramiento del suelo y la repoblación de las comunidades biológicas que existían anterior a su afectación.

7.1.2. Riqueza de especies

Resultados

Como resultado de la búsqueda de información biótica, en específico de la riqueza de especies se encontraron diversos estudios realizados en el municipio, entre los que figuran: Contreras (2007), quien hizo un estudio del arbolado urbano dentro del territorio municipal; González (2004a) elaboró un estudio avifaunístico del “Parque de las esculturas”; por su parte, Ramírez (2000) realizó un estudio de aves en el noroeste de la Ciudad de México abordando para el interés del presente estudio los humedales: “Presa de Guadalupe”, “Laguna la Piedad” y “Espejo de los Lirios”; y por último Sánchez (2010) realizó un estudio de la avifauna de “Espejo de los Lirios”, así mismo se recopiló información del *Resumen del Programa de Conservación y Manejo Parque Estatal “Santuario del Agua y Forestal Presa de Guadalupe”* publicado por el Gobierno del Estado de México (2008), y de la consulta de la base de datos *Global Biodiversity Information Facility* (GBIF). La información recabada se integró en el SIGMA atendiendo a la distribución espacial señalada en los documentos (ver mapa 2, mapa 4, mapa 5, mapa 6 y mapa 7), generando de igual manera una lista de especies (ver anexo II). Los datos de GBIF, los cuales presentan georreferenciación, algunos fueron modificados espacialmente, para contrarrestar la sobreposición de datos y permitir una mejor

visualización, posicionándolos siempre dentro de los límites de las áreas, o en el caso de las áreas de distribución sin límites definidos, en la proximidad posible a su georreferencia original.

De manera general para el municipio, se encontraron registros de 121 familias, 255 géneros, 341 especies y 34 subespecies. Los datos obtenidos aportan para el Reino Fungi, una sola especie *Morchella angusticeps*, perteneciente a la familia Morchellaceae. Para el Reino Plantae se registraron 62 familias, 120 géneros, 166 especies y 2 subespecies; de las cuales 59 familias están dentro de la infradivisión Angiospermae y 3 familias en la Infradivisión Gymnospermae. En el caso del Reino Animalia, los datos solo se limitaron al Subphylum Vertebrata, donde la Clase Aves fue la que tuvo mayor número de datos con 41 familias, 111 géneros, 155 especies y 28 subespecies, en la Clase Amphibia se hallaron 5 familias, 5 géneros y 4 especies, de igual manera en la Clase Reptilia se recopilaron los datos de 6 familias, 9 géneros, 8 especies y 3 subespecies, por su parte, en la Clase Mammalia se encontraron 3 familias, 7 géneros, 5 especies y 1 subespecie, pertenecientes a los Ordenes Lagomorpha y Rodentia, los cuales hacen referencia a conejos y roedores respectivamente, y para peces se registraron 3 familias, 2 géneros y 2 especies pertenecientes a la Superclase Osteichthyes.

De acuerdo a la NOM-059-SEMARNAT-2010 se establecen 4 categorías en las que se pueden encontrar las especies en riesgo, las cuales son: a) Probablemente extintas en el medio silvestre: se refiere a aquella especie nativa de México cuyos ejemplares en vida libre dentro del territorio nacional han desaparecido, hasta donde la documentación y los estudios realizados lo prueban, y de la cual se conoce la existencia de ejemplares vivos, en confinamiento o fuera del territorio mexicano; b) En peligro de extinción: son aquellas especies cuyas áreas de distribución o tamaño de sus poblaciones en el territorio nacional han disminuido drásticamente poniendo en riesgo su viabilidad biológica en todo su hábitat natural, debido a factores tales como la destrucción o modificación drástica del hábitat, aprovechamiento no sustentable, enfermedades o depredación, entre otros; c) Amenazadas: son aquellas especies que podrían llegar a encontrarse en peligro de desaparecer a corto o mediano plazo, si siguen operando los factores que inciden negativamente en su viabilidad, al ocasionar el deterioro o modificación de su hábitat o disminuir directamente el tamaño de sus poblaciones; y d) Sujetas a protección especial: hace referencia a aquellas que podrían llegar a encontrarse amenazadas por factores que inciden negativamente en su viabilidad, por lo que se determina la necesidad de propiciar

su recuperación y conservación o la recuperación y conservación de poblaciones de especies asociadas. A partir de la comparación de las especies registradas en el municipio y las lista de especies en riesgo de la NOM-059-SEMARNAT-2010, se encontró que, 11 especies se encuentran en la categoría de protección especial, 11 se encuentran en la categoría de amenazadas y 1 en peligro de extinción (ver mapa 2). En su conjunto suman 23 especies o subespecies catalogadas en riesgo según esta norma, y de estas, 9 son pertenecientes a la Clase Reptilia, 8 a la Clase Aves, 4 a la Infradivisión Angiospermae, 1 a la Clase Amphibia y 1 al Reino Fungi (ver tabla 2).

Tabla 2. Especies en riesgo en Cuautitlán Izcalli de acuerdo a la NOM-059-SEMARNAT-2010				
Grupo	Nombre Científico	Nombre común	Categoría de Protección	Distribución
Aves	<i>Accipiter striatus</i>	Gavilán pecho rufo	Protección especial	Laguna la Piedad, Presa de Guadalupe
Aves	<i>Amazona albifrons</i>	Loro de frente blanca	Protección especial	Lago de los Lirios
Aves	<i>Anas platyrhynchos diazi</i>	Pato de collar	Amenazada	Lago de los Lirios, Presa de Guadalupe, Laguna la Piedad
Aves	<i>Ardea herodias herodias (sin. santilucae)</i>	Garza morena	Protección especial	Lago de los Lirios, Presa de Guadalupe, Laguna la Piedad
Aves	<i>Cairina moschata</i>	Pato real	Peligro de extinción	Lago de los Lirios, Presa de Guadalupe, Parque de las Esculturas
Aves	<i>Falco peregrinus</i>	Halcón peregrino	Protección especial	Presa de Guadalupe
Aves	<i>Ixobrychus exilis exilis</i>	Avetoro mínimo	Protección especial	Lago de los Lirios
Aves	<i>Parabuteo unicinctus</i>	Aguililla rojinegra	Protección especial	Espacios abiertos
Anfibios	<i>Hyla plicata</i>	Ranita verde	Amenazada	Lago de los Lirios
Reptiles	<i>Apalone spinifera</i>	Tortuga de caparazón	Protección especial	Lago de los Lirios

		blando		
Reptiles	<i>Kinosternon hirtipes</i>	Tortuga casquito	Protección especial	Lago de los Lirios
Reptiles	<i>Phrynosoma orbiculare</i>	Lagartija cornuda de montaña	Amenazada	Presa de Guadalupe, Espacios abiertos
Reptiles	<i>Phrynosoma orbiculare orbiculare</i>	Lagartija cornuda de montaña	Amenazada	Espacios abiertos
Reptiles	<i>Pituophis deppeii</i>	Sincuate	Amenazada	Lago de los Lirios
Reptiles	<i>Sceloporus grammicus</i>	Lagartija espinosa de mezquite	Protección especial	Presa de Guadalupe
Reptiles	<i>Thamnophis melanogaster</i>	Culebra de agua negra	Amenazada	Lago de los Lirios
Reptiles	<i>Trachemys scripta elegans</i>	Tortuga de orejas rojas	Protección especial	Lago de los Lirios
Reptiles	<i>Trachemys scripta scripta</i>	Tortuga de orejas amarillas	Protección especial	Lago de los Lirios
Plantas	<i>Erythrina coralloides</i>	Colorín	Amenazada	Laguna la Piedad, Jardines y parques públicos
Plantas	<i>Nymphaea gracilis</i>	Nenúfar	Amenazada	Espacios abiertos
Plantas	<i>Nymphaea mexicana</i>	Nenúfar	Amenazada	Lago de los Lirios
Plantas	<i>Sagittaria macrophylla</i>	Hoja flecha	Amenazada	Lago de los Lirios
Hongos	<i>Morchella angusticeps</i>	Pancita, morquela	Amenazada	Presa de Guadalupe

En cuanto a la distribución de las especies, estas se localizaron principalmente en 6 zonas (ver mapa 3): 1) Lago de los Lirios, que se ubica en la parte Centro del municipio, esta área de distribución ésta rodeada por una gran concentración de casas, centros comerciales y vialidades, a excepción de la zona Suroeste en la que hay zonas agrícolas; 2) Presa de Guadalupe, se localiza en la parte Suroeste del municipio y en gran parte de su zona Este, Sureste y Norte se encuentran establecidos asentamientos humanos, en el

resto de su espacio adyacente hay zonas de suelo desnudo, bosque, matorral y pastizal; 3) Laguna la Piedad, se encuentra en la zona Centro-Noroeste de Cuautitlán Izcalli y está rodeado de zonas agrícolas y de pastizales, y en la parte Norte se ubican asentamientos humanos; 4) Parque de las Esculturas, se ubica en la zona Centro del municipio, en las áreas Norte y Suroeste adyacentes se localizan zonas industriales y comerciales, el resto corresponde a parques públicos; 5) Jardines y parques públicos, se encuentran situados en diversos sitios del municipio dentro de la zona urbana en las colonias Centro Urbano, Arcos del Alba, Jardines del Alba, Francisco Villa, Infonavit Norte, Jardines de la Hacienda, Atlanta, Arcos de la Hacienda, Ensueños, Colinas del Lago, Santiago Tepalcapa, Parques, Cumbria, La Quebrada y Valle de la Hacienda, y 6) Otros Espacios que incluyen zonas agrícolas, la Laguna de Axotlán, Río Cuautitlán, la Pocita de Santa María las Torres y espacios abiertos.

Para el caso de Lago de los Lirios, se encontraron 81 familias, 154 géneros, 183 especies, 30 subespecies (ver mapa 4), de las cuales 14 se encuentran en la NOM-059-SEMARNAT-2010 y sus cifras por grupo se desglosan en la siguiente tabla:

Tabla 3. Número de especies presentes en Lago de los Lirios					
Grupo	No. de familias	No. de géneros	No. de especies	No. de subespecies	No. de sp. en la NOM-059
Aves	40	96	123	28	5
Anfibios	4	4	4	0	1
Mamíferos	1	1	0	0	0
Peces	2	2	2	0	0
Reptiles	4	5	5	2	6
Plantas	30	46	49	0	2

En Presa de Guadalupe se reportan 66 familias, 133 géneros, 151 especies y 10 subespecies (ver mapa 4), encontrándose en la lista de especies en riesgo 7 de estas (ver tabla 4).

Tabla 4. Número de especies presentes en Presa de Guadalupe					
Grupo	No. de familias	No. de géneros	No. de especies	No. de subespecies	No. de sp. en la NOM-059
Aves	38	86	106	10	4
Anfibios	4	4	0	0	0
Mamíferos	2	2	1	0	0
Reptiles	3	4	3	0	2
Plantas	18	36	40	0	0
Hongos	1	1	1	0	1

Para la Laguna la Piedad, se encontraron 8 subespecies y 134 especies distribuidas en 119 géneros y 63 familias (ver mapa 5), donde 4 especies están catalogadas en riesgo de acuerdo a la NOM-059-SEMARNAT-2010, la siguiente tabla muestra los datos por cada grupo:

Tabla 5. Número de especies presentes en la Laguna la Piedad					
Grupo	No. de familias	No. de géneros	No. de especies	No. de subespecies	No. de sp. en la NOM-059
Aves	38	82	97	8	3
Anfibios	1	1	1	0	0
Peces	3	1	1	0	0
Reptiles	1	1	0	0	0
Plantas	20	34	35	0	1

Para el Parque de las Esculturas se reportaron 24 familias, 44 géneros, 46 especies y 1 subespecie, de las cuales 23 familias, 42 géneros, 44 especies y 1 subespecie, incluida una especie en riesgo de acuerdo a la NOM-059-SEMARNAT-2010, corresponden a la Clase Aves, mientras que 2 familias, 2 géneros y 2 especies se tratan de plantas

Angiospermas (ver mapa 5). En lo que concierne a los demás grupos taxonómicos no se encontró ningún registro de estos.

De manera similar, en los jardines y parques públicos solo se encontraron registros de 27 familias, 34 géneros, 46 especies y 1 subespecie, de las cuales 26 familias, 33 géneros y 45 especies pertenecen al Reino Plantae y 1 especie se cataloga en riesgo por la NOM-059-SEMARNAT-2010, y solo 1 familia, 1 género, 1 especie y 1 subespecie es perteneciente a la Clase Aves (ver mapa 6).

Para los Otros Espacios dentro del municipio, que incluyen zonas agrícolas, la Laguna de Axotlán, Río Cuautitlán, la Pocita de Santa María las Torres y espacios abiertos se encontraron un total de 58 familias, 85 géneros, 92 especies y 5 subespecies, de estas, 4 se encuentran en la lista de especies en riesgo (ver mapa 7). A continuación se desglosan los datos por cada grupo:

Tabla 6. Número de especies presentes en Otros Espacios					
Grupo	No. de familias	No. de géneros	No. de especies	No. de subespecies	No. de sp. en la NOM-059
Aves	22	28	28	1	1
Anfibios	3	3	0	0	0
Mamíferos	2	5	4	1	0
Reptiles	2	2	1	1	1
Plantas	29	47	59	2	2

Atendiendo a la información anterior, se obtuvo que Lago de Lirios fue el lugar que presentó el mayor número de registros de los distintos niveles taxonómicos, así como, el mayor número de especies en riesgo de acuerdo a la NOM-059-SEMARNAT-2010, seguido de la Presa de Guadalupe, la Laguna la Piedad, los Otros Espacios, el Parque de las Esculturas y los Jardines y parques públicos.

Discusión

La riqueza de especies encontrada a través de la recopilación de datos en cada zona de distribución, puede ser atribuida en primera instancia a 2 aspectos: el área de las zonas de distribución y el número de estudios realizados en estas (ver tabla 7).

Tabla 7. Comparativa entre las zonas de distribución de especies					
Zona de distribución	Superficie del cuerpo de agua (Ha)	Superficie total (Ha)*	Número de estudios encontrados	Año del estudio	Número de especies
Lago de los Lirios	14.6	54.5	2	2000 y 2010	183
Presa de Guadalupe	295.1	821.4	2	2000 y 2008	151
Laguna la Piedad	34.9	69.2	1	2000	134
Otros espacios	No definido	No definido	Ninguno directo	-	92
Parque de las Esculturas	0.4	12.7	1	2004	46
Jardines y parques públicos	No aplica	35.2	1	2007	46

*Constituye un dato aproximado obtenido de la digitalización y delimitación propia de las áreas, donde se incluyen superficies con algún tipo de vegetación o suelo desnudo, que forman parte de la zona de distribución, y que difiere de las superficies expuestas en las declaratorias de las ANP.

Lago de los Lirios y Presa de Guadalupe presentaron el mayor número de registros de especies de las zonas de distribución, coincidiendo así, en que presentan el mayor número de estudios, y por consecuencia mayor investigación y conocimiento de las especies presentes. Por su parte los registros obtenidos de GBIF, contribuyeron en la mayoría de zonas de distribución y en gran medida a los Otros Espacios.

En cuanto a la superficie de las zonas, si bien existe una tendencia de que las zonas con mayor superficie también tuvieron mayor número de especies que aquella con superficies menores, el área no representó un aspecto determinante en el número de especies encontradas, ya que el Lago de los Lirios que cuenta con un área intermedia en relación a las demás zonas de distribución, presento mayor cantidad de registros de especies, y de manera similar, el Parque de las Esculturas que presento un área menor a la de los jardines y parques públicos, tuvo el mismo número de especies que este último. Pero esta

situación, más bien, puede deberse a la amplitud del estudio y de los grupos taxonómicos abordados en estos, por qué bien, es cierto que la cantidad de área de un ecosistema es determinante en la cantidad de organismos que pueda albergar, así como su diversidad de hábitats y biotopos pueden ser determinantes para el establecimiento de comunidades biológicas con composición de especies más variada. Lo anterior revela que, potencialmente sitios como Presa de Guadalupe que presenta un área mayor al Lago de los Lirios y aparentemente una diversidad de hábitats mayor, podría presentar una cantidad de especies mucho mayor a la registrada, evidenciando que, es necesario realizar más estudios que permitan conocer con mayor apego a la realidad la diversidad biológica con la que cuentan estas áreas y establecer a la brevedad posible programas de conservación que permitan la preservación de las especies.

El territorio de Cuautitlán Izcalli por sus diversos componentes hidrológicos como son ríos y cuerpos de agua, representa para la comunidad científica zonas de estudio, pues en ellas se establecen complejos ecosistemas, que a pesar de ser la mayoría de origen antropocéntrico presentan características ambientales y estructurales específicas, en las que se alberga gran cantidad de biota, incrementando su importancia bajo los distintos servicios ambientales que se prestan a la zona. Particularmente, los humedales albergan una gran diversidad de aves acuáticas las cuales asociadas a distintos tipos de vegetación forman parte de las tramas tróficas, pues controlan las poblaciones de insectos y peces, distribuyen semillas y polen, y pueden servir como indicadores biológicos (Sánchez, 2010), por ello, este taxón y su presencia en los humedales de Cuautitlán Izcalli, ha llamado la atención de investigadores y en consecuencia se han realizado extensos estudios avifaunísticos dentro del municipio, obteniendo para el presente proyecto un gran número de registros de este grupo de los cuales 8 especies o subespecies se encuentran en riesgo según la NOM-059-SEMARNAT-2010.

A pesar de ello, para el grupo de las aves y de los demás taxones, es necesario realizar estudios más exhaustivos en cuanto a la identificación taxonómica de los organismos, ya que muchos de los registros se limitaron a la determinación solo del género sin la identificación de la especie, o por otra parte se identificó la especie pero no la subespecie, generando una problemática al ser comparados en la lista de especies en riesgo de la NOM-059-SEMARNAT-2010 en la que en muchos casos se establecía en esta lista el nivel taxonómico inferior siguiente (algunos ejemplos aparecen en la tabla 8), quedando registros con potencial de ser incluidos bajo alguna categoría de riesgo por esta norma,

no obstante hasta tener información taxonómica más completa será posible dilucidar esta situación y establecer con mayor acercamiento cuantas especies más se encuentran en riesgo dentro del municipio.

Tabla 8. Especies potenciales en riesgo en Cuautitlán Izcalli			
Clase	Especie en el listado del Anexo II	Subespecie en la lista de especies en riesgo de la NOM-059-SEMARNAT-2010	Categoría de protección
Aves	<i>Buteo jamaicensis</i>	<i>Buteo jamaicensis fumosus</i> , <i>Buteo jamaicensis socorroensis</i>	Protección Especial
Aves	<i>Carpodacus mexicanus</i>	<i>Carpodacus mexicanus amplus</i> , <i>Carpodacus mexicanus clementis</i> , <i>Carpodacus mexicanus mcgregori</i>	Peligro de Extinción
Aves	<i>Contopus sordidulus</i>	<i>Contopus sordidulus peninsulae</i>	Protección Especial
Aves	<i>Cynanthus latirostris</i>	<i>Cynanthus latirostris lawrencei</i>	Protección Especial
Aves	<i>Dendroica coronata</i>	<i>Dendroica coronata goldmani</i>	Amenazada
Aves	<i>Icterus pustulatus</i>	<i>Icterus pustulatus graysoni</i>	Protección Especial
Aves	<i>Melospiza melodia</i>	<i>Melospiza melodia coronatorum</i>	Peligro de Extinción
Aves	<i>Passerculus sandwichensis</i>	<i>Passerculus sandwichensis beldingi</i> , <i>Passerculus sandwichensis rostratus</i> , <i>Passerculus sandwichensis sanctorum</i>	Amenazada, Protección Especial
Aves	<i>Psaltriparus minimus</i>	<i>Psaltriparus minimus grindae</i>	Protección Especial
Aves	<i>Thryomanes bewickii</i>	<i>Thryomanes bewickii brevicauda</i>	Peligro de Extinción
Aves	<i>Troglodytes aedon</i>	<i>Troglodytes aedon beani</i>	Protección Especial
Aves	<i>Turdus migratorius</i>	<i>Turdus migratorius confinis</i>	Protección Especial
Aves	<i>Turdus rufopalliatus</i>	<i>Turdus rufopalliatus graysoni</i>	Protección Especial
Aves	<i>Vireo bellii</i>	<i>Vireo bellii pusillus</i>	Peligro de Extinción
Amphibia	<i>Bufo compactilis</i>	<i>Anaxyrus californicus (Bufo compactilis californicus)</i>	Amenazada
Reino Plantae	<i>Acer negundo</i>	<i>Acer negundo mexicanum</i>	Protección Especial

Cabe mencionar que además de la problemática anterior, existe una carencia de información con respecto a la riqueza de especies en el municipio, esto se debe a que muchas zonas, entre las que se pueden mencionar a la Laguna Axotlán, la Pocita de Santa María las Torres, Parque Central, río Cuautitlán y otras zonas verdes, así como la gran mayoría de grupos taxonómicos que incluyen a mamíferos, peces, reptiles, anfibios, plantas superiores y no superiores, invertebrados artrópodos y no artrópodos y hongos entre otros, no se han estudiado. Tal es el caso de los hongos, los cuales se desarrollan prácticamente en cualquier hábitat que ofrezca materia orgánica, agua y temperatura adecuada, por lo que pueden adaptarse a climas semidesérticos, ecuatoriales y templados desde el nivel del mar hasta los 4000 m de altitud (GEM y UACH, 2010) aun así, solo se encontró un registro de este grupo de organismos, o por mencionar otro ejemplo, los peces pueden encontrarse en casi todos los cuerpos de agua del mundo sin importar las condiciones climáticas, algunos son tolerantes a las temperaturas altas así como a las bajas y pueden resistir intensos cambios de salinidad y oxígeno, por lo que son el grupo más diverso en forma y tamaño entre los vertebrados (GEM y UACH, 2010) y a pesar de ello solo se obtuvieron datos de 3 familias, 2 géneros y 2 especies de peces, pues en concordancia con el Programa de Manejo del “Santuario del agua y forestal Presa de Guadalupe, dado el grado de contaminación del agua, existen pocas especies piscícolas.

Así mismo, México ocupa a nivel mundial el 1er lugar en riqueza de reptiles (Mittermeier y Goettsch, 1992), para este estudio basado en la recopilación de la presencia de especies, solo se encontraron 15 registros de este grupo de los cuales 9 se encuentran dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010, es decir el 60 % de las especies registradas de reptiles se encuentran en riesgo. En el caso de los anfibios, México ocupa el 4º lugar a nivel mundial en diversidad de anfibios (Mittermeier y Goettsch, 1992), en el Estado de México se han registrado 45 especies y subespecies de las cuales 5 son endémicas (GEM y UACH, 2010), los anfibios con frecuencia muestran una dependencia a zonas húmedas, y como es mencionado anteriormente, el municipio cuenta con un gran complejo de cuerpos de agua, más sin embargo, para el presente estudio solo se registraron 4 especies de las cuales 1 se encuentra en riesgo. Los reptiles al igual que los anfibios son de los grupos más vulnerables a la destrucción del hábitat por la urbanización, la agricultura, la explotación forestal, la minería y otras actividades, y en el caso de los anfibios estos enfrentan un peligro más, ya que son particularmente sensibles a la contaminación debido a que sus pieles permeables absorben toxinas fácilmente (Collette, 2013), quizás estas

sean las razones por las cuales en los registros de la herpetofauna se presenten gran proporción de especies en riesgo, así mismo las condiciones poco salubres de los cuerpos de agua pueden estar afectando la viabilidad como hábitat de los anfibios y en consecuencia existir poca diversidad de este grupo. En cuanto a las plantas, este es un grupo muy grande y diversificado, en México se calcula que existen alrededor de 18,000 a 30,000 especies de plantas, por lo que México tiene a nivel mundial los primeros lugares de diversidad de este grupo, así también, para este estudio el Reino Plantae, conforme el grupo del cual se registraron más especies, en relación a los otros grupos abordados.

Finalmente, Cuautitlán Izcalli como municipio conurbado se encuentra en constante crecimiento de espacios urbanos, y como comenta Sierra (2012) la presión sobre los recursos naturales por parte de la ciudad es creciente; los espacios no construidos, como cerros, quebradas, parques, lotes, y relictos verdes se convierten en el hogar de numerosas especies vegetales y animales que comparten el agitado espacio urbano, enfrentando todo tipo de transformaciones, que restringen a cada metro cuadrado sus posibilidades de permanencia. Así, la diversidad biológica, que si bien, es considerada un recurso renovable, las tasas de destrucción y extracción superan las de restitución de las poblaciones, lo que las pone en inminente peligro de desaparecer permanentemente y de manera irreversible. De acuerdo a la Lista Roja de Especies del 2008 de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN) 869 especies se encuentran extintas en estado silvestre o extintas totalmente, sin embargo esta cifras alarmantes pueden incrementarse aún más, considerando que solo se ha estudiado una pequeña parte de la riqueza de especies real en el mundo, la UICN refiere que las estimaciones actuales sitúan el número de especies entre 5 y 30 millones, de las que solo se han descrito aproximadamente 1.8 millones, y de estas últimas solo el 2.5 % han sido evaluadas por la UICN.

Bajo este esquema y los resultados anteriores, se hace ostensible la importancia de conservar, proteger y restaurar estas zonas que proveen refugio de la creciente mancha urbana a una gran diversidad de especies, ya que si no se hace y sigue el ritmo de crecimiento actual, en poco tiempo se verán aún más menguadas estas zonas y mucha de su biodiversidad se perderá con ellas. Una sólida base de datos referente a las plantas, animales, hongos y microorganismos es esencial para preservarlos y la protección total de áreas selectas es una de las formas más obvias de preservar constelaciones de organismos, pero la selección de tales áreas depende de la aplicación

eficiente de la información con respecto a la distribución y abundancia de los organismos (Dirzo y Raven, 1994) El adoptar por parte del gobierno municipal de Cuautitlán Izcalli un Sistema de Información Geográfica, puede generar beneficios tales como integrar, almacenar, organizar, manejar, visualizar y actualizar la información biológica (y de otros aspectos), y mediante esfuerzos de búsqueda e investigación, en coordinación con otras instancias del gobierno, de investigación, educativas, y de la sociedad, se puede conformar un acervo de información georreferenciada que permita plantear esquemas de conservación y restauración, pues la importancia de protegerlos ya es indiscutible y como comentan Dirzo y Raven (1994) *los recursos biológicos de México que incluyen a plantas, animales, hongos y microorganismos, constituyen el mayor recurso renovable sobre el cual descansa, en última instancia el bienestar del país.*

No obstante, este SIGMA representa un comienzo en esta tarea, insistiendo en que dentro del municipio existen zonas con gran riqueza biótica, y especies en riesgo de desaparecer, por lo cual se deben tomar acciones inmediatas para evitar su degradación y desaparición.

7.1.3. Áreas Naturales Protegidas

En el municipio existen 3 Áreas Naturales Protegidas (ANP), 1 de ellas es de orden estatal y corresponde a la Presa de Guadalupe y las otras 2 se refieren a Lago de los Lirios y Parque central, las cuales son de orden municipal (ver mapa 8).

Presa de Guadalupe

Con el fin de evitar las inundaciones y proporcionar agua de riego en los municipios de Cuautitlán Izcalli y Nicolás Romero, fue construida la Presa de Guadalupe entre los años 1936 y 1943, localizada en el extremo suroeste del municipio de Cuautitlán Izcalli (90 % de la presa) y en la parte este del municipio de Nicolás Romero (10 % de la presa). Tras el reconocimiento de sus funciones ambientales, el 13 de octubre de 2004 en la Gaceta de Gobierno del Estado de México se declaró por el ejecutivo del estado la Presa de Guadalupe como Área Natural Protegida con la categoría de parque estatal denominado “Santuario del Agua y Forestal Presa de Guadalupe” con la finalidad de que esta área se destinara a la protección, conservación, restauración y aprovechamiento sustentable del

entorno. De acuerdo a esta declaratoria el área de protección abarca un total de 1,750 Ha, que comprende el cuerpo de agua con un perímetro de 17.5 km; sus afluentes, manantiales, zonas forestales, matorrales, pastizales y áreas urbanas, dentro de los municipios de Cuautitlán Izcalli y Nicolás Romero. Posterior a esta declaratoria en octubre de 2008 se formuló su programa de manejo, cuyos objetivos son: a) dar a conocer los recursos naturales, así como los servicios ambientales que brinda el área; b) identificar los principales riesgos de afectación, destrucción y/o contaminación del parque para proporcionar alternativas de solución preventivas y correctivas, y c) conservar, proteger y restaurar las áreas con alto valor ecosistémico para la prestación de los servicios ambientales que benefician a la población y cuya administración está a cargo de la Secretaría del Medio Ambiente del Gobierno del Estado de México, a través de la Comisión Estatal de Parques Naturales y de la Fauna (CEPANAF).

Bajo estos objetivos, en el programa de manejo se identificó que existen problemas relacionados a los cambios en la cobertura vegetal del suelo y deforestación, principalmente en la parte sur y noroeste, propiciando procesos de degradación y desertificación de los suelos, pérdida de biodiversidad en el área y asolvamiento del cuerpo de agua. De igual manera, en aspecto hidrológico existe contaminación del cuerpo de agua, de hecho, durante todo el ciclo anual sobrepasa los límites máximos permisibles, como efecto de la descarga de los desechos domésticos e industriales, así como del arrastre de las corrientes fluviales, incidiendo en que exista baja riqueza de especies piscícolas y su nulo aprovechamiento. En cuanto a la riqueza de específica, se nombran por lo menos 33 especies, de estas 4 se catalogaron en riesgo. Así mismo reconoce, que la importancia de esta zona como recurso natural o ambiental, radica en las distintas funciones que sustenta, como la captación y almacenamiento de agua pluvial, la carga de mantos freáticos, hábitat y refugio de distintas especies, incluso de algunas consideradas en riesgo, presencia de manantiales, estabilización de rocas y suelos que pudieran generar derrumbes y azolves, así como constituir un recurso paisajístico, zona de recreación, y generar algunos otros beneficios sociales y recreativos.

Como parte de la tarea de desarrollar medidas de protección, conservación y restauración, en el programa de manejo se realizó una zonificación del Parque Estatal “Santuario del Agua y Forestal Presa de Guadalupe” que integra 3 zonas:

A) Zonas de aprovechamiento: comprenden áreas denominadas urbanizables cuyo propósito es ordenar el crecimiento urbano, así mismo establece una franja de amortiguamiento de 150 m a partir del nivel de aguas máximo extraordinario y se subdivide en: área urbana actual (AUA) y área urbanizable (A-URB) y área urbanizable no programada (AUNP). A su vez, establece en estas zonas como algunas de las actividades permisibles: densidades de ocupación muy bajas, preferentemente con lotes de 3,000 a 5,000 m² en donde al menos un 60 % de la superficie se mantenga como área verde, desarrollo de la estructura vial con aplicación de diseños y técnicas que propicien el mejoramiento ambiental, ejercer actividades económicas productivas, según las establecidas en los Planes Municipales de Desarrollo Urbano vigentes de Cuautitlán Izcalli y Nicolás Romero, reforestación con especies nativas y programas de educación ambiental; y como actividades prohibitivas: modificar las densidades de ocupación, establecimiento de asentamientos irregulares, pastoreo, recolección y captura de flora y fauna, alteración de la calidad escénica y tala o derribo de árboles sin previa autorización, entre otras.

B) Zonas de conservación: comprenden áreas no urbanizables cuyos usos actuales o propuestos cumplen con una función ambiental relevante, implica el mantenimiento de los recursos naturales existentes y de sus procesos pretendiendo acciones encaminadas a proteger los recursos naturales, así como, mantener e incrementar los recursos naturales existentes y sus procesos, permitiendo un uso productivo mínimo y de manera condicionada a no rebasar la capacidad de carga. Algunas de las actividades permisibles que se establecen son: habilitar los predios con usos recreativos y/o de protección de la vida silvestre, saneamiento forestal, reforestación, estudios e investigaciones con los permisos expedidos por las autoridades correspondientes; mientras que las actividades prohibitivas incluyen: uso urbano e industrial, pastoreo, actividades agrícolas, aprovechamiento forestal y actividades extractivas, cambio de uso de suelo y circulación de vehículos automotores, entre otras.

C) Zonas de restauración: son zonas en donde se pretende la restauración de condiciones desfavorables ambientalmente y su neutralización. Esta zona comprende el cuerpo de agua, donde las actividades permisibles son: mejorar el hábitat de la zona ribereña para conservar las especies de fauna silvestre, realizar un monitoreo periódico de la calidad del agua que permita evaluar el resultado de las políticas de tratamiento de aguas, construir plantas de tratamiento para evitar la descarga de aguas negras y

residuales o de barrancas que drenan al cuerpo de agua, realizar estudios e investigaciones, diseñar y colocar señalamientos para indicar los usos permitidos y las acciones para el cuidado de dichas áreas, reforestación en la periferia de la presa particularmente en la zona norte, construcción de un sistema de drenaje integral para la zona, sanitario y pluvial; y las actividades prohibitivas son: aprovechar la flora y fauna silvestres acuáticas, descargar aguas residuales sin previo tratamiento, esta medida estará sujeta a la implementación del sistema de colectores y plantas de tratamiento, disponer residuos sólidos, nadar, pescar, navegar y lavar vehículos o extraer agua para cualquier uso privado, entre otras.

Esta zonificación no pudo ser incorporada al SIGMA debido los complicados y costosos esquemas para adquirir la información a través de la CEPANAF.

Actualmente se desconoce la gestión ejecutada por parte de la CEPANAF, con respecto a esta área ANP. Como parte de otras acciones llevadas a cabo en la Presa de Guadalupe se encontraron las siguientes:

Tabla 9. Acciones llevadas a cabo en la Presa de Guadalupe		
Fuente	Año	Descripción
González (2004b)	1996	La secretaria de Ecología del Estado de México inicia un programa de control de malezas del cuerpo de agua teniendo como resultado la remoción total de las malezas dentro del cuerpo de agua y la extracción de material de azolve.
González (2004b)	Próximo a 2004	Reforestación.
González (2004b)	Próximo a 2004	La Asociación de colonos con la colaboración de la Universidad Autónoma de Chapingo y posteriormente con el gobierno municipal, implementaron un programa para el control de conchuela del eucalipto.
Aguirre (2013)	2006	Elaboró un estudio donde concluye que existe un rango de condiciones eutróficas a altamente hipertróficas.
Ayuntamiento de Cuautitlán Izcalli (2010)	2009-2010	Se hizo el retiro de residuos sólidos flotantes y control de maleza acuática en el cuerpo de agua

Sin embargo no se conoce con exactitud el seguimiento y las acciones ejecutadas por parte de las autoridades y la población en general. En cuanto a las condiciones de la ANP cabe mencionar que en el Plan de Desarrollo Urbano Municipal 2013 de Cuautitlán Izcalli, como parte de una investigación de campo llevada a cabo en 2010 se detectaron como

problemáticas: la pérdida del recurso forestal en parte por la tala clandestina y el incremento de edificaciones, ingreso de aguas negras y grises provenientes de descargas domiciliarias e industriales sin previo tratamiento y presencia de asentamientos irregulares. Como punto reiterante en la pérdida de vegetación, durante la elaboración de este proyecto, se tomó como caso de estudio una zona ubicada en la parte noreste del cuerpo de agua, identificada como parte del fraccionamiento urbano Lago de Guadalupe, en esta se revisó el historial de imágenes de *Google Earth*, particularmente de los años 2005, 2009 y 2013, identificando entre estos años una tendencia al incremento en la superficie de asentamientos humanos y de manera consecuente una disminución de la cobertura vegetal, incluyendo la forestal, arbustiva y herbácea, así mismo, se observó que muchos de los asentamientos se ubican en cercanías menores a los 150 m del cuerpo de agua (ver mapa 9), pudiendo tener para estos habitantes efectos adversos derivados de inundaciones u otros fenómenos naturales. Cabe destacar que, mediante la observación de otros puntos, esta situación (del caso de estudio), se repite en gran cantidad de las zonas circundantes al cuerpo de agua Presa de Guadalupe, mayoritariamente en la parte oeste (correspondiente a Nicolás Romero), sur y este (correspondiente a Cuautitlán Izcalli), también cabe recordar que la declaratoria de ANP entro en vigor en 2004 y su programa de manejo en 2008.

Lago de los Lirios

El lago de los lirios tiene sus inicios en un bordo creado a mediados del siglo XIX que funcionaba como bebedero para el ganado y para el riego de campos de cultivo de las Haciendas de Guadalupe, San Miguel y San Antonio Cuamatla; posteriormente, los terrenos en los cuales se ubicaba el lago, pasaron a ser propiedad ejidal durante la 2ª mitad de la década de 1930, y propiedad privada en 1968, entre 1976 y 1978 el municipio expropió el terreno en el cual se ubicaba el lago y los terrenos circundantes, creando el Parque “Espejo de los Lirios”. (Sánchez, 2010). Finalmente en diciembre de 2009 en la Gaceta Municipal de Cuautitlán Izcalli, se declara como ANP en la categoría de parque municipal denominado “Espejo de los Lirios”, constituido por una superficie de 487,407.31 m² y cuya finalidad de esta declaración consiste en la preservación y protección del entorno natural del parque, para brindar a la población del municipio de espacios naturales protegidos como elementos de preservación e identidad municipal, quedando bajo la jurisdicción de la autoridad municipal. Así mismo, para conseguir tal fin, en este documento se enuncian acciones que se deben seguir: elaborar por parte de la Dirección

de Medio Ambiente y Desarrollo Urbano un programa de manejo de las ANP, queda prohibida la construcción de todo tipo de edificaciones o instalaciones que no sean destinadas a dicho fin, se declara en veda total e indefinida la captura y caza de especies endémicas, raras o en alguna categoría de riesgo, se prohíbe el cambio de uso de suelo, y queda a cargo de la vigilancia del parque la Dirección de Seguridad Ciudadana, Vialidad, Protección Civil y Bomberos (Gobierno municipal de Cuautitlán Izcalli, 2009a).

De acuerdo a Sánchez (2010), una de las particularidades que le confieren gran importancia ambiental al este cuerpo de agua, es la gran variedad de ambientes determinados por la vegetación; desde la ribereña, pasando por llanuras inundables, zonas de tulares que forman islotes y aguas abiertas, lo cual resulta en una amplia gama de hábitats para la avifauna relacionada con estos ecosistemas. Particularmente la comunidad de aves en esta zona, confiere importantes funciones para el humedal, pues aparte de formar parte de las tramas alimenticias y procesos biológicos del ecosistema, al controlar las poblaciones de insectos y peces, e intervenir en los procesos de propagación de las semillas y polen de las plantas; son un atractivo visual para los visitantes, y entre otras funciones sirven como indicadores biológicos y del grado de perturbación del humedal (Sánchez, 2010). En cuanto a su riqueza de especies de acuerdo con la información recopilada en la sección 7.1.2, se registraron 154 géneros, 183 especies, 30 subespecies, de las cuales 14 se encuentran en la NOM-059-SEMARNAT-2010 (ver tabla 3). Actualmente este parque municipal es uno de los principales sitios de esparcimiento y recreación para los habitantes del municipio.

Tabla 10. Acciones llevadas a cabo en el Espejo de los Lirios

Fuente	Año	Descripción
Portal de Cuautitlán Izcalli, sección de transparencia: http://www.cuautitlanizcalli.gob.mx/Transparencia/	2011	Se realizó un convenio entre OPERAGUA y la “Unidad de Riego Cuautitlán” para llevar a cabo la limpieza y mantenimiento de los canales que abastecen de agua al Espejo de los Lirios.
Portal de Cuautitlán Izcalli, sección de transparencia: http://www.cuautitlanizcalli.gob.mx/Transparencia/	2013	Aprobación de la obra con no. de control CONADE/001, que consiste en la construcción de techumbre de la alberca “Los Lirios” por un monto de 4 millones de pesos.

Así como en el caso de Presa de Guadalupe, se desconocen en su totalidad las acciones a favor del medio ambiente llevadas a cabo en este parque municipal, las cuales son necesarias pues comenta Sánchez (2010) que el humedal se encuentra sometido a una fuerte perturbación, además presenta poca vegetación y se identifica como uno de los mayores daños a la avifauna del sitio la realización de podas de la misma.

Parque Central

El Parque Central se refiere a un conjunto de áreas verdes e infraestructura que incluye el centro cívico municipal, representado por la explanada del palacio de gobierno, así como el Parque de las Esculturas que cuenta con una superficie de 7 Ha de terrenos de la antigua hacienda “La Venta”, donde se ubica la placa de fundación del municipio y las 17 esculturas en bronce, realizadas por Charlotte Yazbek en 1973 (Reyes, 2007), y el Parque Chopos que comprende áreas verdes, canchas de frontón, fútbol soccer, fútbol americano, un sendero para caminata y aparatos de ejercicios. Dentro de estos 3 componentes, se ubican 4 cuerpos de agua artificiales, el primero de ellos se ubica enfrente del palacio municipal en la explanada y cuenta con una superficie aproximada de 9,783 m², otros dos cuerpos de agua se localizan dentro del Parque de las Esculturas y se ubican en la parte central del parque, el más grande cuenta con una superficie de 3,169 m², mientras que el otro más pequeño comprende una superficie de 862 m², por último el cuarto cuerpo de agua se localiza en la porción Este del Parque Chopos y presenta una superficie aproximada de 13,122 m².

En diciembre de 2009, se publicó en la Gaceta Municipal de Cuautitlán Izcalli la declaratoria de ANP en la categoría de parque municipal, denominado “Parque Central”, constituido por una superficie de 652,821.65 m², y cuya finalidad consiste en preservar y proteger el entorno natural del parque, así como dotar a la población del Municipio de espacios naturales protegidos como elementos de preservación de identidad municipal. Al igual que el Espejo de los Lirios, al establecerse como una ANP con categoría de parque municipal, su administración y vigilancia queda bajo la jurisdicción de la autoridad municipal, así mismo en el decreto se establece que: queda prohibida la construcción o instalaciones que no cumplan con el fin de la ANP, se declara en veda la caza y captura de especies endémicas, raras o en riesgo, se prohíbe el cambio de usos de suelo, así mismo, se debe elaborar un programa de manejo y corresponde a la Dirección de

Seguridad Ciudadana, Vialidad, Protección Civil y Bomberos, la vigilancia de parque (Gobierno municipal de Cuautitlán Izcalli, 2009b).

A pesar de que en la zona se realizan gran cantidad de actividades humanas debido a la incidencia de visitantes, principalmente en los fines de semana, representa una opción como hábitat para las aves residentes y como sitio de estancia para otras (González, 2004a), así, a partir de los resultados de la sección anterior se obtiene que en el Parque Central se registran 25 especies de plantas y 44 especies de aves, de las cuales 1 especie de planta se encuentra en riesgo según la NOM-059-SEMARNAT-2010.

Dentro del Parque Central se encontró que se han llevado a cabo las siguientes acciones:

Tabla 11. Acciones llevadas a cabo en el Parque Central		
Fuente	Año	Descripción
Portal de Cuautitlán Izcalli, sección de transparencia: http://www.cuautitlanizcalli.gob.mx/Transparencia/	2013	Reforestación por parte del gobierno municipal
Portal de Cuautitlán Izcalli, sección de transparencia: http://www.cuautitlanizcalli.gob.mx/Transparencia/	2013	Aprobación de presupuesto para el proyecto PREP/002 para la rehabilitación del lago en el parque Chopos con un monto de 4 millones de pesos
Portal de Cuautitlán Izcalli, sección de transparencia: http://www.cuautitlanizcalli.gob.mx/Transparencia/	2013	Cancelación de la obra PREP/002 para la rehabilitación del lago en el parque Chopos y reasignación del presupuesto a otras obras

Al igual que en las anteriores ANP descritas se desconoce el seguimiento completo de las medidas tomadas para el mejoramiento y conservación del parque.

Discusión

El municipio a pesar de su gran cantidad de espacios urbanos, cuenta con tres Áreas Naturales Protegidas, y como se menciona en el texto, no se conoce con exactitud el manejo llevado a cabo en las ANP para lograr los objetivos bajo las cuales fueron

creadas, esto puede ser debido a que: a) se requiere una búsqueda más exhaustiva de información, b) las acciones llevadas a cabo con este fin no son publicadas, c) la falta de integración de la información, y d) en el peor de los casos, las acciones mencionadas en las tablas 9, 10 y 11, representan el total de la gestión de las ANP. Pues como menciona Bezaury y Gutiérrez (2009) resulta lamentable que a pesar de la magnitud de la superficie actualmente decretada como ANP en los estados todavía se pueda afirmar que la mayor parte de estas constituyen “parques de papel”, debido a la falta de recursos humanos y financieros disponibles para su conservación y manejo. Bajo las referencias del PDUM de Cuautitlán Izcalli 2013, el estudio de Sánchez (2010) y de González (2004b), se revela que la calidad ambiental de al menos 2 de estas ANP (Presa de Guadalupe y Espejo de los Lirios) es mala, pues en general se presenta una fuerte contaminación de los cuerpos de agua y en el caso de Presa de Guadalupe problemas de deforestación y otros relacionados con los procesos de urbanización principalmente. Así en los dos casos, parece que las problemáticas ambientales que han existido desde hace ya varios años no han sido solucionadas, develando una deficiencia de esfuerzos dirigidos al mejoramiento ambiental.

Con respecto al crecimiento de los asentamientos humanos y la pérdida de cobertura vegetal de Presa de Guadalupe, es importante que las autoridades locales y estatales analicen y en su caso intervengan en esta situación, pues cabe mencionar que, los criterios de zonificación establecen que debe de existir una franja de amortiguamiento de 150 m a partir del nivel de aguas máximo extraordinario, sin embargo a partir del estudio de caso, se observó que muchos de los asentamiento humanos se encuentran a cercanías menores de esta distancia, pudiendo representar un riesgo para la población que ahí reside. De manera general no se pudo evaluar la calidad irregular de los asentamientos en concordancia con la zonificación planteada en el programa de manejo de la ANP, pues no se accedió a las poligonales de la zonificación. En este sentido también es importante que las autoridades estatales y municipales faciliten el conocimiento de la condición legal, administrativa y biológica de estas ANP, y en particular para la Presa de Guadalupe la zonificación de esta, mediante cartografía y otros sistemas de visualización, pues es necesario que, para que los habitantes hagan buen uso del espacio, manteniendo conductas acordes a la conservación de estos sitios o cohibiendo aquellas conductas nocivas ambientalmente, se conozca como mínimo esta información. La implementación de un sistema como *Ciudad MX* de la SEDUVI por parte de los municipios de Cuautitlán Izcalli y Nicolás Romero, podría coadyuvar de manera

importante en la integración de información, así como en el manejo, planeación y vigilancia de las ANP con apego a la legislación vigente, en particular del Santuario del Agua y Forestal Presa de Guadalupe. Con respecto al Lago de los Lirios, queda comentar que en el trabajo de Sánchez (2010) se hacen importantes recomendaciones para la conservación de la avifauna y del mejoramiento ambiental del sitio, sería benéfico que en la medida de lo posible, el gobierno municipal adoptara estas recomendaciones.

7.2. Subsistema físico

7.2.1. Variables altimétricas

De acuerdo al MDE, el municipio de Cuautitlán Izcalli presenta un gradiente altitudinal que va desde los 2295 m.s.n.m. hasta los 2404 m.s.n.m., en la cartografía también es posible representar la altitud mediante las curvas de nivel, ya que estas se definen como la representación gráfica de los puntos del terreno situados a la misma cota sobre un nivel de referencia, que se trazan a intervalos fijos de altitud, equidistancia, que se mantienen constantes a lo largo de todo el mapa, la separación horizontal de las curvas de nivel da cuenta de la pendiente del terreno: a medida que las curvas se aproximan la pendiente se hace mayor (MMA, 2004), así la pendiente se concibe como el cambio en la altitud en un área determinada, donde se representa por un grado de inclinación del terreno y medido por el ángulo que forma con respecto al plano horizontal. Para el municipio se obtuvieron las curvas de nivel a una equidistancia 10 metros (ver mapa 14) En cuanto a la pendiente, esta presenta valores desde los 0.002° hasta los 24.01° , donde una gran superficie del territorio (el 94.46 %) presenta una pendiente menor a 3° y solo el 5.54 % del municipio tiene una pendiente mayor a 3° , lo que indica la predominancia de zonas planas (ver mapa 15).

Discusión

La altitud y la pendiente pueden determinar de forma directa o indirecta la presencia de ciertos tipos de vegetación y otros organismos, sin embargo el efecto más importante que tiene la pendiente en la modificación o composición del entorno esta dado por la viabilidad para la realización de diversas actividades humanas. Por ejemplo en el caso de la agricultura, grandes pendientes dificultan la actividad de siembra, la retención de agua, y características de los suelos, aumentando el grado de erosión, debido al arrastre de

partículas por los flujos de agua, sin embargo existen técnicas que contrarrestan estos efectos, como la construcción de terrazas y zanjas. Por ejemplo, una clasificación agrológica de pendientes comúnmente aceptada en España, establece que las pendientes menores de 1° hasta 7° son aptas para la actividad agrícola, de 7° a 11° son aptas para el cultivo ocasional y mayores a 11° son aptas para el cultivo forestal (MMA, 2004). Así mismo, en el establecimiento de desarrollos humanos la pendiente juega un papel importante, ya que a medida que aumenta la pendiente se eleva el riesgo de ocurrir un desastre natural por derrumbe. En razón de que el territorio municipal presenta pendientes menores a los 3° en la mayor parte de su territorio, es factible realizar gran cantidad de actividades que en otros casos son limitadas por la pendiente, entre ellas el desarrollo de actividades agrícolas.

7.2.2. Edafología

El suelo se define como la capa más superficial de la corteza terrestre, en la cual encuentra soporte la cubierta vegetal natural y la gran parte de las actividades humanas (INEGI, 2008). En Cuautitlán Izcalli, de acuerdo a la carta de edafología 1:250,000 del INEGI (2006b) se presentan tres grupos de suelos denominados por sus respectivas claves: Vp/3 (Vertisol pélico/textura fina), L+Vp+Hh/3 (Litosol + Vertisol pélico + Feozem háplico/textura fina) y Hh+Vp/3 (Feozem háplico + Vertisol pélico/textura fina), donde el primer elemento de la clave se considera como el predominante y los elementos siguientes constituyen menores cantidades. El suelo Vp/3, constituye el tipo de suelo predominante en el municipio, ya que abarca 57.7 % del área municipal y una superficie de 6,433.1 Ha, localizándose en la mayor parte del territorio, exceptuando la zona Sur. Por su parte, el grupo de suelos L+Vp+Hh/3, constituye el segundo en superficie y ocupa un área de 547 Ha correspondiente al 4.91% del municipio y distribuido en la zona Sur del mismo. El grupo de suelos Hh+Vp/3 tan solo constituye el 0.11% de la superficie municipal, que se traduce en 12.6 Ha e igualmente se ubica en una pequeña área al Sur de Cuautitlán Izcalli. La superficie restante está ocupada por zona urbana y cuerpos de agua que comprenden 3,733.128 Ha (33.48 %) y 422.984 Ha (3.79 %) respectivamente, en las cuales no se determinó en la carta del INEGI el tipo de suelo (ver figura 5 y mapa 16).

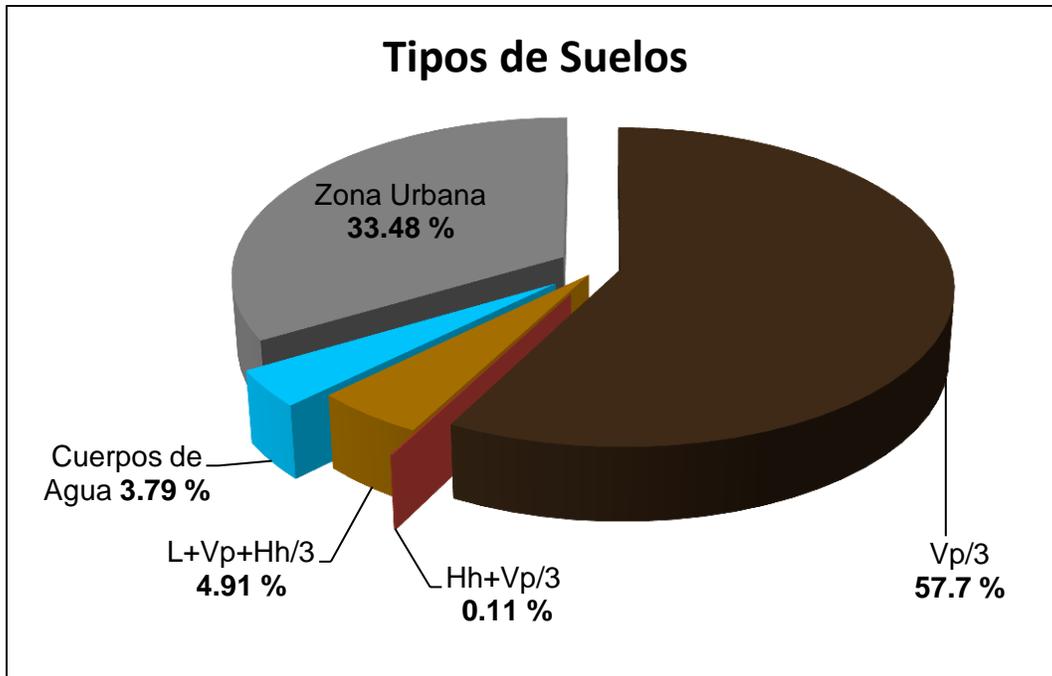


Figura 5. Porcentaje de los grupos de suelos presentes en el municipio de Cuautitlán Izcalli.

Discusión

El feozem háplico se define como un suelo con horizonte A melánico (capa superficial blanda de color oscuro, rica en materia orgánica y nutrientes), y un horizonte B cámbico (capa ubicada abajo del horizonte A con características insipientes de los otros horizontes B o al menos con estructura de suelos y no de roca) de fertilidad moderada a alta (Aguilera, 1989) y puede presentarse en cualquier tipo de relieve. Para el municipio el grupo Hh+Vp/3, a partir de las características anteriores presenta gran potencialidad para actividades agrícolas, sin embargo solo se presenta en una parte muy reducida del municipio.

Los litosoles se consideran como suelos con profundidad menor a 10 cm sobre roca dura, con perfiles con rocas entre los 10 y 50 cm en fase lítica y muy rocoso en fase rocosa (León, 1991), no son aptos para cultivos de ningún tipo, pero pueden destinarse a pastoreo, en estos suelos el relieve es un factor decisivo para su formación, ya que se derivan directamente de la roca que los subyace, encontrándose en pendientes ligeras a moderadas (Aguilera, 1989). En el municipio el grupo L+Vp+Hh/3, donde predominan los litosoles y en coincidencia con lo anterior, su distribución en el municipio está restringida a la zona de mayor elevación y pendiente. Los usos potenciales de este suelo se manejan como pecuarios o en algunos casos también se han recomendado como forestales.

El vertisol pélico se considera como un suelo con una gran cantidad de arcillas expansibles (40 al 60 % de la masa total), las cuales imprimen al suelo la mayor parte de sus propiedades físicas y químicas, se caracterizan en los periodos secos por la presencia de grietas y poseen poca cantidad de materia orgánica (aproximadamente un 2 %), que en el subtipo pélico, la materia orgánica presentan una maduración muy intensa lo que le provee un color negro o gris muy oscuro (Duchaufour, 1984). En el sentido agrícola estos suelos tienen dificultad en la labranza pero son adecuado para una gran variedad de cultivos siempre y cuando se controle la cantidad de agua para que no se inunde o se seque, si el agua de riego es de mala calidad, puede salinizarse o alcalinizarse, en su estado natural es muy bueno para pastos y para cultivos de temporal (Aguilera, 1989). En Cuautitlán Izcalli se ubica en casi todo el territorio municipal, coincidiendo con las zonas de baja pendiente, por lo que se puede aludir su distribución en el municipio como consecuencia del arrastre de partículas desde las zonas con mayor pendiente hacia estas formando un depósito de composición principalmente arcilloso. Este tipo de suelo al conformar la mayor parte del municipio, su opción como uso determinaría en gran medida las condiciones del mismo, en este caso el uso recomendado más allegado con las potencialidades del suelo son las actividades agrícolas, que bajo los diversos esquemas de agricultura sustentable mencionados en otras secciones, pueden representar una fuente de ingresos y productividad importante para la población del municipio, acorde con el mantenimiento de los recursos naturales. Por otra parte la opción uso de suelo urbano no es recomendable, pues de acuerdo a Aguilera (1989) los vertisoles al presentar poco drenaje, presentan serias dificultades prácticas para el establecimiento de edificaciones, dado lo costoso de los diseños contra inundaciones periódicas y construcción de obras de alcantarillado, cloacas, suministro de agua, construcciones básicas, entre otras. Como punto importante en este aspecto, Cuautitlán Izcalli está considerado como un municipio susceptible de inundaciones, condición que lo ubica dentro del Atlas Riesgo municipal y estatal como un territorio de intensidad media y con varias zonas de riesgo (Ayuntamiento de Cuautitlán Izcalli, 2012)

7.2.3. Geología

En base a la carta geológica 1:250,000 de INEGI (2006c), Cuautitlán Izcalli tiene su formación litológica actual en la Era Cenozoica, ya que en el municipio se presentan dos

tipos de rocas: rocas volcanoclásticas que conforman el 49.93 % del territorio, es decir 5,566.94 Ha, localizadas en el municipio en la parte Centro, Sur y Oeste; y andesita que representa solo el 2.15 % (239.99 ha) localizada en una pequeño fragmento de la parte Sur del municipio coincidiendo con la zona de mayor pendiente, estos dos tipos de rocas son de origen ígneo extrusivo formadas durante el Neógeno (que comprende las Épocas Mioceno y Plioceno, ubicadas en el tiempo hace 23.8-1.8 m.a.) como resultado de la actividad volcánica del Nevado de Toluca, Iztaccíhuatl y Popocatepetl. El territorio restante que representa el 47.91 % traducido en 5,341.95 Ha (ver figura 6), se compone de suelo de tipo aluvial formado durante la Época Cuaternaria (hace 1.8 m.a. a la actualidad) perteneciente a la Era Cenozoica y se localiza principalmente en la zona Centro, Norte y Este, a diferencia de los suelos mencionados en la sección de edafología en los cuales para su clasificación se toman en cuenta sus propiedades físicas, químicas y morfológicas, en el aspecto geológico se tratan atendiendo a los lugares en que se depositan y a los agentes de transporte (INEGI, 2005). En el municipio existe una fractura de una longitud de 1315.957 m, dividida por el límite municipal en 2 segmentos, ubicada en la parte sur próxima a los límites con Tlalhepantla de Baz (ver mapa 17).

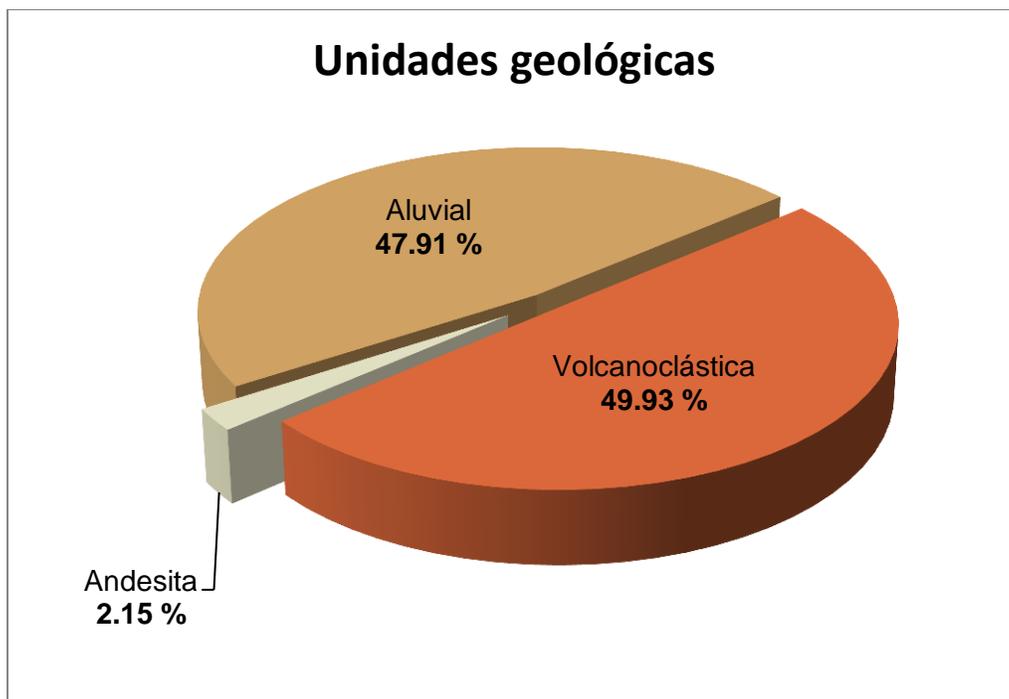


Figura 6. Porcentaje de los componentes geológicos del municipio de Cuautitlán Izcalli.

Discusión

Bajo los resultados anteriores se entiende que la formación de los componentes geológicos actuales inicio durante el Neógeno, con la formación de rocas de origen ígneo extrusivo dentro del municipio. La formación de las rocas volcanoclásticas está dada por el transporte de partículas de origen ígneo, efectuado por el agua y el flujo de masas, para su posterior depósito y sedimentación. Posterior al Neógeno, durante el Cuaternario se formaron suelos aluviales. Los suelos aluviales, están formados por el depósito de materiales sueltos como gravas y arenas transportadas por corrientes superficiales de agua (INEGI, 2005). Estas características pueden hacer referencia a que gran parte del municipio de Cuautitlán Izcalli históricamente (e incluso anterior al Mioceno) se ha caracterizado como una zona inundación y de depósito de partículas, que en conjunto con la caracterización edafológica reitera este supuesto.

Una fractura se entiende como la ruptura de la corteza terrestre en la que no ha ocurrido un desplazamiento (INEGI, 2005), conviene mencionar que el problema del fracturamiento es dinámico, es decir, con el tiempo aparecen nuevas fracturas o se renuevan las ya existentes, provocando cambios en las condiciones iniciales de estabilidad mecánica del material, esto puede afectar considerablemente la infraestructura urbana (Carreón, 2011), es así que la presencia de esta fractura en el municipio puede representar algún tipo de riesgo, principalmente para aquellas personas que residen en sobreposición a esta.

7.2.4. Hidrología

Resultados

Una cuenca hidrográfica es una zona de terreno en la que el agua, los sedimentos y los materiales disueltos drenan hacia un punto común (MMA, 2004). Por su parte, una subcuenca hidrográfica es un área considerada como una subdivisión de la cuenca hidrográfica que presenta características particulares de escurrimiento y extensión (INEGI, 2010), El territorio de Cuautitlán Izcalli se encuentra dentro de 3 subcuencas hidrográficas: en la subcuenca Tepetzotlán, Río Cuautitlán y Texcoco- Zumpango, estas a su vez forman parte de la cuenca hidrográfica Río Moctezuma en la región hidrográfica Pánuco.

La subcuenca Tepetzotlán presenta un área de 42,002.69 Ha. Una pequeña sección de la zona Sur (2647.48 Ha) pertenece al territorio de Cuautitlán Izcalli, que a su vez para el territorio municipal abarca la parte norte del mismo y representa el 23.75 % del territorio. La subcuenca Tepetzotlán se clasifica de tipo cerrada, esto es que; cada subcuenca tiene al menos un punto de drenaje, el cual indica el lugar donde sus aguas fluyen al mar o a otra subcuenca receptora, o indica también alguna acumulación de flujos como lagos, o por el contrario infiltración o evaporación de algunas corrientes, en el caso de las cuencas cerradas, estas no tienen salida superficialmente por ríos, pero puede haber acumulación de flujos formando lagos o simplemente el agua se infiltra al subsuelo o se evapora, o también pueden presentar salidas de agua de forma artificial a través de canales, mientras que las subcuencas abiertas se distinguen por presentar salida de sus aguas a otro sistema o al mar a través de ríos (INEGI, 2010). Por lo que, la subcuenca cerrada Tepetzotlán, presenta dos puntos de drenaje, uno ubicado en dirección Norte de esta subcuenca, clasificado como drenaje artificial (canal) que fluye hacia la subcuenca Río El Salto y el otro en la zona Oeste dentro de la misma subcuenca Tepetzotlán clasificado como suelo permeable. Las líneas de flujo representan un flujo de agua que depende de la precipitación pluvial o el afloramiento subterráneo, ya sea natural a través de corrientes de agua o artificial a través de canales (INEGI, 2010), para Cuautitlán Izcalli las líneas de flujo pertenecientes a la subcuenca Tepetzotlán, suman un total de 35.59 Km.

Del territorio municipal 71.47 % equivalente a 7,968.36 Ha ubicadas en la zona Centro, forman parte de la porción Este de la subcuenca Río Cuautitlán. Esta subcuenca se reconoce como abierta, pues posee dos puntos de drenaje, que se ubican dentro de Cuautitlán Izcalli en su sección Norte y que fluyen agua hacia la subcuenca Tepetzotlán, el primero de ellos fluye por el río Cuautitlán y el segundo por el canal Emisor Poniente. Dentro del municipio las líneas de flujo de la subcuenca Río Cuautitlán recorren 107.9 Km.

La subcuenca Texcoco-Zumpango, se localiza por debajo de la subcuenca Río Cuautitlán y presenta una amplia superficie de 486,164.79 Ha que abarca casi toda la zona Este del Estado de México. En su contexto con Cuautitlán Izcalli, solo abarca una reducida porción de la parte Sur del municipio, que comprende 533.03 Ha (correspondiente al 4.78 % del territorio municipal). Se considera como un subcuenca cerrada, debido a que solo provee un flujo de agua hacia la subcuenca Río Cuautitlán a través de un drenaje artificial ubicado dentro los límites de Cuautitlán Izcalli. En razón de la limitada presencia de esta subcuenca dentro de Cuautitlán Izcalli, solo posee 7.57 Km de líneas de flujo.

De manera general en Cuautitlán Izcalli existen 151.06 Km de líneas de flujo, las cuales presentan diversas características, pueden ser corrientes intermitentes, corrientes perennes, canales, líneas centrales (se refieren a flujos virtuales para dar una continuidad a la red hidrográfica en las zonas con cuerpos de agua representadas por polígonos), y acueductos subterráneos. La dirección del flujo ocurre de Sur (de la subcuenca de Texcoco-Zumpango) y Oeste (de la subcuenca Río Cuautitlán y Tepetzotlán) hacia el Norte. Dentro de estas líneas de flujo destacan 4 principales: el arroyo San Pablo, río Cuautitlán, un canal intermedio entre estos anteriores y el canal Emisor Poniente, de estas la principal y más importante es el río Cuautitlán, pues es la que tiene más influencia en la hidrología municipal (ver mapa 18).

En relación a los cuerpos de agua presentes en el municipio, destacan 6 principales: La Presa de Guadalupe, Laguna la Piedad, Laguna Axotlán, Lago de los Lirios, Laguna el Ángulo y la Pocita de Santa María las Torres.

La Presa de Guadalupe, cuenta con un área de 464.13 Ha de las cuales el 89.8 % (417.17 Ha) del cuerpo de agua se ubican dentro del municipio de Cuautitlán Izcalli en el Suroeste del mismo, el 10.2 % restante (46.46 Ha) pertenecen al municipio de Nicolás Romero. La Presa de Guadalupe se reconoce como el cuerpo de agua de mayor tamaño en el municipio de Cuautitlán Izcalli. La Laguna la Piedad es un cuerpo de agua perenne que posee un área de 61.04 Ha, ubicada en la parte Centro del municipio, entre zonas agrícolas, rurales y de desarrollos urbanos, su suministro está dado por una corriente intermitente y por un flujo de agua proveniente del río Cuautitlán, el que a su vez parte de la Presa de Guadalupe. El Lago de los Lirios, es un cuerpo de agua perenne que comprende una superficie de 25.3 Ha localizado en el Centro del municipio dentro de la zona urbana, es alimentado indirectamente por un canal proveniente de la Presa de Guadalupe (Ayuntamiento de Cuautitlán Izcalli, 2008). La Laguna Axotlán, se reconoce como un cuerpo de agua intermitente de una superficie de 26.86 Ha construido para suministrar agua de riego a la población de Ex-Hacienda San Miguel, actualmente se sigue utilizando para riego de algunos cultivos, abrevadero de ganado y para la recreación (Ayuntamiento de Cuautitlán Izcalli, 2008), los flujos de agua que proveen suministro a este, provienen de corrientes de la subcuenca Tepetzotlán mediante el arroyo San Pablo. La Laguna el Ángulo es un cuerpo de agua intermitente que cuenta con una superficie de 29.8 Ha, se localiza en la parte Sur del municipio entre zonas industriales y habitacionales, el flujo de agua que recibe, proviene de 2 corrientes, una de ellas, de la

Subcuenca R. Cuautitlán distinta a la que abastece a la Presa de Guadalupe, y la otra de la subcuenca Texcoco-Zumpango. La Pocita de Santa María las Torres es un pequeño cuerpo de agua perenne, de un área de 1.73 Ha. que se localiza en la zona Centro del municipio, al Sur del Lago de los Lirios, se desconoce si existe algún suministro de agua.

Discusión

Dada la carencia de zonas con grandes pendientes e irregularidades fisiográficas dentro del municipio, por las cuales se forman flujos de agua, la cantidad de líneas de flujo son menores, en comparación con otros municipios o lugares donde predomina un paisaje escabroso, esta misma situación da pie a que se generen zonas de inundación, pues, al no existir una pendiente que permita formar un flujo de agua por medio de la gravedad, el agua se acumula. Esto en conjunto con las características geológicas, edafológicas y altimétricas, evidencia en la mayor parte del territorio de Cuautitlán Izcalli la condición geomorfológica como zona de inundación, así mismo bajo las características de disponibilidad de agua, suelos y pendiente, se reitera que su aprovechamiento potencial va en predominio por las actividades agrícolas, y que por el contrario el desarrollo de zonas urbanas es poco recomendable, debido al riesgo de inundación.

Anualmente, ingresan a la Presa de Guadalupe cerca de 15 millones de metros cúbicos de aguas negras y grises provenientes de descargas domiciliarias (Ayuntamiento de Cuautitlán Izcalli, 2013), lo que condiciona a que exista una mala calidad del agua, dada por la eutrofización y contaminación de la misma. Teniendo en cuenta que, la Laguna la Piedad y el Lago de los Lirios son provistos de aguas a partir de la Presa de Guadalupe, mediante la corriente de río Cuautitlán, se puede inferir que estos también se encuentran en condiciones similares de contaminación y eutrofización. Como ya se ha expuesto en apartado del subsistema biológico, estos 3 cuerpos de agua, representan zonas de gran valor ambiental, que albergan una importante riqueza biológica, más sin embargo, debido a las descarga de aguas residuales, entre otras circunstancias se encuentran en una situación de fragilidad ambiental alta.

7.2.5. Climatología

A partir de la información de las 41 estaciones meteorológicas presentes y adyacentes a Cuautitlán Izcalli (ver figura 3) por el método de interpolación IDW, se generó un continuo

de datos para las variables de temperatura, precipitación y evaporación, a manera de que se pudiera conocer las variables climáticas para cada punto del municipio así como su rango, y no solo de manera puntual mediante los datos de las estaciones meteorológicas. Cabe mencionar que dentro de Cuautitlán Izcalli solo se presentan 2 estaciones, ubicadas en el Sureste y en el Oeste del mismo. En el anexo III se muestran los datos máximos, medios y mínimos obtenidos de la interpolación y para el área municipal de cada una de las variables climatológicas seleccionadas.

De acuerdo a la interpolación, la temperatura máxima normal, para el territorio municipal presenta un rango anual de 22.5 a 24.09 °C, con un promedio de 23.295 °C (ver mapa 19), los meses de abril y mayo son los más calurosos, presentado un promedio de 26.29 °C y 26.34 °C respectivamente, mientras que los meses más fríos son: diciembre con una temperatura promedio de 21.2 °C y enero con 21.19 °C (ver figura 6). Por su parte la temperatura media normal, presenta anualmente un rango entre 15 a 16 °C con un promedio de 15.5 °C (ver mapa 20), mensualmente, la temperatura más alta se presenta en el mes de mayo con un promedio de 17.95 °C, y la temperatura más baja en enero con un promedio de 12.04 °C (ver figura 7). La temperatura mínima normal, presenta de modo anual un rango de valores entre 6.57 y 8.25 °C con un promedio de 7.41 °C (ver mapa 21), de modo mensual, se presentan valores desde 1.27 °C hasta 11.74 °C, el mes más frío es enero con un promedio de temperatura de 2.45 °C y junio es el mes más cálido con un promedio de 11 °C (ver figura 8).

Con respecto a la precipitación, los datos de la interpolación muestran que, los meses de junio, julio, agosto y septiembre presentan una notable diferencia, con relación a los demás meses, haciendo evidente el periodo de temporada de lluvias en esta época del año. El mes que presenta mayor precipitación es julio con un promedio de 147.32 mm, mientras que el mes con menor promedio de precipitación es febrero con 5.76 mm (ver figura 9). La precipitación anual en el municipio oscila entre los 650.91 a los 770.69 mm con un promedio de 710.8 mm (ver mapa 22).

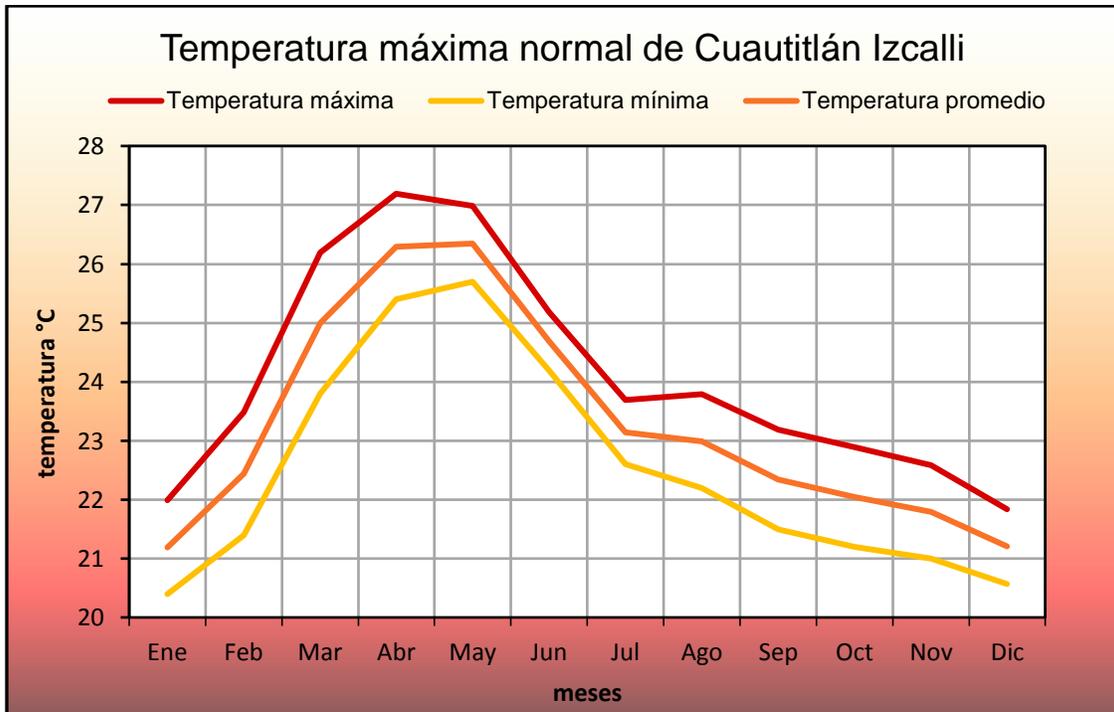


Figura 6. Temperatura máxima normal mensual de Cuautitlán Izcalli, donde se muestran los valores mínimos y máximos, así como el promedio.

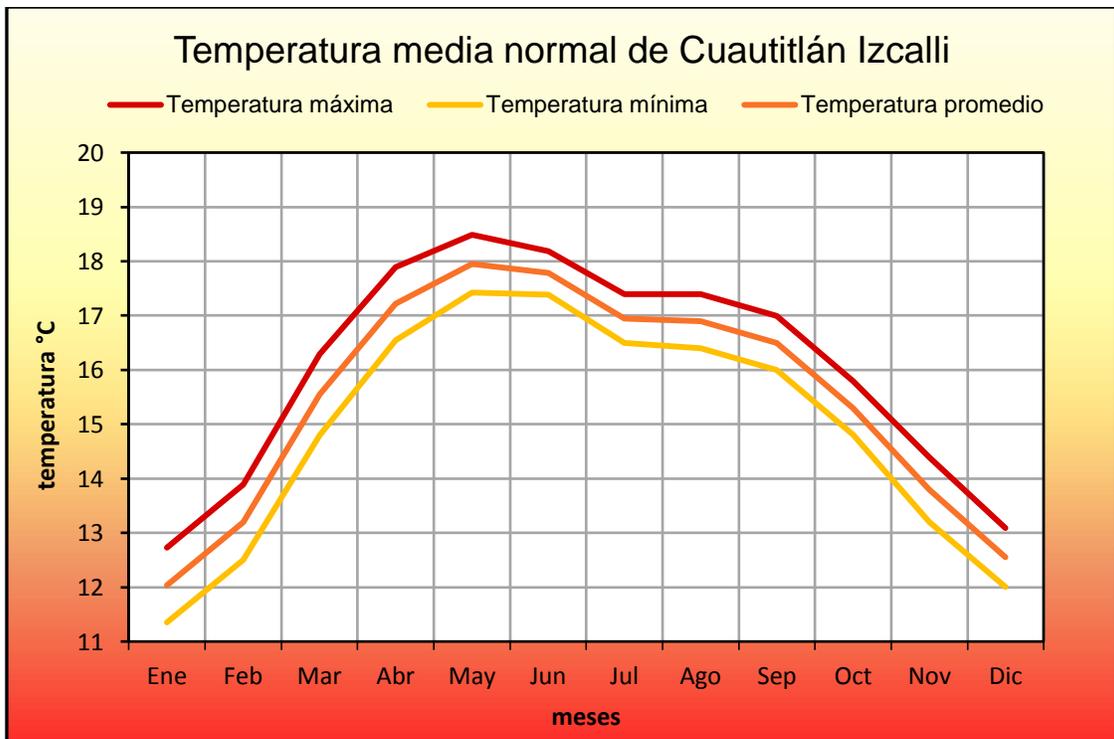


Figura 7. Temperatura media normal mensual de Cuautitlán Izcalli, donde se muestran los valores mínimos y máximos, así como el promedio.

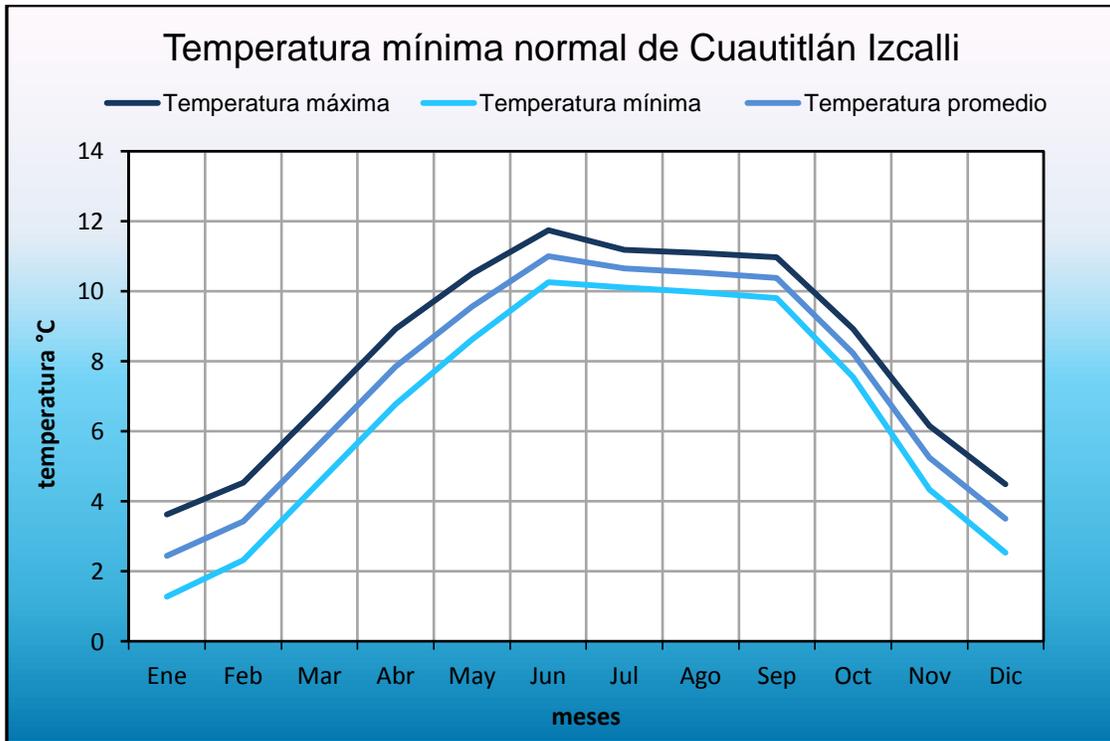


Figura 8. Temperatura mínima normal mensual de Cuautitlán Izcalli, donde se muestran los valores mínimos y máximos, así como el promedio.

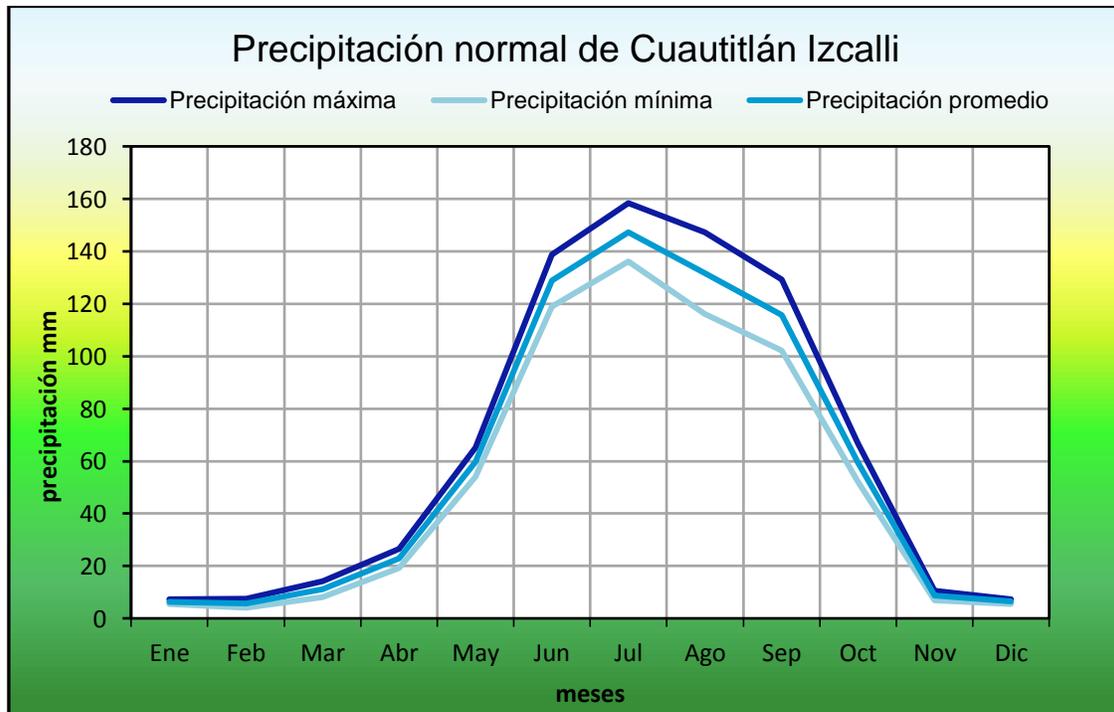


Figura 9. Precipitación normal mensual de Cuautitlán Izcalli, donde se muestran los valores mínimos y máximos, así como el promedio.

Discusión

Para el proceso de interpolación, a pesar de que la World Meteorological Organization (2008) ha establecido que para la existencia de una red pluviométrica óptima en zonas urbanas se debe contar con un pluviómetro cada 10 a 20 km², la presencia de la mayoría de las estaciones para el municipio y sus alrededores se encontraron en una densidad menor a la sugerida, por lo que la selección de las estaciones meteorológicas estuvo en función de la disponibilidad, así mismo, la delimitación del área para la selección de las estaciones meteorológicas, abarco el territorio de Cuautitlán Izcalli y una extensa zona circundante a este de aproximadamente 25 Km (ver figura 3), pues como menciona Vargas *et al.*, (2011) para disminuir la incertidumbre de los valores interpolados en las fronteras de un campo calculado se recomienda que se disponga de estaciones localizadas fuera de la zona de interés, logrando que al hacer la interpolación se cuente con más información. En cuanto a la selección del método de interpolación, el IDW en comparación con el Kriging y V4, de acuerdo a Vargas *et al.* (2011) se considera como el método más apropiado para representar el comportamiento espacial de la precipitación, manteniendo la característica de que no genera sobrestimaciones, aunque si produce concentraciones fuertes en los puntos de medición, de igual manera Cuartas (2007) menciona en su trabajo un buen resultado del método IDW en la interpolación de la temperatura, no obstante, Rojas *et al.*, (2010) señala que el IDW tiene un mejor ajuste para la precipitación que para la temperatura. El IDW se basa en la idea intuitiva de que las observaciones más cercanas al punto de interpolación deben tener una mayor influencia sobre los valores estimados en ese punto que las más distantes. Sin embargo el mejor método de interpolación climática sigue siendo objeto de controversia, parece claro que este método universal no existe, sino que, en función de las características territoriales y los datos disponibles, unos pueden funcionar mejor que otros en diferentes lugares y circunstancias (Cuartas, 2007).

El clima determina en alto grado el tipo de suelo y vegetación e influye, por lo tanto, en la utilización de la tierra, así por ejemplo la temperatura define en gran medida la velocidad en el crecimiento de la plantas (ver figura 10), y también se encuentra íntimamente relacionado con la topografía, de forma que ambos afectan a la distribución de la población mediante la presencia de un clima y una topografía favorables, de manera general, el clima afecta a la actividad física y material del hombre, estimulándola o disminuyéndola, y a las actuaciones que el hombre pueda desarrollar (MMA, 2004). De

manera práctica, el conocer los datos de las variables climáticas permite determinar, por ejemplo, la productividad agrícola en una región, la evapotranspiración que produce un determinado cultivo agrícola y calcular las necesidades de agua de este, la capacidad erosiva que ejerce un determinado clima, la capacidad dispersante de contaminantes de la atmósfera en un lugar específico, e incluso la influencia en el turismo y bienestar humano, entre otros.

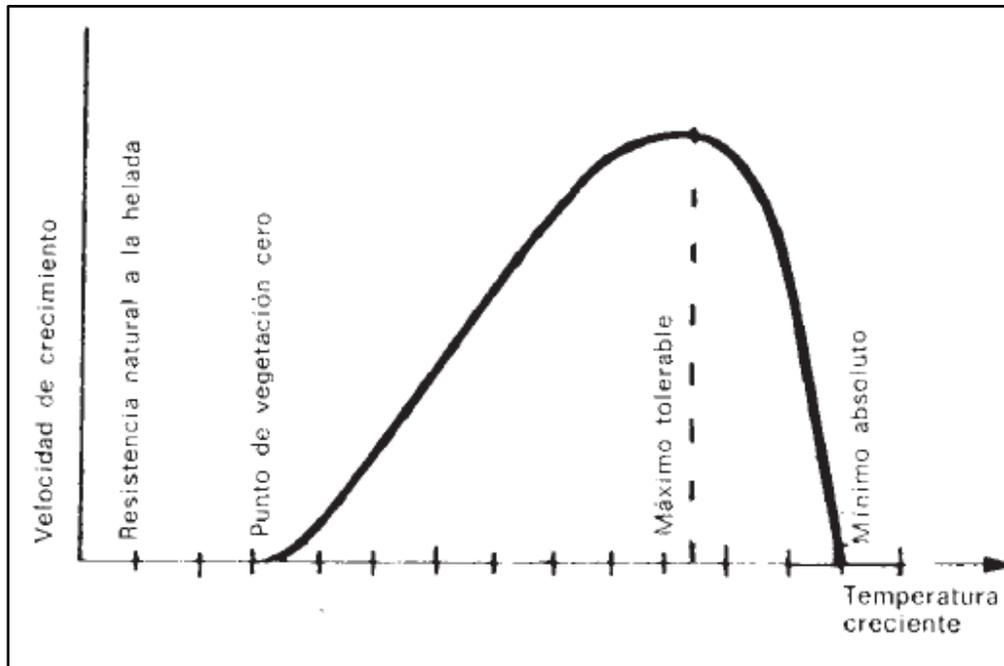


Figura 10. Diagrama del crecimiento de las plantas con la temperatura. Fuente: MMA, 2004.

El clima de una localidad queda definido por las estadísticas a largo plazo de los caracteres que describen el tiempo de esa localidad, así pues, el clima de una región resulta del conjunto de condiciones atmosféricas que se presentan típicamente en ella a lo largo de varios años (MMA, 2004).

Bajo los criterios de clasificación del sistema Köppen modificado por García (1988), y de los valores climáticos obtenidos de la interpolación para Cuautitlán Izcalli, se puede decir, que en el municipio se presenta un clima templado subhúmedo medio, con invierno seco no riguroso y con régimen de lluvias en verano, con poca oscilación térmica, que se representa por la fórmula climática $C(w)w_1(i')$. La siguiente tabla muestra a más detalle los criterios de clasificación, valores y su interpretación climática.

Tabla 12. Clasificación del clima de Köppen modificado por García (1988) para Cuautitlán Izcalli					
	Grupo climático	Subgrupo climático	Tipos	Subtipos	Variantes
Símbolo	C	C	w	w ₁	i'
Descripción	Templado húmedo y subhúmedo	Templado	Subhúmedo con régimen de lluvias de verano	Subhúmedo intermedio	Con poca oscilación
Criterios	<p>Temperatura del mes más frío entre 3 y 18 °C. Temperatura media del mes más caliente mayor a 6.5 °C.</p> <p>p igual o mayor al valor por la fórmula rh.</p> <p>rh=2(t)+28, cuando el porcentaje de precipitación invernal ((Ene+Feb+Mar)/ anual*100) es menor a 5</p>	Valor de t entre 12 y 18 °C.	Lluvias en verano con por lo menos 10 veces mayor cantidad de precipitación en el mes más húmedo de la mitad caliente del año, que en mes más seco.	Valor de p/t entre 43.2 y 55.	Oscilación anual (diferencia de temperatura entre el mes más caliente y el mes más frío del año) entre 5 y 7 °C
Valores para Cuautitlán Izcalli	<p>Mes más frío: enero (12.04 °C)</p> <p>Mes más caliente: mayo (17.9 °C)</p> <p>p: 710.8 mm</p> <p>rh=58.98</p> <p>% de lluvia invernal: 3.26</p>	t: 15.49 °C	<p>Mes más húmedo: Julio (147.32 mm)</p> <p>Mes más seco: Febrero (5.76 mm)</p>	p/t: 45.88	Oscilación térmica: 5.89 °C

t=temperatura media anual en °C
p=precipitación anual en mm

De igual manera mediante los datos climáticos se pueden determinar los periodos de aridez como limitantes en el desarrollo de cultivos, o por el contrario los periodos de abundancia de humedad como condición favorable en el establecimiento de cultivos. En este caso los climogramas o climodiagramas, sirven para identificar esta situación. A manera de ejemplo y para evidenciar en forma práctica la importancia de conocer y

emplear la información climática, se construyó un climograma para Cuautitlán Izcalli (ver figura 11), con el fin de identificar como se menciona anteriormente los periodos de sequias y humedad. En este climograma de manera similar que en el diseñado por Walter-Lieth (MMA, 2004), se utilizaron los promedios o normales de las variables de temperatura media y precipitación que representan los datos promedio de varios años, pero a diferencia del climograma Walter-Lieth, donde los datos son tomados de una sola estación climatológica, en el climograma realizado para Cuautitlán Izcalli se utilizaron los promedios mensuales obtenidos de la interpolación.

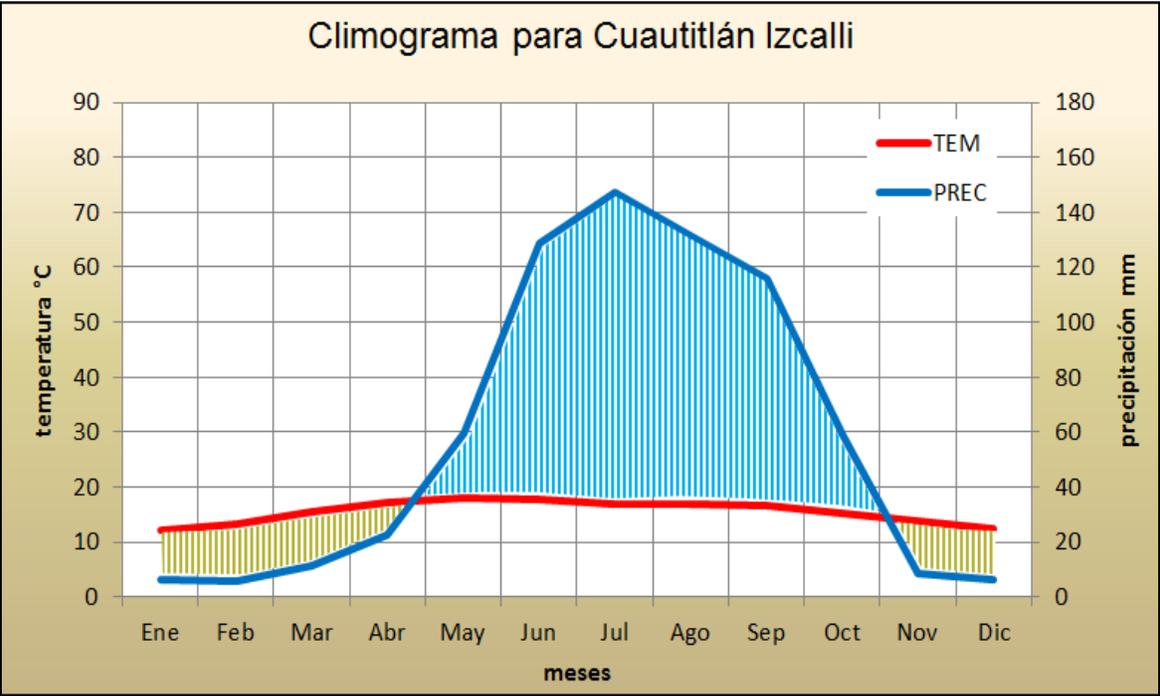


Figura 11. Climograma para Cuautitlán Izcalli, elaborado con los datos de los promedios mensuales de la temperatura media y la precipitación, obtenidos de la interpolación.

A partir de la construcción del climograma para Cuautitlán Izcalli se obtienen 2 curvas de valores, una representa la temperatura y la otra la precipitación, la escala entre estas 2 variables está dada en proporción 1:2 respectivamente. Se puede interpretar la relación entre las variables de la siguiente manera: cuando la línea de temperatura sobrepasa en manera positiva en la escala a la línea de precipitación, existe una condición de sequía (esto sin considerar alguna otra fuente de agua), y de manera contraria, cuando la línea de precipitación sobrepasa a la de temperatura, se da una condición de disponibilidad de agua, así mismo, en cualquiera de estas 2 condiciones, entre mayor separación tengan estas líneas una de la otra la magnitud del efecto (sequía o disponibilidad de humedad)

también será mayor. Bajo esta premisa se tiene que, para Cuautitlán Izcalli con relación al climograma de la figura 11, el periodo de sequía se presenta en los meses de noviembre a abril con una disminución en la magnitud de su efecto entre los meses de marzo y abril, mientras que el periodo de mayo a octubre se identifica con disponibilidad de agua debida a la precipitación, presentando durante junio, julio y agosto su efecto más intenso. Este dato puede presentar algunas utilidades, por ejemplo, en la planeación de los programas de reforestación en zonas sin acceso natural al recurso agua, como parques y camellones, en el ejercicio de determinar las fechas para realizar la reforestación, de acuerdo al climograma se puede sugerir que la reforestación se lleve a cabo durante el mes de junio, ya que durante este mes se presenta uno de los puntos más altos en disponibilidad de agua por precipitación y le suceden al menos tres meses con disponibilidad de agua, disminuyendo así en las nuevas plantas la probabilidad de mortandad por deshidratación, considerando que durante estos programas, en ocasiones no se da seguimiento en el suministro de agua. Como otro ejemplo, esta información puede contribuir al conocimiento empírico de los trabajadores del campo, para establecer los planes cultivo identificando los periodos de disponibilidad de agua o de secas, importante en la siembra de los cultivos de temporal.

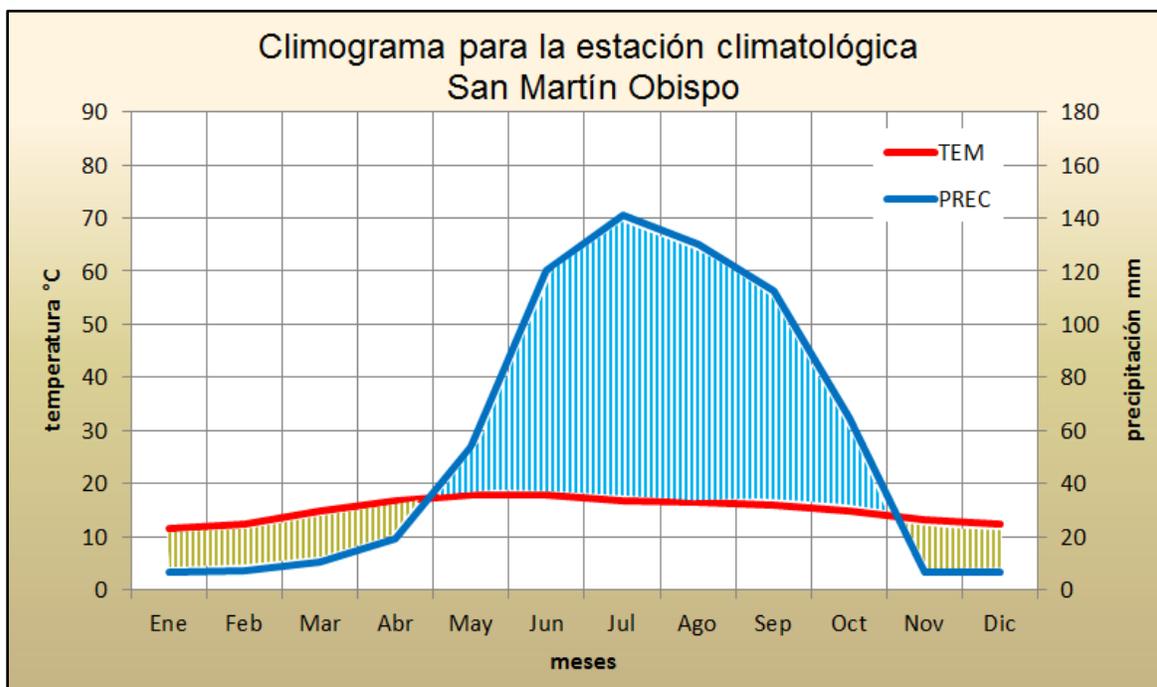


Figura 12. Climograma para la estación climatológica San Martín Obispo, elaborado con los datos mensuales de temperatura media normal y precipitación total normal de la estación, obtenidos del SMN de la CNA.

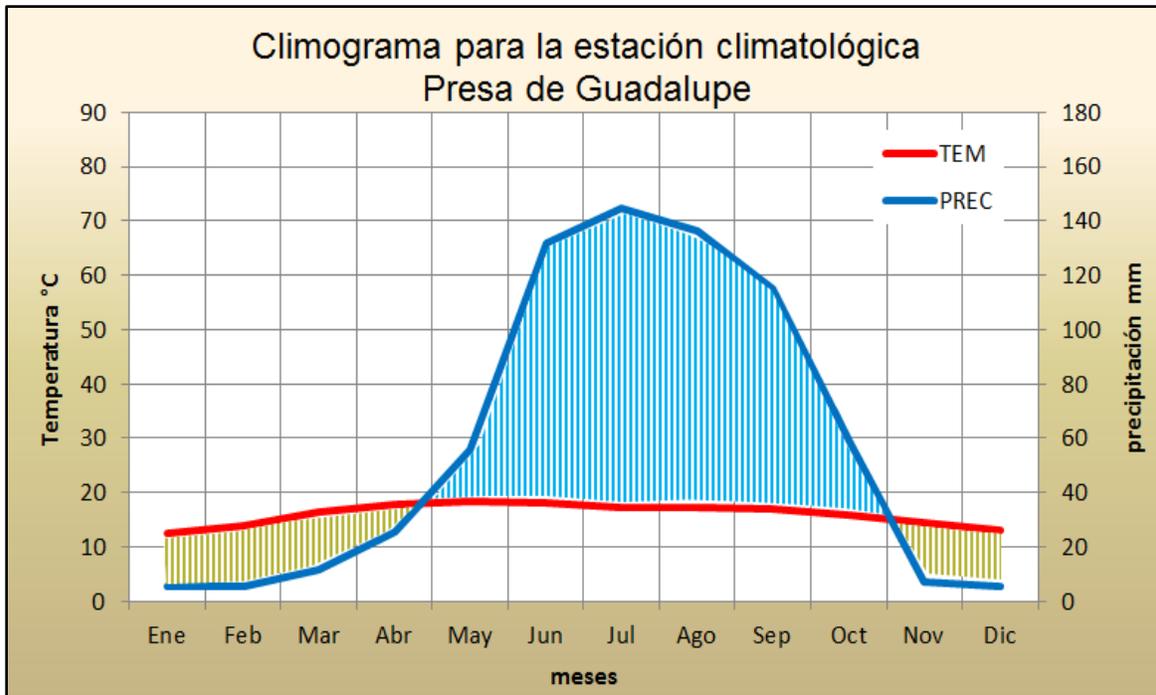


Figura 13. Climograma para la estación climatológica Presa de Guadalupe, elaborado con los datos mensuales de temperatura media normal y precipitación total normal de la estación, obtenidos del SMN de la CNA.

Dado que no es usual la construcción de climogramas a partir de datos continuos (como lo son los datos obtenidos de la interpolación), como apoyo en este análisis, también se construyeron climogramas con los datos puntuales de las 2 estaciones meteorológicas presentes en el municipio, la estación San Martín Obispo (ver figura 12) y la estación Presa de Guadalupe (ver figura 13). La comparación entre estos climogramas y el de la figura 11, muestra que existe cierta variación en los datos, mas sin embargo la tendencia y los periodos de sequía y disponibilidad de agua muestran el mismo comportamiento en todos los climogramas, esto demuestra que la utilización de los datos de la interpolación pueden ser bien utilizados en la realización de este tipo de gráficos.

7.3. Subsistema social

Los indicadores socioeconómicos utilizados en el subsistema social se eligieron tomando como referencia la Guía Metodológica para Elaborar Programas de Ordenamiento Territorial (SEMARNAT, 2010), sin embargo no todos los campos se pudieron analizar por la falta de datos y de tiempo. En cuanto a los datos utilizados, estos fueron obtenidos a

partir del Censo de Población y Vivienda 2005, del Censo de Población y Vivienda 2010, de las cifras quinquenales 2005 y 2010 (INEGI), de los índices de marginación 2010 (CONAPO) y de los indicadores de pobreza 2010 (CONEVAL).

7.3.1. Población y localidades

De acuerdo al último Censo de Población y Vivienda (2010), el municipio de Cuautitlán Izcalli presenta una población total de 511,675 habitantes, lo que representa el 3.3 % de la población total del Estado de México (15,175,862 habitantes), colocándose como el 8º municipio de los 125 existentes en el Estado con mayor población (ver tabla 13).

Tabla 13. Municipios más poblados del Estado de México	
Municipio	Población total
Ecatepec de Morelos	1,656,107
Nezahualcóyotl	1,110,565
Naucalpan de Juárez	833,779
Toluca	819,561
Tlalnepantla de Baz	664,225
Chimalhuacán	614,453
Tultitlán	524,074
Cuautitlán Izcalli	511,675

Fuente: Censo de Población y Vivienda 2010.

Las localidades presentes en el municipio que considera el INEGI para el Censo de Población y Vivienda 2010 y su población se muestran en la siguiente tabla, donde la localidad de Cuautitlán Izcalli presenta el mayor número poblacional con 484,573 habitantes, mientras que la localidad de las Brisas del Lago tiene el menor número poblacional (ver mapa 23).

Tabla 14. Población en las localidades de Cuautitlán Izcalli en 2010	
Localidades	No. de habitantes
Cuautitlán Izcalli	484,573
Axotlán	4,071
Huilango	17,399
Ejido Santa María Tianguistengo (Ejido el Rosario)	925
El Cerrito	529
San Pablo de los Gallos	1,417
Las Tinajas	639
Los Ailes	545
Ejido de Guadalupe	1,335
Brisas del Lago	242

Fuente: Datos obtenidos del Censo de Población y Vivienda 2010 del INEGI

Por otra parte, Cuautitlán Izcalli, en función de su organización territorial y administrativa municipal, se integra por la cabecera municipal la Ciudad de Cuautitlán Izcalli, 42 fraccionamientos urbanos, 39 colonias urbanas, 30 unidades en condominio, 12 ejidos, 13 pueblos y 8 fraccionamientos industriales (Ayuntamiento de Cuautitlán Izcalli, 2014), los cuales no cuentan con información poblacional y se enlistan a continuación.

Tabla 15. Agrupamientos habitacionales del Municipio	
I. Fraccionamientos urbanos	32. San Pablo de los Gallos
1. Arboledas San Miguel	33. Santa María Guadalupe La Quebrada
2. Arcos de la Hacienda	34. Santa María Guadalupe Las Torres 1ª Sección
3. Arcos del Alba	35. Santa María Guadalupe Las Torres 2ª Sección
4. Atlanta 1ª Sección	36. Santa Rosa de Lima
5. Atlanta 2ª Sección	37. Tres de Mayo
6. Bosques de la Hacienda 1ª Sección	38. Tres Picos
7. Bosques de la Hacienda 2ª Sección	39. Valle de las Flores
8. Bosques del Lago	III. Unidades en condominio
9. Campestre del Lago	1. Adolfo López Mateos
10. Claustros de San Miguel	2. Bosques de la Hacienda 3ª Sección
11. Cofradía de San Miguel	3. Bosques del Alba I
12. Cofradía II	4. Bosques del alba II
13. Cofradía III	5. Elite Plaza
14. Cofradía IV	6. Fidel Velázquez
15. Colinas del Lago	7. Generalísimo José Ma. Morelos y Pavón (Sección Sur)
16. Conjunto Urbano La Piedad	8. Generalísimo José Ma. Morelos y Pavón (Sección Norte)
17. Cumbre Norte	9. Infonavit Norte 1ª Sección

18. Cumbria	10. Infonavit Norte 2ª Sección
19. Ensueños	11. Infonavit Norte Consorcio
20. Ex Hacienda San Miguel	12. Infonavit Sur “Niños Héroe”
21. Jardines de la Hacienda Norte	13. Infonavit Tepalcapa
22. Jardines de la Hacienda Sur	14. Infonavit Centro
23. Jardines de San Miguel	15. La Era
24. Jardines del Alba	16. La Piedad Fase A
25. Lago de Guadalupe	17. Los Pájaros
26. Lomas de San Francisco Tepojaco (Lomas de Cuautitlán)	18. Plaza Dorada
27. Parques de Cuautitlán	19. Plaza Tepeyac
28. Paseos de Izcalli	20. Residencial Los Lirios
29. Quebrada Ampliación	21. Unidad FOVISSSTE
30. Quebrada Centro	22. Unidad Campo I
31. Quebrada Sección Anáhuac	23. Unidad CTM NR I Núcleos
32. Residencial La Luz	24. Unidad Ferrocarrilera
33. Rincón Colonial	25. Unidad Habitacional CTM
34. Rinconada San Miguel	26. Unidad Habitacional del Río
35. San Antonio	27. Unidad México
36. Sección Parques	28. Unidad San Martín Obispo
37. Unidad Cívica Bacardí	29. Unidad Tulipanes
38. Urbi Quinta Balboa	30. Valle Esmeralda
39. Urbi Quinta Montecarlo	IV. Ejidos
40. Valle de la Hacienda	1. Axotlán
41. Hacienda del Parque 1ª Sección	2. La Piedad
42. Hacienda del Parque 2ª Sección	3. Tultitlán y sus Barrios
II. Colonias urbanas	4. San Francisco Tepojaco
1. Ampliación Ejidal San Isidro	5. San José Huilango
2. Bellavista	6. San Lorenzo Río Tenco
3. Bosques de Morelos	7. San Mateo Ixtacalco
4. Bosques de Xhala	8. San Martín Obispo o Tepetlixpan
5. Centro Urbano	9. Santa María Tianguistengo
6. Ejidal San Isidro	10. Santa Bárbara
7. El Socorro	11. Cuautitlán
8. El Sabino	12. San Juan Atlamica
9. El Tikal	V. Pueblos
10. Francisco Villa	1. La Aurora
11. Granjas Lomas de Guadalupe	2. Axotlán
12. Halcón Oriente	3. El Rosario
13. Jorge Jiménez Cantú	4. San Francisco Tepojaco
14. La Conasupo	5. San José Huilango
15. La Aurora	6. San José Atlamica
16. La Joyita	7. San Lorenzo Río Tenco
17. La Perla	8. San Martín Tepetlixpan
18. La Piedad	9. San Mateo Ixtacalco
19. La Presita	10. San Sebastián Xhala
20. La Trampa	11. Santa Bárbara
21. Las Ánimas	12. Santa María Tianguistengo
22. Las Auroritas	13. Santiago Tepalcapa
23. Las Conchitas	VI. Fraccionamientos industriales
24. Loma Bonita	1. Complejo Industrial Cuamatla
25. Lomas del Bosque	2. La Joya
26. Los Pinos	3. Micro Parque Industrial “FIDEPAR”

27. Luis Echeverría	4. Parque Industrial Cuamatla
28. Mirador Santa Rosa	5. Parque Industrial Cuautitlán
29. Plan de Guadalupe	6. Parque Industrial La Luz
30. San Isidro	7. Parque Industrial San Martín Obispo
31. San José Buenavista	8. Parque Industrial San Sebastián Xhala

Discusión

El número de habitantes que alberga Cuautitlán Izcalli en relación a los demás municipios del Estado de México, revela que mucha de la población del Estado de México reside en este municipio. El conocer el tamaño poblacional de una región es importante, ya que de ello se derivan muchas circunstancias. Por ejemplo, cuando un municipio presenta un número elevado de habitantes, aumentan los requerimientos de servicios públicos, así como, las problemáticas derivadas de la alta densidad de ocupación en zonas urbanas, ocupación de zonas de riesgo o de importancia ambiental, el presupuesto anual asignado por la federación al municipio también está en función del número de habitantes, etc.

Se infiere que esta condición de albergar una gran cantidad de habitantes en el municipio, es resultado de las características de ubicación como parte del área conurbada de la Ciudad de México, absorbiendo la expansión urbana del D.F. y zonas cercanas, en este sentido también juegan un papel importante las vías de comunicación, pues en este caso el Periférico-Autopista México Querétaro, mantiene una importante conexión hacia gran parte del D.F. y otros municipios conurbados, como Tlalnepantla de Baz y Naucalpan.

Así mismo, el INEGI utiliza una tipología sencilla para la clasificación de los municipios, basada en el tamaño de su población (Gutiérrez *et al.* Sin fecha):

Número de habitantes	Tipología municipal
Entre 1 y 2,499	Rurales
Entre 2,500 y 15,000	Semi-rurales
Entre 15,001 y 49,999	Urbanos chicos
Entre 50,000 y 499,999	Urbanos medios
Más de 500,000	Metropolitanos

De acuerdo a la clasificación en la tabla anterior, Cuautitlán Izcalli se concibe como un municipio metropolitano, ya que alberga una población 511,675 habitantes. De igual manera, la SEDESOL y otras instituciones como parte de un proyecto de delimitación de

las zonas metropolitanas (SEDESOL-CONAPO-INEGI, 2004), ubica a Cuautitlán Izcalli como un municipio central dentro de la Zona Metropolitana del Valle de México. Las zonas metropolitanas son los elementos de mayor jerarquía del sistema urbano nacional, en ellas se genera 71 % del Producto Interno Bruto del país y tienen el potencial de incidir favorablemente en el desarrollo económico y social de sus respectivas regiones (SEDESOL-CONAPO-INEGI, 2004). En cuanto al número de habitantes que presenta cada localidad, la mayor parte de la población municipal, en concreto un 94.7 %, se concentra en la localidad de Cuautitlán Izcalli, respondiendo a que en esta localidad predominan importantes zonas económicas y desarrollos urbanos, así como comerciales.

7.3.2. Tasa de crecimiento poblacional

Con base en la ecuación propuesta por Torres (2011), se calcularon las tasas de crecimiento geométrico anual para el municipio y sus localidades, estas se representan en la figura 14, donde la localidad de Santa María Tianguistengo ubicada en la zona noroeste del municipio presenta la mayor tasa de crecimiento, con un valor de 38.38 %, lo cual se interpreta como el incremento anual de 38.38 habitantes por cada 100 para el periodo del 2005 al 2010. Los Ailes representa la 2ª localidad con mayor tasa de crecimiento, con 23.28 % y Axotlán la 3ª localidad con 15.1 %. Por el contrario, la localidad de Cuautitlán Izcalli presenta la tasa de crecimiento más baja con 0.27 %, seguido del Cerrito con 0.42 % y Huilango con 2.41 % (ver mapa 24). De manera general el municipio tiene una tasa de crecimiento poblacional de 0.54 % lo que equivale a un incremento de 5.4 habitantes por cada 1000 de manera anual en el periodo de 2005 a 2010. Para la localidad de Brisas del Lago, no se calculó la tasa de crecimiento poblacional, puesto que no existen en el Censo de Población y Vivienda datos para el año de 2005.

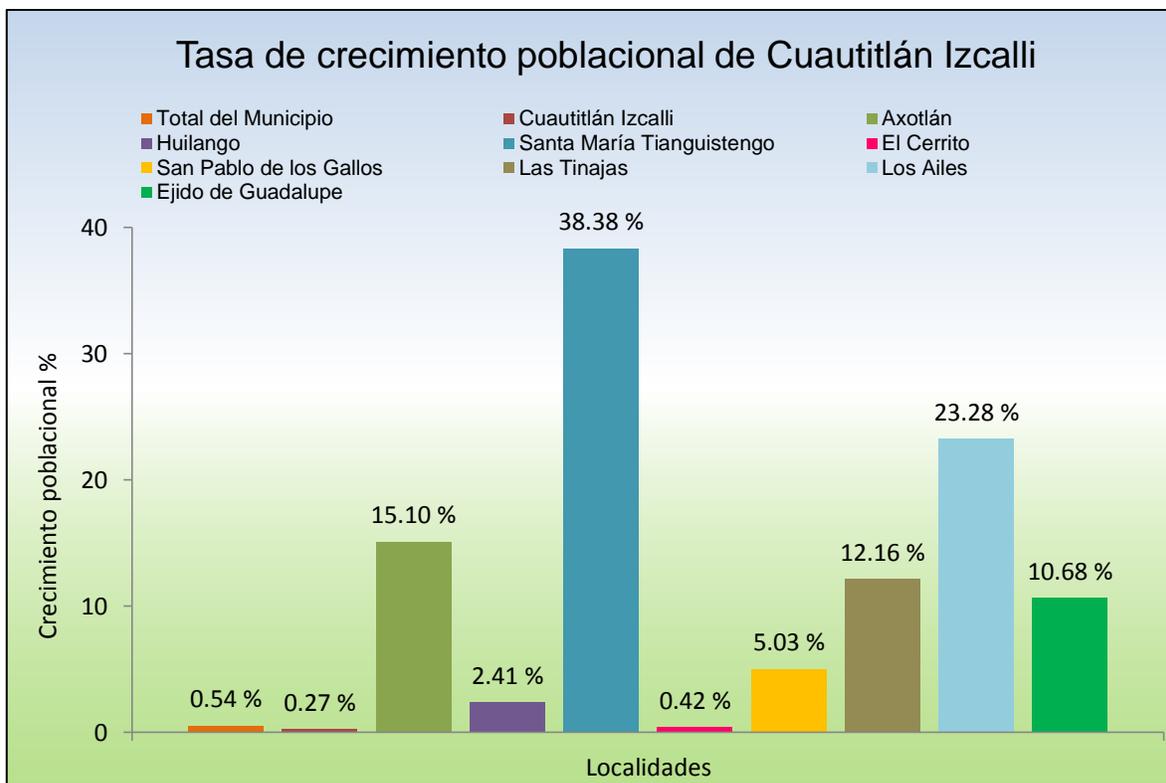


Figura 14. Tasa de crecimiento geométrico poblacional anual expresada en porcentaje del municipio de Cuautitlán Izcalli y sus localidades para el periodo de 2005 a 2010.

Discusión

El conocimiento del tamaño poblacional y del ritmo de crecimiento, constituyen un elemento fundamental para todos los ámbitos de planificación, generando una idea del ritmo con que aumenta o disminuye una población se calculan las tasas de crecimiento, así los cambios en el tamaño de la población a lo largo del tiempo definen el ritmo de crecimiento (UNFPA, 2009). A pesar que resulta menester, de acuerdo a la Guía Metodológica para Elaborar Programas Municipales de Ordenamiento Territorial (2010) evaluar el crecimiento poblacional absoluto del municipio y las localidades, en este estudio no se pudo evaluar, pues no se cuenta con algunos datos para generar esta tasa, por lo que solo se generó la tasa de crecimiento geométrico anual. Para determinar el crecimiento poblacional absoluto, es necesario contar con los datos de nacimientos, defunciones y migración, para con ello poder identificar la dinámica y elementos bajo los cuales cambia una población, determinando por ejemplo, si una población crece como consecuencia de los nacimientos ocurridos en el municipio, o si es por una alta

inmigración, o por el contrario cuando una población decrece, identificar si es debido a una alta mortalidad o como resultado de las condiciones económicas que les obligan a emigrar a otros sitios.

Para el caso de la tasa calculada en esta sección, esta se basa en un modelo de crecimiento geométrico en el cual supone un crecimiento porcentual constante en el tiempo, por lo que solo se determina como cambia la población en términos cuantitativos, es decir, si crece, disminuye, o se mantiene constante una población, sin indagar en cómo afectan los componentes antes mencionados en la dinámica poblacional, por lo que, para su cálculo solo se requieren los valores iniciales y finales del tamaño poblacional para un determinado periodo de tiempo. Es así que para el municipio se presenta una dinámica de crecimiento, dada por un 0.54 % anual, esto representa un dato importante en términos de planeación, pues el aumento de población en un municipio, implica mayor cantidad de servicios que el gobierno tendrá que proveer a estos habitantes, como agua potable, servicios de salud, espacios de esparcimientos, escuelas, transporte, etc. De igual manera, esta condición de crecimiento poblacional está relacionada con el establecimiento de asentamientos irregulares en zonas de riesgo y de protección ambiental, por ejemplo. Entre estas, se encuentran muchas otras situaciones que pueden derivar del crecimiento de una población humana, es así que el gobierno municipal tendrá que en base a las tasas, prever y planificar con anticipación las medidas y estrategias para minimizar posibles problemáticas surgidas de esta condición de crecimiento, así mismo, los datos de las localidades arrojan información de hacia donde podrán ir dirigidos estos esfuerzos y en qué medida.

En el caso de la localidad de Cuautitlán Izcalli, a pesar de que es donde se concentra la mayor parte de la población, esta presenta la menor tasa de crecimiento, esto puede estar dado por un efecto de la saturación en esta zona, limitando el incremento masivo en su población. Por el contrario, las tasas de crecimiento mayores se presentan en las localidades ubicadas en la zona oeste del municipio, zona en la cual no se presentan espacios densamente poblados y donde existen áreas destinadas a la agricultura, lo que probablemente en relación a las tasas de crecimiento, está ocurriendo una transición de espacios destinados a la actividad agrícola hacia el uso habitacional, lo que implica, como se menciona anteriormente, que el gobierno municipal ponga especial atención en estas zonas en el marco de la planificación territorial y políticas de gestión.

7.3.3. Distribución territorial

La distribución territorial consiste en determinar cómo se distribuye la población según la cantidad o concentración de habitantes en cada localidad, por convención, las localidades con un número de habitantes menor a 15,000 se catalogan como localidades rurales, mientras que, las localidades con 15,000 o más habitantes como localidades urbanas (SEDESOL, 2010). En razón de esta clasificación se tienen para el año 2005: 7 localidades rurales con una población menor a los 2,500 habitantes, y 2 localidades urbanas, una entre el intervalo de 15,000 a 49,999 y la otra entre 100, 000 a 499,999. Para el año 2010: se observa un incremento poblacional general de 13,654 habitantes con respecto al 2005, así mismo incrementa en 1 el número de localidades, en cuanto a las localidades rurales, una incrementa su población durante este periodo localizándose como localidad rural pero con población mayor a los 2,500 habitantes y menor a los 15,000 habitantes, mientras que las localidades catalogadas anteriormente en los intervalos de menor población, tienden a ocupar intervalos mayores. Por su parte, las localidades urbanas aunque se mantienen estables respecto a las categorías, muestran un incremento poblacional (ver tabla 17).

Tabla 17. Comparación en la distribución poblacional de Cuautitlán Izcalli en función del tamaño de las localidades

Clasificación	Tamaño (No. de habitantes)	2005		2010	
		Localidades	Población	Localidades	Población
	Total	9	498,021	10	511,675
Localidades rurales pequeñas	Menos de 2,500	7	4,730	7	5,632
	1 a 99	1	19	-	-
	100 a 499	2	485	1	242
	500 a 999	2	1,290	4	2,638
	1000 a 2,499	2	2,936	2	2,752
Localidades rurales medianas	De 2,500 a 14,999	0	0	1	4,071
	2,500 a 4,999	-	-	1	4,071
	5,000 a 14,999	-	-	-	-
Localidades urbanas	15,000 y más	2	493,291	2	501,972
	15,000 a 49,999	1	15,419	1	17,399
	50,000 a 99,999	-	-	-	-
	100,000 a 499,00	1	477,872	1	484,573
	500,000 y más	-	-	-	-

Fuente: Datos obtenidos del Censo de Población y Vivienda 2010 y el Censo de Población y Vivienda 2005 del INEGI.

Discusión

Bajo esta comparación es posible dilucidar que existe una tendencia al crecimiento poblacional en todas las localidades, y en específico en aquellas de tipo rural que con el tiempo están en vías de convertirse en localidades de tipo urbano. Esta tendencia resulta un dato importante, pues de ocurrir una expansión de los asentamientos humanos, se puede incurrir en la ocupación de zonas no aptas para el uso habitacional, pues como ya se ha mencionado anteriormente, existen zonas de gran importancia ambiental que se han visto afectadas por establecimiento de asentamientos humanos regulares e irregulares, así mismo gran parte del territorio, presenta características geomorfológicas, como la presencia de llanuras de inundación, que de igual manera no se consideran aptas para el uso urbano, pues pueden representar algún grado de peligrosidad por causa de eventos naturales, como inundaciones.

7.3.4. Estructura poblacional

La composición de una población según la edad y sexo es lo que se denomina la estructura de población, uno de los elementos básicos de la dinámica demográfica (UNFPA, 2009). Al representar la estructura del municipio resulta conveniente considerar a la población total para determinar su estructura en dos momentos, como mínimo, que permitan dar cuenta de los cambios en su composición, representados en pirámides (SEDESOL, 2010).

Para este trabajo se elaboraron dos pirámides poblacionales con insumos del INEGI de los grupos quinquenales para el municipio para el año 2005 y 2010 (ver figura 15 y 16). Como resultado, para 2005 se observa una menor cantidad en la natalidad con respecto a los rangos superiores inmediatos, con un mayor porcentaje de nacimientos de hombres que de mujeres. A partir de los 10 años de edad ocurre un incremento poblacional donde los valores máximos de la pirámide se dan entre los 15 a 19 años para los hombres y de 20 a 24 años para las mujeres con 5 y 5.1 % respectivamente. A medida que asciende el rango de edad a partir de los valores máximos poblacionales se observa un decremento, que llega a 1.2 % para ambos sexos en el rango de 60 a 64 años y a partir de los 65 años se observa un pequeño aumento poblacional, donde los hombres conforman un 1.6 % mientras que las mujeres un 2.0 %, por lo que se puede decir que la esperanza de vida es mayor en las mujeres.

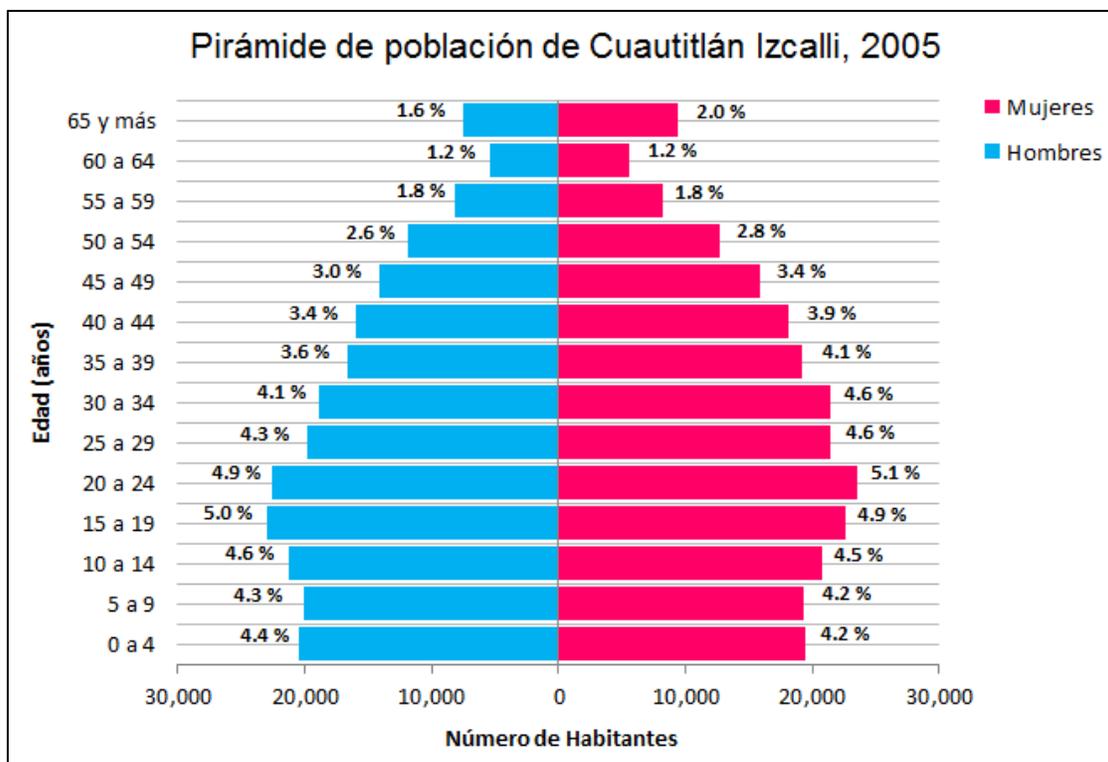


Figura 15. Pirámide poblacional de Cuautitlán Izcalli para el año de 2005, donde se muestran los datos en porcentajes y números absolutos del sexo por cada intervalo de edad (Fuente: datos obtenidos de las cifras quinquenales del INEGI, 2005).

La estructura poblacional del 2010 en comparación con la del 2005, presenta una disminución del 0.3 % de la población masculina de 0 a 4 años mientras que la población femenina se mantiene constante, lo que indica un decremento en la natalidad. A partir de los 5 años, se observa un incremento irregular para los dos sexos, puesto que en la población femenina de 5 a 9 y de 15 a 19 años ocurre una disminución del 0.3 y 0.7 % respectivamente en comparación con el 2005, mientras que en los hombres ocurre un incremento de 0.2 % en el rango de 5 a 9 y un decremento del 0.4 % de 10 a 14 años. El máximo valor poblacional para los dos sexos se encuentra entre los 25 y 29 años con un valor de 4.7 % para los hombres y 4.6 % para las mujeres. Para el caso del sexo masculino se observa una drástica disminución en el rango de 30 a 34 años con respecto al escalón anterior inmediato representado por un 1 %, así como también en el rango de 40 a 44 años con un 1.2 %, esta situación puede implicar un suceso específico ocurrido en el municipio, quizás debido por efectos de emigración o defunciones.

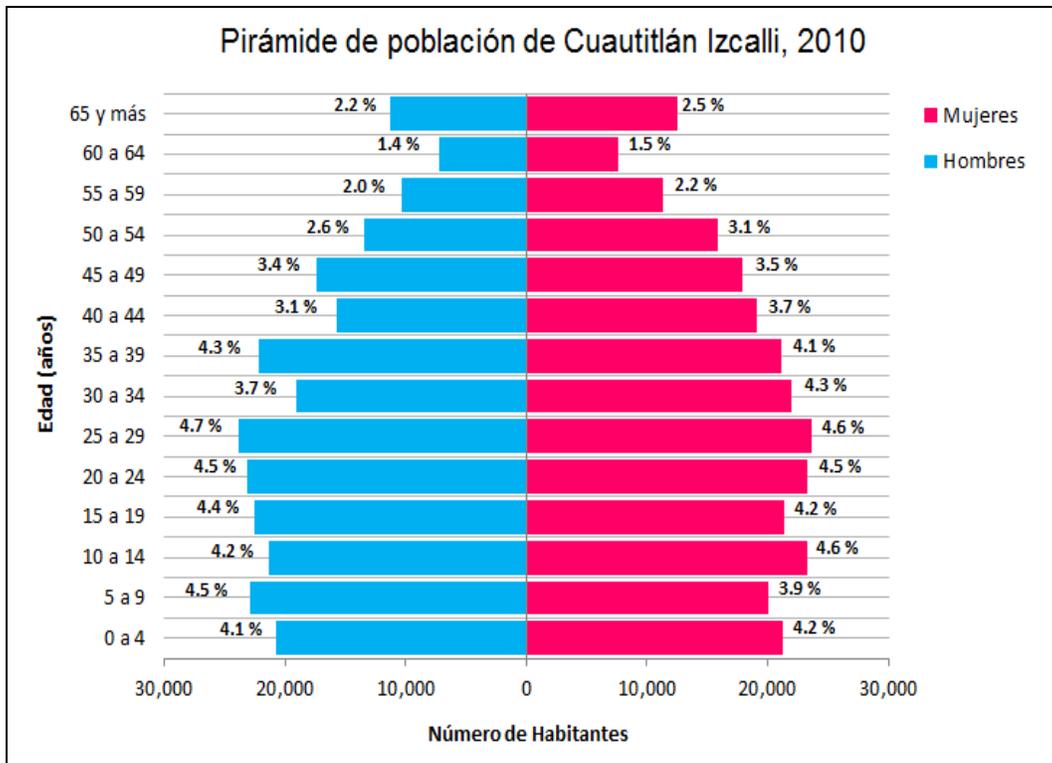


Figura 16. Pirámide poblacional de Cuautitlán Izcalli para el año de 2010, donde se muestran los datos en porcentajes y números absolutos del sexo por cada intervalo de edad (Fuente: datos obtenidos de las cifras quinquenales del INEGI, 2010).

La estructura poblacional también puede ser representada por grupos de edad, en general se consideran 3 grupos: jóvenes (0-14 años), Adultos (15-64 años) y Ancianos (de 65 a más años), debido a que en cada grupo se presentan ciertas características biológicas, económicas y sociales que comparten y difieren de los otros grupos. Es así que, en la tabla 18 se representa la estructura poblacional por grupos para los años 2005 y 2010. De igual manera, en el mapa 25 se muestran los grupos de edad por cada localidad para el año 2010, mostrando en todas las localidades una tendencia similar que los datos generales del municipio, donde predomina la población adulta, seguida de la joven y en menor medida los adultos mayores, con pequeñas diferencias para cada localidad.

Tabla 18. Porcentaje de los grupos de edad para 2005 y 2010		
Grupos de edad	2005	2010
	Porcentaje (%)	Porcentaje (%)
Jóvenes (0 a 14 años)	26.2	25.3
Adultos (15 a 64 años)	70.2	70
Ancianos (65 y más años)	3.6	4.7

Fuente: Datos obtenidos del Censo de Población y Vivienda 2010 y del Censo de Población y Vivienda 2005 del INEGI.

Discusión

En forma comparativa, la tabla 18 muestra una tendencia para el 2010 de reducción en la población de adultos (0.2 %) y a su vez, un incremento de los jóvenes (0.9 %) y de los ancianos (1.1 %). De manera general, la estructura poblacional de los años 2005 y 2010, sigue en las pirámides de población un comportamiento de tipo regresivo en donde la base es más estrecha que los escalones centrales, lo que indica un descenso en la natalidad y una gran cantidad de adultos y lo que puede implicar una tendencia de continuo envejecimiento en la población, aunado a una mayor esperanza de vida, que de ser así, es necesario prever y planear programas y estrategias que se adecuen a una población mayormente dependiente como sería el caso de los adultos mayores. Así mismo, existe un mayor número de población femenina, por lo que, es importante establecer programas y políticas que apoyen a esta población.

Sin embargo, dado que actualmente el grupo más abundante es el de los adultos, los cuales de acuerdo a su edad se encuentran dentro del sector económicamente activo, será necesario indagar en si existen carencias en la disponibilidad de empleo y en su caso establecer de manera inmediata programas que favorezcan el desarrollo económico y el empleo dentro del municipio. Así mismo, los datos por localidad, a pesar de que muestran un tendencia general, a partir de las características y particularidades de cada una, se puede identificar el modo de distribución de los esfuerzos para cubrir las necesidades de cada localidad.

7.3.5. Hogares

Esta categoría considera un hogar por cada vivienda particular habitada. En el municipio, con base en el Censo de Población y Vivienda 2010, se registró un total de 131,202

hogares, siendo la localidad de Cuautitlán Izcalli la que presentó mayor número de hogares, 124,942 hogares, que representan el 95.23 % del municipio. Huilango es la segunda localidad con mayor número de hogares, con 3,990, que corresponde al 3.04 % de total de hogares. Las 8 localidades restantes, de manera individual, comprenden un porcentaje igual o menor al 0.7 %, lo que en su conjunto suman 1.73 %. Así mismo, la localidad con menor número de hogares es Brisas del Lago, con 67 hogares, lo que corresponde al 0.05 % (ver mapa 26). El número de ocupantes en viviendas particulares es de 499,710 a nivel municipal, lo que significa que el promedio de ocupación de cada hogar es de 3.81 personas, a manera local, el mayor promedio de ocupación es en las Tinajas donde hay 4.95 personas por hogar, seguido de Axotlán con 4.41, a su vez el menor promedio de ocupación se da en las localidades de Brisas del Lago y el Ejido de Guadalupe, con 3.61 y 3.62 personas por hogar respectivamente (ver tabla 19 y figura 17).

Tabla 19. Hogares y ocupación en las localidades de Cuautitlán Izcalli en 2010		
Localidad	No. de hogares	No. de ocupantes
Cuautitlán Izcalli	124,942	473,112
Axotlán	923	4,071
Huilango	3990	17,012
Ejido Santa María Tianguistengo (Ejido el Rosario)	216	922
El Cerrito	126	529
San Pablo de los Gallos	334	1,390
Las Tinajas	126	624
Los Ailes	117	500
Ejido de Guadalupe	361	1,308
Brisas del Lago	67	242

Fuente: Datos obtenidos del Censo de Población y Vivienda 2010 del INEGI.

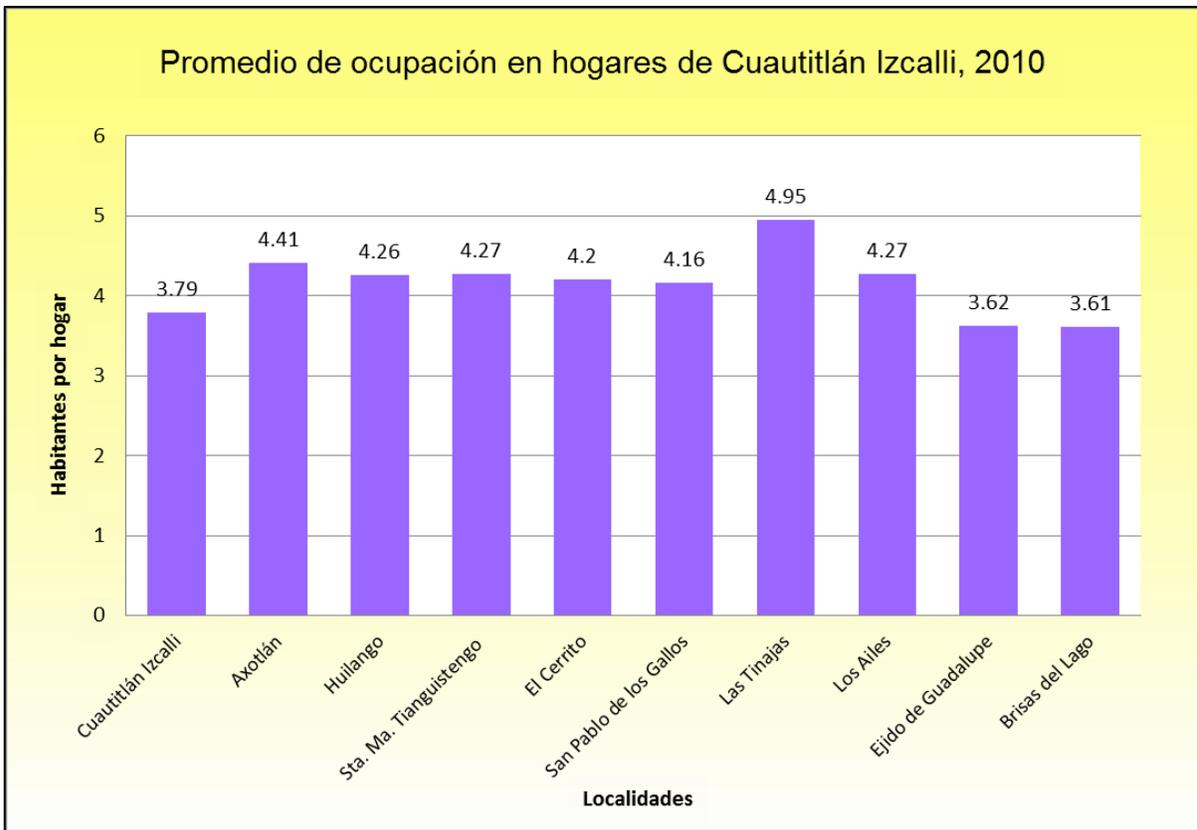


Figura 17. Promedio de habitantes por hogar en cada localidad de Cuautitlán Izcalli en 2010 (Fuente: datos obtenidos del Censo de Población y Vivienda 2010 del INEGI).

Discusión

Los resultados del número de viviendas, muestran que la concentración poblacional del municipio está dada principalmente en la localidad de Cuautitlán Izcalli, esto puede estar dado, ya que como zona centro del municipio la mayoría de servicios, productos, instituciones, actividad económica, cultural, en otros, se concentra en esta zona, generando que gran parte de la población intente ubicarse dentro esta. En el caso de la localidad de Huilango, se establece como el segundo punto de concentración de la población, que si bien alberga un porcentaje de población mucho menor que la localidad de Cuautitlán Izcalli, se encuentra en un proceso de expansión, reiterado por los apartados anteriores. Con respecto al promedio de ocupación en cada hogar, este presenta un comportamiento más o menos homogéneo en todas las localidades, que presentan de 3.61 a 4.95 habitantes por hogar. Así mismo, el promedio general de ocupación en el municipio (3.81 personas por hogar) puede arrojar una referencia acerca de la composición familiar, infiriendo que el promedio de personas por familia sea similar al promedio de ocupación.

7.3.6. Jefatura en hogares

La jefatura de hogares en las localidades de Cuautitlán Izcalli para el año de 2010, muestra que la localidad de los Ailes presenta el porcentaje más alto de jefatura masculina con 89.74%, seguido de Santa María Tianguistengo con el 87.04%, Brisas del Lago con 83.58% y Axotlán con 83.10%, por consiguiente estas localidades presentan los menores porcentajes de jefatura femenina. De modo contrario, los porcentajes más altos de jefatura femenina, se presentan en las localidades de: Ejido de Guadalupe, Cuautitlán Izcalli y Las Tinajas, con 24.38%, 24.01% y 22.22% de jefatura femenina respectivamente (ver figura 18 y mapa 27). En cuanto al total municipal, la jefatura masculina representa el 76.18 % con 99,948 hogares, mientras que la femenina representa el 23.82 % con 31,254 hogares.

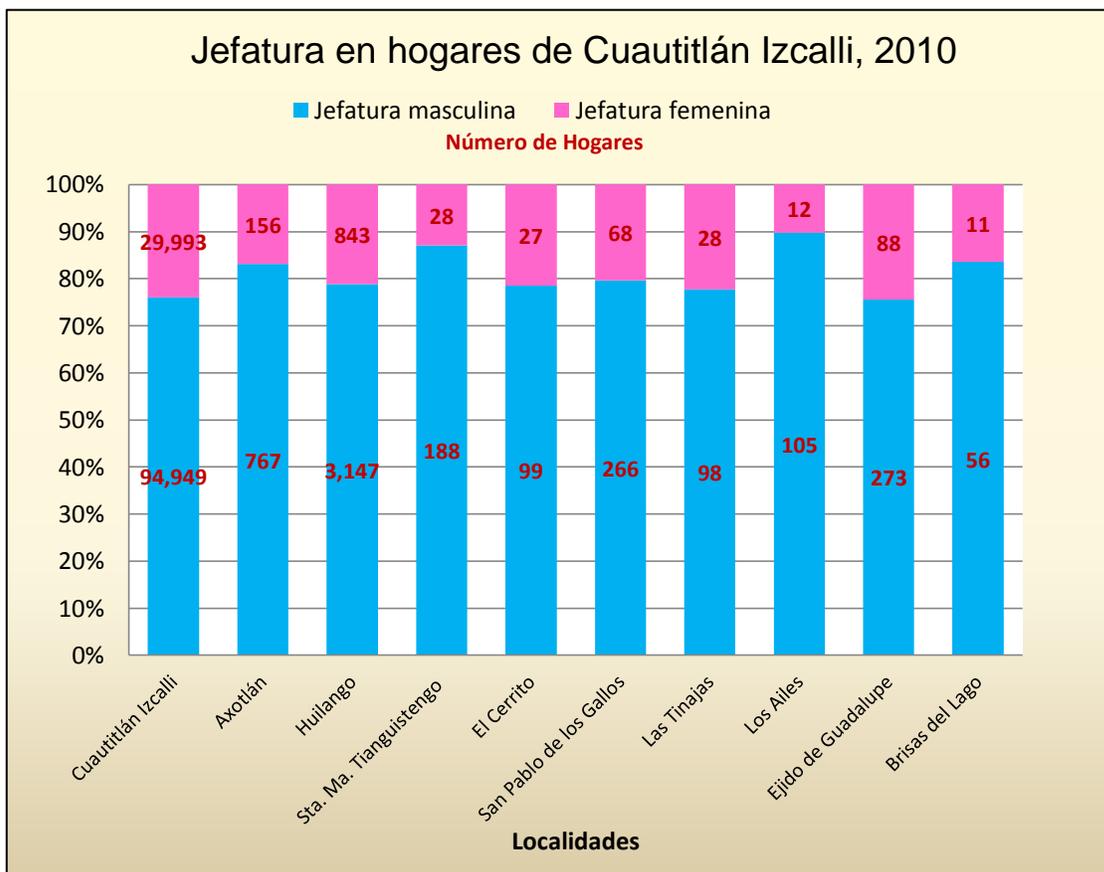


Figura 18. Porcentaje de la jefatura masculina y femenina en los hogares de cada una de las localidades de Cuautitlán Izcalli en el año 2010, así como su valor en número de hogares dentro de las columnas (Fuente: Datos obtenidos del Censo de Población y Vivienda 2010 del INEGI).

En comparación con el año 2005, el municipio presentaba un 79.12 % de jefatura masculina y 20.88 % de jefatura femenina, por lo que, en el periodo de 2005 a 2010 se dio un cambio del 2.94 % en el descenso de la jefatura masculina e incremento de la jefatura femenina. De manera local, del 2005 al 2010 solo se observa en dos localidades un incremento de la jefatura masculina, en los Ailes con un incremento del 21.74 %, al igual que Santa María Tianguistengo con un 12.04 %; las siete localidades restantes presentan un incremento en la jefatura femenina (Brisas del Lago no se considera, debido a que no se tienen datos del 2005), de las cuales las Tinajas y el Ejido de Guadalupe presentan los mayores porcentajes con 10.38 % y 10.25 % respectivamente (ver figura 19).

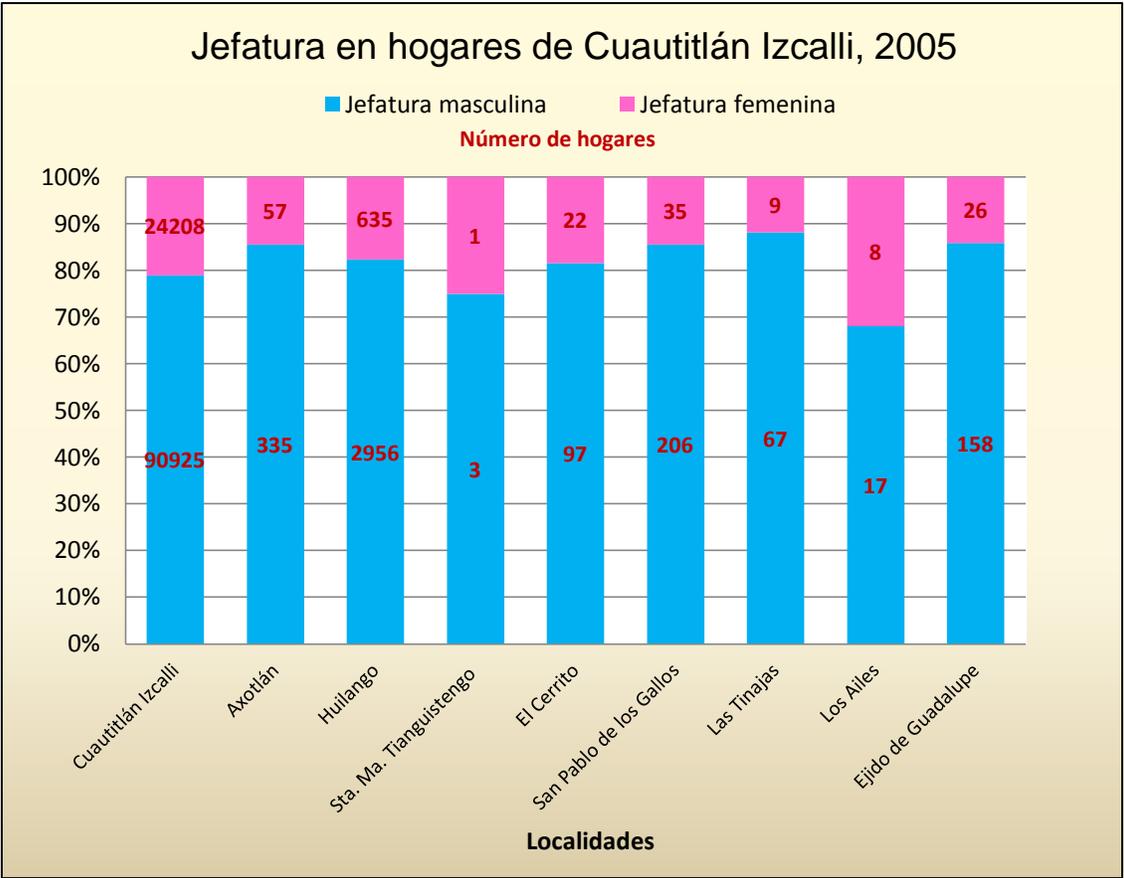


Figura 19. Porcentaje de la jefatura masculina y femenina en los hogares de cada una de las localidades de Cuautitlán Izcalli en el año 2005, así como su valor en número de hogares dentro de las columnas (Fuente: Datos obtenidos del Censo de Población y Vivienda 2005 del INEGI).

Discusión

De manera general, se ha dado del año 2005 al 2010 un incremento de la jefatura femenina en los hogares de Cuautitlán Izcalli, esto posiblemente asociado a un aumento

en el número de madres solteras y una mayor inclusión del sexo femenino en el campo laboral. El comportamiento general que siguen todas las localidades en las dos fechas en razón del tipo de jefatura, es por mucho, mayoritariamente masculina, este fenómeno es resultado de las características culturales y económicas de la sociedad mexicana y en la cual la mayoría de familias cuentan con jefatura masculina. Sin embargo, al existir un incremento de la jefatura femenina, resulta importante emplear estrategias que apoyen y faciliten la inserción laboral de las mujeres, sobre todo en aquellas localidades rurales, donde las oportunidades laborales para las mujeres se encuentran limitadas, debido a que las actividades productivas de estas zonas, en muchas ocasiones van dirigidas al sector agropecuario. En este sentido, las corrientes de pensamiento como la agricultura de conservación, la permacultura, la agrodiversidad, entre otras, de las cuales ya se ha hablado en los subsistemas físico y biológico, han demostrado reducir la mano de obra e incrementar la productividad (MAG, 2011; FAO, 2002; Caballero y Montes, 1997), por otra parte el agroturismo bien permite la inserción laboral de las mujeres, debido a que esta se integran una diversa gama de actividades tanto en el campo como en la prestación de servicios, mantenimiento, etc. Es así que, la implementación de este tipo de sistemas dentro de las localidades rurales del municipio, permitiría una mayor inclusión de población femenina dentro de estas actividades, mejorando su calidad de vida y la de su familia.

7.3.7. Disponibilidad de servicios en hogares

En cuanto a los servicios, se consideró en las viviendas particulares habitadas la disponibilidad de electricidad, agua entubada de la red pública y drenaje, para el año 2010. De estos 3, el agua entubada a la red pública fue el servicio más carente en los hogares del municipio, ya que 3,148 viviendas no cuentan con ese servicio, lo que se traduce en un 2.41 % de las viviendas particulares habitadas. Dentro de estas cifras, la localidad de Cuautitlán Izcalli contribuye con 2,009 viviendas, seguida del Ejido de Guadalupe con 351 y Huilango con 249. En cuanto al drenaje, este fue el segundo servicio con mayor carencia en el municipio, pues 677 viviendas no cuentan con drenaje e igualmente que con el servicio de agua, la localidad de Cuautitlán Izcalli presenta la mayor carencia con 416 viviendas, seguido del Ejido de Guadalupe con 151 viviendas. En el caso de la electricidad la mayoría de viviendas del municipio disponen de energía

eléctrica, excepto 638 viviendas, de las cuales 323 se ubican en el Ejido de Guadalupe, 98 en el Ejido de Santa María Tianguistengo y 90 en la localidad de Cuautitlán Izcalli (ver figura 20). Si estas cifras se comparan con el promedio de ocupación por vivienda (3.81 personas por hogar) del municipio, aproximadamente 11,994 personas son afectadas por la falta de agua en sus viviendas, 2,579 por la falta de drenaje y 2,431 por la carencia de energía eléctrica.

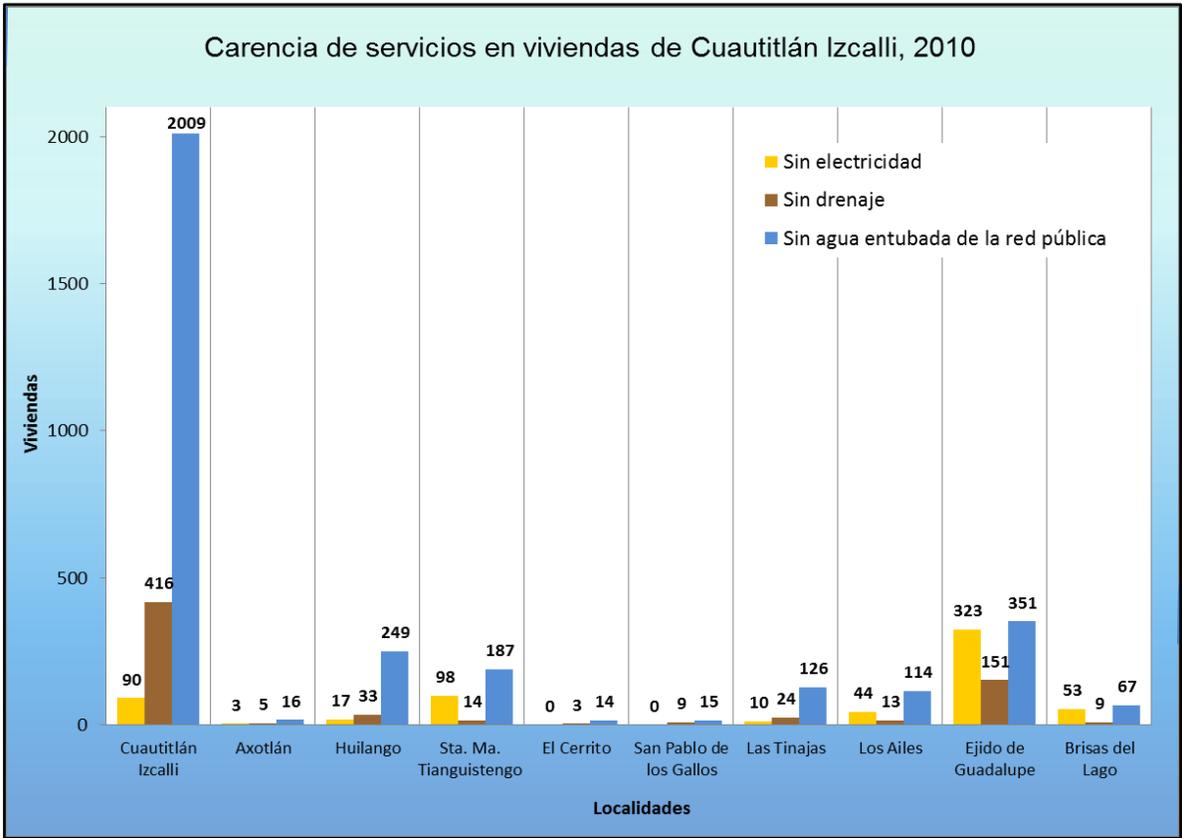


Figura 20. Número de viviendas en las distintas localidades del municipio de Cuautitlán Izcalli que no cuentan con servicios de energía eléctrica, drenaje y conexión de agua a la red pública, en el año de 2010 (Fuente: Censo de Población y Vivienda 2010).

Discusión

En vista de los resultados obtenidos, se revela que, a pesar de que el municipio se catalogue como metropolitano y como se verá más adelante, presente bajos índices de marginación, existen muchos hogares de Cuautitlán Izcalli con carencias en los servicios públicos. La carencia en estos servicios, además de que dificulta la ejecución de las actividades diarias y obliga a vivir de maneras más complicadas a estas familias que

prescinden de estos servicios, afectando su calidad de vida, incide negativamente en las condiciones de salubridad, pues es el caso de la carencia de drenaje o el acceso al agua entubada. Así mismo, esta situación refleja la inadecuada distribución de los recursos financieros, ya que, en razón de la cantidad de habitantes, el municipio recibe anualmente un presupuesto federal. En los aspectos evaluados, las localidades más afectadas por falta de servicios son Cuautitlán Izcalli y el Ejido de Guadalupe, de igual manera, esto alude a que existen zonas dentro del ámbito rural y urbano, en las cuales se da una desigualdad social y de oportunidades.

7.3.8. Población indígena

En 2010, de 511,675 personas que hay en el municipio de Cuautitlán Izcalli, 3,374 hablan una lengua indígena, es decir de 151.6 personas 1 habla una lengua indígena, representando el 0.65 % de la población. De la población total de habla indígena, 1,731 individuos corresponden al sexo masculino (51.3 %) y 1,643 al sexo femenino (48.7 %). Las localidades que presentan mayor población de habla indígena son Cuautitlán Izcalli y Huilango con 3,010 y 154 personas respectivamente (ver tabla 20 y mapa 28). Mientras tanto, de los 3,374 habitantes de habla indígena, 16 no hablan español.

Tabla 20. Población de habla indígena de Cuautitlán Izcalli en 2010			
Localidades	Población de habla indígena	Población femenina de habla indígena	Población masculina de habla indígena
Cuautitlán Izcalli	3010	1541	1469
Axotlán	25	10	15
Huilango	154	84	70
Ejido Santa María Tianguistengo	30	16	14
El Cerrito	2	2	0
San Pablo de los Gallos	14	7	7
Las Tinajas	46	20	26
Los Ailes	49	29	20
Ejido de Guadalupe	40	20	20
Brisas del Lago	4	2	2

Fuente: Datos obtenidos del Censo de Población y Vivienda 2010 del INEGI.

Discusión

Hablar una lengua indígena es un elemento central de la vida y la identidad de las comunidades originarias de nuestra nación, es también el criterio con el que el gobierno y, en general, la sociedad mexicana identifican y distinguen a la población indígena (Navarrete, 2008), es así que el INEGI ha tomado esta característica como un elemento para identificar a la población indígena.

En el municipio, si bien este sector de habla indígena, no representa un gran porcentaje de la población total, si requiere gran atención, pues de acuerdo al INEGI (2004), el manejo de un idioma distinto del español y otros patrones culturales, han influido para que el nivel de la educación sea diferencial en la población indígena con respecto a la población general, mostrando un grave rezago en la educación, por otra parte, en el caso de la derechohabencia a servicios de salud, esta presenta un gran contraste entre la población indígena y el resto de la población, lo cual es comprensible si se considera que la derechohabencia favorece a la población que se inserta como trabajador asalariado, situación marginal entre los indígenas, con ello va relacionado el análisis sobre la inserción de esta población en el mercado laboral, mostrando una indiscutible desigualdad, por discriminación y falta de oportunidades. Es así que diversos aspectos sociales y prácticas gubernamentales, han puesto en una situación de vulnerabilidad a esta población indígena, por ello sería importante evaluar su condición y aplica programas que contrarresten esta situación y favorezcan su inserción social y calidad de vida dentro del municipio.

7.3.9. Marginación y pobreza

La marginación se concibe como un problema estructural de la sociedad, en donde no están presentes ciertas oportunidades para el desarrollo, ni las capacidades para adquirirlas, si tales oportunidades no se manifiestan directamente, las familias y comunidades que viven en esta situación se encuentran expuestas a ciertos riesgos y vulnerabilidades que les impiden alcanzar determinadas condiciones de vida (CONAPO, 2012). El CONAPO ha formulado un índice de marginación, basado en indicadores socioeconómicos (educación, vivienda, distribución de la población, ingresos monetarios y disponibilidad de bienes) y ha sido aplicado a nivel federal, estatal, municipal y local. Bajo

este índice, se obtiene que para el 2010, Cuautitlán Izcalli presenta un valor de marginación de -1.941, que se traduce como un grado de marginación muy bajo y que en una escala de 0 a 100 se ubica en 5.744. En el contexto estatal, Cuautitlán Izcalli ocupa los últimos lugares en marginación, posicionándose como el 123 de los 125 municipios existentes en el estado de México, y solo superado por Metepec en el lugar 124 y por Coacalco de Berriozábal en el lugar 125.

Sin embargo la perspectiva cambia cuando las cifras se observan localmente, teniendo que para las localidades de Cuautitlán Izcalli, 2 se encuentran en muy bajo grado de marginación, 3 en bajo grado, 4 en alto grado y 1 en muy alto grado de marginación, siendo la localidad de Ejido de Guadalupe la más marginada del municipio (ver tabla 21 y mapa 29).

Tabla 21. Marginación en las localidades de Cuautitlán Izcalli			
Localidad	Índice de marginación	Índice de marginación en escala de 0 a 100	Grado de Marginación
Cuautitlán Izcalli	-1.527	2.527	Muy bajo
Axotlán	-1.365	3.812	Muy bajo
Huilango	-1.292	4.392	Bajo
Santa María Tianguistengo	0.154	15.88	Alto
El Cerrito	-1.111	5.831	Bajo
San Pablo de los Gallos	-1.288	4.423	Bajo
Las Tinajas	-0.255	12.627	Alto
Los Ailes	-0.056	14.204	Alto
Ejido de Guadalupe	0.786	20.897	Muy alto
Brisas del Lago	0.668	19.962	Alto

Fuente: basado en los datos de marginación por localidad 2010 de la CONAPO.

En términos estrictos, los conceptos de pobreza y marginación no son sinónimos, pues aluden a dos fenómenos estructurales diferentes dentro de una localidad, donde el punto de intersección es precisamente el espacio geográfico, no obstante, uno apunta a las características endógenas (pobreza) y el otro a características de carácter exógeno o estructural (marginación) (CONAPO, 2012).

Una persona se encuentra en situación de pobreza cuando no tiene garantizado el ejercicio de al menos uno de sus derechos para el desarrollo social, y si sus ingresos son insuficientes para adquirir los bienes y servicios que requiere para satisfacer sus

necesidades, atentando contra la libertad y la dignidad de las personas y agravando de manera considerable sus condiciones de vida, metodológicamente se evalúa a partir de indicadores de rezago educativo, acceso a los servicios de salud, acceso a la seguridad social, calidad y espacios de la vivienda, servicios básicos en la vivienda y acceso a la alimentación (CONEVAL, 2010).

El CONEVAL tiene por objeto de su creación identificar y evaluar la condición de pobreza en México, es así que, para el municipio a partir de los datos del 2010 del CONEVAL se obtuvo que el 25.6 % de la población se identificó en condiciones de pobreza, de esta población el 23 % presentó pobreza moderada y el 2.7 % pobreza extrema, afectando a 146,640, 131,268 y 15,371 personas respectivamente.

Dentro de algunos de los indicadores de pobreza, se encuentra el rezago educativo, la carencia de servicios de salud y acceso a la seguridad social, la carencia de servicios básicos, calidad y espacios en la vivienda y la carencia alimenticia. Respecto a estos indicadores, el que afecta a mayor cantidad de población es la carencia en el acceso a la seguridad social, seguido en la carencia de servicios de salud y carencia alimenticia, los indicadores que muestran niveles de afectación más bajos en el municipio son los relacionados con las características de vivienda (ver figura 21).

Así mismo, de acuerdo a estos y otros indicadores, para el 2010 de la población total de Cuautitlán Izcalli, el 61.3 % presentó al menos una carencia, mientras que el 13.8 % presentó tres o más carencias, el 33.3 % presentaron un ingreso inferior a la línea del bienestar y el 6.1 % un ingreso inferior a la línea de bienestar mínimo, donde la línea de bienestar mínimo equivale al valor de la canasta alimentaria por persona al mes; y la línea de bienestar, equivale al valor total de la canasta alimentaria y de la canasta no alimentaria por persona al mes.

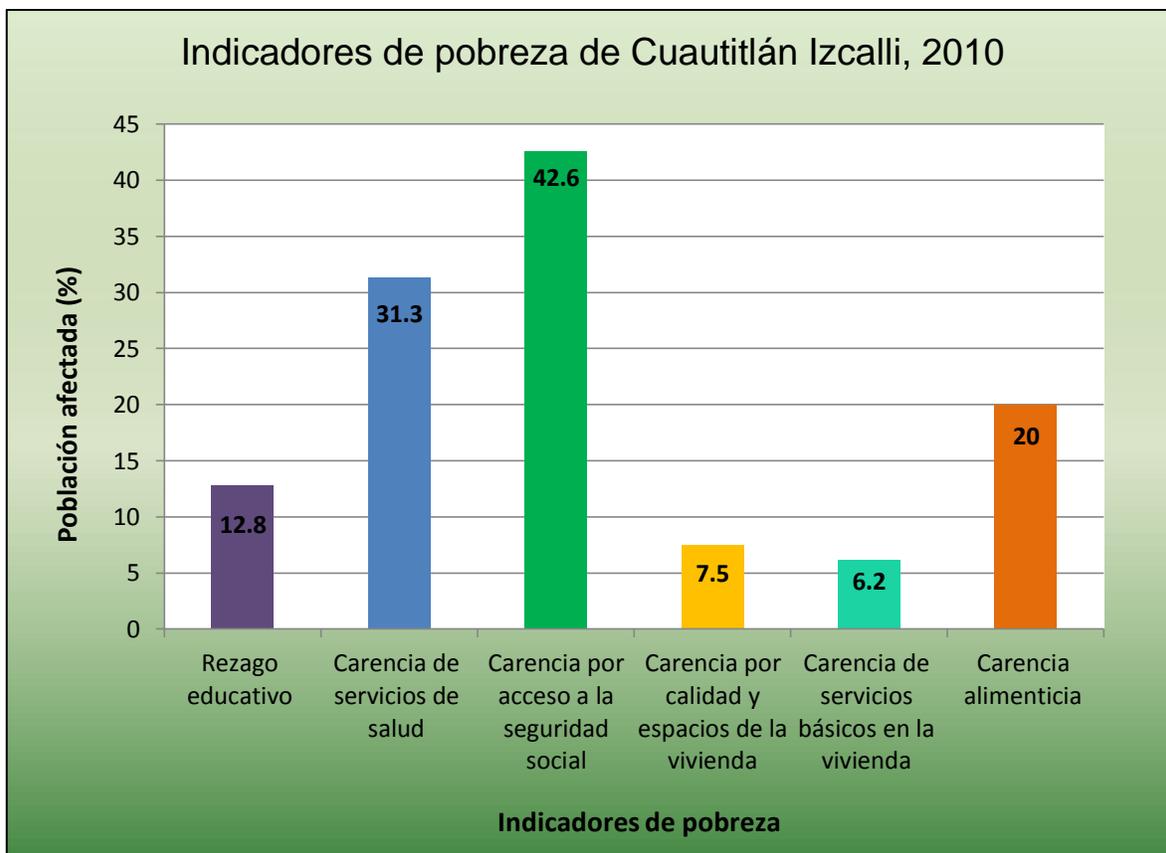


Figura 21. Gráfica en la que se muestran algunos de los indicadores de pobreza utilizados por el CONEVAL y el porcentaje poblacional que presenta estas características en el municipio de Cuautitlán Izcalli en el año 2010.

Discusión

Se puede inferir que, los bajos niveles de marginación municipal y la posición de Cuautitlán Izcalli en el contexto estatal, son derivados de sus características geográficas como parte de la Zona Metropolitana del Valle de México. En este término, la figura 22 muestra que las zonas aledañas al distrito federal presentan bajos grados de marginación, debido quizás a la concentración de recursos y políticas públicas en estas zonas.

Mapa B.15. Estado de México: Grado de marginación por municipio, 2010

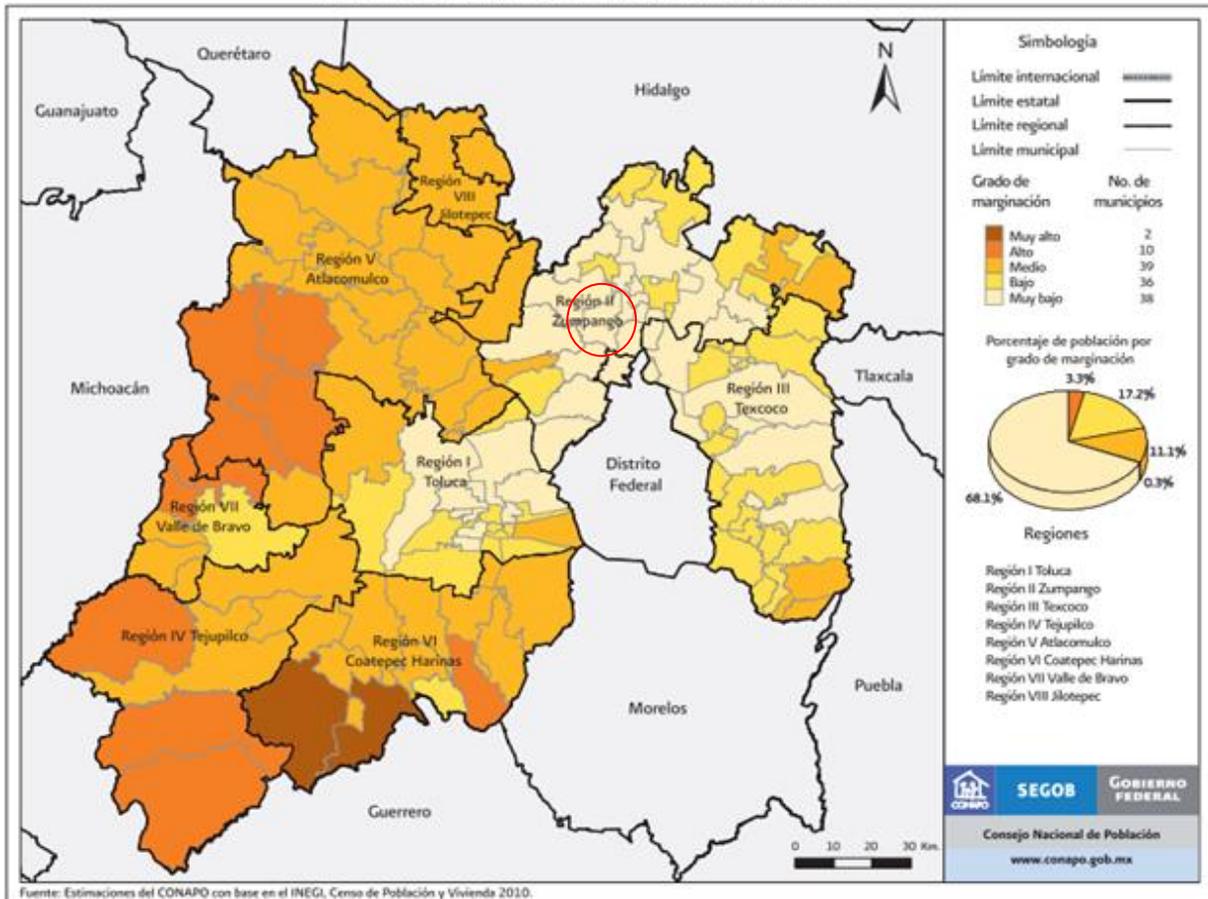


Figura 22. Cartografía de la marginación por municipio del Estado de México en el año 2010. Fuente: Cartografía obtenida del CONAPO (2011). Se señala con línea roja el municipio de Cuautitlán Izcalli.

Sin embargo, los resultados para las localidades de Cuautitlán Izcalli muestran que dentro de estas existen tanto valores muy bajos hasta muy altos de marginación, aludiendo a que existe una diferencia en las condiciones de marginación y por tanto una desigualdad en el acceso a las oportunidades y beneficios sociales, donde las localidades más afectadas son Ejido de Guadalupe, Brisas del Lago, Santa María Tianguistengo, los Ailes y las Tinajas.

En el caso de la pobreza, los resultados arrojan que más del 60 % de la población presenta algún tipo de carencia y más de un cuarto de la población, no puede acceder a la línea de bienestar, condicionando una situación de pobreza en esta parte de la población municipal, e identificando como una de las principales carencias la seguridad social y de salud. La distribución de esta pobreza no fue posible identificarla, pues no existen datos del CONEVAL de pobreza para las localidades. No obstante, es posible

pensar que la distribución de la pobreza sea similar a la de marginación, debido a que en muchas ocasiones una variable social o económica puede afectar en los dos ámbitos, por ejemplo, la falta de oportunidades de trabajo para un grupo étnico representa un aspecto de marginación y la consecuencia será vista en la insuficiencia de ingresos económicos para adquirir la canasta básica o alcanzar la línea de bienestar mínimo, generando una condición de pobreza. Es así que la marginación y la pobreza se encuentran en estrecha relación, ya que la marginación perpetua la pobreza, si se considera que la población en condición de pobreza que se encuentra marginada, no accede a los apoyos y programas del gobierno o a otras condiciones u oportunidades que les permitan salir de la pobreza, y por otra parte, la condición de pobreza limita por falta de recursos, conocimiento, entre otros, el que se pueda contrarrestar o ejecutar alguna acción que combata la desigualdad social que causa la marginación, es así que se genera un círculo vicioso entre estas condiciones difícil de romper. Por ello es esencial la intervención social y gubernamental, reconociendo en el caso de los gobiernos municipales que las estrategias, políticas y oportunidades no se han dirigido correctamente en cuanto a su distribución. Además, sería importante que se realizaran estudios específicos para el municipio que dieran cuenta a mayor precisión de estas dos condiciones.

7.4. Aplicación del SIGMA en modelos territoriales

Los sistemas de información geográfica (SIG) tienen una gran aplicación en la gestión municipal; permiten cumplir con dos objetivos fundamentales: el registro de información territorial y el análisis de problemas territoriales específicos Franco (2004).

En este sentido, en este apartado se presenta una revisión documental de algunas de las aplicaciones de los SIG municipales en diversos modelos territoriales, en los cuales, muchos de los insumos para su realización se encuentran integrados en el presente SIGMA de Cuautitlán Izcalli, por lo que pueden presentar potencial para su realización. Cabe añadir que los modelos territoriales expuestos a continuación solo representan algunos ejemplos de la aplicación de los SIG municipales, más aún, existen un gran número de modelos y como punto adicional, de acuerdo a los intereses o necesidades territoriales que se presenten en un determinado espacio, estos modelos se pueden modificar, e incluso construir y diseñar nuevos modelos, lo que representa una gama

inmensa de posibilidades de aplicación de los SIG, es así que en la sección 7.4.1. se presenta una aplicación de este SIGMA a un modelo territorial para obtener un diseño de un Corredor Biológico dentro del municipio.

Franco (2004), realizó para la ciudad de Toluca un SIG con el objetivo de aplicar un modelo para la localización de sitios viables para la disposición final de Residuos Sólidos Urbanos (RSU), mediante una evaluación multicriterio, tomando en cuenta las restricciones normativas, establecidas en la Norma Oficial Mexicana NOM-083-ECOL-1996, restricciones adicionales y otros factores de adecuación, en la tabla 22 se muestran estas restricciones.

Tabla 22. Restricciones para la localización de un vertedero de RSU	
Criterio	Restricción
Aeropuertos	De 3,000 a 1,500 m
Vías de comunicación	50 m
No deben ubicarse en ANP	-
Obras públicas federales, como acueductos, gasoductos, etc.	100 m
Zonas urbanas	1,500 m
Zonas rurales	100 m
No debe ubicarse en zonas de inundación con periodos de retorno de 100 años	-
Cuerpos de agua superficiales con caudal continuo	1,000 m
Cuerpos de agua y corrientes intermitentes	100 m
Canales	1,000 m
Baja permeabilidad del suelo	-
No debe tener conexión con un acuífero	-
Proximidad a equipamientos (escuelas, estadios, etc.)	1,500 m

Fuente: Basado en Franco (2004)

Como otra referencia, el Centro Nacional de Prevención de Desastres (CENAPRED) en 2011, como parte de la serie Atlas Nacional de Riesgos, expone una metodología para la elaboración de modelos de riesgo por inundaciones en zonas urbanas, planteada en un entorno de SIG, donde se requiere como uno de los principales insumos el MDE del CEM, además de datos de precipitación y datos poblacionales de los Censos de Población y

Vivienda del INEGI. El modelo se realiza como una compleja cadena de procesamientos en softwares libres especializados para el modelamiento de este tipo de datos como *ArcHydro*. Durante estos procesamientos, se obtiene algunos productos como: la dirección y culminación de los flujos de agua, la red de drenaje, delimitación de cuencas y subcuencas, el tiempo de concentración de la cuenca, además de la generación de los escenarios de peligro por inundación y la identificación y cuantificación de la vulnerabilidad de una población urbana ante la ocurrencia de una inundación, y a partir de la cartografía de los procedimientos anteriores (peligro y vulnerabilidad) se genera el riesgo por inundación.

Por su parte, García en 2004, aplico para los municipios de comarca española La Alcarria, un modelo de calidad ambiental. Su procedimiento metodológico consiste en otorgarle a cada municipio una calificación cuantitativa entre 0 y 10 a ciertas variables que atribuyeran una condición en la calidad ambiental. La primer variable se refiere a la calidad visual en todo el espacio municipal, esta variable se integra de diversos aspectos, tales como la singularidad paisajística, presencia o ausencia de arbolado, curso de agua y lagos, ausencia de vertederos de RSU incontrolados, y condiciones de contaminación. La segunda variable apunta a la existencia de espacios forestales. La tercera variable, y que presenta menor peso en la evaluación, es la diferencia o variación que existe respecto a la altitud (ver tabla 23).

Tabla 23. Criterio de evaluación altitudinal	
Rango de diferencia altitudinal	Valor
Menos de 730 m	2
De 731 a 770 m	3
De 771 a 810 m	4
De 811 a 850 m	5
De 851 a 890 m	6
De 891 a 930 m	7
De 931 a 970 m	8
De 971 a 1010 m	9
Más de 1010 m	10

Fuente: Basado en García (2004).

La cuarta variable, se refiere a la preservación de la cultura autóctona, el mantenimiento de las construcciones tradicionales, la presencia de patios y corrales en las casas, así como una aceptable calidad constructiva en las viviendas y la ausencia de edificios en ruinas, también se incluye el patrimonio histórico y artístico del municipio, de igual modo que en la tercera variable, esta lleva un menor peso en la evaluación. Finalmente la relación de todas las variables ponderadas, da como resultado la calidad ambiental para cada municipio. En este modelo, el SIG se emplea como una base de datos territorial, y para visualizar y representar los elementos territoriales ubicados geográficamente, además permite analizar las imágenes e información y obtener nuevas capas de información.

Santillán en 2012, evaluó diversas combinaciones entre criterios para proponer y emplear un método de evaluación multicriterio (EMC) para determinar la importancia ambiental y la vulnerabilidad de ecosistemas, para la cuenca del Río Paute en Ecuador. Para la importancia ambiental se tomaron los criterios enlistados en la tabla 24, donde se posicionan en jerarquía de importancia y se trabajaron mediante una matriz de Saaty, en donde el objetivo es asignarle un peso o valor a cada uno de estos criterios de acuerdo a su importancia. Estos datos sirvieron de insumos para el procesamiento en SIG de tipo raster y la aplicación del EMC, para finalmente obtener un rango cuantitativo de zonas de importancia ambiental. Para la vulnerabilidad de ecosistemas, de igual modo al modelo anterior, se ubicaron dentro de la matriz Saaty los factores que se muestran en la tabla 24 para asignarles un valor y se realizó el procesamiento en el SIG para obtener las zonas con los diferentes grados de vulnerabilidad de ecosistemas.

Tabla 24. Criterios en los modelos de importancia ambiental y vulnerabilidad de ecosistemas		
	Importancia ambiental	Vulnerabilidad de ecosistemas
Criterios (los que se posicionan más arriba representan un mayor peso en la evaluación)	Cobertura vegetal	Pendientes
	Cuerpos de Agua	Vulnerabilidad a la erosión
	ANP	Vulnerabilidad a los movimientos de masas
	Propuesta preliminar para un sistema de vegetación	Distancia a ejes viales
	Tipos de bosque	Distancia a centros de población
	Endemismo de especies	
	Diversidad de especies	

Fuente: Basado en Santillán, 2012.

7.4.1. Propuesta de Corredor Biológico

En el medio urbano, los bosques y áreas verdes actúan como amortiguadores de la temperatura, reducen la contaminación sonora y los niveles de contaminación por CO₂, mejoran la calidad del agua, reducen la erosión, aminoran los riesgos de inundación y proporcionan hábitat para la fauna silvestre, además de que proveen diversos beneficios sociales (Sorensen *et al.*, 1998). Bajo este contexto, se hace cada vez más notable la necesidad de contrarrestar la complejidad de la trama urbana a través de sistemas de áreas verdes que contribuyan a la generación de entornos equilibrados y funcionales ambientalmente (Sierra, 2012). Una de las estrategias para la conservación y protección de la diversidad biológica, es la creación de corredores biológicos. Los corredores biológicos surgen como un mecanismo que busca dar mayor viabilidad a la conservación de las especies, su objetivo es permitir el desplazamiento de individuos de distintas especies entre un área protegida y otra, o entre uno y otro fragmento del ecosistema o hábitat (García, 1996).

Las ventajas potenciales de los corredores biológicos, engloban: aumentar o mantener estable la riqueza y diversidad de especies, aumentar tamaños poblacionales de especies, y disminuir tasas de extinción, mantener variabilidad genética poblacional, proveer áreas de alimentación o desplazamiento para especies mayores, proveer hábitat de cobertura contra predadores entre parches de hábitat, proveer una heterogeneidad de hábitats para especies que requieren una variedad de hábitats para su ciclo de vida, mantener la conectividad natural del paisaje y aumentar el área del hábitat (CCAD, 2002). Aunque hay numerosas iniciativas de corredores biológicos alrededor del mundo desde hace dos décadas, no existe un conjunto de definiciones y criterios claros al respecto, esto se debe en parte a que los corredores se establecen para diferentes objetivos o propósitos, y a varias escalas y grados de modificación de los ecosistemas (CCAD, 2002).

En el municipio existen diversas áreas que albergan gran cantidad de especies, y que si bien no son de origen natural, como es el caso de Lago de los Lirios, se han convertido en hábitats transitorios y permanentes muy importantes de diversos organismos. Entre las áreas con mayor riqueza de especies, de acuerdo al apartado 7.1.2, destacan Lago de los Lirios, Presa de Guadalupe y Laguna la Piedad, las cuales, como todas las demás, se han visto sometidas a las presiones antropogénicas, ya que a sus alrededores se han establecido e incrementado asentamientos y actividades humanas, causando la contaminación de los cuerpos de agua, perturbación por contaminación sonora, aislamiento y disminución de las áreas verdes o abiertas por la presencia y crecimiento de infraestructura urbana, como vialidades y desarrollos habitacionales, entre otros. Bajo estos antecedentes, se elaboró un diseño para el establecimiento de un corredor biológico, pues de ser ejecutada esta estrategia de conservación, y conformarse un área de conexión entre estas zonas ambientalmente importantes, se prevé que se disminuyan los efectos de la fragmentación, manteniendo la viabilidad de las poblaciones y favoreciendo el enriquecimiento del mosaico de hábitats en beneficio de la biodiversidad, así como la generación de diversos beneficios para la población humana.

El modelo costo-distancia se utiliza para calcular el desplazamiento con menor costo acumulativo, en términos de distintos factores según se requiera. Su procesamiento involucra la generación de un raster de costo, en el cual por cada celda se identifica el costo para moverse y posteriormente se calcula la dirección, generando así, la ruta a seguir que presenta el menor costo acumulativo, que para términos del modelo del corredor biológico, el factor de costo fue la pendiente. Para la ejecución de este modelo,

se requirieron como insumos el MDE y los puntos que representan las zonas que se pretenden conectar. Como resultado de la aplicación del modelo costo-distancia, se generó una ruta, la cual representa el menor costo acumulado en términos de la pendiente entre tres puntos ubicados en los bordes de los cuerpos de agua: Presa de Guadalupe, Laguna la Piedad y Lago de los Lirios. A su vez, esta ruta se compone de 3 segmentos, y que para fines prácticos se denominaran “Segmento A”, “Segmento B” y “Segmento C”, cada uno de ellos parte de uno de los cuerpos de agua antes mencionados, y convergen en un punto central ubicado entre estos cuerpos de agua. El Segmento A se desplaza del punto de convergencia en dirección norte hacia la Laguna la Piedad y presenta una longitud de 2.2 Km. El Segmento B recorre desde este punto de convergencia en dirección noroeste hacia el Lago de los Lirios, recorriendo 2.6 Km. Por último, el Segmento C se desplaza desde el punto intermedio hacia el Lago de Guadalupe en dirección suroeste y presenta una longitud de 1.4 Km (ver mapa 13). Estos 3 segmentos en su conjunto suman una longitud de 6.3 Km y un gradiente de pendiente que presenta valores de 0.01° a 0.38°.

El objetivo previsto de esta ruta es funcionar como un sendero en el cual las personas puedan movilizarse ya sea caminando o en bicicleta a lo largo de este corredor con el menor costo de esfuerzo debido a la pendiente, y que a su vez funcione como una conexión entre estos 3 sitios de gran importancia ambiental del municipio. Sin embargo, debido a que la ruta solo se diseñó teniendo como factor de costo la pendiente, durante su recorrido se encuentran distintas obstrucciones (ver figura 23), las cuales se enuncian a continuación:

- Para el Segmento A, atraviesa el río Cuautitlán e ingresa a una parte del pueblo San Francisco Tepojaco, posteriormente cruza la calle 5 mayo, la avenida Sor Juana Inés de la Cruz y después la calle mina para finalmente acceder a la Laguna la Piedad.
- Para el Segmento B, cruza 2 veces y de manera consecutiva el Río Cuautitlán, después pasa por la prolongación de la calle San Benito y por la calle canaleta, posteriormente atraviesa un tramo de la colonia Colinas del lago hasta salir a la avenida Constitución e ingresar al Parque Lago de los lirios.
- Para el segmento C, atraviesa el Río Cuautitlán, seguido de una pequeña parte del Pueblo de San Francisco Tepojaco, posteriormente cruza la avenida Miguel

Hidalgo, la avenida Fernando Márquez, el Río Cuautitlán y finalmente ingresa a la Presa de Guadalupe.

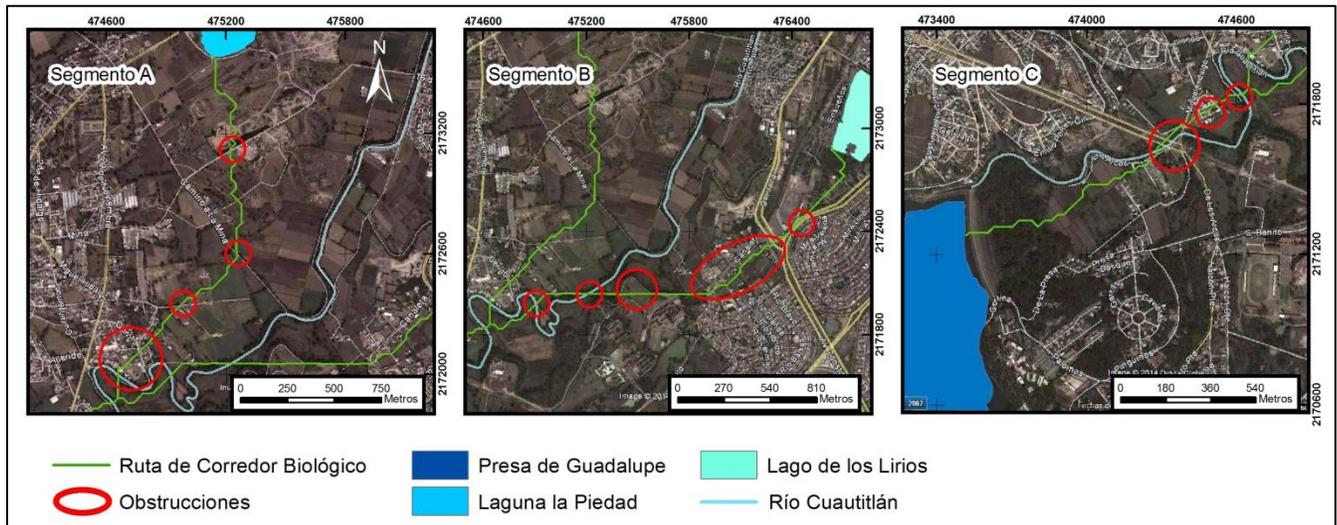


Figura 23. Obstrucciones en cada segmento de la ruta.

Posterior a la aplicación del modelo costo-distancia y de la obtención de la ruta óptima, a esta se le generó un área buffer de 200 m de ancho, para constituir el área para la creación del corredor biológico y en su totalidad abarca un área de 125.68 Ha. Gran parte de la distribución de esta área se encuentra sobre zonas agrícolas y pastizales, el Río Cuautitlán y su vegetación ribereña adyacente, asentamientos e infraestructura urbana, y en menor medida fragmentos de bosque.

Discusión

Como parte de la elección para el ancho del corredor biológico, en la tabla 25 se presenta una comparación del ancho propuesto para el diseño de corredores biológicos, estas medidas varían en todas las fuentes, pues como se ha señalado anteriormente, no existe una metodología general o universal para el diseño de los corredores, ya que, estos se diseñan en base a las características de los ecosistemas y los paisajes prevalecientes. Así, por ejemplo Jiménez (2001) para la conservación de felinos propone 1 Km mínimo de ancho del corredor biológico, mientras que, Moreno y colaboradores (2013) proponen un ancho no mayor a 50 m para la conservación de 4 especies de aves. Bajo estas premisas se optó por un Buffer o ancho para el diseño del corredor de 200 m, ya que por las dimensiones y considerando que no se encuentran especies de gran talla, fue el que se adaptó mejor a la zona.

Tabla 25. Medidas propuestas para corredores biológicos		
Autor	Trabajo realizado	Ancho del corredor
Provincia de Córdoba (1956)	Decreto reglamentario para el ordenamiento territorial de bosques nativos de la Provincia de Córdoba, Argentina.	100 m para corredores menores a 1 km, y para corredores mayores a 1 km será el 10 % de la longitud
Jiménez (2001)	Elaboro un diseño de corredor para la conservación de felinos donde incluyo un modelo de costo distancia, donde el factor de costo fue el riesgo de desplazarse de varias especies de felinos.	1 km mínimo
Devisscher (2004)	Realizo un diseño de corredor biológico para conectar las zonas núcleo de los cerros Uyuca y el Volcán.	Variable, entre un rango de 100 y 1,688 m
Moreno <i>et al.</i> , (2013)	Elaboro un diseño de un corredor para la conservación de 4 aves endémicas.	No mayor a 50 m

En cuanto a la distribución espacial del corredor, al abarcar parte de Río Cuautitlán, se podrán establecer estrategias para restaurar y conservar un elemento con gran potencial biológico y ambiental que actualmente se encuentra en severas condiciones de contaminación, pues cabe añadir que, los cursos de agua que atraviesan ciudades constituyen un elemento diversificador de la fauna urbana, ya que permiten acoger especies terrestres ligadas a la vegetación de ribera, los ríos faunísticamente más diversos son aquellos que presentan un caudal importante, no están contaminados, discurren a cielo abierto y poseen vegetación de ribera, peces, invertebrados acuáticos, aves palustres y pequeños mamíferos ligados a la vida acuática constituyen los taxones más representativos de estas zonas (Sierra, 2012).

Por su parte, para los pastizales y zonas agrícolas dentro del área buffer del corredor biológico, sería imprescindible su restauración y rehabilitación ambiental, para generar nuevos hábitats y áreas de movilidad para las especies. También, tomando en cuenta que existen grandes extensiones de pastizales y terreno agrícola en los alrededores del área del corredor biológico, sería importante considerar en estas áreas adyacentes, su manejo como zonas agrícolas, pues como se comenta en el apartado 7.1.1 existen diversas corrientes de pensamiento y manejo agrícola en las que se tienen como resultado la utilización de los recursos naturales de manera sustentable y en armonía con los

organismos y medio ambiente circundante, así la complementariedad de estos sistemas con el agroturismo podría representar una importante estrategia para mantener la calidad del ambiente, conservar y restaurar las zonas fuera del corredor biológico, generando una zona de amortiguamiento y produciendo ingresos y una mejor calidad de vida para muchos de los habitantes de zonas rurales.

En el caso de las zonas urbanas, dentro del área del corredor biológico estas deben ser evitadas en lo posible, ya que las zonas urbanas generan distintos tipos de perturbaciones y a corta distancia pueden ser mayores los efectos, por lo que se sugiere la adaptación de la ruta evitando estas zonas. Sin embargo existen lugares donde parece imposible evitar algunas de estas estructuras urbanas, como son algunas vialidades, u obstrucciones naturales, como el río. Para contrarrestar esta situación, una opción que se podría implementar serían los llamados “Pasafaunas”, concebidos como estructuras que facilitan el movimiento de la fauna, contrarrestando los efectos de las barreras, principalmente referidas a vialidades (ver figura 24).

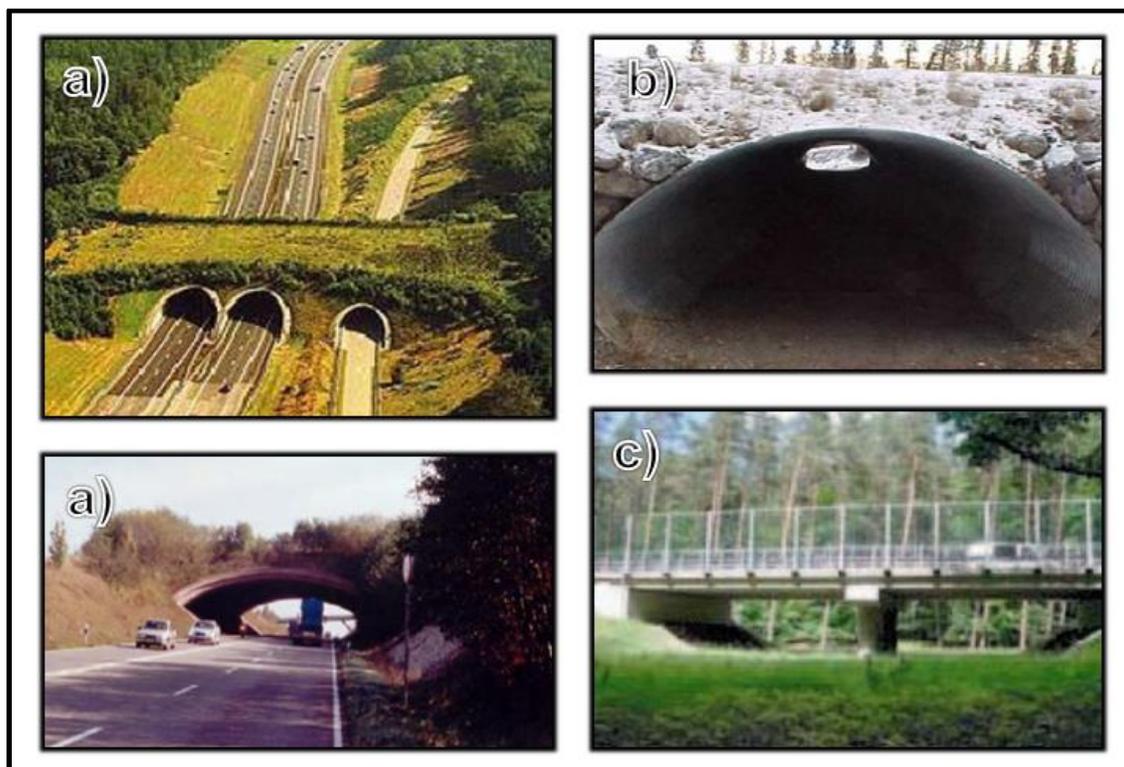


Figura 24. Tipos de pasafaunas: a) Pasafaunas aéreos, puentes verdes o ecoductos, b) Alcantarillas como paso de fauna y c) Pasafaunas en arroyos y/o puentes. Fuente: Varela y Casertano (2006).

Existen diversas alternativas y opciones para diseñar, modificar y adaptar un corredor biológico en el contexto municipal, pues más allá de la viabilidad biológica con la que cuenta Cuautitlán Izcalli, es determinante la viabilidad social y política, ya que éxito de este o cualquier otro proyecto de este tipo, dependerá de la aceptación y participación por parte de la población, así como de la coordinación, trabajo y sobretodo interés por parte del gobierno municipal, incluyendo el apoyo de los otros niveles e instituciones de gobierno.

Al ejecutarse este u otro proyecto de esta índole, se prevé que se podrán obtener diversos beneficios sociales y ambientales. Entre los posibles beneficios ambientales, se pueden citar los siguientes:

- Movilidad para las especies
- Incremento en el área de los hábitats
- Diversificación el mosaico de hábitats
- Generación de espacios de calidad para las especies silvestres
- Aumento en la abundancia y riqueza de especies
- Mayor captación de agua y control de inundaciones
- Control la erosión
- Mejora en la calidad del aire
- Modificación del microclima

En el ámbito social:

- Belleza escénica
- Sitios de recreación
- Sitios para practicar deporte
- Oportunidades de empleo
- Reducción del estrés
- Educación ambiental
- Interés por el medio ambiente
- Mejora de la salud como resultado de la mejora en la calidad del aire

Sin embargo, para llevar a cabo esta propuesta es necesario examinar y analizar cuidadosamente cada uno de los elementos físicos, biológicos y sociales que en su caso integran el corredor biológico, ya que involucra muchos aspectos como: la modificación

de la ruta debido a las obstrucciones, lo cual va en relación a verificar la propiedad de las tierras y su carácter legal y de uso de suelo, los costos de realización, el diseño estructural, la estrategia de restauración ambiental, que puede involucrar reforestación, saneamiento del agua, así como su estrategia de conservación, la inclusión de educación ambiental, estrategias económicas, entre muchos otros más. Es así que, para la puesta en marcha de este proyecto se requiere un arduo trabajo y compromiso social y gubernamental que asegure el éxito del corredor biológico, que bien valdría el esfuerzo realizar. Asimismo, con esta propuesta se hacen evidentes las potencialidades que tiene la utilización de este SIGMA y en general de los SIG, así como del capital ambiental presente en el municipio.

8. Conclusiones

- La caracterización del municipio de Cuautitlán Izcalli es la siguiente según los subsistemas:

-Físico: posee un intervalo altitudinal de 2,295 a 2,404 m.s.n.m. y un rango de pendiente de 0.002 a 24.01° con predominancia de zonas planas. El tipo predominante de suelo es vertisol pélico y en menor grado litosol. Las unidades geológicas presentes son rocas volcanoclástica y suelos aluviales principalmente, además de una fractura geológica de 1.3 Km. El tipo de clima es templado subhúmedo medio, con invierno seco no riguroso y con régimen de lluvias en verano, con poca oscilación térmica, que se representa por la fórmula climática $C(w)w_1(i')$ con una temperatura media anual de 15 a 16°C y una precipitación de 650.91 a 770.69 mm anuales. El principal cuerpo de agua es Presa de Guadalupe, mientras que la principal línea de flujo de agua es el Río Cuautitlán, los cuales se encuentran dentro de la cuenca hidrográfica R. Moctezuma.

-Biológico: se presenta poca superficie de bosque y gran cantidad de suelos agrícolas y urbanos, así mismo, se encontraron registros 166 sp de plantas, 174 sp de vertebrados y 1 sp de hongo, de las cuales 23 se encuentran bajo alguna categoría de protección de acuerdo a la NOM-059-SEMARNAT-2010. Las zonas con mayor número de registros son las pertenecientes a Lago de los Lirios, Presa de Guadalupe y Laguna la Piedad. A su vez existen las ANP "Santuario del agua y forestal Presa de Guadalupe", "Lago de los Lirios" y "Laguna la Piedad".

-Social: posee una población de 511,675 habitantes (de los cuales 3,374 son indígenas), con una tasa de crecimiento geométrico poblacional anual de 0.54 % y una estructura poblacional dominada por personas adultas, con propensión al envejecimiento. Así mismo, se presenta una tendencia a la urbanización de las localidades rurales, así como al incremento poblacional general. Cuenta con 131,202 hogares, con un promedio de ocupación de 3.81 personas, y una jefatura principalmente masculina pero con tendencia al incremento en la jefatura femenina, en los hogares el agua entubada a la red pública constituye la principal carencia en cuanto a servicios, y de acuerdo a las características de marginación y pobreza existe una desigualdad social.

- Se generó cartografía temática de los subsistemas físico, biológico y social representando los diversos componentes abordados, resultando un total de 29 mapas temáticos.
- El modelo de corredor biológico que conecta a las áreas con gran importancia ambiental; Presa de Guadalupe, Lago de los Lirios y la Laguna la Piedad, es una propuesta que permite ver las potencialidades del municipio, con una vocación más allá que la habitacional e industrial, y que de llevarse a cabo generaría diversos beneficios ambientales y sociales.
- El SIGMA realizado para Cuautitlán Izcalli muestra que gran parte del territorio presenta potencialidad para la agricultura de conservación (y las demás variantes) y en conjunto con la agrobiodiversidad, podrían representar una estrategia para dirigir la ocupación de los espacios manteniendo el uso sustentable de los recursos naturales y elevando la calidad de vida de los habitantes. Así mismo, se identificaron diversas problemáticas asociadas a la planeación territorial y gestión de recursos públicos.
- Con este SIGMA, se hace evidente la importancia de la utilización y potencialidad de aplicación de los SIG como una herramienta para la planificación, análisis y gestión ambiental y territorial.
- Para generar una caracterización completa es necesario incluir otros temas además de los abordados en este trabajo.

9. Literatura consultada

Aguilera, H. N. 1989. *Tratado de edafología de México*. Tomo I. UNAM. México, 222 p.

Aguirre, G. R. 2013. Análisis espectral del Lago de Guadalupe, mediante imágenes de satélite y datos *in situ*. *Boletín del Instituto de Geografía*. UNAM, ISSN 0188-4611, doi: 10.14350/rig.42338, 10 p.

Ayuntamiento de Cuautitlán Izcalli. 2008. *Plan Municipal de Desarrollo Urbano, Ciudad Cuautitlán Izcalli*. Gobierno del Estado de México – Gobierno municipal de Cuautitlán Izcalli. México, 502 p.

Ayuntamiento de Cuautitlán Izcalli. 2010. *Primer informe de gobierno, 2009-2012*. Gobierno municipal de Cuautitlán Izcalli. México, pp. 47.

Ayuntamiento de Cuautitlán Izcalli. 2012. Comunicado de Prensa 201/12. Boletín oficial. Disponible en: http://cuautitlanizcalli.gob.mx/Boletines_izcalli/index.php?id=437. Fecha de acceso: noviembre 2013.

Ayuntamiento de Cuautitlán Izcalli. 2013. *Plan Municipal de Desarrollo Urbano, Ciudad Cuautitlán Izcalli*. Gobierno del Estado de México – Gobierno municipal de Cuautitlán Izcalli. México, 387 p.

Ayuntamiento Constitucional de Cuautitlán Izcalli. 2014. Bando Municipal. Municipio de Cuautitlán Izcalli, Estado de México, folio variado.

Berry, J. K. y J. K. Sailor. 1981. A spatial analysis of timber supplí, en: *Proceeding of the inplace resourse inventories: principles and practices*. Maine, University of Maine. pp. 828-833.

Bezaury C. J. y D. C. Gutiérrez. 2009. Áreas naturales protegidas y desarrollo social en México. *In: Capital natural de México*. Vol. 2: Estado de conservación y tendencias de cambio. CONABIO, pp. 385-431.

Caballero, C. A. y J. R. Montes. 1997. *Agricultura sostenible: un acercamiento a la permacultura*. Servicios Educativos y de Investigación Social A. C. México, 234 p.

Carreón, F. D. C. 2011. *Identificación y caracterización de los diferentes tipos de fracturas que afectan el subsuelo de la delegación Iztapalapa del Distrito Federal*. Al México. México, 52 p.

Centro Nacional de Prevención de Desastres (CENAPRED). 2011. *Metodología para la elaboración de mapas de riesgo por inundaciones en zonas urbanas*. Serie: Atlas Nacional de Riesgos, CENAPRED. México, 67 p.

Chico, A. M. 2010. *Elaboración de un Sistema de Información Geográfica Medio Ambiental (SIGMA) como herramienta base para el Programa de Ordenamiento Ecológico y Territorial del Municipio de Tequixquiac, Estado de México*. Tesis de Licenciatura de Biología. UNAM. México, Folio variado.

Collette, A. G. 2013. *Dying for protection: The 10 most vulnerable, least protected amphibians and reptiles in the United States*. Center for Biological Diversity, EUA, 7 p.

Comisión Centroamericana de Ambiente y Desarrollo (CCAD). 2002. *Proyecto para la consolidación del Corredor Biológico Mesoamericano*. Serie Técnica 01. Nicaragua, 24 p.

Consejo Nacional de Evaluación de la Política de Desarrollo Social (CONEVAL). 2010. *Metodología para la medición multidimensional de la pobreza en México*. México, 129 p.

Consejo Nacional de Población (CONAPO). 2012. *Índice de Marginación por Localidad 2010*. México, pp. 11-20.

Consejo Nacional de Población (CONAPO). 2011. *Índice de Marginación por Entidad Federativa y Municipio 2010*. México, folio variado.

Contreras, R. C. P. 2007. *Estado actual del arbolado urbano y propuesta de manejo en jardines públicos de Cuautitlán Izcalli*. Tesis de Ingeniería Agrícola. UNAM, México. Folio variado.

Cuartas, R. C. M. 2007. *Caracterización de las variables climáticas para el perímetro urbano de la ciudad de Manizales para el periodo comprendido entre noviembre de 2006 y marzo de 2007*. Tesis de ingeniería civil. Universidad Nacional de Colombia, Colombia. 56 p.

Devisscher, T. T. 2004. *Diseño y caracterización de un corredor biológico entre los bosques nublados de Uyuca y el Volcán*. Tesis de Licenciatura en Ingeniería en Desarrollo

Socioeconómico y Ambiente, Escuela Agrícola Panamericana El Zamorano, Honduras. 89 p.

Dirzo, R. y P. H. Raven. 1994. Un inventario biológico para México. *Boletín de la Sociedad Botánica de México* 55: 29-34.

Duchaufour, P. 1984. Edafología: 1 - Edafogénesis y clasificación. Masson S. A. España, pp. 282-293.

Fondo de Población de las Naciones Unidas (UNFPA). 2009. *Guía para análisis demográfico local*. UNFPA. Colombia, 55 p.

Franco, M. S. 2004. Los sistemas municipales de información ambiental. Requerimientos y limitaciones para su puesta en marcha. *Ciencia Ergo Sum* 11: 85-94.

García, C. F. 2004. *Una aplicación de modelos territoriales y SIG en los estudios regionales: la alcarria conquense*. Ediciones de la Universidad de Castilla, la Mancha. España, 463 p.

García, R. 1996. Proyecto corredor biológico mesoamericano. *Informe técnico regional*. CCAD, Costa Rica, 108p.

García, E. 1988. *Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen*. Talleres de offset Larios S.A. México, folio variado.

Global Biodiversity Information Facility (GBIF). Disponible en: <http://www.gbif.org/>. Fecha de acceso: 2013.

Gobierno del Estado de México. 2004. *Declaratoria del ejecutivo del estado por la que se establece el Área Natural Protegida con la categoría de Parque Estatal denominado "Santuario de Agua y Forestal Presa de Guadalupe"*. Gaceta de Gobierno del Estado de México, Octubre 13: 14-20.

Gobierno del Estado de México. 2008. *Resumen ejecutivo del programa de manejo del Parque Estatal denominado "Santuario del Agua y Forestal Presa de Guadalupe"*. Gaceta de Gobierno del Estado de México. México, Edo. Méx. Octubre 13: 1-9.

Gobierno del Estado de Hidalgo-Consejo Estatal de Ecología. 2002. Ordenamiento ecológico territorial, Región Tula-Tepeji. México, folio variado.

Gobierno del Estado de México, Secretaría de Ecología. 1999. Programa de Ordenamiento Ecológico del Territorio del Estado de México. Folio variado.

Gobierno del Estado de México (GEM) y Universidad Autónoma Chapingo (UACH). 2010. *Inventarios florísticos y faunísticos de la cuenca alta de río Lerma*. México, folio variado.

Gobierno municipal de Cuautitlán Izcalli. 2009a. *Declaratoria de área natural protegida respecto del parque municipal denominado "Espejo de los Lirios"*. Gaceta municipal de Cuautitlán Izcalli. México. Diciembre 17: 7-11.

Gobierno municipal de Cuautitlán Izcalli. 2009b. *Declaratoria de Área Natural Protegida respecto del Parque Municipal denominado "Parque Central"*. Gaceta Municipal de Cuautitlán Izcalli. México. Diciembre 17: 11-15.

González, H. Y. 2004a. *Avifauna presente en el Parque de las Esculturas, Cuautitlán Izcalli, Estado de México*. Tesis de Licenciatura de Biología. UNAM, México. 90 p.

González, M. T. M. 2004b. Diagnóstico ambiental de la Presa de Guadalupe, Estado de México. Tesis de Licenciatura en Biología, Facultad de Estudios Superiores Iztacala, UNAM, México. 102 p.

Gutiérrez, H. A., C. P. Gutiérrez y E. O. Villavicencio. Sin fecha. *Sistema de Información Geográfica Municipal de Lerma (SIGLerma), Estado de México*. Ayuntamiento de Lerma. México, 25 p.

Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). 2001. Síntesis de Información Geográfica del Estado de México. México, folio variado.

Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). 2004. *La población indígena en México*. México, 184 p.

Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). 2005. Guía para la interpretación cartográfica geológica. México, pp. 1-2, 5-13.

Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). 2006a. Carta de vegetación y usos de suelo a escala 1:250,000.

Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). 2006b. Carta de edafología a escala 1:250,000.

Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). 2006c. Carta de geología a escala 1:250,000.

Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). 2008. Guía para la interpretación de cartografía topografía. México, folio variado.

Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). 2009. Guía para la interpretación cartográfica edafología. México, pp. 9-10.

Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). 2010a. Carta topográfica a escala 1:50,000.

Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). 2010b. *Documento técnico descriptivo de la red hidrográfica escala 1:50,000*. INEGI, 106 p.

Jiménez, G. 2001. Propuesta metodológica para el diseño y validación de corredores biológicos de Costa Rica. *Revista Forestal Centroamericana* 34: 73–79.

Johnston, C. A. y J. R. Naiman. 1990. Aquatic patch creation in relation to behavior population trends. *Ecology*. 71:1671-1621.

Lee, W. T. H. 1985. Implementing LESA on a geographic system: a case study. *Photogrammetric Engineering and Remote Sensing* 51 (12): 1923-1932.

León, A. R. 1991. *Nueva edafología*. 2ª Edición. Distribuciones Fontamara S. A. México, pp. 248-249.

Ministerios de Agricultura y Ganadería (MAG). 2011. Manejo forestal y agricultura de conservación. Paraguay, 234 p.

Ministerio de Medio Ambiente (MMA). 2004. *Guía para la elaboración de estudios del medio físico*. Ministerio de Medio Ambiente, España. Folio variado.

Mittermeier, R. A. y C. Goettsch. 1992. La importancia de la diversidad biológica de México. *Medio Ambiente: Biodiversidad* 1992: 3-6.

Montoya, A. R. 1998. *Análisis del paisaje en la región de los Tuxtlas Veracruz, México*. Tesis Doctoral. Universidad Complutense de Madrid. España, pp. 96-100.

Moreno G. R., R. Zamora y M. A. Herrera. 2013. *Diseño de un corredor biológico en bosques templados de Chile "Hotspots" de biodiversidad*. CEIA3, 6º Congreso Forestal Español.

Nájera, G. O., J. I. S. Bojórquez, J. L. L. Cifuentes y S. F. Marceléño. 2010. Cambio de cobertura y uso de suelo en la cuenca del río Mololoa, Nayarit. *Revista BioCiencias* 1 (1): 19-29.

Navarrete, L. F. 2008. *Los pueblos indígenas de México*. Comisión Nacional para el Desarrollo de los Pueblos Indígenas (CDI). México, 141 p.

Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO). 2002. *Agricultura de conservación: estudio de casos en América Latina y África*. Italia, 89 p.

Provincia de Córdoba. 1956. Decreto ley N°1332 *Serie C/1956: Decreto reglamentario para el ordenamiento territorial de bosques nativos de la Provincia de Córdoba, Argentina*. Disponible en: <http://web2.cba.gov.ar/web/leyes.nsf/e2911dff3722eec50325724a006a2da0/96959d5b3b4dbb3f03257bac0055e521?OpenDocument>. Fecha de acceso: Marzo 2014

Ramírez, B. P. 2000. *Aves de humedales en zonas urbanas del noroeste de la Ciudad de México*. Tesis de Maestría en Ciencias, UNAM, México. 180 p.

Reyes, P. J. A. 2007. *Revitalización urbano-paisajística del "Parque Central" en Cuautitlán Izcalli*. Tesis de Licenciatura en Arquitectura, Facultad de Arquitectura, UNAM, México. 64 p.

Riveros, S. H. y M. M. Blanco. 2003. *El agroturismo, una alternativa para revalorizar la agroindustria rural como mecanismo de desarrollo local: documento técnico*. PRODAR/Serie documentos de trabajo. Perú, 33 p.

Rojas, E., B. Arce, A. Peña, F. Boshell y M. Ayarza. 2010. Cuantificación e interpolación de tendencias locales de temperatura y precipitación en zonas alto andinas de Cundinamarca y Boyacá (Colombia). *Revista Corpoica – Ciencia y tecnología agropecuaria* 11 (2): 173-182.

Sánchez, S. C. A. 2010. *Uso de hábitat y comportamiento de las aves en el humedal del Parque Ecológico Espejo de los Lirios, Cuautitlán Izcalli, Estado de México*. Tesis de Licenciatura de Biología. UNAM, México. Folio variado.

Santillán, R. V. 2012. Identificación de zonas de importancia ambiental y vulnerabilidad de ecosistemas mediante Métodos de Evaluación Multicriterio (EMC) en el entorno de los Sistemas de Información Geográfica (SIG), Cuenca del Río Paute (CRP), suroriente del Ecuador. *Geografía y sistemas de información geográfica (GEOSIG)* 4: 56-76.

Secretaría de Desarrollo Social (SEDESOL), Consejo Nacional de Población (CONAPO) e Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI). 2004. *Delimitación de las zonas metropolitanas de México*. 110 p.

Secretaría de Desarrollo Social (SEDESOL). 2010. Guía Metodológica para elaborar Programas Municipales de Ordenamiento Territorial. Gobierno Federal, México, 64 p.

Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT), Instituto Nacional de Ecología (INE) y Secretaría de Desarrollo Social (SEDESOL). 2005. *Términos de referencia para la elaboración del Programa Municipal de Ordenamiento Ecológico y Territorial (PMOET)*. México, 22 p.

Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT). 2006. *Manual del proceso del Ordenamiento Ecológico, planeación territorial*. México, 335 p.

Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT). 2010. *Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010, Protección ambiental, especies nativas de México de flora y fauna silvestres, categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio, lista de especies en riesgo*. Diario Oficial de la Federación. México, D. F. Diciembre 30: 1-77.

Sierra, V. M. A. 2012. *Ciudad y fauna. Un estudio de caso orientado al reconocimiento de la relación hombre, fauna y hábitat urbano en Medellín*. Tesis de Maestría en estudios Urbano-Regionales, Facultad de Arquitectura, Universidad Nacional de Colombia. Colombia, 66 p.

Sorensen, M., V. Barzetti, K. Keipi y J. Williams. 1998. *Manejo de las áreas verdes urbanas*. Documento de Buenas Prácticas. División de Medio Ambiente del Departamento de Desarrollo Sostenible del Banco. 68 p.

Torres, D. A. 2011. Tasas de crecimiento poblacional (r): una mirada desde el modelo matemático lineal, geométrico y exponencial. *CIDE* 2 (1): 142-161.

Tyler, M. R. 1994. *Ecología y medio ambiente*. Editorial Iberoamericana. México, 867 p.

Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN). 2008. *El estado de las especies en el mundo*. Red List. 2 p.

Valdez, P. M. y P. L. Mireles. 2009. Propuesta metodológica para el ordenamiento de áreas naturales protegidas en México. *Dinámicas Ambientales y Territoriales en México: Una perspectiva multidisciplinaria*. Universidad Nacional Autónoma del Estado de México, pp. 17-43.

Varela, D. y S. Casertano. 2006. *Corredor biológico y ecoturístico "Urugua-í – Foerster"*. Conservación Argentina. Argentina, 19 p.

Vargas, A., A. Santos, E. Cárdenas, y N. Obregón. 2011. Análisis de la distribución e interpolación espacial de las lluvias en Bogotá, Colombia. *Dyna* 78 (167): 151-159.

World Meteorological Organization (WMO). 2008. *Guide to hydrological practices*. Vol. 1, 6ª Edición. WMO, folio variado.

Instituciones responsables de las publicaciones de los datos obtenidos de GBIF:

Amphibians and Reptiles collection, Department of Zoology, Field Museum (FMNH)

American Museum of Natural History (AMNH)

Colección de Herpetología, Museo de Zoología de la Facultad de Ciencias, UNAM, México. (MZFC-UNAM)

Museum of Comparative Zoology, Harvard University: MCZ Herpetology Collection

Comisión nacional para el conocimiento y uso de la biodiversidad: Computarización del Herbario ENCB, IPN. Fase IV. Base de datos de la familia Pinaceae y de distintas familias de la clase Magnoliopsida depositadas en el Herbario de la Escuela Nacional de Ciencias Biológicas, IPN. (ENCB-IPN)

Comisión nacional para el conocimiento y uso de la biodiversidad: Computarización de las colecciones de vertebrados terrestres de la Escuela Nacional de Ciencias Biológicas, IPN Fase 1: Estado de México, Hidalgo, San Luis Potosí y Tlaxcala. (ENCB)

Museum of Texas Tech University (TTU): Mammal specimens.

Cornell Lab of Ornithology (CLO): eBird.

University of Michigan Museum of Zoology: UMMZ Birds Collection.

UNIBIO, IBUNAM: MEXU

Comisión nacional para el conocimiento y uso de la biodiversidad: Estudio monográfico de la familia Rhamnaceae en México.

The New York Botanical Garden: NYBG

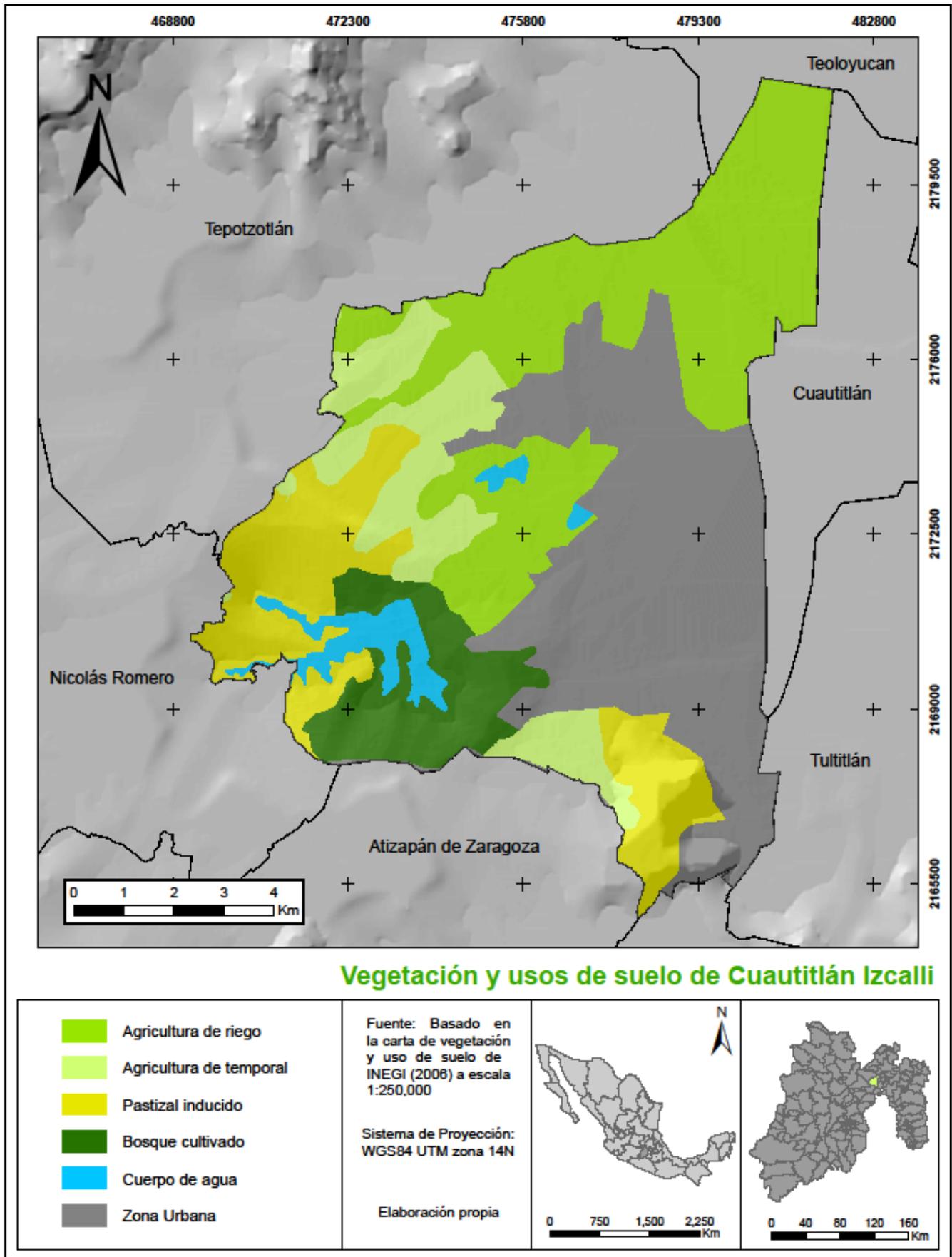
Comisión nacional para el conocimiento y uso de la biodiversidad: Herbario IEB del Instituto de Ecología, A.C., México (IE-BAJÍO).

Comisión nacional para el conocimiento y uso de la biodiversidad: Herbario XAL del Instituto de Ecología, A. C., México (IE-XAL)

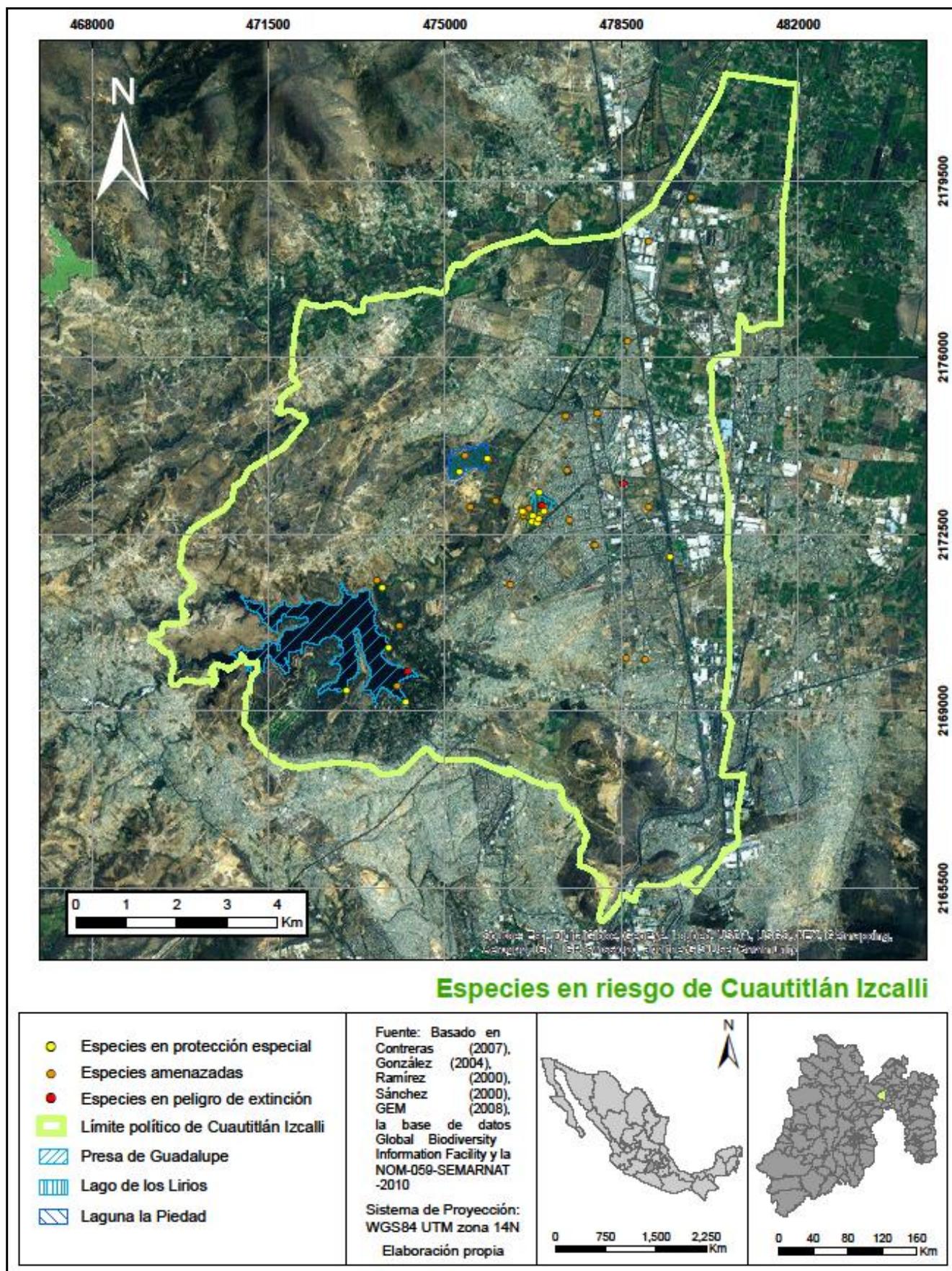
The S. M. Tracy Herbarium: TAES

Herbario CHAPA Colegio de Postgraduados

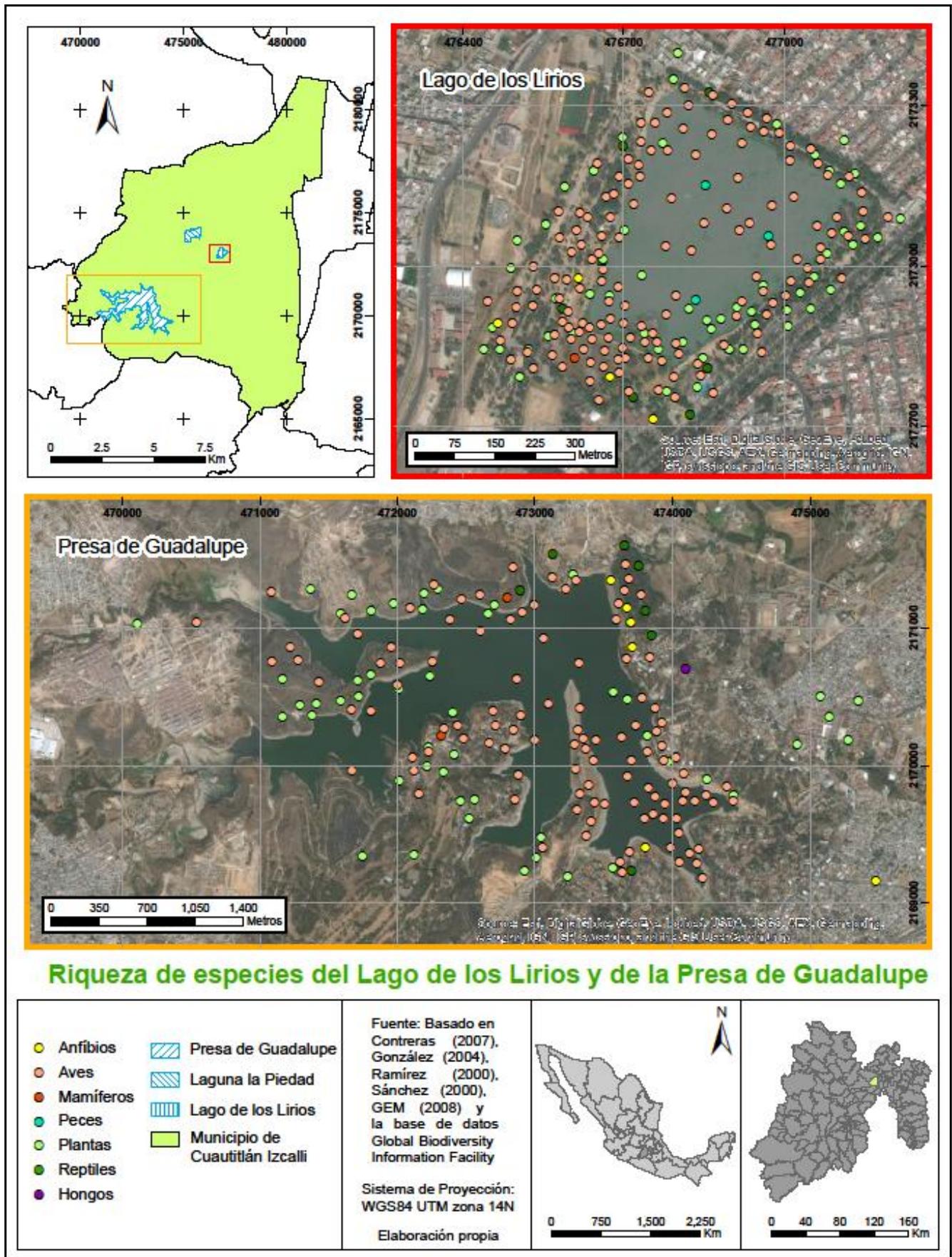
Anexo I. Cartografía de Cuautitlán Izcalli



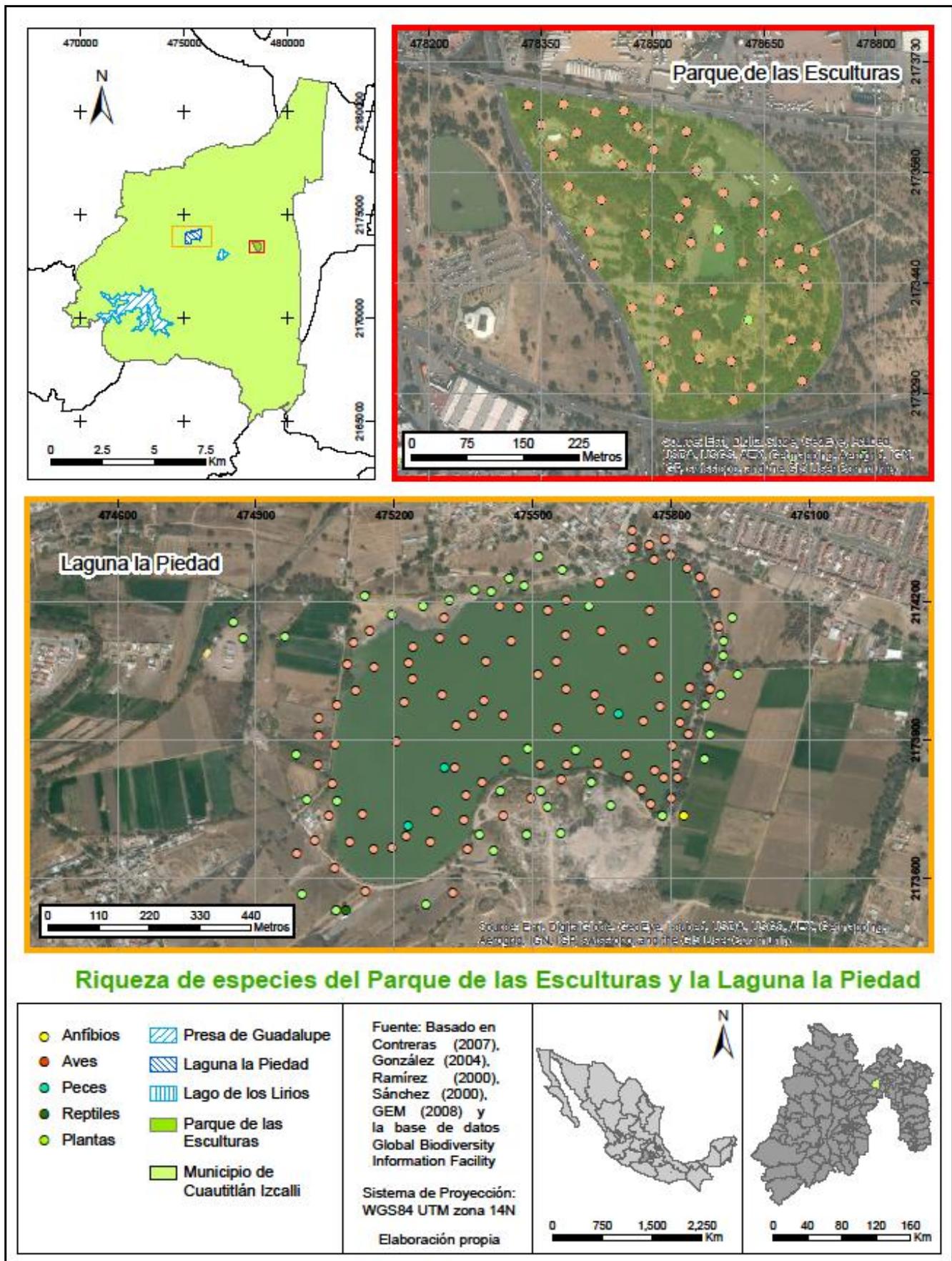
Mapa 1. Vegetación y usos de suelo de Cuautitlán Izcalli, basado en la cartografía 1:250,000 de INEGI (2006).



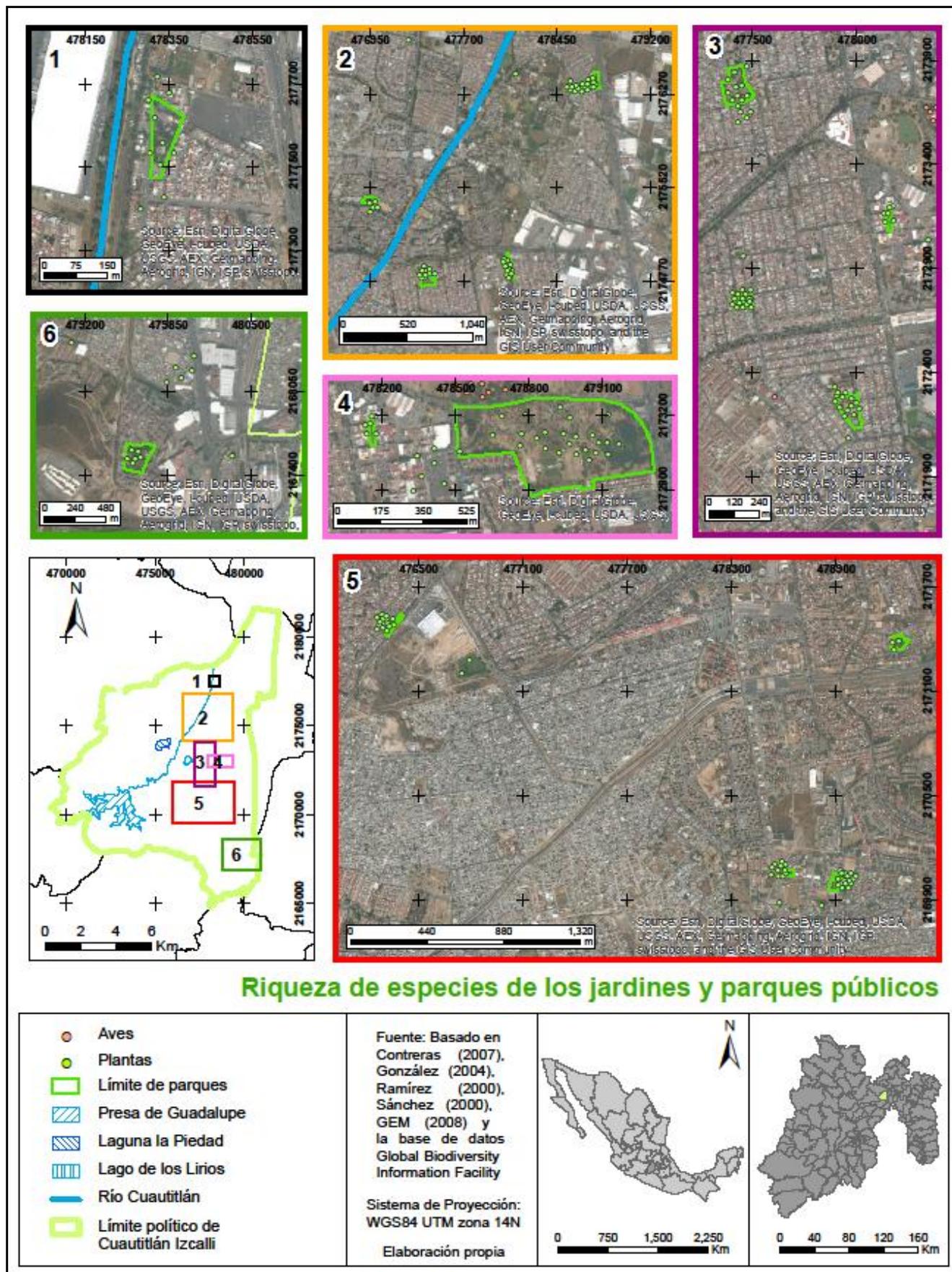
Mapa 2. Especies en que se encuentran en riesgo de acuerdo a lo que establece la NOM-059-SEMARNAT-2010.



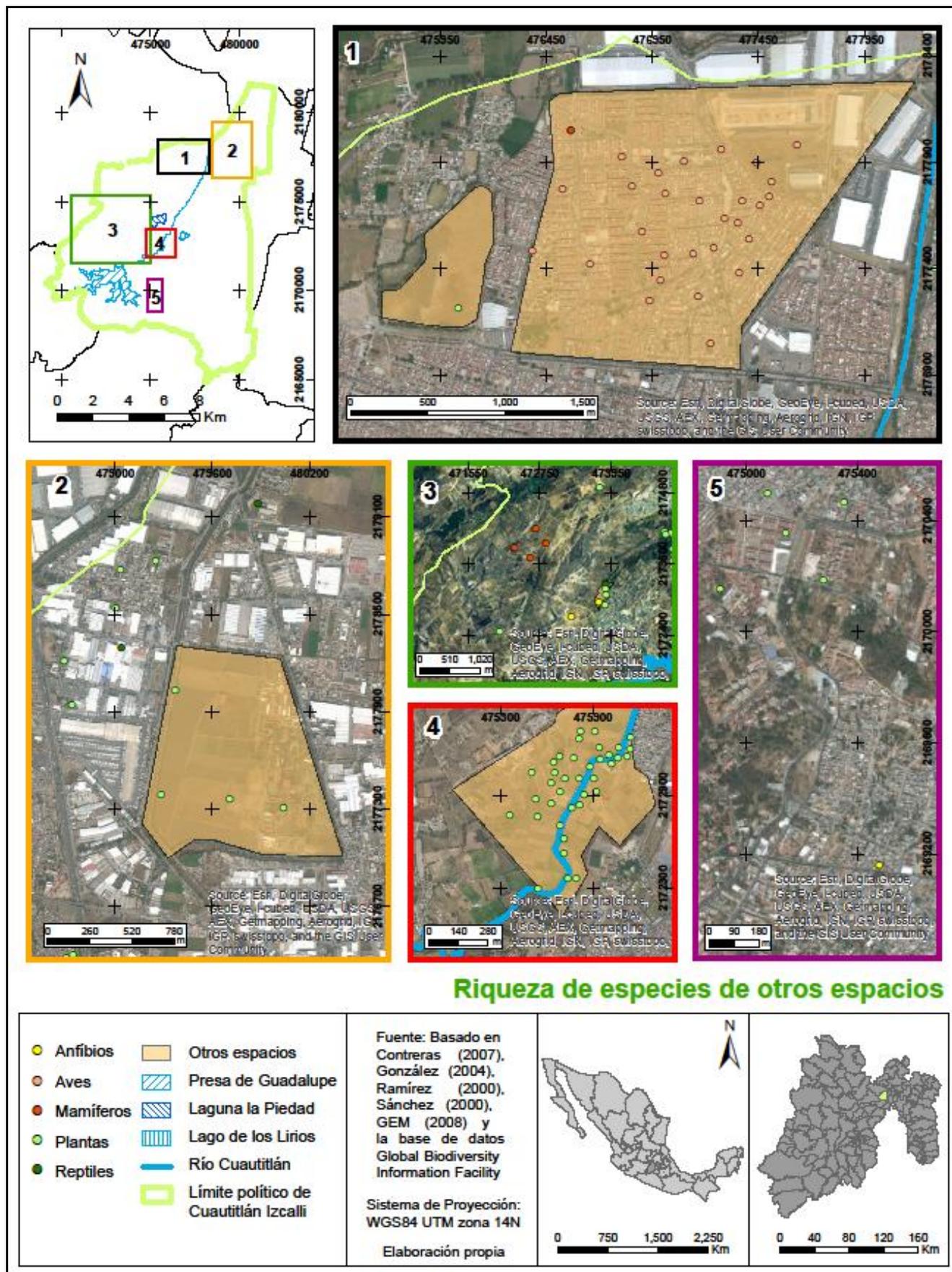
Mapa 4. Riqueza de especies presente en los humedales Presa de Guadalupe y Lago de los Lirios.



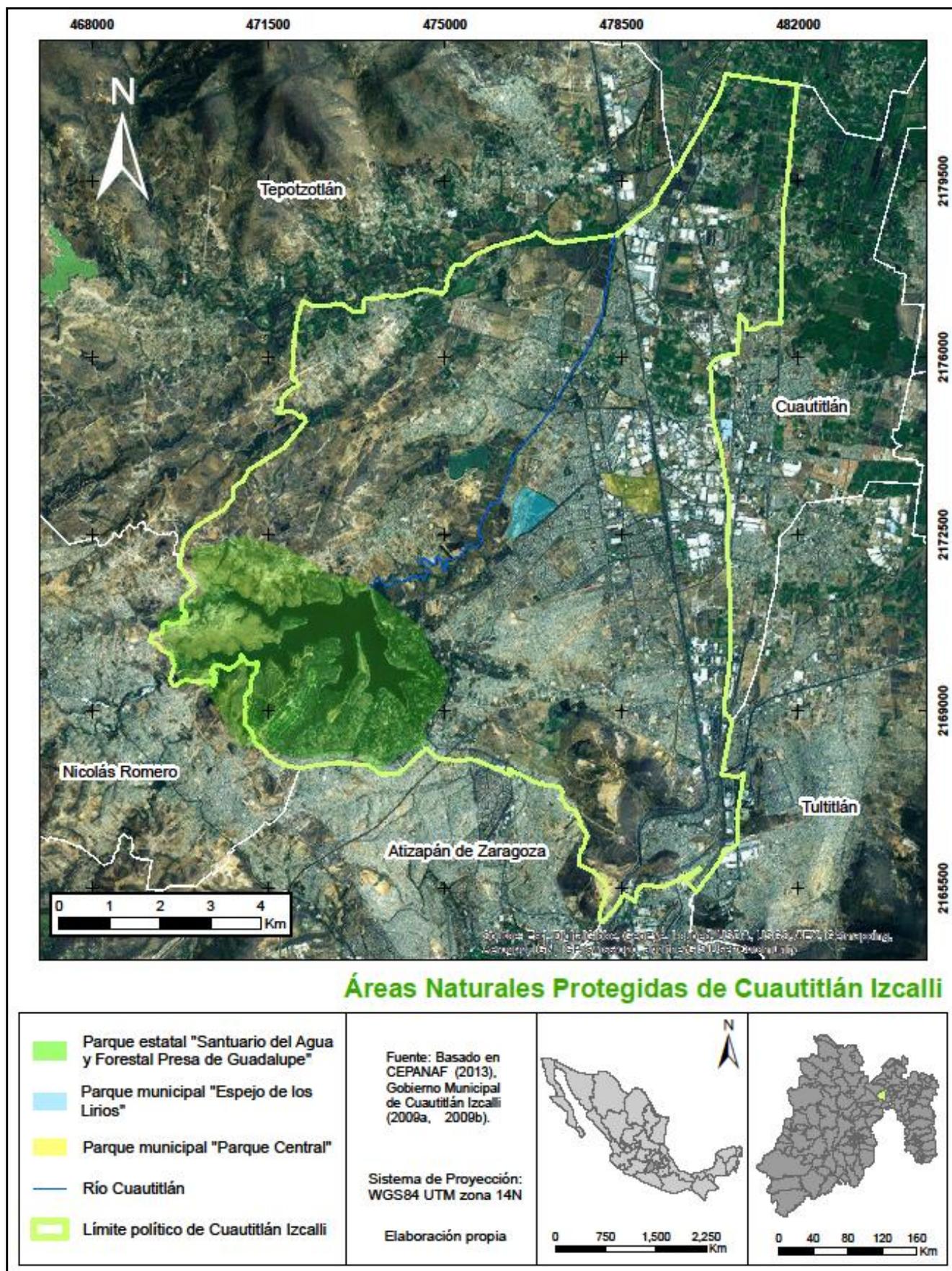
Mapa 5. Riqueza de especies presente en el humedal Laguna la Piedad y en el Parque de las Esculturas.



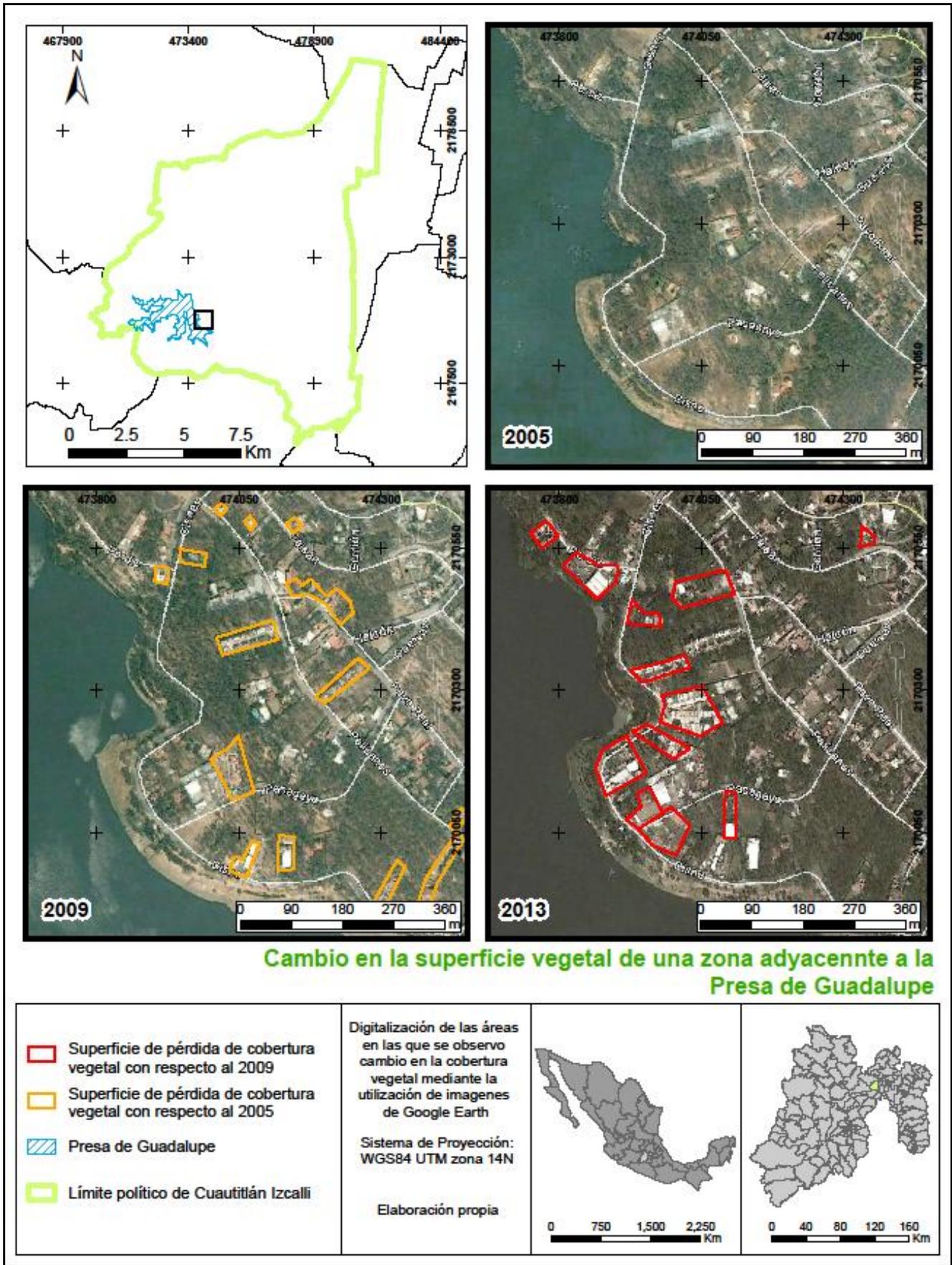
Mapa 6. Riqueza de especies presente en los jardines y parques públicos.



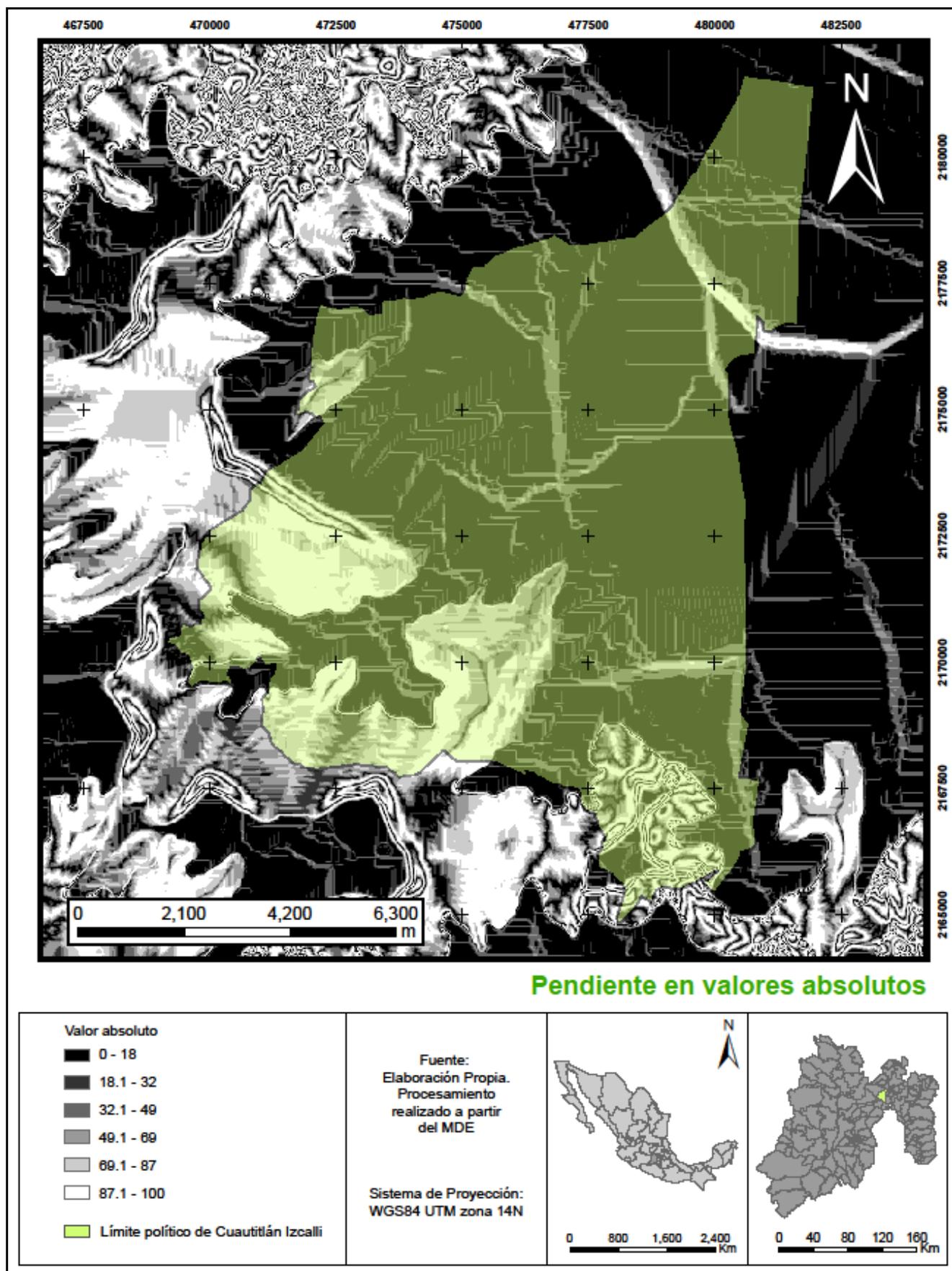
Mapa 7. Riqueza de especies presente en otros espacios que incluyen zonas agrícolas, urbanas y la Laguna Axotlán, entre otras.



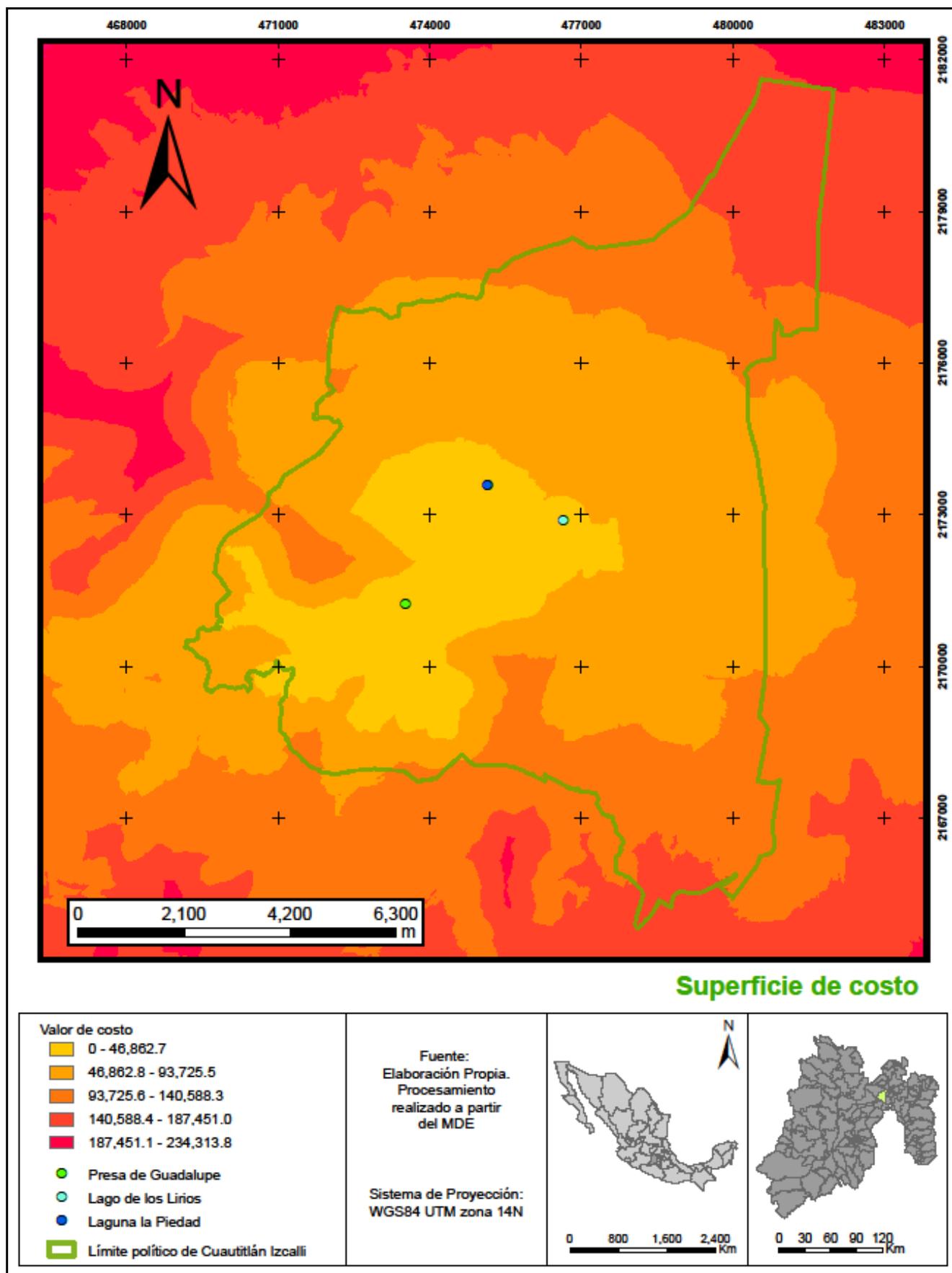
Mapa 8. Áreas Naturales Protegidas presentes en Cuautitlán Izcalli.



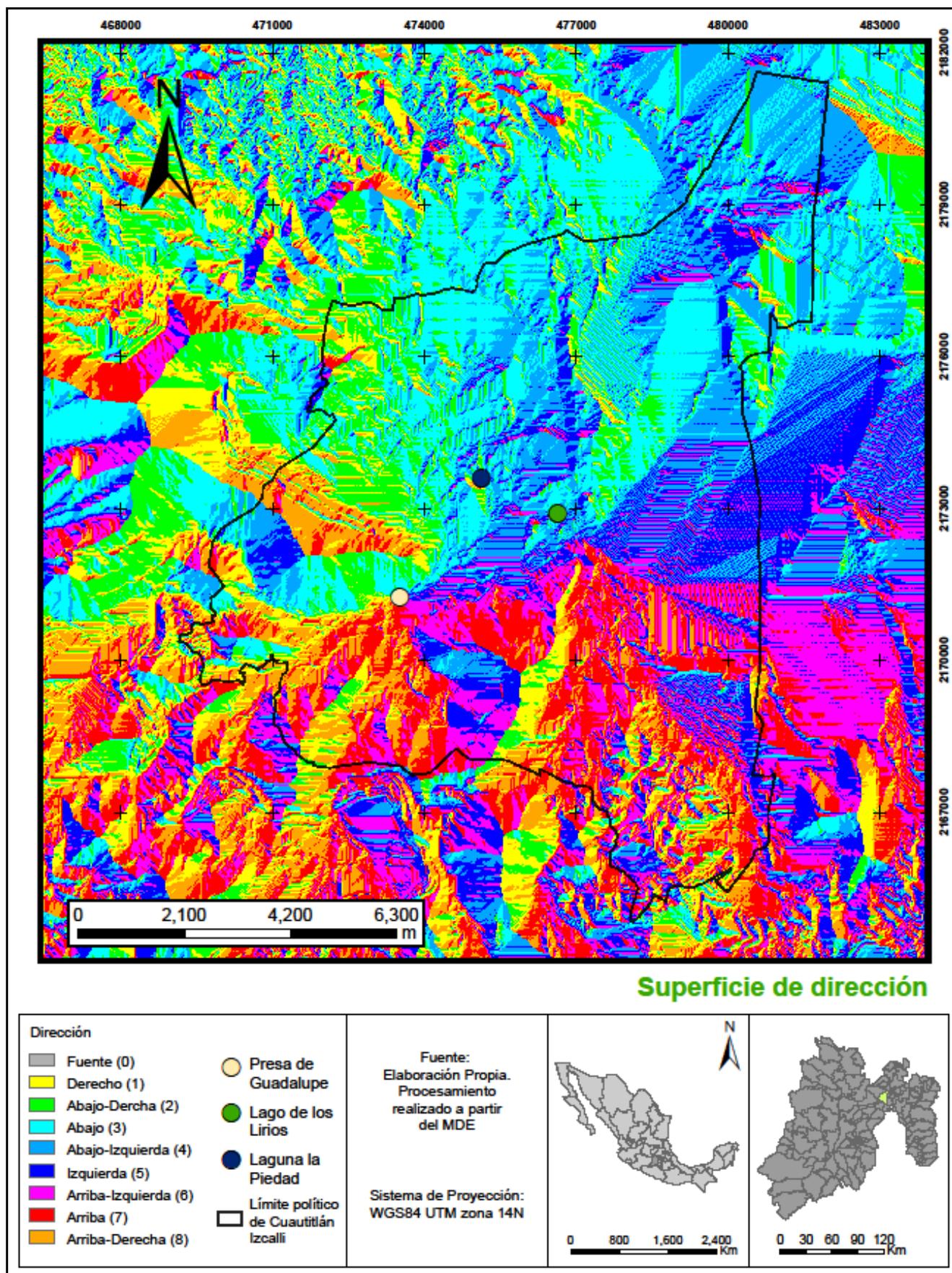
Mapa 9. Cambio en superficie vegetal de una zona adyacente al cuerpo de agua Presa de Guadalupe entre los años 2005, 2009 y 2013.



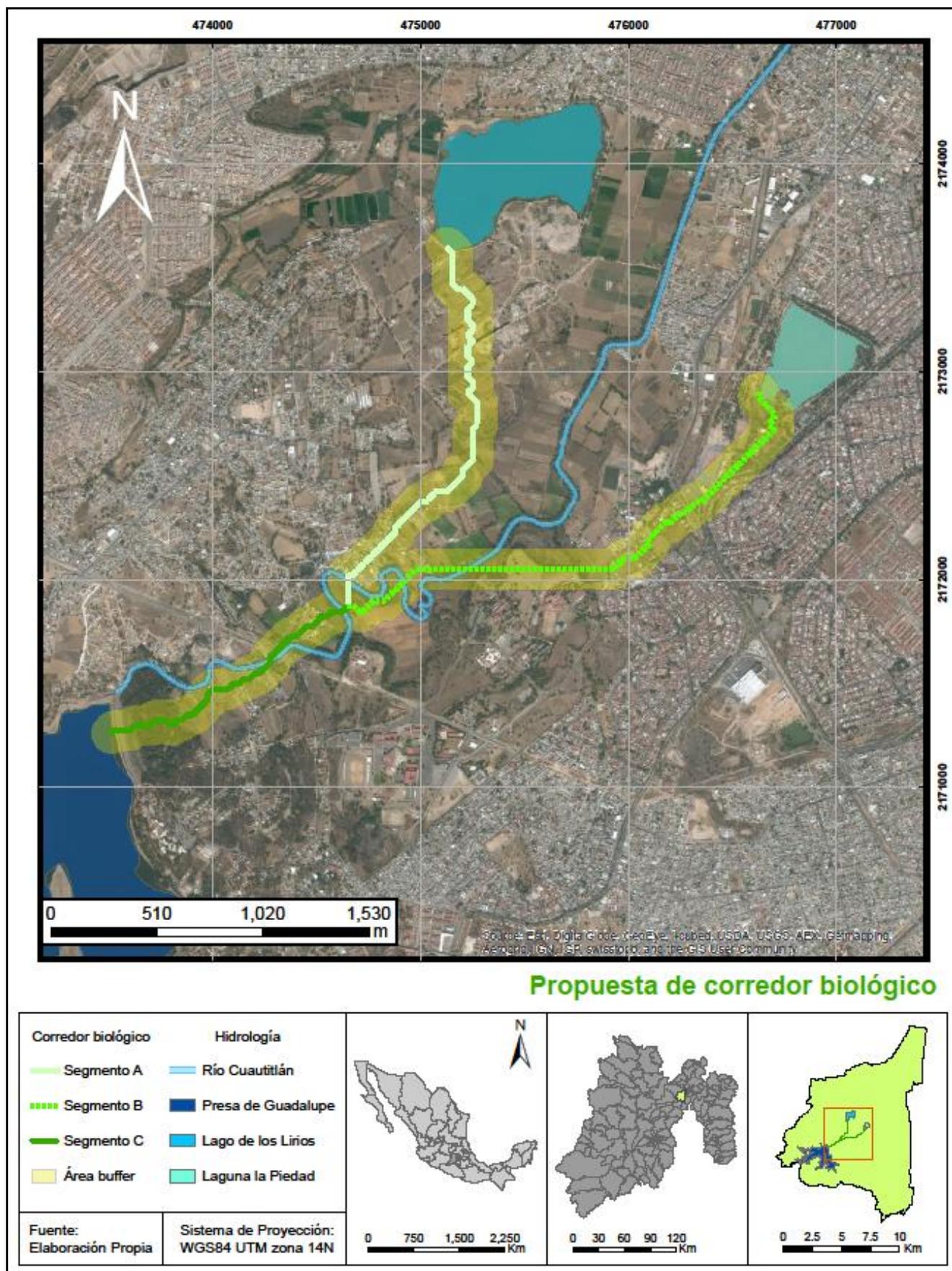
Mapa 10. Pendiente en valores absolutos como parte del procesamiento del modelo del corredor biológico.



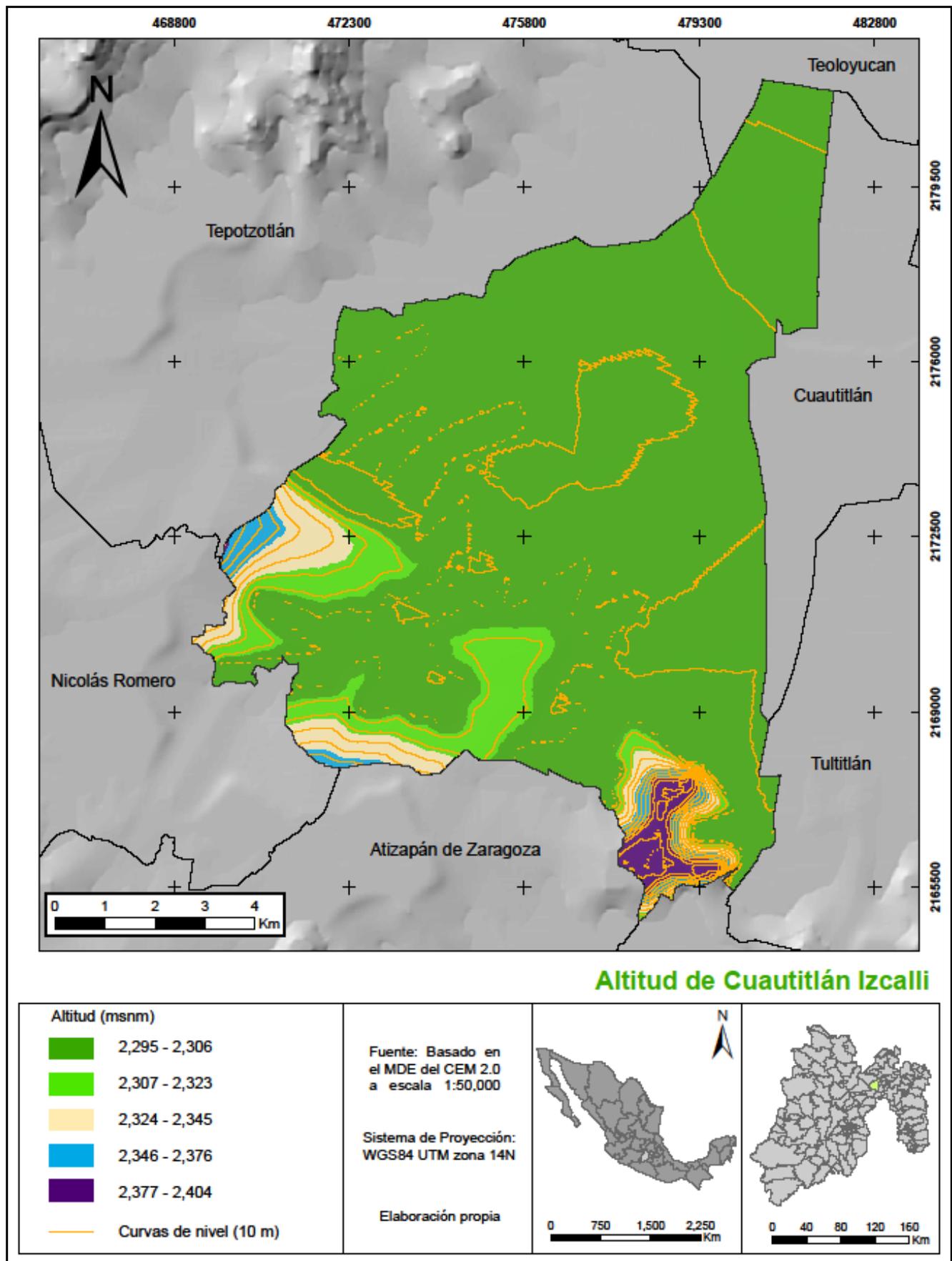
Mapa 11. Superficie de costo-distancia en términos de la pendiente absoluta, donde el valor cero es el punto de Presa de Guadalupe.



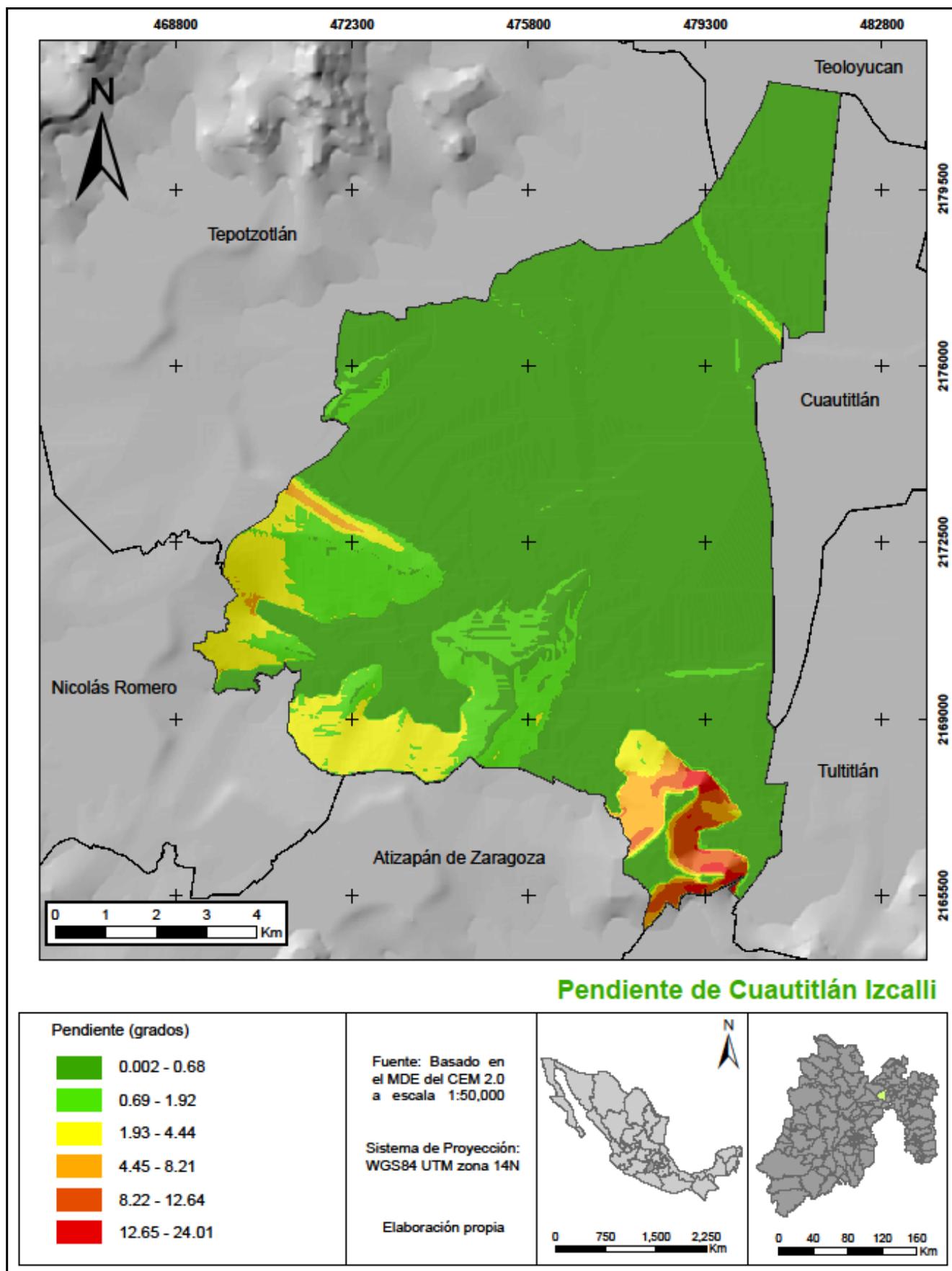
Mapa 12. Dirección de la fuente (en este caso el punto de Lago de Guadalupe) hacia los alrededores



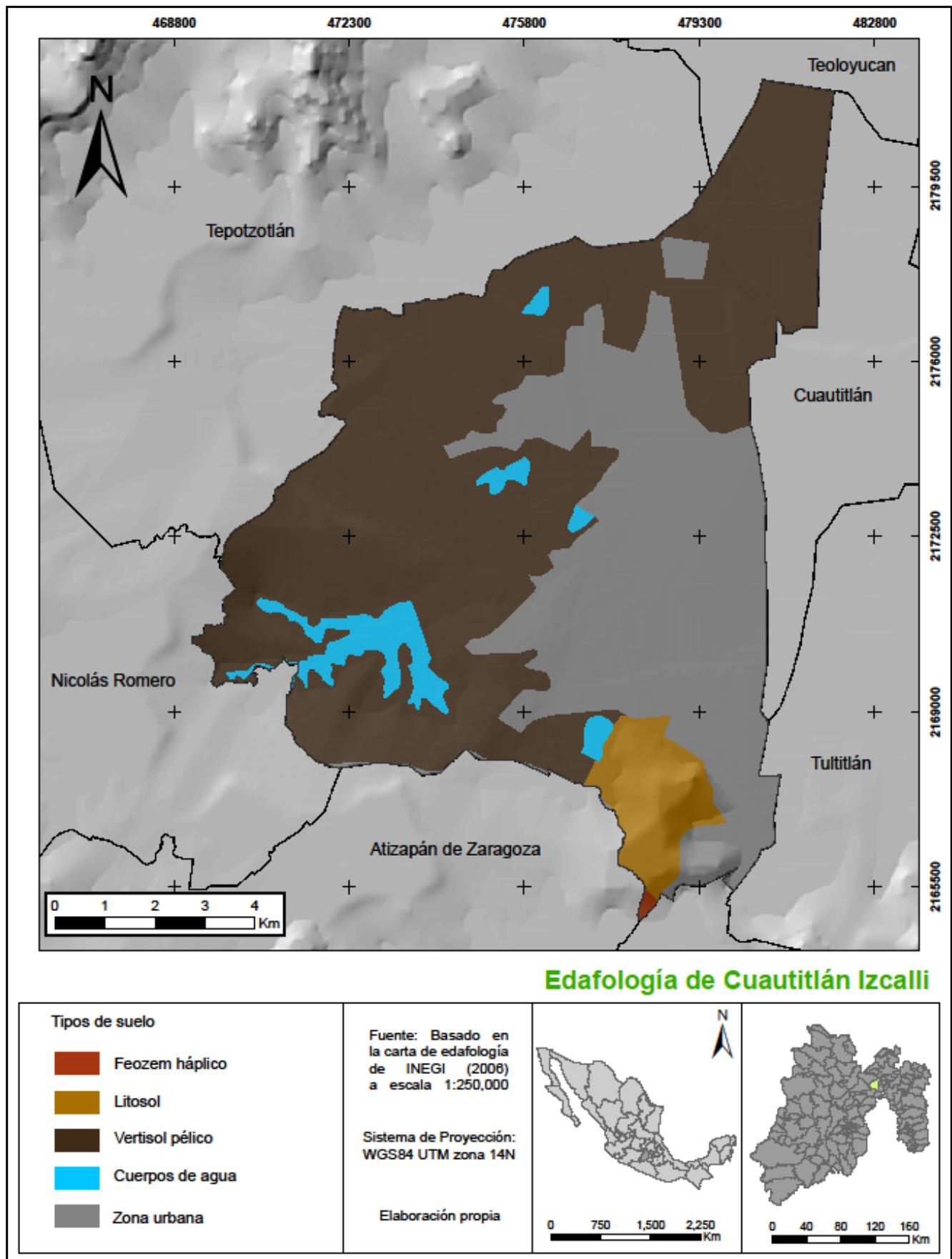
Mapa 13. Propuesta de ruta y área para el establecimiento de un corredor biológico basado en el modelo costo-distancia.



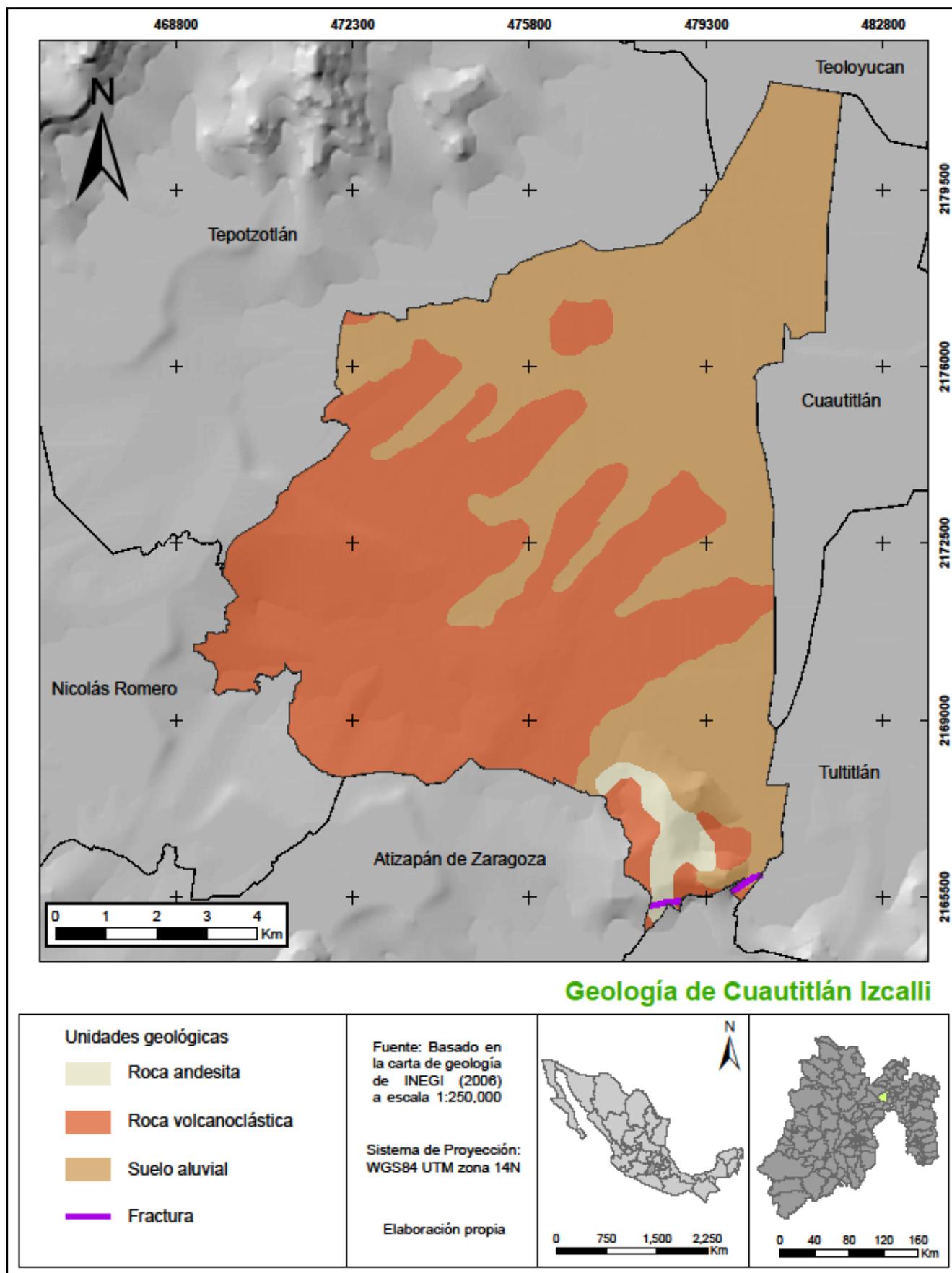
Mapa 14. Altitud de Cautitlán Izcalli, representado por el Modelo Digital de Elevación y curvas de nivel a una equidistancia de 10 m.



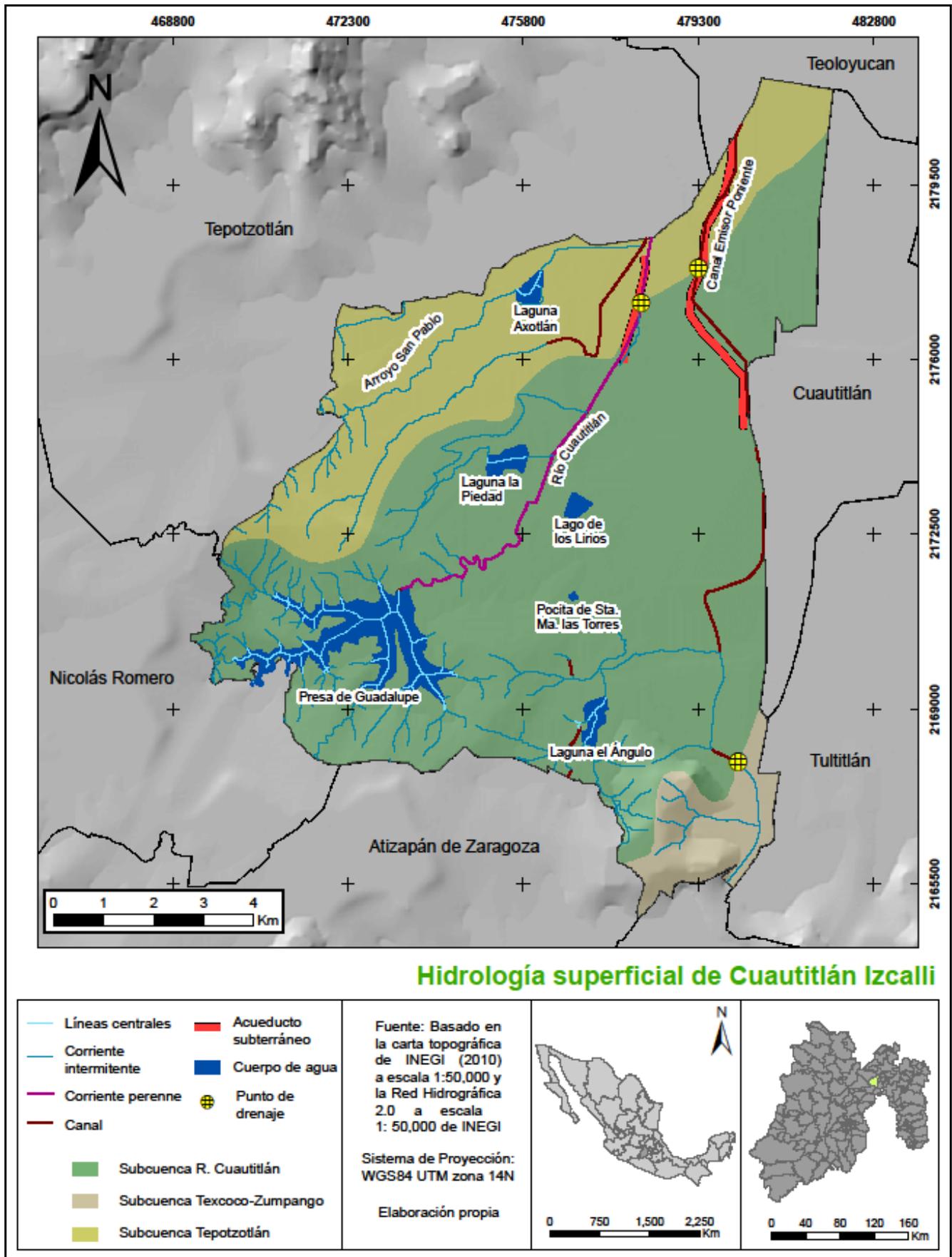
Mapa 15. Pendiente representada en grados para el municipio de Cuautitlán Izcalli.



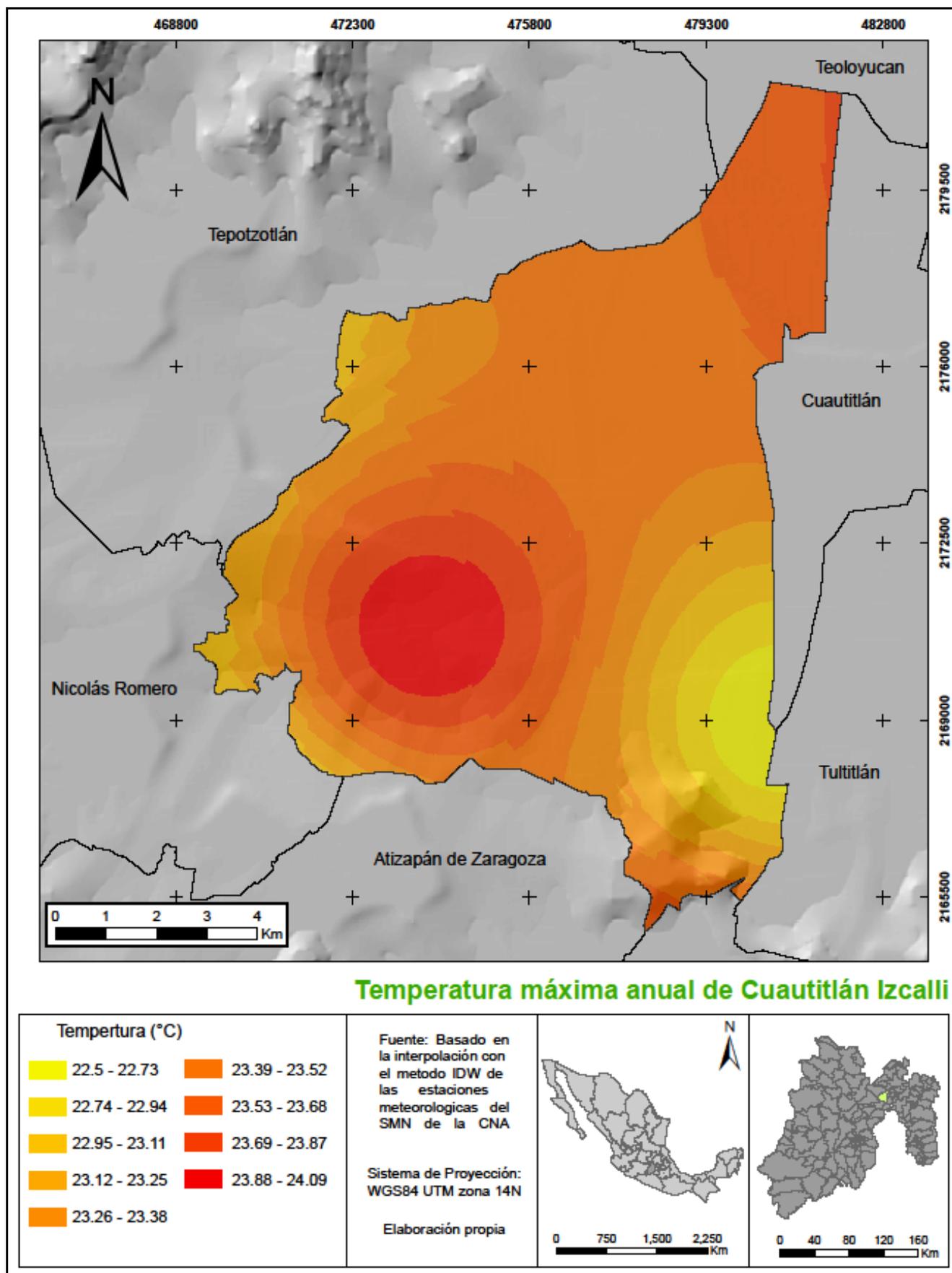
Mapa 16. Tipos de suelos predominantes en Cuautitlán Izcalli.



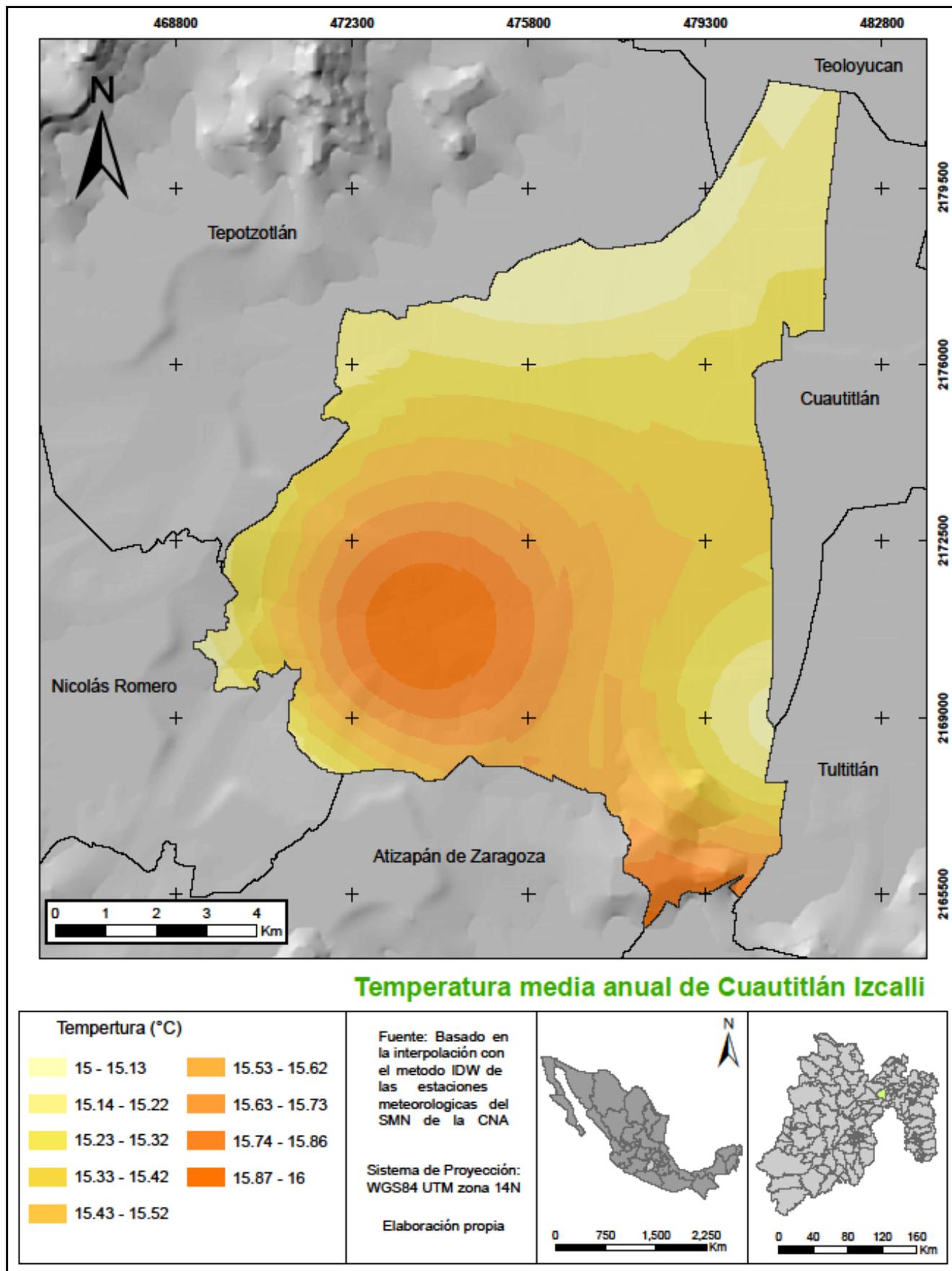
Mapa 17. Componentes geológicos de Cuautitlán Izcalli.



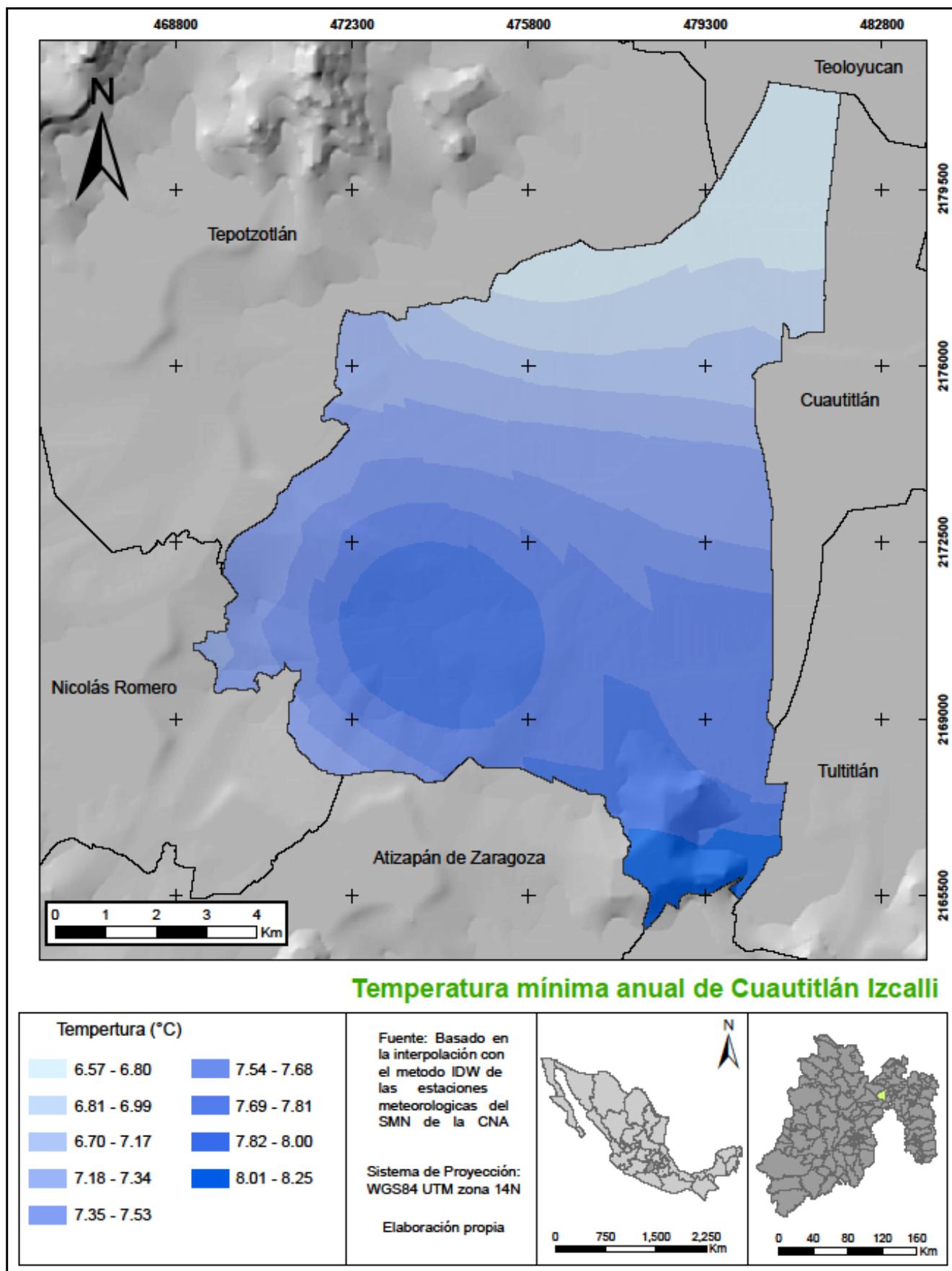
Mapa 18. Componentes hidrológicos de Cuautitlán Izcalli.



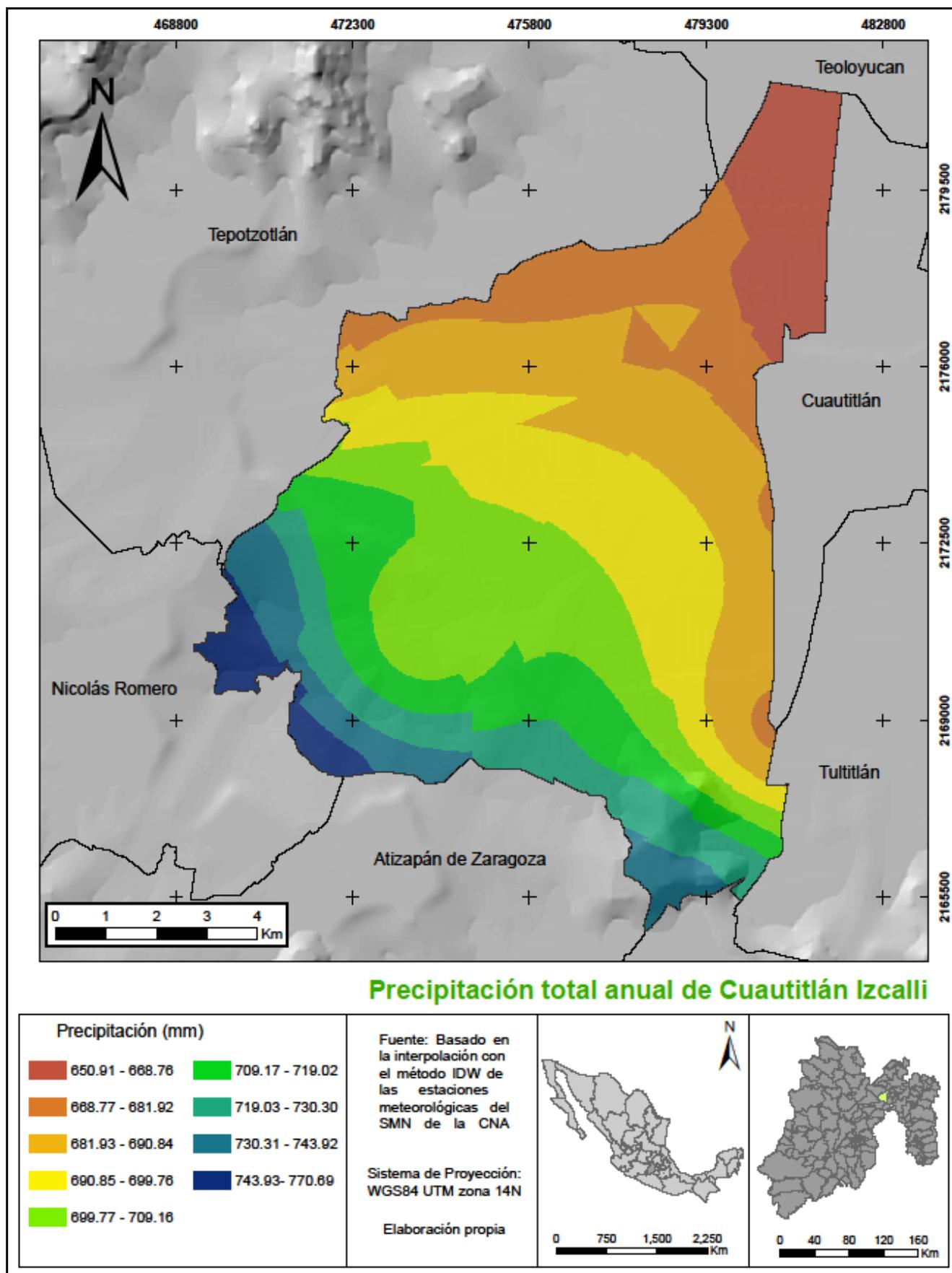
Mapa 19. Temperatura máxima normal anual de Cuautitlán Izcalli como resultado de la interpolación de los datos de las estaciones climatológicas del SMN de la CNA.



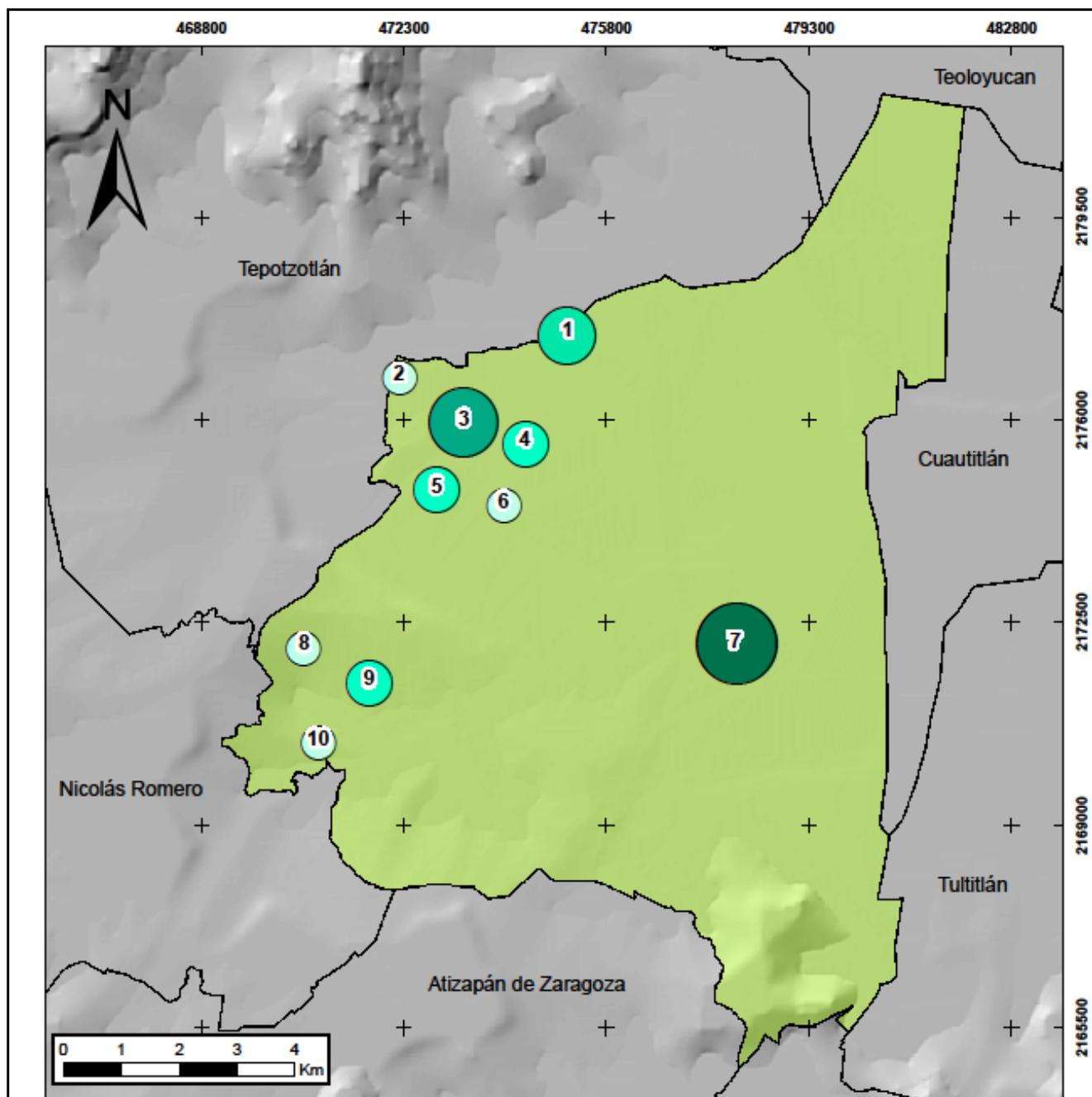
Mapa 20. Temperatura media normal anual de Cuautitlán Izcalli como resultado de la interpolación de las estaciones climatológicas del SMN de la CNA.



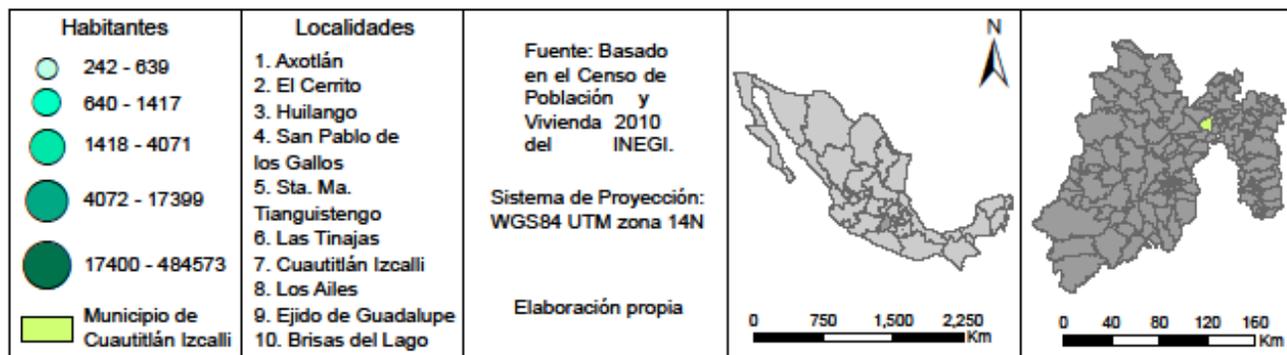
Mapa 21. Temperatura mínima normal anual de Cuautitlán Izcalli como resultado de la interpolación de las estaciones climatológicas del SMN de la CNA.



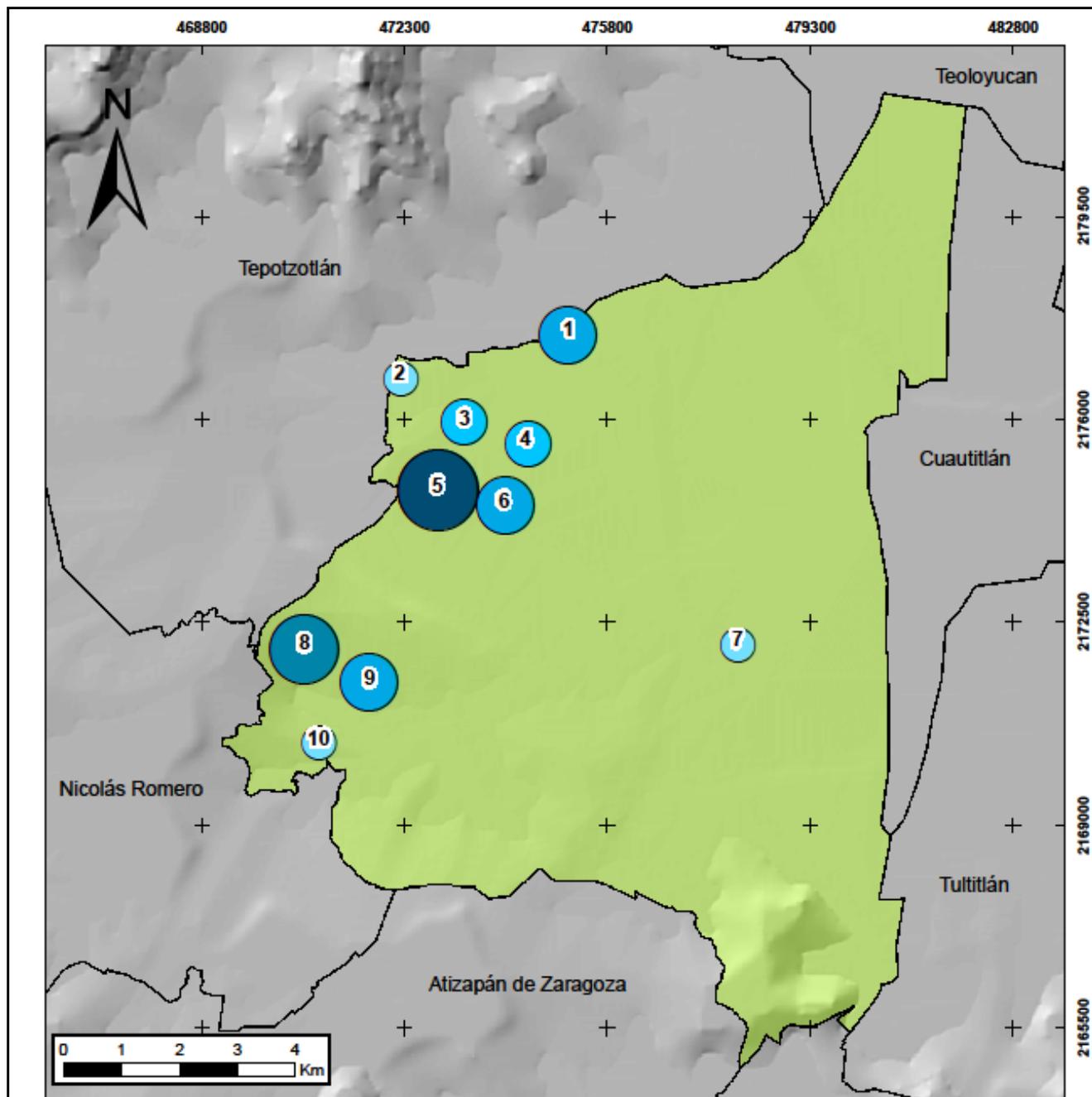
Mapa 22. Precipitación total anual de Cautitlán Izcalli como resultado de la interpolación de las estaciones climatológicas del SMN de la CNA.



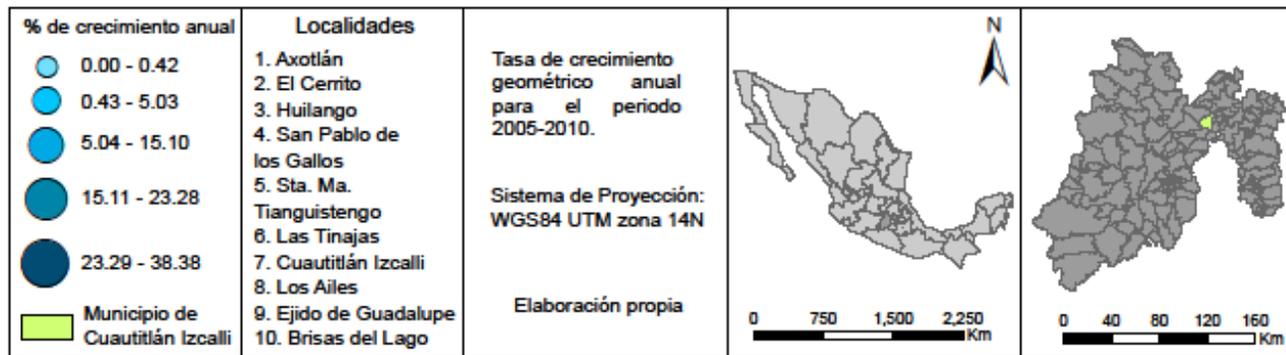
Tamaño poblacional de las localidades de Cuautitlán Izcalli



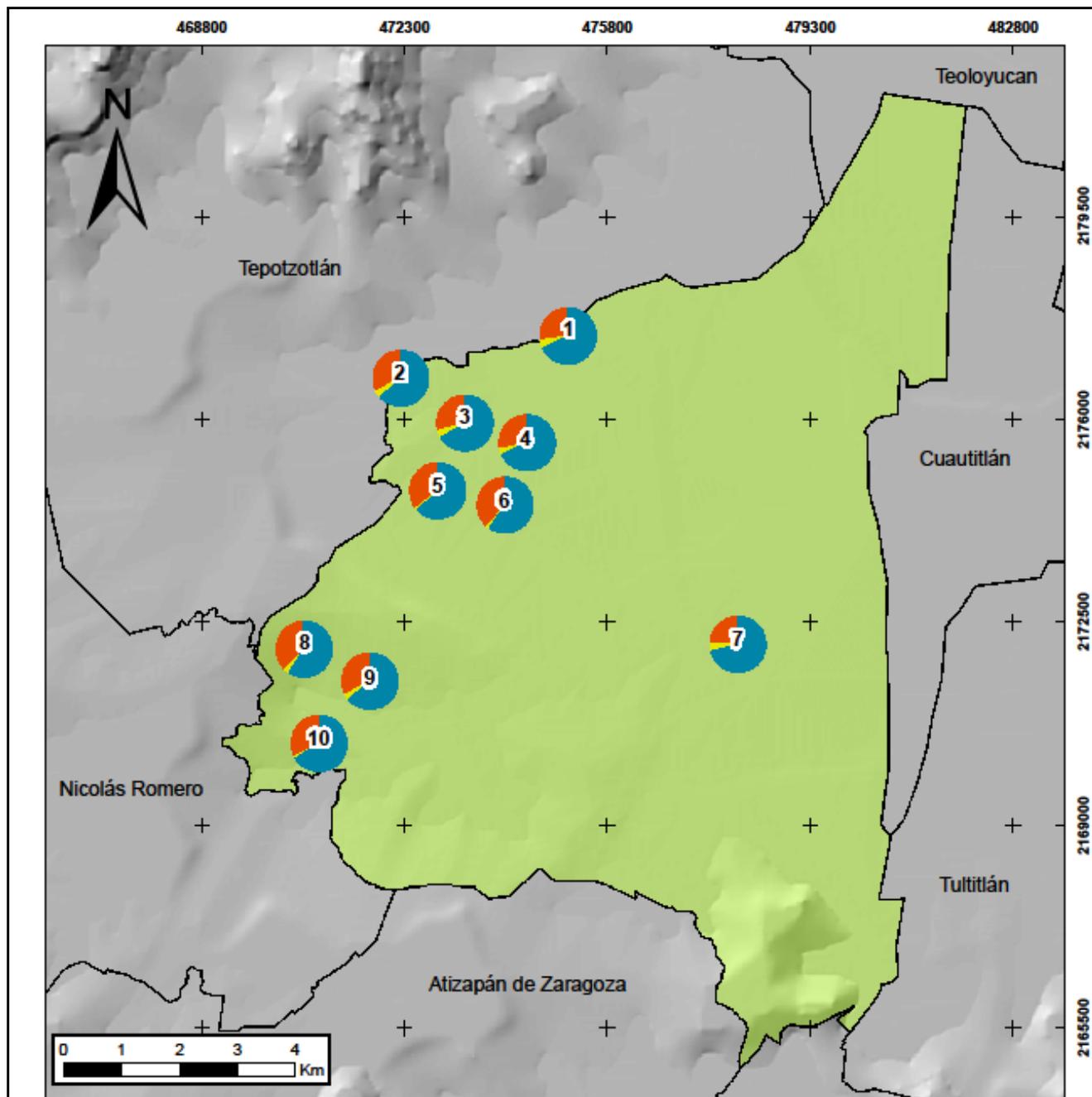
Mapa 23. Tamaño poblacional de las localidades de Cuautitlán Izcalli, basado en los datos del Censo de Población y Vivienda 2010 del INEGI.



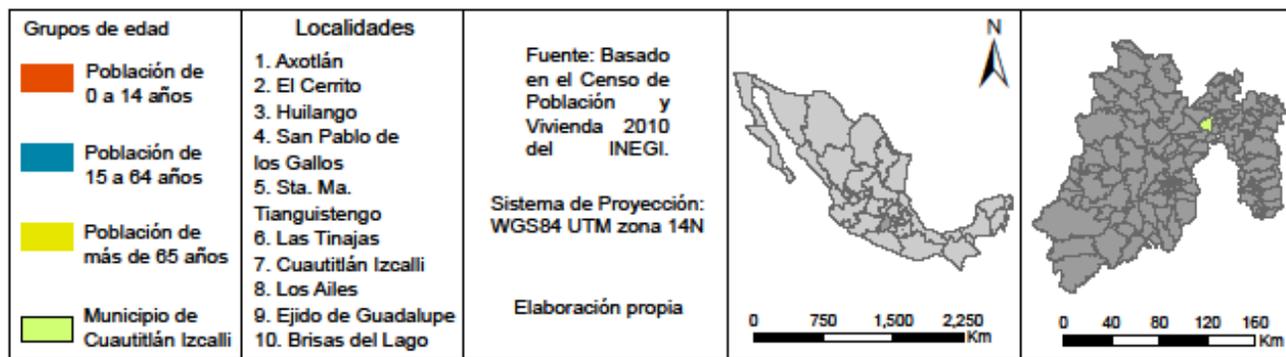
Crecimiento poblacional de las localidades de Cuautitlán Izcalli



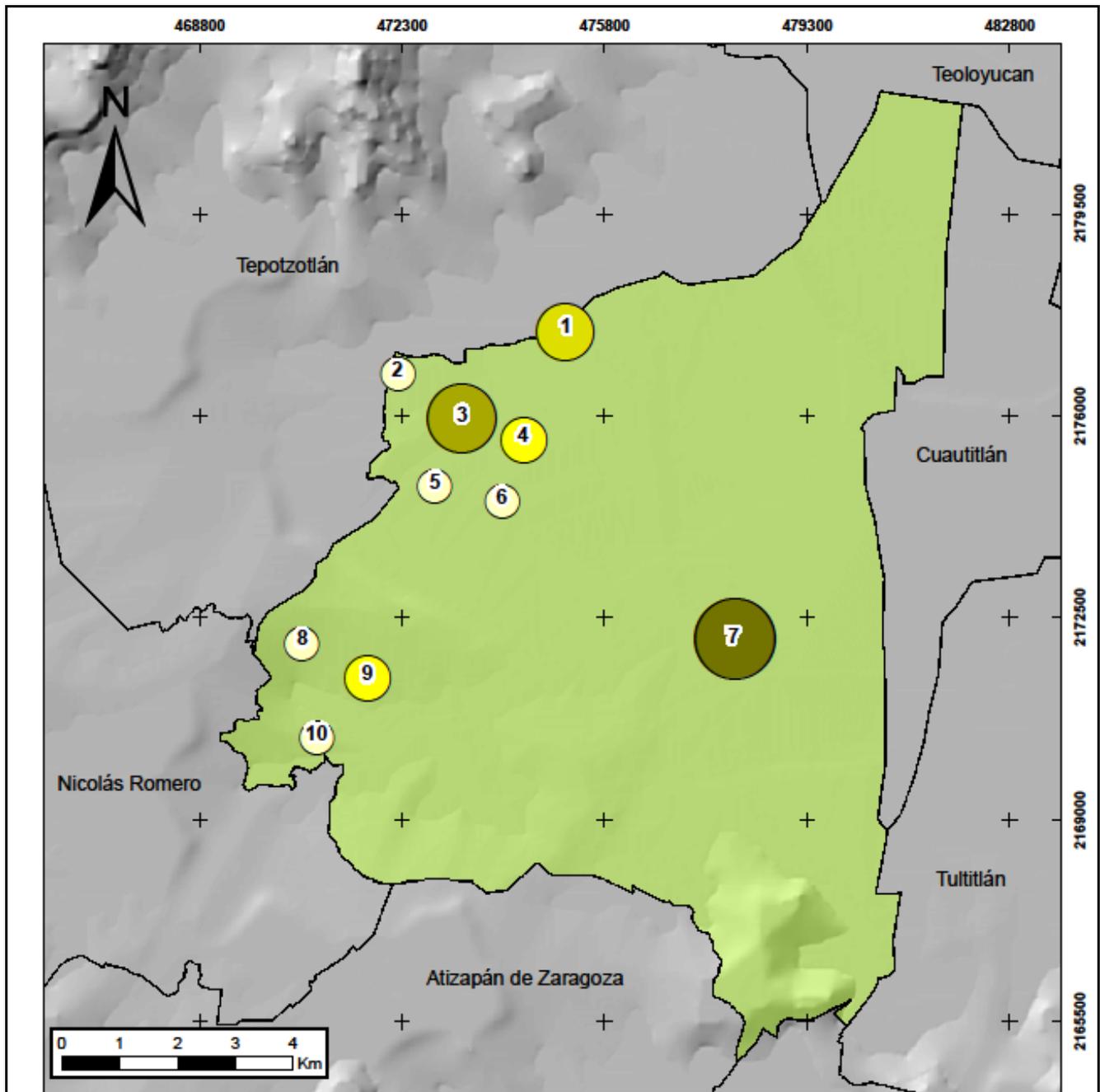
Mapa 24. Tasa de crecimiento poblacional anual basado en un modelo de crecimiento geométrico para el periodo 2005-2010, con datos obtenidos del Censo de población y vivienda 2010 y del Censo de Población y Vivienda 2005 del INEGI.



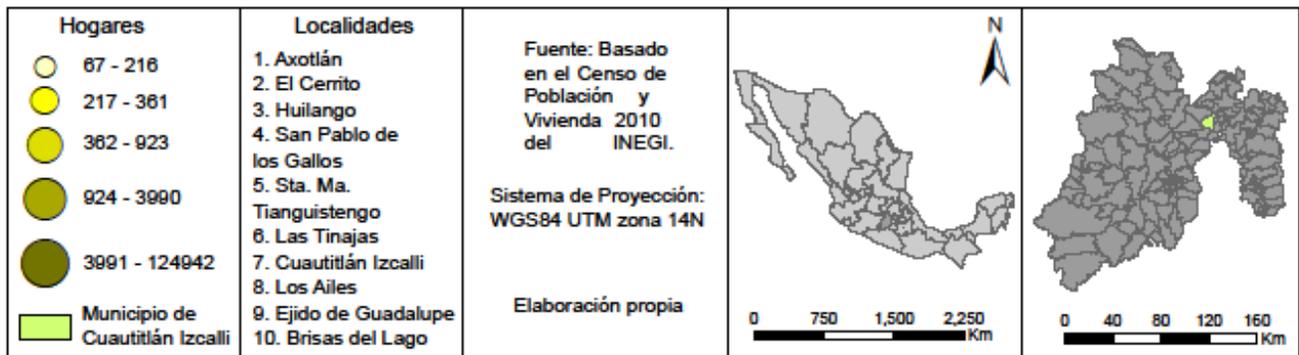
Grupos de edad de las localidades de Cuautitlán Izcalli



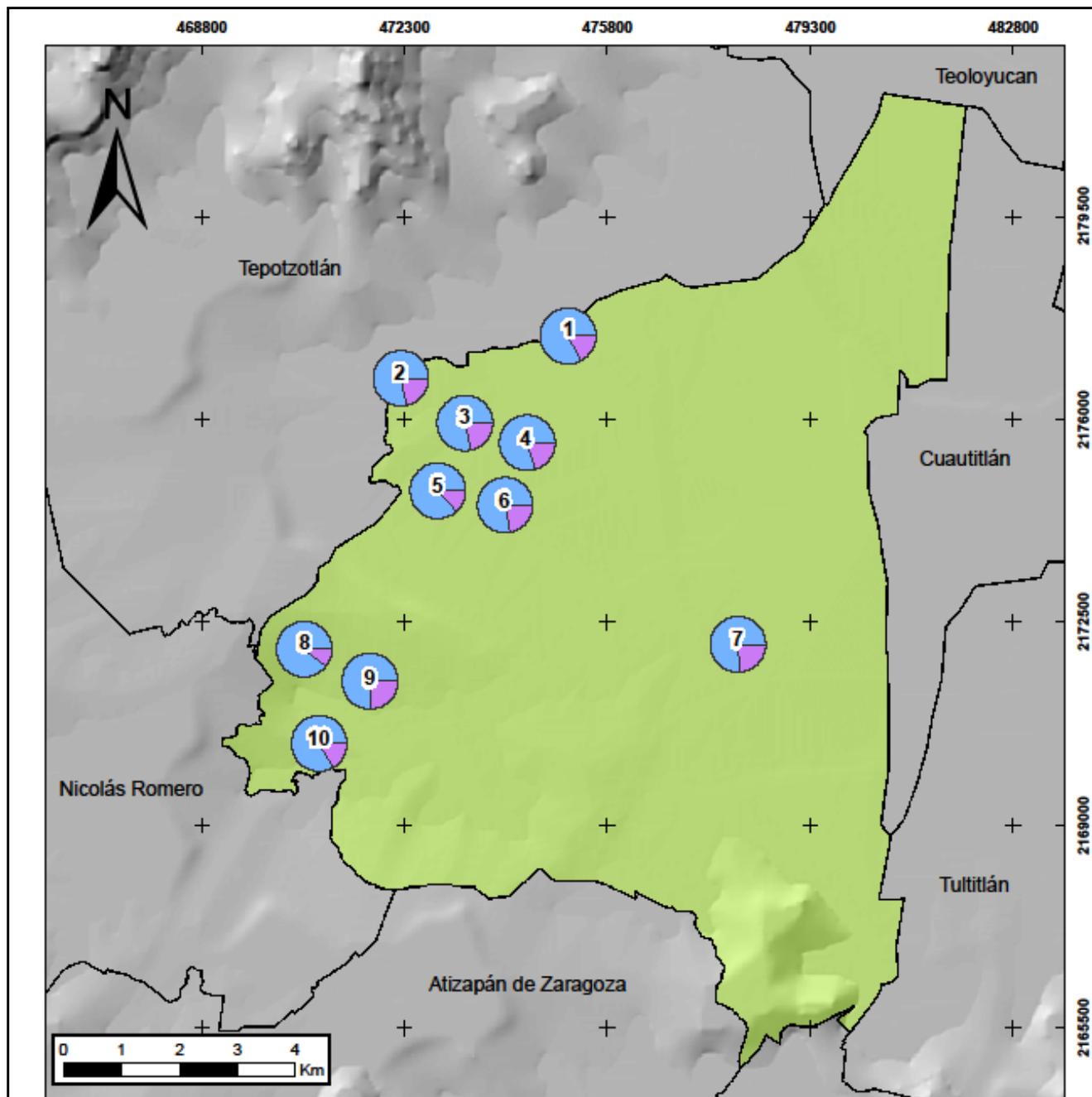
Mapa 25. Estructura poblacional representada por grupos de edad de las localidades de Cuautitlán Izcalli del 2010, basado en los datos del Censo de Población y Vivienda 2010 del INEGI.



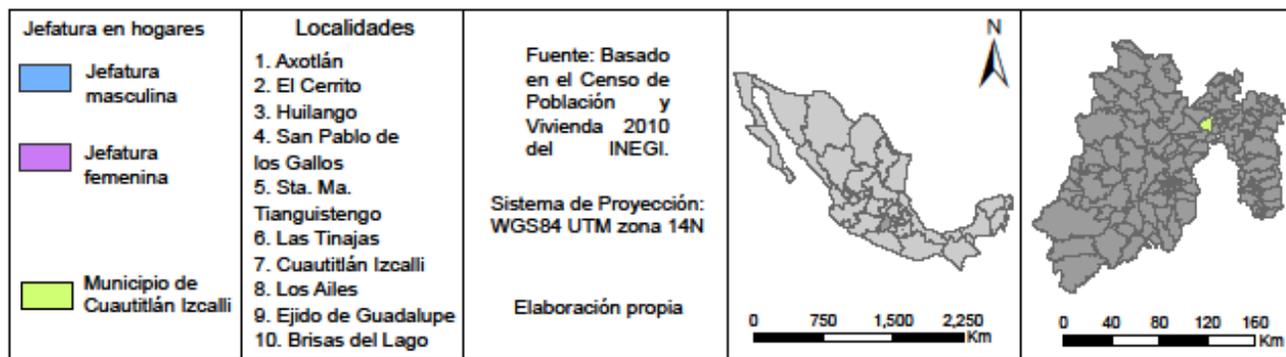
Hogares de las localidades de Cuautitlán Izcalli



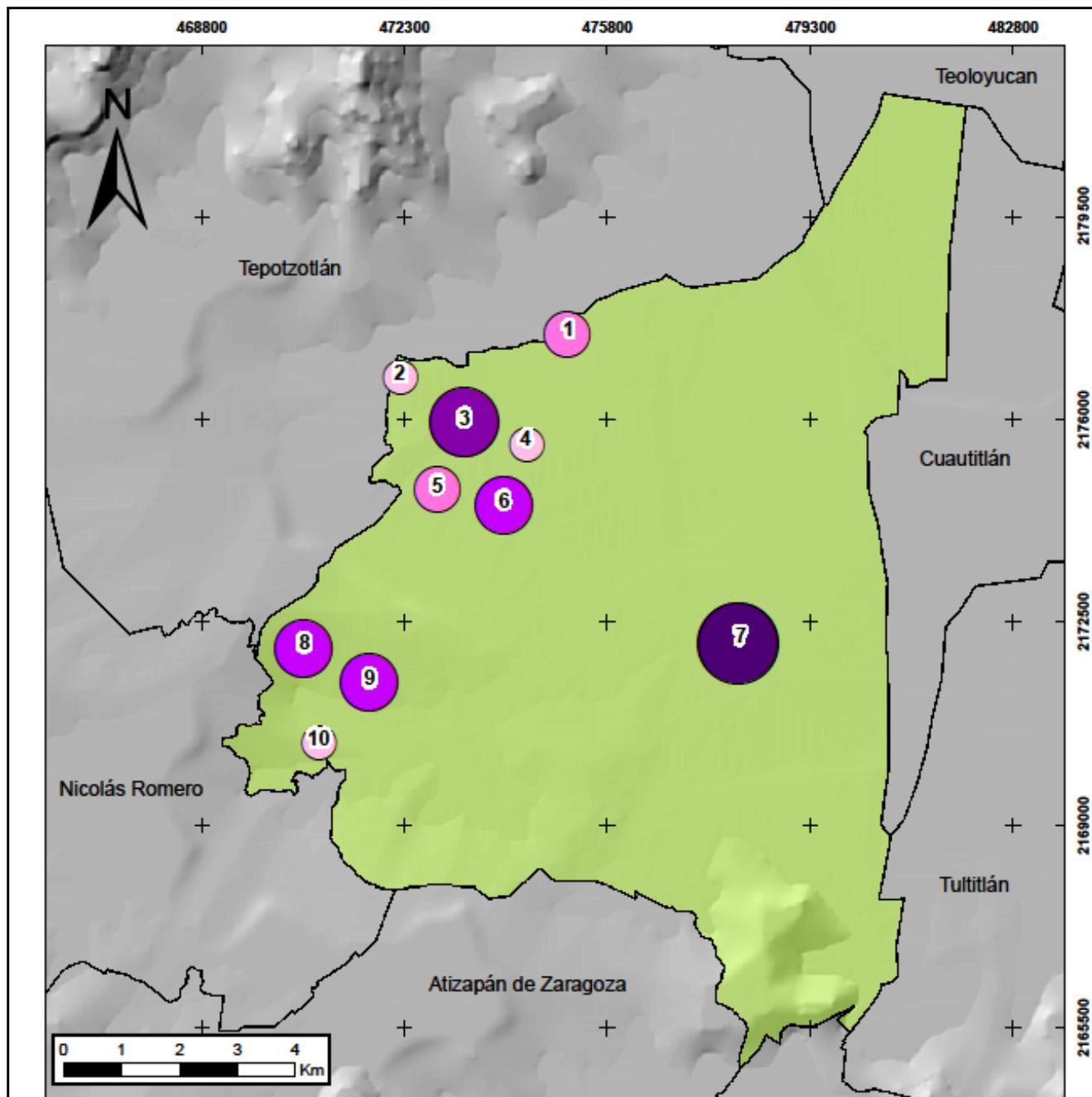
Mapa 26. Cantidad de hogares presentes en las localidades de Cuautitlán Izcalli en el año 2010, basado en los datos del Censo de Población y Vivienda 2010 del INEGI.



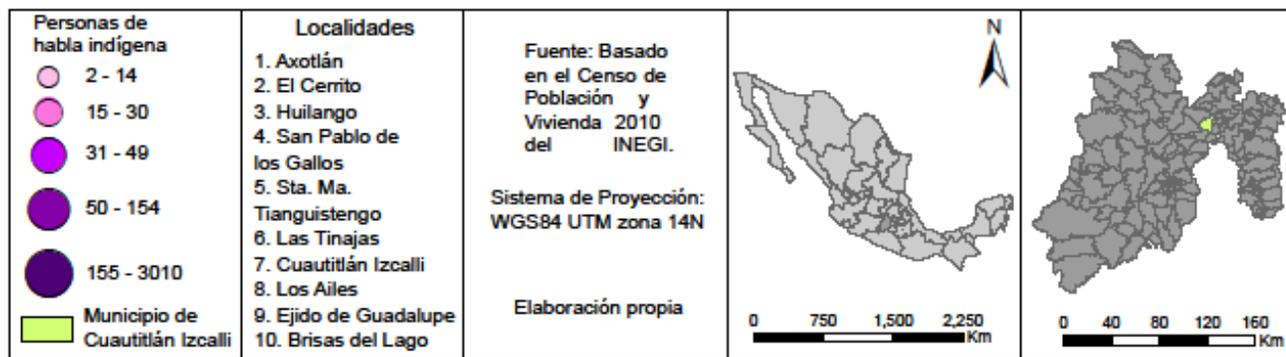
Jefatura en los hogares de las localidades de Cuautitlán Izcalli



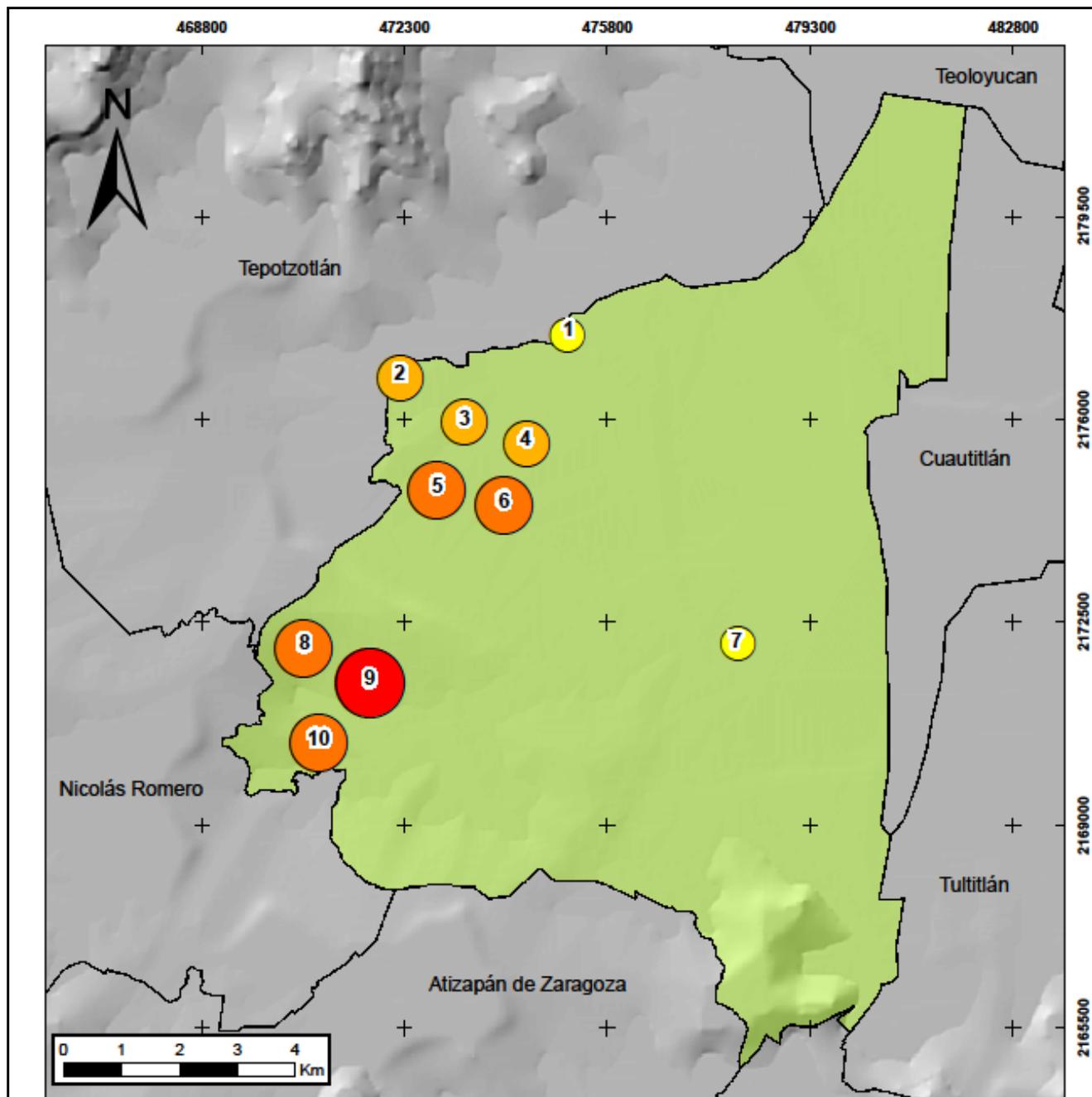
Mapa 27. Proporción de la jefatura masculina y femenina en los hogares de las localidades de Cuautitlán Izcalli en 2010, datos basados en el Censo de Población Vivienda 2010 del INEGI.



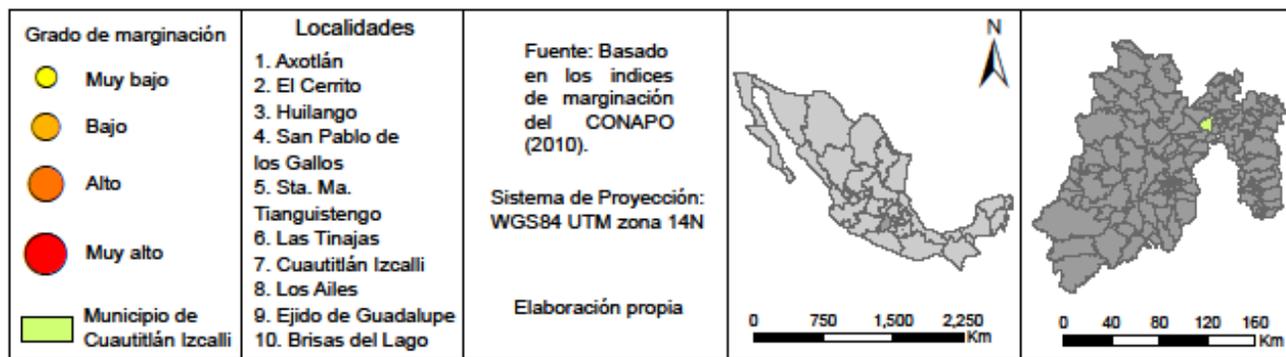
Población de habla indígena de las localidades de Cuautitlán Izcalli



Mapa. 28. Población de habla indígena en las localidades de Cuautitlán Izcalli en 2010, datos basados en el Censo de Población y Vivienda 2010 del INEGI.



Marginación de las localidades de Cuautitlán Izcalli



Mapa 29. Marginación de las localidades e Cuautitlán Izcalli en 2010, basado en los índices de marginación por localidad del CONAPO (2010).

Anexo II. Listado de especies de Cuautitlán Izcalli

REPTILES				
Familia	Nombre Científico	Nombre Común	Categoría de protección	Presencia
Colubridae	<i>Thamnophis melanogaster</i>	Culebra de agua negra	Amenazada	Lago de los lirios
Colubridae	<i>Thamnophis sp.</i>	Culebra de agua amarilla con motas oscuras	Ninguna	Lago de los lirios, Presa de Guadalupe
Colubridae	<i>Pituophis deppeii</i>	Sincuete	Amenazada	Lago de los lirios
Colubridae	<i>Nerodia sp.</i>	Culebra de agua	Ninguna	Espacios abiertos
Corytophanidae	<i>Basiliscus sp.</i>	Basilisco	Ninguna	Presa de Guadalupe
Emydidae	<i>Trachemys scripta elegans</i>	Tortuga de orejas rojas	Protección especial	Lago de los lirios
Emydidae	<i>Trachemys scripta scripta</i>	Tortuga de orejas amarillas	Protección especial	Lago de los lirios
Kinosterninae	<i>Kinosternon hirtipes</i>	Tortuga casquito o del barro	Protección especial	Lago de los lirios
Phrynosomatidae	<i>Sceloporus sp.</i>	Lagartija	Ninguna	Presa de Guadalupe, Laguna la Piedad
Phrynosomatidae	<i>Sceloporus grammicus</i>	Lagartija espinosa de mezquite	Protección especial	Presa de Guadalupe
Phrynosomatidae	<i>Sceloporus spinosus</i>	Lagartija espinosa	Ninguna	Presa de Guadalupe
Phrynosomatidae	<i>Phrynosoma orbiculare</i>	Lagartija cornuda de montaña	Amenazada	Presa de Guadalupe, espacios abiertos
Phrynosomatidae	<i>Phrynosoma sp.</i>		Ninguna	Presa de Guadalupe
Phrynosomatidae	<i>Phrynosoma orbiculare orbiculare</i>	Lagartija cornuda de montaña	Amenazada	Espacios abiertos
Trionychidae	<i>Apalone spinifera</i>	Tortuga de caparazón blando	Protección especial	Lago de los lirios

MAMÍFEROS				
Familia	Especie	Nombre Común	Categoría de protección	Presencia
Leporidae	<i>Sylvilagus floridanus</i>	Conejo castellano	Ninguna	Presa de Guadalupe
Muridae	<i>Peromyscus sp.</i>	Ratón de campo	Ninguna	Presa de Guadalupe
Muridae	<i>Reithrodontomys fulvescens</i>	Ratón cosechero leonado	Ninguna	Espacios abiertos
Muridae	<i>Reithrodontomys sp.</i>	Ratón	Ninguna	Laguna Axotlán
Muridae	<i>Sigmodon hispidus</i>	Rata algodónera	Ninguna	Espacios abiertos
Muridae	<i>Microtus sp.</i>	Roedor	Ninguna	Lago de los Lirios, Laguna Axotlán
Muridae	<i>Baiomys taylori</i>	Ratón pigmeo norteño	Ninguna	Espacios abiertos
Heteromyidae	<i>Perognathus flavus mexicanus</i>	Roedor	Ninguna	Espacios abiertos

PECES				
Familia	Especie	Nombre Común	Categoría de protección	Presencia
Cichlidae	Sin mencionar	Mojarra	Ninguna	Laguna la Piedad
Cyprinidae	<i>Cyprinus carpio</i>	Carpa común	Ninguna	Lago de los lirios, Laguna la Piedad
Cyprinidae	<i>Carassius auratus</i>	Carpa dorada	Ninguna	Lago de los lirios
Poeciliidae	Sin mencionar		Ninguna	Lago de los lirios, Laguna la Piedad

ANFÍBIOS				
Familia	Especie	Nombre Común	Categoría de protección	Presencia
Ambystomatidae	<i>Ambystoma sp.</i>	Ajolote	Ninguna	Espacios abiertos, Presa de Guadalupe
Bufo	<i>Bufo compactilis</i>	Sapo pata de pala	Ninguna	Lago de los lirios, Laguna la Piedad
Bufo	<i>Bufo sp.</i>	Sapo	Ninguna	Presa de Guadalupe
Hylidae	<i>Hyla plicata</i>	Ranita verde	Amenazada	Lago de los lirios
Hylidae	<i>Hyla sp.</i>	Rana	Ninguna	Presa de Guadalupe
Ranidae	<i>Rana catesbeiana</i>	Sapo pata de pala	Ninguna	Lago de los lirios
Ranidae	<i>Rana sp.</i>	Rana	Ninguna	Presa de Guadalupe, espacios abiertos
Scaphiopodidae	<i>Spea multiplicata</i>	Sapo pata de pala	Ninguna	Lago de los lirios
Scaphiopodidae	<i>Spea sp.</i>	Sapo	Ninguna	Espacios abiertos

AVES				
Familia	Especie	Nombre Común	Categoría de protección	Presencia
Accipitridae	<i>Accipiter sp.</i>	Gavilán	Ninguna	Lago de los Lirios
Accipitridae	<i>Accipiter striatus</i>	Gavilán pecho rufo	Protección especial	Laguna la Piedad. Presa de Guadalupe
Accipitridae	<i>Buteo jamaicensis</i>	Águila cola roja	Ninguna	Lago de los Lirios, Presa de Guadalupe, Laguna la Piedad, Parque de las Esculturas
Accipitridae	<i>Parabuteo unicinctus</i>	Aguililla rojinegra	Protección especial	Espacios abiertos
Aegithalidae	<i>Psaltriparus minimus</i>	Sastrecillo	Ninguna	Lago de los Lirios, Presa de Guadalupe, Laguna la Piedad, Parque de las Esculturas, espacios abiertos
Alcedinidae	<i>Ceryle alcyon</i>		Ninguna	Lago de los Lirios, Presa de Guadalupe, Laguna la Piedad
Alcedinidae	<i>Chloroceryle americana</i>	Martín pescador verde	Ninguna	Lago de los Lirios, Laguna la Piedad

Alcedinidae	<i>Megaceryle alcyon</i>	Martín pescador norteño	Ninguna	Lago de los Lirios
Anatidae	<i>Aix sponsa</i>	Pato arcoíris	Ninguna	Lago de los Lirios, Presa de Guadalupe
Anatidae	<i>Anas acuta</i>	Pato golondrino	Ninguna	Presa de Guadalupe, Laguna la Piedad
Anatidae	<i>Anas americana</i>	Pato chalcuán	Ninguna	Lago de los Lirios, Presa de Guadalupe, Laguna la Piedad
Anatidae	<i>Anas clypeata</i>	Pato cucharon norteño	Ninguna	Lago de los Lirios, Presa de Guadalupe, Laguna la Piedad
Anatidae	<i>Anas crecca</i>	Cerceta ala verde	Ninguna	Presa de Guadalupe, Laguna la Piedad
Anatidae	<i>Anas crecca carolinensis</i>	Cerceta ala verde	Ninguna	Lago de los Lirios
Anatidae	<i>Anas cyanoptera</i>	Cerceta canela	Ninguna	Presa de Guadalupe
Anatidae	<i>Anas cyanoptera septentrionalium</i>	Cerceta canela	Ninguna	Lago de los Lirios
Anatidae	<i>Anas discors</i>	Cerceta ala azul	Ninguna	Lago de los Lirios, Presa de Guadalupe, Laguna la Piedad
Anatidae	<i>Anas platyrhynchos</i>	Pato de collar	Ninguna	Lago de los Lirios, Parque de las Esculturas, espacios abiertos
Anatidae	<i>Anas platyrhynchos diazi</i>	Pato de collar	Amenazada	Lago de los Lirios, Presa de Guadalupe, Laguna la Piedad
Anatidae	<i>Anas platyrhynchos domesticus</i>	Pato doméstico pekinés	Ninguna	Lago de los Lirios
Anatidae	<i>Anser alfibrons</i>	Ganso careto mayor	Ninguna	Parque de las Esculturas
Anatidae	<i>Anser anser</i>	Ganso	Ninguna	Parque de las Esculturas
Anatidae	<i>Anser anser domesticus</i>	Ganso doméstico común	Ninguna	Lago de los Lirios. Parque de las Esculturas
Anatidae	<i>Anser cygnoides domesticus</i>	Ganso doméstico chino	Ninguna	Lago de los Lirios
Anatidae	<i>Anser domesticus</i>	Ganso	Ninguna	Parque de las Esculturas
Anatidae	<i>Aythya affinis</i>	Pato boludo-menor	Ninguna	Presa de Guadalupe
Anatidae	<i>Aythya collaris</i>	Pato pico anillado	Ninguna	Presa de Guadalupe, Laguna la Piedad
Anatidae	<i>Cairina moschata</i>	Pato real	Peligro de extinción	Lago de los Lirios, Presa de Guadalupe, Parque de las Esculturas
Anatidae	<i>Dendrocygna autumnalis autumnalis</i>	Pijije ala blanca	Ninguna	Lago de los Lirios
Anatidae	<i>Oxyura jamaicensis</i>	Pato tepalcate	Ninguna	Presa de Guadalupe,

				Laguna la Piedad, Lago de los Lirios
Anatidae	<i>Oxyura jamaicensis rubida</i>	Pato tepalcate	Ninguna	Lago de los Lirios
Apodidae	<i>Chaetura vauxi</i>	Vencejo de Vaux	Ninguna	Lago de los Lirios, Laguna la Piedad
Apodidae	<i>Cypseloides niger</i>	Vencejo negro	Ninguna	Presa de Guadalupe
Ardeidae	<i>Ardea alba egretta</i>	Garza blanca	Ninguna	Lago de los Lirios, Presa de Guadalupe, Laguna la Piedad
Ardeidae	<i>Ardea alba</i>	Garza blanca	Ninguna	Lago de los Lirios
Ardeidae	<i>Ardea herodias herodias (santilucae)</i>	Garza morena	Protección especial	Lago de los Lirios, Presa de Guadalupe, Laguna la Piedad
Ardeidae	<i>Bubulcus ibis</i>	Garza ganadera	Ninguna	Presa de Guadalupe, espacios abiertos
Ardeidae	<i>Bubulcus ibis ibis</i>	Garza ganadera	Ninguna	Lago de los Lirios, Presa de Guadalupe, Laguna la Piedad
Ardeidae	<i>Butorides striatus</i>		Ninguna	Lago de los Lirios, Presa de Guadalupe, Laguna la Piedad
Ardeidae	<i>Butorides virescens virescens</i>	Garceta verde	Ninguna	Lago de los Lirios
Ardeidae	<i>Egretta caerulea</i>	Garceta azul	Ninguna	Lago de los Lirios, Presa de Guadalupe, Laguna la Piedad
Ardeidae	<i>Egretta thula thula</i>	Garza pie dorado	Ninguna	Lago de los Lirios, Laguna la Piedad
Ardeidae	<i>Egretta tricolor</i>	Garceta tricolor	Ninguna	Lago de los Lirios, Laguna la Piedad
Ardeidae	<i>Ixobrychus exilis exilis</i>	Avetoro mínimo	Protección especial	Lago de los Lirios
Ardeidae	<i>Nycticorax nycticorax</i>	Perro de agua	Ninguna	Presa de Guadalupe, Lago de los Lirios
Ardeidae	<i>Nycticorax nycticorax hoactli</i>	Pedrete corona negra	Ninguna	Lago de los Lirios, Presa de Guadalupe, Laguna la Piedad
Bombycillidae	<i>Bombycilla cedrorum</i>	Chinito	Ninguna	Lago de los Lirios, Presa de Guadalupe, Laguna la Piedad
Cardinalidae	<i>Passerina caerulea, sin. Guiraca</i>	Piquigordo azul	Ninguna	Lago de los Lirios, Presa de Guadalupe, Laguna la Piedad, Parque de las Esculturas
Cardinalidae	<i>Pheucticus melanocephalus</i>	Tigrillo	Ninguna	Lago de los Lirios, Presa de Guadalupe, Laguna la Piedad, Parque de las Esculturas, espacios abiertos
Carduelinae	<i>Carduelis psaltria</i>	Jilguero dominico	Ninguna	Lago de los Lirios,

				Presa de Guadalupe, Laguna la Piedad, Parque de las Esculturas
Carduelinae	<i>Carduelis psaltria psaltria</i>	Jilguero dominico	Ninguna	Lago de los Lirios, Jardines y parques públicos
Carduelinae	<i>Carpodacus mexicanus</i>	Pinzón mexicano	Ninguna	Lago de los Lirios, Presa de Guadalupe, Laguna la Piedad, Parque de las Esculturas
Carduelinae	<i>Carpodacus mexicanus mexicanus</i>	Pinzón mexicano	Ninguna	Lago de los Lirios
Certhiidae	<i>Polioptila caerulea</i>	Perlita azul-gris	Ninguna	Lago de los Lirios, Presa de Guadalupe, Laguna la Piedad, Parque de las esculturas, espacios abiertos
Charadriidae	<i>Charadrius vociferus</i>	Chorlo tildío	Ninguna	Lago de los Lirios, Presa de Guadalupe, Laguna la Piedad, Parque de las Esculturas, espacios abiertos
Charadriidae	<i>Pluvialis dominica</i>	Chorlo dominicano	Ninguna	Presa de Guadalupe
Columbidae	<i>Columba livia</i>	Paloma doméstica	Ninguna	Lago de los Lirios, Presa de Guadalupe, Laguna la Piedad, Parque de las Esculturas, espacios abiertos
Columbidae	<i>Columbina inca</i>	Tórtola de cola larga	Ninguna	Lago de los Lirios, Presa de Guadalupe, Laguna la Piedad, Parque de las Esculturas, espacios abiertos
Columbidae	<i>Zenaida asiatica</i>	Paloma ala blanca	Ninguna	Espacios abiertos
Columbidae	<i>Zenaida macroura</i>	Paloma huilota	Ninguna	Lago de los Lirios, Presa de Guadalupe, Laguna la Piedad, Parque de las Esculturas
Emberizidae	<i>Arremonops rufivirgatus</i>	Rascador oliváceo	Ninguna	Laguna la Piedad
Emberizidae	<i>Chondestes grammacus</i>	Gorrión arlequín	Ninguna	Lago de los Lirios, Laguna la Piedad, Parque de las Esculturas, Presa de Guadalupe

Emberizidae	<i>Melospiza lincolni</i>		Ninguna	Lago de los Lirios
Emberizidae	<i>Melospiza melodia</i>	Gorrión cantor	Ninguna	Lago de los Lirios, Presa de Guadalupe, Laguna la Piedad
Emberizidae	<i>Melospiza melodia mexicana</i>	Gorrión cantor	Ninguna	Lago de los Lirios
Emberizidae	<i>Melozona fusca</i>		Ninguna	Presa de Guadalupe, Lago de los Lirios, espacios abiertos
Emberizidae	<i>Passerculus sandwichensis</i>	Gorrión sabanero	Ninguna	Lago de los Lirios, Laguna la Piedad
Emberizidae	<i>Pipilo fuscus</i>	Pájara vieja	Ninguna	Lago de los Lirios, Presa de Guadalupe, Laguna la Piedad, Parque de las Esculturas
Emberizidae	<i>Poocetes gramineus</i>	Gorrión cola blanca	Ninguna	Laguna la Piedad
Emberizidae	<i>Spizella pallida</i>	Gorrión palido	Ninguna	Lago de los Lirios, Presa de Guadalupe, Laguna la Piedad
Emberizidae	<i>Spizella passerina</i>	Gorrión de cejas blanca	Ninguna	Lago de los Lirios, Presa de Guadalupe, Laguna la Piedad, Parque de las Esculturas
Emberizidae	<i>Sporophila torqueola torqueola</i>	Semillero de collar	Ninguna	Lago de los Lirios
Falconidae	<i>Caracara cheriway</i>	Caracará común	Ninguna	Lago de los Lirios
Falconidae	<i>Falco peregrinus</i>	Halcón peregrino	Protección especial	Presa de Guadalupe
Falconidae	<i>Falco sparverius</i>	Cernícalo americano	Ninguna	Lago de los Lirios, Presa de Guadalupe, Laguna la Piedad, espacios abiertos
Fringillidae	<i>Haemorhous sp.</i>		Ninguna	Espacios abiertos, Presa de Guadalupe, Lago de los Lirios
Fringillidae	<i>Spinus psaltria</i>	Jilguero dominico	Ninguna	Espacios abiertos
Hirundinidae	<i>Hirundo rustica</i>	Golondrina tijereta	Ninguna	Parque de las Esculturas, Presa de Guadalupe, Lago de los Lirios, espacios abiertos
Hirundinidae	<i>Hirundo rustica erythrogaster</i>	Golondrina tijereta	Ninguna	Lago de los Lirios, Presa de Guadalupe, Laguna la Piedad
Hirundinidae	<i>Petrochelidon pyrrhonota</i>	Golondrina risquera	Ninguna	Lago de los Lirios, Presa de Guadalupe, Laguna la Piedad
Hirundinidae	<i>Tachycineta bicolor</i>	Golondrina bicolor	Ninguna	Lago de los Lirios, Presa de Guadalupe, Laguna la Piedad

Hirundinidae	<i>Tachycineta thalassina</i>	Golondrina verdemar	Ninguna	Laguna la Piedad
Icteridae	<i>Agelaius phoeniceus</i>	Tordo sargento	Ninguna	Lago de los Lirios, Presa de Guadalupe, Laguna la Piedad
Icteridae	<i>Icterus abeillei</i>	Bolsero de Abeillei	Ninguna	Lago de los Lirios, Presa de Guadalupe
Icteridae	<i>Icterus bullockii</i>	Bolsero calandria	Ninguna	Lago de los Lirios, Presa de Guadalupe, Laguna la Piedad
Icteridae	<i>Icterus cucullatus</i>	Bolsero encapuchado	Ninguna	Lago de los Lirios
Icteridae	<i>Icterus galbula</i>	Bolsero de Baltimore	Ninguna	Presa de Guadalupe
Icteridae	<i>Icterus pustulatus</i>	Bolsero dorso rayado	Ninguna	Lago de los Lirios
Icteridae	<i>Icterus sp.</i>	Bolsero	Ninguna	Parque de las Esculturas
Icteridae	<i>Molothrus aeneus</i>	Tordo de ojos rojos	Ninguna	Lago de los Lirios, Presa de Guadalupe, Laguna la Piedad, Parque de las esculturas, espacios abiertos
Icteridae	<i>Molothrus ater</i>	Tordo de cabeza café	Ninguna	Lago de los Lirios, Presa de Guadalupe, espacios abiertos
Icteridae	<i>Quiscalus mexicanus</i>	Zanate mexicano	Ninguna	Lago de los Lirios, Presa de Guadalupe, Laguna la Piedad, Parque de las Esculturas, espacios abiertos
Icteridae	<i>Sturnella magna</i>	Pradero Tortilla-con-chile	Ninguna	Lago de los Lirios, Presa de Guadalupe, Laguna la Piedad
Laniidae	<i>Lanius ludovicianus</i>	Verduguillo	Ninguna	Lago de los Lirios, Presa de Guadalupe, Laguna la Piedad, Parque de las Esculturas, espacios abiertos
Laridae	<i>Chlidonias niger</i>	Charrán negro	Ninguna	Laguna la Piedad
Laridae	<i>Hydroprogne caspia</i>	Charrán caspia	Ninguna	Lago de los Lirios
Laridae	<i>Larus atricilla</i>	Gaviota reidora	Ninguna	Lago de los Lirios, Presa de Guadalupe, Laguna la Piedad
Laridae	<i>Sterna sp.</i>		Ninguna	Lago de los Lirios
Mimidae	<i>Mimus polyglottos</i>	Cenzontle común	Ninguna	Lago de los Lirios, Presa de Guadalupe, Laguna la Piedad, Parque de las Esculturas

Mimidae	<i>Toxostoma curvirostre</i>	Cuitlacoche de pico curvo	Ninguna	Lago de los Lirios, Presa de Guadalupe, Laguna la Piedad, Parque de las Esculturas, espacios abiertos
Motacillidae	<i>Anthus rubescens</i>	Bisbita de agua	Ninguna	Lago de los Lirios, Presa de Guadalupe, Laguna la Piedad, Parque de las Esculturas
Pandionidae	<i>Pandion haliaetus</i>	Gavilán pescador	Ninguna	Lago de los Lirios, Laguna la Piedad
Pandionidae	<i>Pandion haliaetus corolinensis</i>	Gavilán pescador	Ninguna	Lago de los Lirios
Parulidae	<i>Cardellina pusilla</i>		Ninguna	Presa de Guadalupe
Parulidae	<i>Dendroica coronata</i>	Chipe coronado	Ninguna	Lago de los Lirios, Presa de Guadalupe, Laguna la Piedad, Parque de las Esculturas
Parulidae	<i>Dendroica nigrescens</i>	Chipe negrogrisaceo	Ninguna	Lago de los Lirios, Parque de las Esculturas
Parulidae	<i>Dendroica petechia</i>	Chipe amarillo	Ninguna	Lago de los Lirios. Parque de las Esculturas
Parulidae	<i>Dendroica pinus</i>	Chipe pinero	Ninguna	Lago de los Lirios
Parulidae	<i>Dendroica sp.</i>	Chipe	Ninguna	Lago de los Lirios, Parque de las Esculturas
Parulidae	<i>Dendroica townsendi</i>	Chipe negriamarillo	Ninguna	Lago de los Lirios, Presa de Guadalupe
Parulidae	<i>Geothlypis trichas</i>	Mascarita común	Ninguna	Lago de los Lirios, Laguna la Piedad, Parque de las Esculturas
Parulidae	<i>Geothlypis trichas melanops</i>	Mascarita común	Ninguna	Lago de los Lirios
Parulidae	<i>Geothlypis trichas occidentalis</i>	Mascarita común	Ninguna	Lago de los Lirios
Parulidae	<i>Mniotilta varia</i>	Chipe trepador	Ninguna	Lago de los Lirios, Laguna la Piedad, Parque de las Esculturas
Parulidae	<i>Myioborus miniatus</i>	Chipe de montaña	Ninguna	Presa de Guadalupe
Parulidae	<i>Myioborus pictus</i>	Chipe de alas blanca	Ninguna	Lago de los Lirios
Parulidae	<i>Oreothlypis ruficapilla</i>		Ninguna	Lago de los Lirios
Parulidae	<i>Setophaga coronata</i>		Ninguna	Espacios abiertos, Presa de Guadalupe, Lago de los Lirios

Parulidae	<i>Vermivora celata</i>	Chipe corona naranja	Ninguna	Lago de los Lirios, Presa de Guadalupe, Laguna la Piedad
Parulidae	<i>Vermivora ruficapilla</i>	Chipe de coronilla roja	Ninguna	Lago de los Lirios, Presa de Guadalupe
Parulidae	<i>Vermivora sp.</i>	Chipe	Ninguna	Parque de las Esculturas
Parulidae	<i>Wilsonia pusilla</i>	Chipe corona negra	Ninguna	Lago de los Lirios, Presa de Guadalupe, Laguna la Piedad, Parque de las Esculturas
Passeridae	<i>Passer domesticus</i>	Gorrión doméstico	Ninguna	Lago de los Lirios, Presa de Guadalupe, Laguna la Piedad, Parque de las Esculturas, espacios abiertos
Pelecanidae	<i>Pelecanus erythrorhynchos</i>	Pelícano blanco	Ninguna	Lago de los Lirios, Presa de Guadalupe
Picidae	<i>Melanerpes aurifrons</i>	Carpintero cheje	Ninguna	Presa de Guadalupe, Laguna la Piedad, Parque de las Esculturas, Espacios abiertos
Picidae	<i>Picoides scalaris</i>	Carpintero mexicano	Ninguna	Lago de los Lirios, Presa de Guadalupe, Laguna la Piedad, Parque de las Esculturas
Picidae	<i>Sphyrapicus varius</i>	Carpintero chupa savia	Ninguna	Lago de los Lirios, Laguna la Piedad, Parque de las Esculturas, Presa de Guadalupe
Podicipedidae	<i>Podiceps nigricollis</i>	Zambullidor orejudo	Ninguna	Lago de los Lirios, Presa de Guadalupe, Laguna la Piedad
Podicipedidae	<i>Podilymbus podiceps</i>	Zambullidor pico grueso	Ninguna	Lago de los Lirios
Podicipedidae	<i>Podilymbus podiceps podiceps</i>	Zambullidor pico grueso	Ninguna	Lago de los Lirios, Presa de Guadalupe, Laguna la Piedad
Podicipedidae	<i>Tachybaptus dominicus</i>	Zambullidor menor	Ninguna	Lago de los Lirios, Laguna la Piedad
Psittacidae	<i>Amazona albifrons</i>	Loro de frente blanca	Protección especial	Lago de los Lirios
Psittacidae	<i>Amazona autumnalis</i>	Loro cachete amarillo	Ninguna	Presa de Guadalupe, Laguna la Piedad
Psittacidae	<i>Amazona sp.</i>	Loro	Ninguna	Lago de los Lirios
Psittacidae	<i>Melopsittacus undulatus</i>		Ninguna	Presa de Guadalupe
Psittacidae	<i>Myiopsitta monachus</i>	Cotorra gris	Ninguna	Lago de los Lirios

Rallidae	<i>Fulica americana</i>	Gallareta americana	Ninguna	Presa de Guadalupe, Lago de los Lirios
Rallidae	<i>Fulica americana americana</i>	Gallareta americana	Ninguna	Lago de los Lirios, Presa de Guadalupe, Laguna la Piedad
Rallidae	<i>Gallinula chloropus cachinnans</i>	Gallineta frente roja	Ninguna	Lago de los Lirios, Presa de Guadalupe
Rallidae	<i>Gallinula galeata</i>		Ninguna	Lago de los Lirios
Rallidae	<i>Porzana carolina</i>	Polluela sora	Ninguna	Lago de los Lirios, Presa de Guadalupe
Recurvirostridae	<i>Himantopus mexicanus</i>	Candelero americano	Ninguna	Lago de los Lirios, Presa de Guadalupe, Laguna la Piedad
Recurvirostridae	<i>Himantopus mexicanus mexicanus</i>	Candelero americano	Ninguna	Lago de los Lirios
Regulidae	<i>Regulus calendula</i>	Reyezuelo de corona roja	Ninguna	Lago de los Lirios, Presa de Guadalupe, Laguna la Piedad
Scolopacidae	<i>Actitis macularius</i>	Playero alzacolita	Ninguna	Lago de los Lirios, Presa de Guadalupe, Laguna la Piedad, Parque de las Esculturas
Scolopacidae	<i>Calidris bairdii</i>	Playero de Baird	Ninguna	Lago de los Lirios, Presa de Guadalupe, Laguna la Piedad
Scolopacidae	<i>Calidris minutilla</i>	Playero chichicuilote	Ninguna	Lago de los Lirios, Presa de Guadalupe, Laguna la Piedad
Scolopacidae	<i>Gallinago delicata</i>	Agachona común	Ninguna	Lago de los Lirios
Scolopacidae	<i>Gallinago gallinago</i>	Agachona común	Ninguna	Lago de los Lirios, Presa de Guadalupe, Laguna la Piedad
Scolopacidae	<i>Limnodromus scolopaceus</i>	Costurero pico largo	Ninguna	Lago de los Lirios, Presa de Guadalupe, Laguna la Piedad
Scolopacidae	<i>Phalaropus tricolor</i>	Falaropo pico largo	Ninguna	Presa de Guadalupe, Laguna la Piedad
Scolopacidae	<i>Tringa flavipes</i>	Patamarilla menor	Ninguna	Lago de los Lirios, Presa de Guadalupe, Laguna la Piedad
Scolopacidae	<i>Tringa melanoleuca</i>	Patamarilla mayor	Ninguna	Lago de los Lirios
Scolopacidae	<i>Tringa solitaria</i>	Playero solitario	Ninguna	Presa de Guadalupe
Sturnidae	<i>Sturnus vulgaris</i>	Estornino común	Ninguna	Lago de los Lirios, Presa de Guadalupe, Laguna la Piedad, espacios abiertos
Thraupidae	<i>Piranga rubra</i>	Tángara roja	Ninguna	Lago de los Lirios
Threskiornithidae	<i>Plegadis chihi</i>	Ibis cara blanca	Ninguna	Lago de los Lirios, Presa de Guadalupe, Laguna la Piedad
Trochilidae	<i>Amazilia beryllina</i>	Colibrí berilo	Ninguna	Lago de los Lirios,

				Presa de Guadalupe
Trochilidae	<i>Cyanthus latirostris</i>	Colibrí pico ancho	Ninguna	Lago de los Lirios, Presa de Guadalupe, Laguna la Piedad, Parque de las Esculturas
Trochilidae	<i>Hylocharis leucotis</i>	Zafiro oreja blanca	Ninguna	Presa de Guadalupe
Trochilidae	<i>Lampornis clemenciae</i>	Colibrí garganta azul	Ninguna	Laguna la Piedad, Parque de las Esculturas
Troglodytidae	<i>Cistothorus palustris</i>	Chivirín pantanero	Ninguna	Lago de los Lirios, Presa de Guadalupe, Laguna la Piedad
Troglodytidae	<i>Thryomanes bewickii</i>	Saltapared común	Ninguna	Lago de los Lirios, Presa de Guadalupe, Laguna la Piedad, espacios abiertos
Troglodytidae	<i>Troglodytes aedon</i>	Chivirín saltapared	Ninguna	Presa de Guadalupe
Troglodytidae	<i>Troglodytes sp.</i>	Chivirín	Ninguna	Parque de las Esculturas
Turdidae	<i>Turdus migratorius</i>	Zozal de pecho rojo	Ninguna	Lago de los Lirios, Presa de Guadalupe, Laguna la Piedad, Parque de las Esculturas, espacios abiertos
Turdidae	<i>Turdus rufopalliatus</i>	Primavera de dorso rojizo	Ninguna	Lago de los Lirios, Presa de Guadalupe, Laguna la Piedad, Parque de las Esculturas
Tyrannidae	<i>Contopus cooperi</i>	Pibí boreal	Ninguna	Lago de los Lirios
Tyrannidae	<i>Contopus sordidulus</i>	Pibí occidental	Ninguna	Lago de los Lirios, Laguna la Piedad
Tyrannidae	<i>Empidonax flaviventris</i>	Mosquero vientre amarillo	Ninguna	Lago de los Lirios
Tyrannidae	<i>Empidonax fulvifrons</i>	Mosquero pecho leonado	Ninguna	Presa de Guadalupe, Laguna la Piedad
Tyrannidae	<i>Empidonax minimus</i>	Mosquero	Ninguna	Lago de los Lirios, Presa de Guadalupe, Laguna la Piedad, Parque de las Esculturas
Tyrannidae	<i>Empidonax sp.</i>	Mosquero	Ninguna	Lago de los Lirios
Tyrannidae	<i>Pyrocephalus rubinus</i>	Mosquero cardenal	Ninguna	Parque de las Esculturas, Presa de Guadalupe, Lago de los Lirios, espacios abiertos
Tyrannidae	<i>Pyrocephalus rubinus mexicanus</i>	Mosquero cardenal	Ninguna	Lago de los Lirios, Presa de Guadalupe,

				Laguna la Piedad
Tyrannidae	<i>Sayornis nigricans</i>	Papamoscas negro	Ninguna	Lago de los Lirios, Presa de Guadalupe, Laguna la Piedad
Tyrannidae	<i>Sayornis phoebe</i>	Papamoscas Fíbí	Ninguna	Lago de los Lirios, Presa de Guadalupe
Tyrannidae	<i>Sayornis saya</i>	Papamoscas llanero	Ninguna	Presa de Guadalupe, Laguna la Piedad
Tyrannidae	<i>Sayornis sp.</i>	Mosquero	Ninguna	Lago de los Lirios
Tyrannidae	<i>Tyrannus forficatus</i>	Tirano tijereta-rosado	Ninguna	Laguna la Piedad
Tyrannidae	<i>Tyrannus verticalis</i>	Tirano pálido	Ninguna	Lago de los Lirios
Tyrannidae	<i>Tyrannus vociferans</i>	Tirano gritón	Ninguna	Lago de los Lirios, Presa de Guadalupe, Laguna la Piedad, espacios abiertos
Tytonidae	<i>Tyto alba</i>	Lechuza blanca	Ninguna	Lago de los Lirios, Laguna la Piedad. Presa de Guadalupe
Vireonidae	<i>Vireo bellii</i>	Vireo de bell	Ninguna	Parque de las esculturas
Vireonidae	<i>Vireo cassinii</i>	Vireo de cassin	Ninguna	Laguna la Piedad

PLANTAS				
Familia	Especie	Nombre Común	Categoría de protección	Presencia
Alismataceae	<i>Sagittaria macrophylla</i>	Hoja flecha	Amenazada	Lago de los lirios, espacios abiertos
Altingiaceae	<i>Liquidambar styraciflua</i>	Liquidámbar	Ninguna	Jardines y parques públicos
Amaranthaceae	<i>Amaranthus hybridus</i>	Biedo, quintonil, quelite	Ninguna	Lago de los Lirios, Presa de Guadalupe
Amaranthaceae	<i>Gomphrena decumbens</i>	Amor seco, cabezona	Ninguna	Presa de Guadalupe
Anacardiaceae	<i>Schinus molle</i>	Pirúl	Ninguna	Lago de los Lirios, Presa de Guadalupe, Laguna la Piedad, jardines y parques públicos
Anacardiaceae	<i>Schinus terebinthifolius</i>	Pirúl japonés	Ninguna	Jardines y parques públicos
Apiaceae	<i>Berula erecta</i>		Ninguna	Laguna Axotlán, Lago de los Lirios, Laguna la Piedad, espacios abiertos
Apocynaceae	<i>Matelea pedunculata</i>		Ninguna	Espacios abiertos
Apocynaceae	<i>Metastelma angustifolium</i>		Ninguna	Espacios abiertos
Araceae	<i>Lemna gibba</i>	Lentejilla o chichicastle	Ninguna	Lago de los lirios, río Cuautitlán, espacios abiertos
Araceae	<i>Lemna minor</i>	Lentejilla o	Ninguna	Lago de los lirios

		chichicastle		
Araceae	<i>Wolffia columbiana</i>		Ninguna	Espacios abiertos
Araliaceae	<i>Hydrocotyle ranunculoides</i>		Ninguna	Espacios abiertos
Araliaceae	<i>Hydrocotyle sp.</i>	Paragüitas	Ninguna	Lago de los lirios, Laguna la Piedad
Araucariaceae	<i>Araucaria heterophylla</i>	Araucaria	Ninguna	Jardines y parques públicos
Arecaceae	<i>Washingtonia robusta</i>	Palmera	Ninguna	Jardines y parques públicos
Asparagaceae	<i>Agave sp.</i>	Maguey	Ninguna	Laguna la Piedad
Asparagaceae	<i>Yucca elephantipes</i>	Yuca	Ninguna	Jardines y parques públicos
Asteraceae	<i>Ambrosia psilostachia</i>		Ninguna	Lago de los Lirios
Asteraceae	<i>Bidens odorata</i>		Ninguna	Lago de los Lirios, Presa de Guadalupe, Laguna la Piedad
Asteraceae	<i>Conyza canadensis</i>		Ninguna	Lago de los Lirios, Laguna la Piedad
Asteraceae	<i>Cosmos bipinnatus</i>	Mirasol, girasol morado	Ninguna	Lago de los Lirios, Presa de Guadalupe, Laguna la Piedad, espacios abiertos
Asteraceae	<i>Dyssodia papposa</i>	Flamenquilla	Ninguna	Espacios abiertos, Presa de Guadalupe
Asteraceae	<i>Dyssodia pinnata</i>		Ninguna	Espacios abiertos
Asteraceae	<i>Gnaphalium arizonicum</i>	Gordolobo	Ninguna	Laguna la Piedad
Asteraceae	<i>Gnaphalium brachtipterum</i>	Gordolobo	Ninguna	Presa de Guadalupe
Asteraceae	<i>Gnaphalium luteoalbum</i>		Ninguna	Laguna la Piedad
Asteraceae	<i>Grindelia inuloides</i>		Ninguna	Espacios abiertos, jardines y parques públicos
Asteraceae	<i>Helenium mexicanum</i>		Ninguna	Espacios abiertos
Asteraceae	<i>Lactuca virosa</i>	Lechuga salvaje	Ninguna	Espacios abiertos
Asteraceae	<i>Perymenium mendezii mendezii</i>		Ninguna	Espacios abiertos
Asteraceae	<i>Sanvitalia procumbens</i>	Ojo de loro, ojo de gallo	Ninguna	Lago de los Lirios, Laguna la Piedad
Asteraceae	<i>Senecio callosus</i>		Ninguna	Presa de Guadalupe
Asteraceae	<i>Senecio vulgaris</i>	Senecio	Ninguna	Presa de Guadalupe
Asteraceae	<i>Simsia amplexicaulis</i>	Aucaulillo	Ninguna	Espacios abiertos
Asteraceae	<i>Stevia tomentosa</i>		Ninguna	Espacios abiertos
Asteraceae	<i>Tagetes lucida</i>	Pericón	Ninguna	Presa de Guadalupe, espacios abiertos
Asteraceae	<i>Taraxacum officinale</i>	Diente de león	Ninguna	Lago de los Lirios, Presa de Guadalupe, Laguna la Piedad
Asteraceae	<i>Tithonia tubaeformis</i>	Achual, gigantón	Ninguna	Lago de los Lirios, Presa de Guadalupe,

				Laguna la Piedad, espacios abiertos
Asteraceae	<i>Trichocoronis sessilifolia</i>		Ninguna	Espacios abiertos
Betulaceae	<i>Alnus acuminata</i>	Aile	Ninguna	Jardines y parques públicos
Betulaceae	<i>Alnus sp.</i>	Aile	Ninguna	Lago de los lirios, río Cuautitlán
Bignoniaceae	<i>Jacaranda mimosaeifolia</i>	Jacaranda	Ninguna	Jardines y parques públicos
Brassicaceae	<i>Diplotaxis muralis</i>	Mostaza	Ninguna	Jardines y parques públicos
Brassicaceae	<i>Lepidium virginicum</i>	Lentejilla	Ninguna	Laguna la Piedad, Espacios abiertos
Brassicaceae	<i>Raphanus raphanistrum</i>	Rabanillo, nabo blanco	Ninguna	Laguna la Piedad
Cactaceae	<i>Opuntia sp.</i>	Nopal	Ninguna	Presa de Guadalupe
Caryophyllaceae	<i>Arenaria bourgaei</i>		Ninguna	Espacios abiertos
Casuarinaceae	<i>Casuarina equisetifolia</i>	Casuarina	Ninguna	Lago de los Lirios, Jardines y parques públicos
Clethraceae	<i>Clethra mexicana</i>	Jaboncillo	Ninguna	Espacios abiertos
Commelinaceae	<i>Commelina coelestis</i>	Hierba del pollo, quesadilla	Ninguna	Presa de Guadalupe
Convolvulaceae	<i>Ipomoea purpurea</i>	campanita, manto de virgen	Ninguna	Presa de Guadalupe
Cucurbitaceae	<i>Cucurbita sp.</i>	Calabaza	Ninguna	Laguna la Piedad
Cucurbitaceae	<i>Sicyos deppei</i>		Ninguna	Presa de Guadalupe
Cupressaceae	<i>Cupressus lindleyi</i>	Cedro blanco	Ninguna	Jardines y parques públicos
Cupressaceae	<i>Cupressus macrocarpa</i>	Cedro limón	Ninguna	Jardines y parques públicos
Cupressaceae	<i>Cupressus sempervirens</i>	Ciprés italiano	Ninguna	Jardines y parques públicos
Cupressaceae	<i>Juniperus sp.</i>	Enebro	Ninguna	Lago de los Lirios
Cupressaceae	<i>Taxodium mucronatum</i>	Ahuehuate	Ninguna	Lago de los lirios
Cupressaceae	<i>Thuja orientalis</i>	Tulia	Ninguna	Jardines y parques públicos
Cyperaceae	<i>Bulbostylis juncoides</i>		Ninguna	Laguna la Piedad
Cyperaceae	<i>Cyperus flavescens</i>		Ninguna	Laguna la Piedad
Cyperaceae	<i>Cyperus hermaphroditus</i>	Tulillo	Ninguna	Lago de los Lirios
Cyperaceae	<i>Cyperus sp.</i>	Coquillo, Tulillo	Ninguna	Lago de los lirios, pocita de Sta. Ma. las Torres
Cyperaceae	<i>Eleocharis densa</i>	Junco, Carrizo	Ninguna	Espacios abiertos
Cyperaceae	<i>Eleocharis dombeyana</i>	Junco, Carrizo	Ninguna	Espacios abiertos
Cyperaceae	<i>Eleocharis macrostachya</i>	Junco, Carrizo	Ninguna	Espacios abiertos
Cyperaceae	<i>Eleocharis montevidensis</i>	Junco, Carrizo	Ninguna	Espacios abiertos

Cyperaceae	<i>Eleocharis sp.</i>	Junco, Carrizo	Ninguna	Lago de los lirios
Cyperaceae	<i>Schoenoplectus americanus</i>	Tulillo, Junco	Ninguna	Lago de los lirios
Cyperaceae	<i>Schoenoplectus californicus</i>	Totora	Ninguna	Espacios abiertos
Euphorbiaceae	<i>Euphorbia cuphosperma</i>		Ninguna	Espacios abiertos
Euphorbiaceae	<i>Ricinus communis</i>	Higuerilla, ricino	Ninguna	Laguna la Piedad
Fabaceae	<i>Acacia longifolia</i>	Acacia	Ninguna	Jardines y parques públicos
Fabaceae	<i>Acacia retinoides</i>	Acacia	Ninguna	Jardines y parques públicos
Fabaceae	<i>Acacia schaffneri</i>	Mezquite	Ninguna	Presa de Guadalupe
Fabaceae	<i>Cassia tomentosa</i>	Retama	Ninguna	Jardines y parques públicos
Fabaceae	<i>Crotalaria pumila</i>	Romerillo, tronadora	Ninguna	Lago de los Lirios
Fabaceae	<i>Dalea leporina</i>		Ninguna	Laguna la Piedad
Fabaceae	<i>Dalea sericea</i>		Ninguna	Laguna la Piedad
Fabaceae	<i>Dalea versicolor</i>		Ninguna	Lago de los Lirios
Fabaceae	<i>Dalea zimapanica</i>		Ninguna	Presa de Guadalupe
Fabaceae	<i>Erythrina coralloides</i>	Colorín	Amenazada	Laguna la Piedad, jardines y parques públicos
Fabaceae	<i>Lupinus mexicanus</i>		Ninguna	Espacios abiertos
Fabaceae	<i>Medicago polymorpha</i>	Trébol	Ninguna	Lago de los Lirios, Presa de Guadalupe, Laguna la Piedad
Fabaceae	<i>Mimosa aculeaticarpa</i>	Huizache	Ninguna	Presa de Guadalupe
Fabaceae	<i>Phaseolus vulgaris</i>	Frijol	Ninguna	Laguna la Piedad
Fagaceae	<i>Quercus mexicana</i>	Encino	Ninguna	Presa de Guadalupe
Fagaceae	<i>Quercus obtusata</i>	Encino blanco	Ninguna	Presa de Guadalupe
Haloragaceae	<i>Myriophyllum aquaticum (sin. Brasiliense)</i>	Cola de zorro acuática	Ninguna	Espacios abiertos
Hydrocharitaceae	<i>Hydromystria laevigata</i>	Tapalacate	Ninguna	Lago de los lirios, río Cuautitlán, espacios abiertos
Juncaceae	<i>Juncus ebracteatus</i>	Junco	Ninguna	Espacios abiertos
Juncaceae	<i>Juncus effusus</i>	Junco	Ninguna	Lago de los lirios, río Cuautitlán, espacios abiertos
Juncaceae	<i>Juncus microcephalus</i>	Junco	Ninguna	Espacios abiertos, jardines y parques públicos
Juncaceae	<i>Juncus tenuis dichotomus</i>	Junco	Ninguna	Espacios abiertos
Juncaceae	<i>Juncus trinervis</i>	Junco	Ninguna	Espacios abiertos
Lamiaceae	<i>Salvia polystachya</i>	Achián	Ninguna	Lago de los Lirios
Lamiaceae	<i>Salvia prunelloides</i>		Ninguna	Espacios abiertos
Lauraceae	<i>Persea americana</i>	Aguacate	Ninguna	Jardines y parques

				públicos
Lentibulariaceae	<i>Utricularia gibba</i>		Ninguna	Espacios abiertos
Liliaceae	<i>Calochortus barbatus</i>	Ayatito	Ninguna	Laguna la Piedad
Malvaceae	<i>Sphaeralcea angustifolia</i>	Hierba del negro	Ninguna	Laguna la Piedad
Malvaceae	<i>Urocarpidium limense</i>		Ninguna	Espacios abiertos
Marcileaceae	<i>Marsilea mollis</i>	Trébol de agua	Ninguna	Lago de los lirios
Menyanthaceae	<i>Nymphoides fallax</i>	Nenúfar, ninfa	Ninguna	Espacios abiertos
Moraceae	<i>Ficus benjamina</i>	Ficus	Ninguna	Jardines y parques públicos
Moraceae	<i>Ficus elastica</i>	Hule	Ninguna	Jardines y parques públicos
Moraceae	<i>Ficus retusa</i>	Laurel de la India	Ninguna	Jardines y parques públicos
Myrtaceae	<i>Eucalyptus camaldulensis</i>	Eucalipto, alcanfor	Ninguna	Lago de los Lirios, Presa de Guadalupe, Laguna la Piedad, jardines y parques públicos
Myrtaceae	<i>Eucalyptus globulus</i>	Alcanfor gigante	Ninguna	Presa de Guadalupe
Myrtaceae	<i>Eucalyptus sp.</i>	Eucalipto	Ninguna	Lago de los Lirios, Presa de Guadalupe, Laguna la Piedad
Nymphaeaceae	<i>Nymphaea gracilis</i>	Nenúfar, ninfa	Amenazada	Espacios abiertos
Nymphaeaceae	<i>Nymphaea mexicana</i>	Nenúfar, ninfa	Amenazada	Lago de los Lirios
Oleaceae	<i>Fraxinus uhdei</i>	Fresno	Ninguna	Jardines públicos
Oleaceae	<i>Ligustrum japonicum</i>	Trueno	Ninguna	Lago de los Lirios
Oleaceae	<i>Ligustrum lucidum</i>	Trueno	Ninguna	Jardines y parques públicos
Onagraceae	<i>Lopezia racemosa</i>	Perlilla	Ninguna	Laguna la Piedad
Onagraceae	<i>Ludwigia peploides</i>	Verdolaga de agua	Ninguna	Lago de los lirios, espacios abiertos
Papaveraceae	<i>Argemone ochroleuca</i>	Ortiga, chicalote	Ninguna	Lago de los Lirios, Presa de Guadalupe, Laguna la Piedad
Papaveraceae	<i>Argemone platyceras</i>	Ortiga blanca	Ninguna	Lago de los Lirios, Presa de Guadalupe, Laguna la Piedad
Pinaceae	<i>Pinus hartwegii</i>	Pino	Ninguna	Jardines y parques públicos
Pinaceae	<i>Pinus patula</i>	Pino	Ninguna	Jardines y parques públicos
Poaceae	<i>Arundo donax</i>	Carrizo gigante o Caña brava	Ninguna	Lago de los lirios, río Cuautitlán
Poaceae	<i>Bouteloua radicata</i>		Ninguna	Laguna la Piedad
Poaceae	<i>Bouteloua triaena</i>		Ninguna	Espacios abiertos
Poaceae	<i>Brachiaria meziana</i>		Ninguna	Jardines y parques Públicos
Poaceae	<i>Cynodon dactylon</i>	Gallito, grama	Ninguna	Lago de los Lirios, Presa de Guadalupe, Laguna la Piedad

Poaceae	<i>Echinochloa crus-galli</i>	Hierba triguera	Ninguna	Espacios abiertos
Poaceae	<i>Echinochloa crus-pavonis</i>		Ninguna	Espacios abiertos
Poaceae	<i>Echinochloa holciformis</i>	Triguillo o Cebadilla	Ninguna	Lago de los lirios, Presa de Guadalupe
Poaceae	<i>Echinochloa oplismenoides</i>	Triguillo o Cebadilla	Ninguna	Lago de los lirios
Poaceae	<i>Eragrostis intermedia</i>	Zacate	Ninguna	Lago de los Lirios, Presa de Guadalupe, Laguna la Piedad
Poaceae	<i>Eragrostis mexicana</i>	Zacate	Ninguna	Lago de los Lirios, Presa de Guadalupe, Laguna la Piedad
Poaceae	<i>Muhlenbergia distans</i>		Ninguna	Espacios abiertos
Poaceae	<i>Muhlenbergia minutissima</i>		Ninguna	Espacios abiertos
Poaceae	<i>Muhlenbergia rigida</i>		Ninguna	Presa de Guadalupe, espacios abiertos
Poaceae	<i>Muhlenbergia robusta</i>		Ninguna	Presa de Guadalupe
Poaceae	<i>Paspalum distichum</i>	Pasto de agua	Ninguna	Lago de los lirios
Poaceae	<i>Paspalum plicatulum</i>		Ninguna	Lago de los Lirios, Presa de Guadalupe
Poaceae	<i>Paspalum tinctum</i>		Ninguna	Lago de los Lirios, Presa de Guadalupe, Laguna la Piedad
Poaceae	<i>Phalaris canariensis</i>	Alpiste	Ninguna	Espacios abiertos
Poaceae	<i>Polypogon viridis</i>	Laja	Ninguna	Espacios abiertos
Poaceae	<i>Trisetum spicatum</i>		Ninguna	Espacios abiertos
Polemoniaceae	<i>Loeselia coerulea</i>	Banderilla española, guachichi	Ninguna	Lago de los Lirios
Polygalaceae	<i>Monnina ciliolata</i>		Ninguna	Laguna la Piedad
Polygonaceae	<i>Polygonum lapathifolium</i>	Chilillo	Ninguna	Lago de los lirios, río Cuautitlán, espacios abiertos
Polygonaceae	<i>Polygonum punctatum</i>	Chilillo	Ninguna	Lago de los Lirios, Presa de Guadalupe, Laguna la Piedad, Espacios abiertos
Polygonaceae	<i>Polygonum segetum</i>	Hierba de Santa María	Ninguna	Espacios abiertos
Pontederiaceae	<i>Eichhornia crassipes</i>	Jacinto de agua o Camalote	Ninguna	Lago de los lirios, pocita de Sta. Ma. Las Torres, Presa de Guadalupe
Potamogetonaceae	<i>Potamogeton pusillus</i>		Ninguna	Espacios Abiertos
Proteaceae	<i>Grevillea robusta</i>	Grevilea	Ninguna	Jardines y parques públicos
Resedaceae	<i>Reseda luteola</i>	Reseda	Ninguna	Lago de los Lirios, Laguna la Piedad
Rosaceae	<i>Crataegus mexicana</i>	Tejocote	Ninguna	Lago de los Lirios, Presa de Guadalupe,

				jardines y parques públicos
Rosaceae	<i>Eriobotrya japonica</i>	Níspero	Ninguna	Jardines y parques públicos
Rosaceae	<i>Prunus cerasifera</i>	Ciruelo amarillo	Ninguna	Jardines y parques públicos
Rosaceae	<i>Prunus domestica</i>	Ciruelo morada	Ninguna	Jardines y parques públicos
Rosaceae	<i>Prunus persica</i>	Durazno	Ninguna	Jardines y parques públicos
Rosaceae	<i>Prunus serotina</i>	Capulín	Ninguna	Jardines y parques públicos
Rosaceae	<i>Prunus sp</i>	Capulín	Ninguna	Presa de Guadalupe
Rosaceae	<i>Pyracantha koidzumii</i>	Piracanto, manzanita	Ninguna	Presa de Guadalupe
Rutaceae	<i>Citrus limon</i>	Limón	Ninguna	Jardines y parques públicos
Rutaceae	<i>Citrus reticulata</i>	Mandarino	Ninguna	Jardines y parques públicos
Salicaceae	<i>Populus alba</i>	Álamo, chopo	Ninguna	Lago de los Lirios, jardines y parques públicos
Salicaceae	<i>Populus deltoides</i>	Álamo	Ninguna	Jardines y parques públicos
Salicaceae	<i>Salix alba</i>	Sauce blanco	Ninguna	Lago de los lirios
Salicaceae	<i>Salix babylonica</i>	Sauce llorón	Ninguna	Lago de los lirios
Salicaceae	<i>Salix bonplandiana</i>	Sauce, Ahuejote	Ninguna	Jardines y parques públicos
Sapindaceae	<i>Acer negundo</i>	Acezintle negundo	Ninguna	Jardines y parques públicos
Scrophulariaceae	<i>Buddleja sp.</i>	Tepozán	Ninguna	Presa de Guadalupe
Solanaceae	<i>Datura ceratocaula</i>	Toloache de agua	Ninguna	Espacios abiertos
Solanaceae	<i>Nicotiana glauca</i>	Tabaquillo	Ninguna	Presa de Guadalupe, Laguna la Piedad, jardines y parques públicos
Solanaceae	<i>Solanum rostratum</i>	Duraznillo	Ninguna	Presa de Guadalupe, Laguna la Piedad
Tamaricaceae	<i>Tamarix gallica</i>	Llivia	Ninguna	Jardines y parques públicos
Typhaceae	<i>Typha domingensis</i>		Ninguna	Espacios abiertos
Typhaceae	<i>Typha latifolia</i>	Tule	Ninguna	Lago de los lirios, Presa de Guadalupe, espacios abiertos
Ulmaceae	<i>Ulmus parvifolia</i>	Olmo chino	Ninguna	Jardines y parques públicos
Verbenaceae	<i>Verbena carolina</i>	Verbena	Ninguna	Lago de los Lirios, Presa de Guadalupe

Anexo III. Datos climáticos de la interpolación

Variables climáticas obtenidas por la interpolación para Cuautitlán Izcalli													
	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Anual
Temperatura máxima normal °C													
Temperatura máxima	21.99	23.49	26.19	27.19	26.99	25.19	23.69	23.79	23.19	22.89	22.59	21.84	24.09
Temperatura mínima	20.4	21.4	23.8	25.4	25.7	24.2	22.6	22.2	21.5	21.2	21	20.57	22.5
Temperatura promedio	21.195	22.445	24.995	26.295	26.345	24.695	23.145	22.995	22.345	22.045	21.795	21.205	23.295
Temperatura media normal °C													
Temperatura máxima	12.73	13.89	16.29	17.89	18.49	18.19	17.39	17.39	16.99	15.79	14.39	13.09	15.99
Temperatura mínima	11.35	12.5	14.8	16.55	17.42	17.38	16.5	16.4	16	14.81	13.2	12.01	14.99
Temperatura promedio	12.04	13.195	15.545	17.22	17.955	17.785	16.945	16.895	16.495	15.3	13.795	12.55	15.49
Temperatura mínima normal °C													
Temperatura máxima	3.63	4.54	6.71	8.93	10.5	11.74	11.18	11.09	10.97	8.93	6.15	4.49	8.25
Temperatura mínima	1.27	2.32	4.57	6.78	8.62	10.26	10.11	9.97	9.8	7.54	4.34	2.53	6.57
Temperatura promedio	2.45	3.43	5.64	7.855	9.56	11	10.645	10.53	10.385	8.235	5.245	3.51	7.41
Precipitación normal mm													
Precipitación máxima	7.22	7.56	14.19	26.54	65.17	138.88	158.48	147.24	129.21	66.62	10.51	7.26	770.69
Precipitación mínima	5.4	3.96	8.12	19.22	54.03	118.99	136.16	116.13	102.17	51.94	6.8	5.51	650.91
Precipitación media-promedio	6.31	5.76	11.155	22.88	59.6	128.935	147.32	131.685	115.69	59.28	8.655	6.385	710.8