



Universidad Autónoma del Estado de México  
Facultad de Planeación Urbana y Regional



**Estudio del estado y evolución de la cubierta vegetal en Áreas Naturales  
Protegidas y áreas Verdes en la Zona Metropolitana del Valle de Toluca del  
2000 al 2008**

**T E S I S**

Que para obtener el título de:

**LICENCIADA EN CIENCIAS AMBIENTALES**

Presenta:

**Cynthia Maryoli Versañez Vences**

Director de tesis:

**Dr. en C. Huemantzin Balan Ortiz Oliveros**

**Toluca de Lerdo, Estado de México; Mayo de 2014**



## **Dedicatorias**

Dedicado a mi Familia, especialmente a mis abuelitos Paulina Barrueta y Avelino Vences a quienes admiro y amo, por su sensibilidad, calidez y ternura. De seres como ellos se aprenden las cosas bellas de la vida, se aprecian los abrazos y se saborean los días al contemplar una sonrisa en sus rostros.

También, a mis padres Gloria y Saturnino que son modelo de nobleza, comprensión, solidaridad y rectitud. A mis segundos padres, Dolores y Alberto quienes me apoyaron ofreciéndome cariño y confianza en su casa.

A mis hermanas y hermanos; Karen E., Mirna L., Ángel Pineda V, Diana, Montserrat, Marcelino, Miguel Zepeda y Jaime Villar, por el lazo de amor y compañerismo que nos une.

A mis queridas tías Paulina, Estela, Edith, Lourdes y Teresa quienes siempre han estado cerca de mí brindándome su alegría y consejos. Igual a mí tía favorita Antonia Versañez que siempre la llevaré conmigo.

A mi director de tesis Dr. Huemantzin, por su paciencia y recomendaciones.

## Agradecimientos

Agradezco al Instituto Nacional de Investigaciones Nucleares por permitirme formar parte del grupo de becarios de dicho instituto.



Al Consejo Mexiquense de Ciencia y Tecnología (COMECyT) y al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACyT) por la beca otorgada como asistente del proyecto “Evaluación de la contaminación por metales en la atmosfera de la Zona Metropolitana del Valle de Toluca (ZMVT) mediante el uso de indicadores biológicos con clave EDOMEX-2009-CO2-132003”.



## **Agradecimientos**

A las chicas del grupo VAM, Iliana Torres y Rocío Sánchez, por las asesorías, los desvelos y las risas.

A mis grandes amigos por su cariño, ayuda y enseñanzas: Adriana Cabrera, Juan Guagnelli, Marisol Lagunas, Norma Segundo, Johana Zarate, Caro Go, Odette, Aldo Jiménez, Carlos Pérez, Mónica Cortina, Erika Ávila, Saurabh Agarwal, Vanesa Garrido, Lenin Rodven, Chuck L., M. Meftani, Octavio Caballero, Mario Ronses, Lore, Ale Ortiz, Ale Nava, José Luis, Ivón Medina y Mateo.

Agradezco a personas del ININ que aprecio mucho por su amistad y apoyo durante la estancia: Dr. Pedro Ávila, Sra, Fernanda, Sr. Mario, Sergio Arredondo, Samuel Vargas, Jaime Esquivel y Vicente Xolocostli.

Alumnos del taller de fotografía en la escuela Aristos, reconozco lo importante que fueron sus sonrisas y cariño como aliciente para la tesis y por ser cada viernes mis maestros.

A profesores de la Universidad, por su apoyo, diálogos y recomendaciones: Azucena Villalva, Armando Reyes, Patricia Mireles, Emma González. Ana Marcela, Juan Roberto Calderón, Gerardo Moreno, Angélica Madrigal, Rosa María, Guillermo Rodríguez y Noel Pineda.

Al Sr. Jorge de la Facultad de Geografía, Sr. Álvaro y Sra. Mercedes de Planeación quienes me acompañaron por varios años en la biblioteca y a los cuales estimo mucho.

A Cris Beltrán, David Herber, Iliana Torres, M. O. Caballero, Jaime Villar y Gerardo M. por facilitar sus imágenes para ilustrar el documento.

## Índice general

Resumen	1
Introducción	2
Esquema Metodológico General de la Investigación	3
Planteamiento del problema	6
Justificación	8
Hipótesis	12
Objetivos	13
Antecedentes	14
<b>Capítulo 1 Marco Teórico-conceptual</b>	<b>17</b>
1.1 El árbol, los bosques y la ciudad	18
1.2 Recursos Naturales	25
1.3 Cobertura y Usos de Suelo	28
1.4 Causas de pérdida de cobertura vegetal	30
1.5 Conservación, protección y recuperación de la cubierta vegetal	33
1.6 Cartografía, Sistemas de Información Geográfica y Percepción Remota	36
1.6.1 El mapa como modelo del mundo real	36
1.6.2 Sistemas de Información Geográfica (SIG)	37
1.6.3 Teledetección	40
1.6.4 Espectro electromagnético	41
1.6.5 Fotografías Aéreas	43
1.6.6 Imágenes de Satélite	44
1.6.7 Aplicación de la Teledetección en el estudio de la vegetación	45
1.6.8 Interpretación visual de imágenes	47
<b>Capítulo 2 Marco de referencia</b>	<b>48</b>
2.1 Descripción de la zona de estudio	49
2.1.1 Topografía	52
2.1.2 Clima	52
2.1.3 Edafología	55

2.1.4 Geología	59
2.1.5 Geomorfología	61
2.1.6 Vegetación	63
2.2 Aspectos sociales y económicos de la ZMVT	68
2.2.1 Población	68
2.2.2 Diversidad cultural, pueblos indígenas	72
2.2.3 Aspectos económicos	72
2.3 Áreas Naturales Protegidas de la ZMVT	73
<b>Capítulo 3 Materiales y Métodos</b>	<b>85</b>
3.1 Análisis comparativo de las coberturas en las Áreas Naturales Protegidas	88
3.2 Análisis descriptivo de la vegetación urbana	91
<b>Capítulo 4 Resultados y Discusiones</b>	<b>94</b>
4.1 Coberturas vegetales de la ZMVT en ANP año 2000	95
4.2 Coberturas vegetales de la ZMVT en ANP año 2008	97
4.3 Cambios en las coberturas vegetales de las ANP	99
4.4 Zonas verdes urbanas	103
4.5 Bosques y áreas verdes urbanas de la ZMVT	103
4.6 Zonas verdes urbanas por municipio	104
4.7 Disponibilidad de áreas verdes urbanas por habitante	107
4.8 Déficit de áreas verdes urbanas por número de habitantes por AGEB	109
4.9 Vegetación en la ZMVT	111
<b>Capítulo 5 Conclusiones y recomendaciones</b>	<b>113</b>
5.1 Conclusiones	114
5.2 Recomendaciones	116
<b>Referencias</b>	<b>119</b>
<b>Anexos</b>	<b>127</b>
Matriz de cambios en usos de suelo y coberturas del 2000 al 2008	128
Disponibilidad y déficit de áreas verdes urbanas por habitante por AGEB	129
Áreas geoestadísticas básicas	143

## Índice de tablas

Tabla 1. Población por municipio	49
Tabla 2. Bosques de la ZMVT	67
Tabla 3. Estructura porcentual de la PEA por sector económico, 1990 y 2005 de la ZMVT	72
Tabla 4. Áreas Naturales Protegidas de la Zona Metropolitana del Valle de Toluca	74
Tabla 5. Clases de Cobertura Vegetal en Áreas Naturales Protegidas	89
Tabla 6. Clases de las Áreas Verdes Urbanas de la ZMVT	91
Tabla 7. Categorías de disponibilidad áreas verdes urbanas por habitante	92
Tabla 8. Rangos determinados por rompimientos naturales de Jenks	109
Tabla 9. Matriz de cambios en usos de suelo y coberturas del 2000 al 2008	120

## Índice de gráficos

Gráfico 1. Edafología. Unidades de suelo de la ZMVT	57
Gráfico 2. Cifras de la población en la ZMVT 1950 y 2010	68
Gráfico 3. Población rural y urbana de la ZMVT	69
Gráfico 4. Población rural y urbana en ANP de la ZMVT, año 2010	70
Gráfico 5. Población rural y urbana en zonas no protegidas, año 2010	70
Gráfico 6. Porcentaje de uso de suelo y cobertura, año 2000	95
Gráfico 7. Porcentaje de uso de suelo y cobertura año 2008	97
Gráfico 8. Hectáreas por categorías de ZVU en áreas no protegidas de la ZMVT	103
Gráfico 9. Zonas verdes por municipio año 2009	104
Gráfico 10. Tipo de áreas verdes urbanas por municipio	104
Gráfico 11. Distribución porcentual de la de la DAVUPH	107

## Índice de figuras

Figura 1. Fases de la metodología de Investigación	3
Figura 2. Willibender	18
Figura 3. El árbol	21
Figura 4. Parque Alameda	23
Figura 5. Árboles fuera del bosque	27
Figura 6. Cobertura de suelo Cacalomacán	28
Figura 7. Dinámica de los cambios forestales. Reproducido de la publicación original	31
Figura 8. LR091	32
Figura 9. S/T	35
Figura 10. Superposición	39
Figura 11. Espectro electromagnético	40
Figura 12. Firmas espectrales de algunas coberturas del terreno comunes	42
Figura 13. Distribución de las bandas de algunos satélites comúnmente utilizados en la observación de coberturas del terreno	44
Figura 14. Firma espectral de la vegetación sana	46
Figura 15. S/T	47
Figura 16. Configuración topográfica de la ZMVT	59
Figura 17. Centro Ceremonial Otomí	76
Figura 18. Zona de protección de flora y fauna Nevado de Toluca	77
Figura 19. Valle del potrero, La Marquesa	78
Figura 20. Parque Sierra Morelos	79
Figura 21. Parque Árbol de la Vida	81
Figura 22. Parque Fidel Negrete	82
Figura 23. Parque Reforma	83
Figura 24. Parque Metropolitano del Bicentenario	84
Figura 25. Vialidad Tollocan	84
Figura 26. Esquema metodológico del análisis de cambio en coberturas de ANP 2000 AL 2008	90

Figura 27. Esquema metodológico del estudio descriptivo de ZVU	93
Figura 28. Ilusiones en familia	116
Figura 29. Gato y fauna en la huerta	117
Figura 30. Árbol en Salto de Agua, Chiapas	118
Figura 31. one, two, tree	136

### Índice de mapas

Mapa 1. Ubicación de la ZMVT	51
Mapa 2. Hipsometría y relieve de la ZMVT	53
Mapa 3. Climas de la ZMVT	54
Mapa 4. Edafología de la ZMVT	58
Mapa 5. Geología de la ZMVT	60
Mapa 6. Geomorfología de la ZMVT	62
Mapa 7. Cobertura y uso de suelo año 2000	66
Mapa 8. Población urbana y rural de la ZMVT año 2000	71
Mapa 9. Áreas Naturales Protegidas de la ZMVT	75
Mapa 10. Delimitación de las zonas de estudio	87
Mapa 11. Coberturas en Áreas Naturales protegidas de la Zona Metropolitana del Valle de Toluca año 2000	96
Mapa 12. Coberturas en Áreas Naturales protegidas de la Zona Metropolitana del Valle de Toluca año 2008	98
Mapa 13. Cambios de cobertura vegetal en ANP Periodo 2000-2008	101
Mapa 14. Pérdidas de bosque en ANP del 2000 al 2008 y localidades de la ZMVT	102
Mapa 15. Zonas Verdes Urbanas	105
Mapa 16. Bosques de ANP y áreas verdes urbanas	106
Mapa 17. Disponibilidad de áreas verdes urbanas por habitante 2009	108
Mapa 18. Déficit de áreas verdes urbanas por número de habitantes por AGEB	110
Mapa 19. Vegetación y Población ZMVT	112
Mapa 20. Áreas geo estadísticas básicas tipo urbanas	135

## Resumen

El objetivo de la investigación fue analizar y describir la cubierta vegetal en la Zona Metropolitana del Valle de Toluca (ZMVT), para identificar los principales agentes de estrés, así como las posibles consecuencias de su transformación y/o degradación.

Se describe la cubierta vegetal de las Áreas Naturales Protegidas de las ZMVT por grandes masas forestales a través de la interpretación visual de ortofotos y ortoimágenes para los años 2000 y 2008, los mapas generados mostraron la diversidad y superficie de bosques que posee la zona. Posteriormente con ambos mapas se generó otro a fin de identificar y evaluar los cambios ocurridos en ambas fechas, ubicando así, las zonas afectadas o de pérdida forestal, evidenciando que en 8 años hubo pérdida de cubierta forestal.

Por otro lado se creó un mapa de vegetación del año 2009 denominado “Áreas Verdes Urbanas” (AVU) para las zonas que no están protegidas y corresponden a zonas más urbanizadas dentro de la ZMVT, esto mediante la obtención del NDVI de una imagen spot 2009 y la digitalización/corrobóración de una ortoimagen del año 2008. Con dicho mapa (de AVU), y usando información poblacional a nivel de Área Geoestadística Básica 2013 (AGEB), se calculó la disponibilidad de áreas verdes urbanas por habitante así como el déficit de las mismas por cada AGEB, expresando que la disponibilidad no es suficiente y el déficit que se presenta es de moderado a extremo en la mayoría de los AGEB urbanos considerados.

## Introducción

Esta investigación se enmarca dentro del proyecto AM110 “Evaluación de la contaminación por metales en la atmósfera de la Zona Metropolitana del Valle de Toluca mediante el uso de indicadores biológicos” el cual fue financiado por CONACyT-COMECyT dentro del tema “Cambios de cobertura vegetal en la Zona Metropolitana del Valle de Toluca” desarrollando en el Instituto Nacional de Investigaciones Nucleares.

La Zona Metropolitana del Valle de Toluca (ZMVT) está integrada de 22 municipios según el Plan Regional de Desarrollo Urbano del Valle de Toluca, por otro lado SEDESOL et al. (2005) reconocen a 14 municipios, pero en esta investigación se han considerado solo 7 en su totalidad y fracciones de otros, por lo que la delimitación de la ZMVT podría no coincidir con otras fuentes.

Para el análisis de la cubierta vegetal se realizaron dos estudios con zonas, metodologías y escalas diferentes; el primero corresponde a un análisis temporal de las coberturas en Áreas Naturales Protegidas (ANP) a una escala de análisis de 1:20,000 mediante la elaboración de dos mapas por interpretación visual de ortofotos y la sobreposición del mismo para la creación de un mapa de cambios de las fechas 2000 y 2008. El segundo análisis es de tipo descriptivo para el año 2009 a una escala de 1:35,000, el cual consistió en la obtención de mapas que muestra datos de las áreas verdes que no están en ANP y por su naturaleza constituyen otro tipo de vegetación entre las cuales destacan los arboles fuera del bosque, principalmente las de tipo urbanas y se designaron como zonas verdes urbanas (ZVU).

La metodología general de la investigación corresponde a 4 Fases, que se describen a continuación y se muestran en la Figura 1.

## Esquema metodológico general de la Investigación

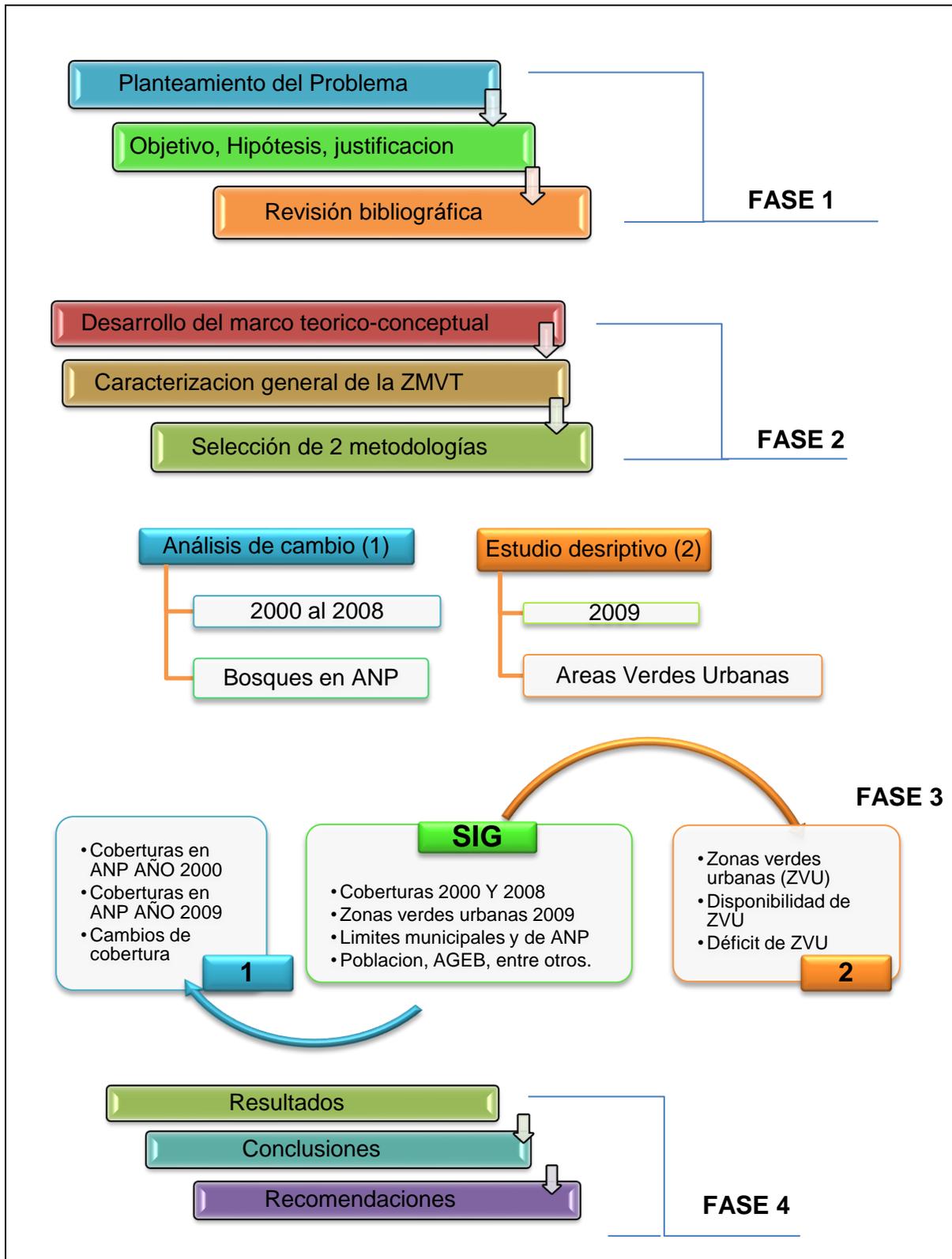


Figura 1 Fases de la metodología de Investigación

La Fase 1 consistió en definir los objetivos basados en la problemática que se decidió abordar, con la revisión bibliográfica relacionada a la temática correspondiente.

En la Fase 2 se estudiaron de manera específica los conceptos y teorías relacionadas al objeto de estudio, así como la caracterización de la zona y la definición de límites, escalas, insumos y metodologías. Para lo cual se optó por dos metodologías diferentes pero que se lograron complementar e integrar para comprender de mejor manera la problemática de los recursos forestales y ZVU al tratarse de una zona integrada por diversos municipios, en el que interactúan sociedad y recursos.

Para la Fase 3 se formó un SIG con la información generada sobre coberturas de suelo, principalmente de tipo forestal para el caso de las ANP, y las zonas verdes urbanas para el caso de las zonas que no están en ANP. Con esa información y adicionando otras bases de datos como población, se emplearon las dos metodologías seleccionadas: el análisis de cambio de coberturas en ANP del año 2000 al 2008 y el estudio descriptivo de ZVU para el año 2009.

Finalmente en la Fase 4, se concretaron los resultados obtenidos en ambas metodologías así como la incorporación de conclusiones y recomendaciones derivadas de la investigación.

El documento cuenta con la siguiente estructura:

El capítulo 1, refiere al desarrollo de las teorías y conceptos respecto al significado del árbol, los bosques, su relación e importancia con la ciudad, los recursos naturales y los de tipo forestal, los tipos de coberturas de suelo, la descripción de las causas de la pérdida de cubierta vegetal y las medidas de conservación, protección y recuperación de las mismas, así como elementos de teledetección, cartografía y sistemas de información geográfica que se emplearon en la parte metodológica.

El capítulo 2, corresponde al marco de referencia sobre la zona de estudio, que describe el medio físico, social, cultural y económico, se abordan también las Áreas Naturales Protegidas contempladas en la investigación.

En el capítulo 3, se exponen los insumos y métodos empleados en el estudio de la cubierta vegetal: la comparación de coberturas vegetales en ANP mediante un análisis de cambio del periodo 2000 al 2008, y en seguida el estudio descriptivo de la vegetación urbana para el año 2009, la definición de lo que son las zonas verdes y la obtención de las zonas urbanas con déficit de áreas verdes.

Lo que corresponde al capítulo 4 son los resultados y discusiones de lo que se encontró en ambos análisis (comparativo de ANP y descriptivo de ZVU).

Y finalmente en el capítulo 5 se presentan las conclusiones y recomendaciones.

## **Planteamiento del Problema**

Contaminación, cambio climático, destrucción o degradación de ecosistemas, extinción de especies, inaccesibilidad al agua, son algunos de los problemas ambientales globales que pueden ser explicados por el manejo que hace el ser humano de los recursos naturales y la afectación que las diferentes actividades socioeconómicas y culturales provocan en su entorno.

La aceleración de los procesos productivos, sumado a la creciente demanda de bienes y servicios por parte de las poblaciones en las ciudades que, a su vez, van absorbiendo cada vez más terrenos antes rurales y que se insertan dentro de la dinámica de distribución y consumo propio de las zonas urbanas; tienen en conjunto un impacto en la modificación de la cobertura vegetal, tanto en su cambio, disminución o eliminación total.

Se estima que anualmente, a nivel mundial (periodo 2000-2010), cerca 13 millones de hectáreas de bosque se convirtieron a otros usos o se perdieron por causas naturales (FAO 2010).

La importancia de la cobertura vegetal, como parte del funcionamiento de los diferentes ecosistemas tal como lo estudia la biología de la conservación en el que los nuevos conceptos de no equilibrio son necesarios transmitirse a la población a fin de generar nuevas maneras de enfocar las relaciones del hombre-medio u hombre-naturaleza.

Por otro lado, para el ser humano, vivir en un ambiente carente de vegetación trae otra serie de consecuencias en el ámbito de la salud física y mental.

Dentro del modelo de desarrollo vigente, en el que se procura el crecimiento aun a expensas del exterminio de especies animales y vegetales, como de la invasión a territorios indígenas; el impacto de la pérdida de cobertura vegetal puede

evidenciarse si se revisan las tasas de deforestación en zonas naturales y el crecimiento de las ciudades a través de los años. Sin embargo, el crecimiento de la población no significa inmediatamente una degradación en el ambiente; es aquí donde es necesario analizar el uso que se hace de los recursos derivado de las políticas nacionales y de la legislación ambiental vigente, además del estilo de vida de la población incluyendo niveles de consumo.

Los sistemas de información geográfica resultan una herramienta de gran utilidad para el análisis comparativo de la cobertura vegetal en diferentes años. Estos estudios son de gran importancia al momento de analizar los cambios en la cobertura y las tendencias de crecimiento poblacional mediante un análisis de tipo espacial.

## Justificación

Los ecosistemas han sufrido cambios provocados por la interacción del ser humano y el entorno, Lambin (1997) los categoriza en 3: conversión de la cobertura del terreno, degradación de las cubiertas del terreno e intensificación del uso del terreno., Bocco et al., (2001), reconoce estos procesos como deforestación o degradación forestal. La pérdida de biodiversidad está muy ligada a la disminución de la cubierta vegetal (Luna, 2011).

La ZMVT cuenta con ANP y zonas verdes distribuidas dentro y fuera de las zonas urbanas, estas ANP son un instrumento de Política Ambiental entre uno de sus objetivos destaca la conservación de la biodiversidad. Esta biodiversidad podría ser vulnerable a presiones naturales y antropogénicas, esas presiones que se observan directamente en la disminución de coberturas forestales, pueden significar el camino a la fragmentación de bosques y posteriormente el deterioro de los recursos forestales y todo lo derivados de ello. Los beneficios que proveen los bosques naturales y las zonas verdes urbanas son diversos, constituyen el hábitat para diferentes especies de flora y fauna, la participación activa en los ciclos biogeoquímicos así como beneficios esenciales para la población que se manifiestan de manera directa e indirecta

Una manera de proteger los recursos forestales y zonas verdes es conociendo sus beneficios, analizar la dinámica que presentan, ubicar espacialmente lo que se tiene; estos elementos representan una puerta para solucionar o frenar la problemática que constituye la pérdida de cobertura vegetal. De este modo, al revelar datos que expresen las condiciones referentes a este recurso, será posible proponer medidas de mitigación y planes de acción que protejan los recursos forestales y por otro lado incentivar a la población al cuidado de las zonas verdes para su propio beneficio.

La crisis ambiental global demanda nuevas formas de pensar y actuar, los recursos forestales han sido vulnerables en toda la historia del hombre, siendo un elemento necesario para su subsistencia y desarrollo.

Los espacios verdes urbanos proveen beneficios sociales, ambientales y económicos (Priego, 2011). Los sociales se refieren a los efectos positivos que tienen sobre la población residente y esos efectos se manifiestan en varios ámbitos como la conciencia ambiental o ecológica, enraizamiento en la comunidad e identidad sociocultural, sentimiento de seguridad, mejora la salud física y mental. En cuanto a los ambientales, arbolado tiene efectos en la calidad del aire, reducción de la polución acústica, aumento de la biodiversidad. Y los económicos están asociados a valores de propiedad.

Las razones por las que se optó estudiar a las ANP separadas de las ZVU y con diferente metodología fueron:

- Se presentan dos ambientes diferentes, las primeras son ANP decretadas que poseen recursos forestales muy definidos y las segundas (ZVU) por ubicarse en concentraciones urbanas, lo que las caracteriza por ser zonas verdes en su mayoría inducidas y en pequeñas fracciones.
- Los materiales disponibles (ortofotos y ortoimágenes) poseen características desiguales, las cuales limitan el análisis de cambio para toda la zona a una escala tan pequeña por el nivel de detalle además de que la zona de estudio es muy extensa (260,957 ha).

Los bosques templados o conocidos como bosques de coníferas y encino merecen especial atención porque representan uno de los recursos forestales económicos más importantes de nuestro país (INEGI, 2013). Dichos bosques para el caso de la ZMVT se ubican justamente en las ANP. Referente a los servicios ambientales, los bosques templados retienen el agua de lluvia, facilitan que se infiltre al subsuelo y la recarga de los mantos acuíferos. Contribuyen a la

disminución de la erosión al reducir la velocidad del agua y sujetar la tierra y reducen el riesgo de inundaciones. Los árboles en el proceso de fotosíntesis, capturan dióxido de carbono y devuelven oxígeno. Ofrecen hábitats distintos para gran variedad de seres vivos. Además proveen de múltiples productos del cual la madera es muy importante (CONABIO, 2013).

Con un análisis de cambio simple de los recursos de tipo forestal en Áreas Naturales Protegidas durante un intervalo de 8 años, es posible ubicar espacialmente aquellas zonas que han sufrido alguna transformación ya sea presentando ganancias o pérdidas de recursos forestales, y con ello identificar las principales zonas que podrían estar expuestas a degradación o sufren algún tipo de presión.

El análisis descriptivo de las zonas verdes urbanas permitirá observar si estas son o no apropiadas o/y suficientes para la ZMVT, para cada municipio y por área geográfica básica, lo cual constituiría una herramienta simple de evaluación que expresará la necesidad de nuevos espacios de zonas verdes para la población.

Dos investigadores sugieren estudios más detallados para las zonas verdes en la ciudad de Toluca: Martínez (1997), hace una evaluación mediante el análisis espacial de las áreas verdes en ciudad de Toluca para el año de 1990, concluye que las áreas verdes en relación al número de habitantes de la Ciudad de Toluca eran pocas e insuficientes, además dichas áreas mostraban mala distribución pues la mayor parte de ellas se ubicaba en la parte central de la ciudad.

El otro aporte es de Galindo-Bianconi y Victoria-Urbe (2012) desde un enfoque más urbanista explican como la vegetación forma parte de la sustentabilidad en las ciudades, describen sus beneficios ambientales y sociales para el sistema urbano. Puntualizan el estado y problemática de la vegetación urbana en el Valle de Toluca, y concluyen con propuestas muy concretas para su correcto uso e incorporación, dentro de su propuesta destaca el levantamiento de un censo con

los árboles existentes y las condiciones en que se encuentran, así como un diagnóstico de las aéreas verdes urbanas relacionándolas con los habitantes de las zonas urbanas, esto para identificar en que zonas se tiene un promedio menor a los 10 metros cuadrados de área verde por habitante y donde se alcanza lo óptimo que son 15 metros por habitante.

Es indudable que las cifras de población en la ZMVT del 2010 no son las misma que se tenían en 1990, lo atrayente es averiguar si las zonas verdes urbanas también han incrementado o se sigue con la misma problemática desde 1990 y respaldar con valores y cifras, la necesidad de nuevas áreas con vegetación en la ZMVT que ya han explicado Galindo-Bianconi y Victoria-Uribe.

Para hablar del buen manejo y una planeación estratégica de los recursos naturales es necesario iniciar con el reconocimiento de las condiciones actuales que se tienen en un determinado momento, y sirva como parteaguas para la mejor planificación y gestión de los recursos forestales, sean éstos o no ANP.

Los resultados del análisis descriptivo de AVU podrían figurar como un inventario de áreas verdes general, el cual mostrara estimaciones cuantitativas y puede ser usado como instrumento de valoración de zonas verdes urbanas a nivel de AGEB.

Las zonas verdes urbanas (ZVU), que en el análisis se abordan, son bosques y árboles fuera del bosque principalmente de ambiente urbano. La ventaja de conocer de forma cuantitativa las ZVU, es la posibilidad de relacionarla con la población a fin de obtener una correspondencia de zonas verdes por habitante en determinados sitios. Diversos estudios sobre vegetación urbana mencionan que la Organización Mundial de la Salud (OMS), sugiere que se debe contar como mínimo 9 m<sup>2</sup>/habitante (Medina, 2012), otras investigaciones citando al mismo organismo señalan un mínimo de 10, 12 o hasta 15 m<sup>2</sup>/habitante (Meza y Moncada, 2010; Priego, 2011).

## **Hipótesis**

Con la elaboración de un estudio comparativo de las coberturas forestales, es posible conocer los cambios en el recurso forestal ocurridos en el periodo 2000–2008, en las Áreas Naturales Protegidas (ANP) que comprenden el área de la Zona Metropolitana del Valle de Toluca (ZMVT).

Mediante la realización de un inventario de las áreas verdes urbanas, y la utilización de datos de población por Área Geoestadística Básica (AGEB), es posible conocer la disponibilidad y en su caso el déficit de áreas verdes que presenta cada AGEB de la ciudad de Toluca, en el Estado de México.

Con ambos estudios será viable comprender de una manera más integral la situación de los recursos forestales dentro de la ZMVT.

## **Objetivos**

### **Objetivo General**

Analizar y describir la cubierta vegetal en la Zona Metropolitana del Valle de Toluca para identificar los principales agentes de estrés, así como las posibles consecuencias de su transformación y/o degradación.

### **Objetivos específicos**

- Describir la cobertura vegetal de las Áreas Naturales Protegidas de las ZMVT mediante la interpretación visual de ortofotos y ortoimágenes para los años 2000 y 2008
- Ubicar las zonas afectadas o de degradación en las ANP mediante una matriz de cambio.
- Describir los bosques y zonas verdes urbanas que no están dentro de ANP, para el año 2009.
- Calcular la disponibilidad y déficit de áreas verdes urbanas por habitante a nivel de AGEB.

## Antecedentes

Una de las herramientas muy empleadas para estudiar y entender la dinámica de las presiones ambientales que experimentan la biosfera es conocida como análisis de usos y cambios de cobertura del suelo o “LULCC”, por sus siglas en inglés (“Land-Use and Land Cover Change”).

Se ha expuesto mediante numerosas aportaciones de diversos proyectos de investigación que los LULCC en los últimos 200 años han sido los causantes del deterioro del medio biofísico (Foley et al. 2005), también repercuten en los ciclos biogeoquímicos, la diversidad biológica y a la transformación del ambiente a todas las escalas (Ballester et al., 2003 ), así como en la modificación del clima (Salvati et al., 2013; Ostwald & Chen, 2006), A escala global contribuyen al cambio climático, por la conversión de ecosistemas naturales en suelos agrícolas, pastizales y asentamientos humanos. Houghton & Hackler (2001), estimaron que de 1850 a 1990 cerca de 112 Pg de carbono fueron liberadas a la atmósfera como consecuencia de los cambios de cobertura del suelo, el 85 % correspondió al cambio de bosques a suelos de cultivos. Los LULCC están estrechamente relacionados a variaciones climáticas a escala local (Stellmes et al. 2013), así como a la deforestación de los bosques (Pineda et al., 2010, García et al., 2007).

Los usos y cambios de cobertura del suelo son la principal causa de degradación de suelos ya que representa la remoción de la cobertura vegetal, desertificación, salinización así como la pérdida de fertilidad entre otros (Bojorquez-Tapia et al., 2012). Los procesos incontrolados de urbanización también se han correlacionado con la degradación de cuerpos de agua. (Ludwing et al. 2005; Pang et al. 2010)

Los estudios sobre cambios de uso de suelo y recursos forestales han sido abordados de manera muy amplia, como los realizados por la Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO, 2010), organización que desde 1946, realiza evaluaciones del recurso forestal a nivel mundial en el que

expone datos sobre avances y retrocesos problemáticas y tendencias de los recursos forestales. Pineda et al., (2009), aportaron un análisis de cambio de uso de suelo para el caso del Estado de México, mediante el empleo de un SIG para el periodo 1972-2000 en el estudio, revelan que los bosque tienen cambios netos bajos, pero valores de intercambio altos, y con las transiciones sistemáticas entre categorías manifiestan que existe una dinámica de perturbación–recuperación forestal.

Por otro lado, concerniente a las zonas verdes urbanas, se conoce que tratándose de sustentabilidad y sostenibilidad urbana, se incluyen tópicos como, sistemas de transporte eficientes energéticamente y que contaminen menos, aprovechamiento de energías renovables, buen manejo de los residuos sólidos, incremento de espacios verdes en el entre otros. Indicadores que son evaluados para poder declarar que una ciudad o región es sustentable o no. Para este tópico de zonas/áreas verdes urbanas, se tienen como ejemplos los estudios efectuados por Reyes & Figueroa (2010), que realizan para Santiago de Chile una evaluación de áreas verdes urbanas y su distribución, relacionándolas con aspectos económicos de la población, expresando que existen desigualdades muy marcadas en el tipo y superficie para cada zona. A nivel metropolitano Fuentes (2012), presenta un proyecto de áreas verdes para 9 años, que consiste en una propuesta integral para disminuir la inequidad de la distribución de áreas verdes principalmente plazas y parques. Para el caso de la Ciudad de México, Meza y Moncada (2010), analizan las áreas verdes por delegación relacionándolo a cifras de población, y encuentran que la composición vegetal es muy desigual entre ellas y la distribución espacial expone altos contrastes. El Distrito federal cuenta con un inventario de áreas verdes urbanas referido como instrumento básico de gestión desde el 2001. (Dirección de Reforestación Urbana, Parques y Ciclovías, 2012). Todos ellos manifiestan la importancia de contar con espacios verdes urbanos en las zonas urbanas.

Existe una investigación de Toluca, realizado por Martínez (1997) sobre áreas verdes de la ciudad para 1990, es un análisis en el que se determina la relación de las áreas verdes con la zona urbana de la ciudad de Toluca, calculando la cantidad y definiendo la distribución espacial de ellas, relacionándolas con la población, de esa manera se cuantificaron los m<sup>2</sup> de área verde por cada Área Geoestadística Básica (AGEB) y se dividió por los habitantes de cada una de ellas. El total de AGEB consideradas en ese análisis fue de 52, la escala de análisis de 1:5000. Se localizaron 110 áreas verdes entre los que se incluían plazas jardines, parques, espacios abiertos, camellones y jardines botánicos. En los resultados, se reveló una heterogeneidad de disponibilidad de zonas verdes, las cuales considera el autor eran pocas e insuficientes pues solo 15 cumplían la norma de tener 9 m<sup>2</sup> por habitante. Por lo que existía una distribución mala e inadecuada.

# **Capítulo 1**

## **Marco teórico-conceptual**

## 1.1 El árbol, los bosques y la ciudad

“que otra cosa es un árbol más que libertad” (Cerati, 1999)

El árbol, innegable ente multifacético, responsable de diferentes funciones, poseedor de gran fuente de energía, actor en los procesos biogeoquímicos, hidrológicos, ecológicos y ambientales, participe de las faenas sociales, constituye el refugio de una inmensa lista de flora y fauna, proveedor de alimento para el hombre y otros animales, dotador de recursos maderables como materia prima para diversas actividades humanas e incluso dispensero de gran variedad de plantas medicinales. Inspiración de varios libros o cintas cinematográficas como “el limonero real” de Juan José Saer, o las películas “Lemon tree”, “avataar”, “el árbol de la vida” de Terrence, o “el árbol de Julie Bertuc”. También como elemento del llamado arte urbano mezclado con la naturaleza o

inspirado por ella (Figura 2), o tema de algunas obras de Van Gogh en las cuales es posible apreciar bosques y árboles en algunos de sus cuadros “Muchacha de blanco en el bosque” o “linde del bosque”, obras que datan de 1882, en sus pinturas también destacan los cipreses “Camino con ciprés bajo el cielo estrellado”, “Trigal con cipreses”. El mismo artista manifestó lo que significaban para el los cipreses: *“son una mancha negra sobre un paisaje radiante de sol, pero son unas de las notas más interesantes y más difíciles de tapar, que jamás hubiera podido imaginar”* (Minguet 2004).



Figura 2 Willibender (Limow, 2012a)

Desafortunadamente el árbol suele ser usado como depósito de basura en las ciudades, el hogar o zona de esparcimiento de algunos animales, el poste para columpios, hamaca o casitas del árbol para los niños. También ha figurado como motivo de movimientos sociales, cuando se planean diversos proyectos turísticos o económicos como la construcción de complejos carreteros en los que se involucran grupos de ciudadanos que luchan para evitar que se destruyan ecosistemas o les despojen de sus tierras en nombre del progreso. En pocas ocasiones defendido arduamente por algunos ambientalistas o ecologistas, como muestra se tiene la historia de la activista Julia (Butterfly, 2002), que el 10 de diciembre de 1997 subió a una secuoya de 60 m de altura que tenía 500 años conocido como “Luna”, árbol en el cual vivió durante 738 días para obligar a la compañía maderera a negociar para absolver a Luna y a las secuoyas cercanas.

“La esencia del árbol, pudiera ser extraída en una tintura, su principio activo puede usarse para curar, pero para ser un árbol, se debe quedar como tal. Y ¿Cuál es la naturaleza del hombre?, ¿acaso sembrar centros comerciales?. El hombre puede sembrar mas no hacer árboles. Por lo tanto, debe cuidar que no desaparezcan”. (Muñiz, 1999).

Apreciado intensamente por algunos y de igual forma atacado por otros habitantes al estar ubicado en un sitio que no debería, el fin del árbol dependerá de la zona en la que se ha plantado o se ha desarrollado de forma natural, la especie a la que pertenece (lo cual definirá su longevidad) las condiciones meteorológicas, posibles agentes naturales de perturbación, pero sobre todo los humanos que se encuentren con él y decidan su uso o fin.

*“Los árboles no son un objeto productivo, dinero en madera, papel, chicle, frutas... sino seres llenos de vida y susceptibles de revelar la sacralidad cósmica; lo mismo que los arroyos, la tierra, el sol y el cielo”* (Morales, 1999).

Mena (1995), explica como los humanos abandonaron el bosque que figuraba nuestro hogar hace cuatro o cinco millones de años. Tanto la necesidad de conservar los bosques en estado natural como la de modificarlos mediante el uso de sus recursos, son fundamentales y tienen una profunda raíz en la evolución de la humanidad, y resalta que cualquier reflexión sobre el manejo de los bosques nativos debería considerar objetivos económicos, así como las actitudes espirituales y estéticas en relación a estos espacios, asimismo expresa la concepción del bosque como “un espacio ajeno, salvaje, un espacio fascinante en la doble connotación de este concepto, como la de un objeto ante el cual se experimenta temor y atracción a la vez, hunde sus raíces en la larga, historia evolutiva de la especie humana”.

Morales (1999), considera como un tema repetido en múltiples lugares y diferentes religiones, al árbol como imagen del cosmos; el sagrado árbol “Kiskana” para Mesopotamia, el “Ashvatha” para la India, o el “árbol de la vida” en la tradición esotérica hebrea y el “árbol de la felicidad” para la creencia Islámica.

Es así que, la importancia del árbol también es de tipo simbólico y mitológico en todo el mundo, como lo menciona Sánchez (1990), sobre los significados para diferentes culturas donde expone que representa el nacimiento, regeneración y la propia vida; los arboles aparecen en muchas historias míticas sobre la creación del hombre y el mundo, como ejemplo el Yggdrasi, es un fresno mitológico escandinavo que simboliza el cosmos y sirve de puente entre la esfera celestial y la terrenal, para el budismo de Dahomey y de Haití, el árbol representa la firmeza. En las islas de Almirante y en las Banks se tiene la creencia de que el hombre fue creado tallándolo en el tronco de un árbol, en las pinturas de los sepulcros egipcios, aparece frecuentemente la diosa de la tierra emergiendo de un árbol, ofreciendo su pecho como fuente de la vida.

Así también el árbol en las culturas prehispánicas de México (Sánchez, 1990), narra la leyenda del códice de Borgia sobre la Diosa Chalchiutlicue que tomó a una pareja y la depositó en el tronco hueco de un ahuehuete, para protegerla del diluvio universal. Asimismo menciona la leyenda que relata el códice Vindobonensis, según la cual los hombres nacieron de los árboles. Existe también un calendario azteca que representa las cinco regiones del mundo, la tierra en el centro y los cuatro árboles que se elevan al cielo. Al este, el árbol que emerge del sol simbolizando el nacimiento; al sur, el árbol del sacrificio, el árbol del oeste, símbolo de la muerte del sol, mientras que el árbol del norte representa el renacimiento y la vida eterna.

Dejando de lado los conceptos simbólico y mitológico, el árbol (Figura 3) es definido como “vegetal perenne y leñoso que alcanza por lo menos 6 m de altura en su madurez, y que tiene tallo o tronco erecto y una copa foliosa bien desarrollada” (SECF, 2005).



Figura 3 El árbol (Versañez, 2011)

Existe una extensa variedad de árboles como árboles frutales o plantaciones comerciales que suelen considerarse como monocultivos, aquellos que forman bosques densos y varían según la suma de condiciones climáticas y geográficas.

Nieto (2009), explica la importancia de las masas arbóreas de los climas templado-frío o frío que se tiene en el estado de México, las cuales se aprecian primordialmente en dos entornos, el biológico y el económico: el primero se refiere a que fungen como productores primarios por el aprovechamiento de la energía solar y otras fuentes abióticas, la contribución a la conservación de especies y el hábitat de fauna diversa, así como su importancia respecto a los recursos no maderables como las hierbas o micorrizas, las masas arbóreas también protegen al suelo de la erosión, y sus raíces son mecanismos para la incorporación del agua al suelo. En cuanto al valor económico, algunas coníferas simbolizan producción de madera por ejemplo el pino se emplea en el uso industrial y el oyamel para la industria maderera, de igual forma brinda otros bienes en el ámbito medicinal, alimenticio o ritual.

La definición del bosque, o de las tierras forestales, se basa en la estructura de la formación (porcentaje de cubierta arbórea, altura de las especies leñosas) y su superficie, siendo esta de formaciones mayores a 0.5 hectáreas y para el caso de los árboles que no cumplen con esta medida se les denominan árboles fuera del bosque (Food and Agriculture Organization of the United Nations, 2001), los cuales pueden encontrarse en tierras agrícolas (incluido praderas y pastizales), en tierras construidas (que incluyen establecimientos humanos e infraestructuras) y en tierras desnudas (que incluyen dunas de arena y afloramientos rocosos).

Aunque las funciones del arbolado en las urbes podría diferir un poco de los árboles de los bosques nativos como los que se tienen en algunas ANP, resalta lo que algunos autores sostienen como que el arbolado en las ciudades contribuye a la creación de microclimas (Smith, 1980). Entre otras ventajas de contar con espacios verdes o zonas arbóreas en la ciudad destacan el amortiguamiento de

los niveles de ruido, ayudan a captar agua y así reducen riesgos de inundaciones y erosión del suelo.

Por otro lado Cruz (1989), explica acerca de una falacia de que las plantas actúan como filtro de los desechos que se arrojan a la atmósfera, regresando el aire purificado, lo cual está muy alejado de la realidad, es cierto que las plantas fotosintéticas sustraen de la atmósfera bióxido de carbono y que incluso algún enriquecimiento de este compuesto puede serles benéfico, pero el resto de los gases considerados como contaminantes les causa tanto daño como a cualquier ser vivo. Recalca que es innegable el papel que juega la vegetación urbana en la humectación del aire, así como del valor estético, psicológico y embellecimiento del paisaje como el que brindan los parques urbanos (Figura 4).



Figura 4 Parque Alameda, (Versañez, 2011)

Taylor (2002), sostiene que el hombre ha modificado, cultivado, edificado y degradado los ecosistemas, esto mediante tecnológicas, algunas maneras corresponden a la transformación del paisaje mediante la fragmentación y degradación de hábitat, adaptaciones para cultivos, zonas urbanas, la eliminación de hábitats de vida silvestre, la erosión o agotamiento de nutrientes al suelo por ganadería o agricultura, así como la interferencia en el ciclo químico normal y en los flujos de energía de los ecosistemas, las emisiones de dióxido de carbono y otros gases de efecto invernadero que proceden de la quema de combustibles fósiles así como del incendio de bosques y praderas.

## 1.2 Recursos Naturales

Una de las clasificaciones muy simple de los recursos naturales corresponde a 2 tipos: los renovables y los no renovables (Reganol, 2005), los renovables son aquellos cuya recolección o el uso depende de la planificación y la gestión humana apropiada, ya que el uso inapropiado o la mala gestión, figuraría como deterioro o agotamiento de los mismos, generando efectos de tipo social y económico perjudiciales. Ejemplos de recursos naturales renovables son, el suelo fértil, productos de la tierra como las frutas o el cultivo de verduras, los bosques, el agua subterránea y el agua superficial, los ecosistemas y la energía como por ejemplo la solar. Y dentro de los no renovables o cuando los materiales o recursos son finitos como los combustibles fósiles, metales y minerales no metálicos.

La importancia de los recursos naturales radica en que el ser humano necesita de ellos para subsistir, aunque es muy cuestionada la manera en que algunos hacen uso de los mismos cuando estos no se tratan de bienes esenciales para el ser humano. Desde una perspectiva antropocéntrica, la naturaleza y los recursos naturales que ella brinda poseen valor sólo cuando ellas satisfacen necesidades humanas (Reganol, 2005).

El bosque en un sentido ecológico (Mendoza, 1983) es un ecosistema, esto es una comunidad que, aunque fisionómicamente este caracterizada por la presencia de especies arbóreas, contiene, además numerosas especies animales, vegetales, bacterias, hongos, etc. y componentes abióticos como el suelo.

Todos, factores integrantes de complejos procesos que hacen posible la vida y continuidad del sistema. Algunos de estos factores representan un valor de uso económico o social, por lo que se les define como recurso natural.

Para el caso del ciclo hidrológico, Pritchett (1986) explica como el recurso forestal interviene en la infiltración, la cual representa un desempeño importante, ya que una parte del agua que penetra en el suelo, es almacenada y absorbida por las plantas. La textura y profundidad del suelo determinan la cantidad de agua disponible para ser aprovechada por las raíces. El agua que penetra en el suelo satisface las necesidades de las plantas y una parte de ella llega hasta el subsuelo abasteciendo los manantiales y manteniendo el caudal de los ríos. El agua que absorben las raíces de las plantas es transportada dentro de la planta y posteriormente se transpira a través del follaje. Una parte de la humedad evaporada del suelo, las plantas y de las superficies del agua se condensa en la atmósfera cercana a las superficie terrestre en forma de rocío, pero la mayor parte vuelve a caer en forma de lluvia o nieve.

El bosque de acuerdo con la Food and Agriculture Organization of the United Nations o “FAO” (2013), Es la tierra con una cubierta de copa (o su grado equivalente de espesura) de más del 10 por ciento del área y una superficie superior a 0,5 hectáreas (ha). Los árboles deberían poder alcanzar una altura mínima de 5 metros (m) a su madurez in situ. Puede consistir ya sea en formaciones forestales cerradas, donde árboles de diversos tamaños y sotobosque cubren gran parte del terreno; o formaciones forestales abiertas, con una cubierta de vegetación continua donde la cubierta de copa sobrepasa el 10 por ciento. Dentro de la categoría de bosque se incluyen todos los rodales naturales jóvenes y todas las plantaciones establecidas para fines forestales, que todavía tienen que crecer hasta alcanzar una densidad de copa del 10 por ciento o una altura de 5 m. También se incluyen en ella las áreas que normalmente forman parte del bosque, pero que están temporalmente desarboladas, a consecuencia de la intervención del hombre o por causas naturales, pero que eventualmente volverán a convertirse en bosque.

Existe algo que se conoce como arboles fuera del bosque (Figura 5), estos de acuerdo con La FAO (2001), son aquellos árboles que no están definidos como bosques u otras tierras boscosas, los cuales pueden incluir:

- Árboles en tierras que llenan los requerimientos de bosque pero que el área es menor a 0.5 ha.
- Árboles en cinturones y galerías de los ríos con menor de 20 m de ancho y menos de 0.5 ha de superficie.
- Árboles escasos y permanentes en praderas y campos
- Arboles mantenidos en forma permanente como cultivos, hortalizas, huertos como árboles frutales, industriales, de coco o palmas.
- Árboles en sistemas agroforestales como el café, cacao, huertas familiares, agroforestales.
- Árboles en ambientes urbanos como parques jardines, árboles alrededor de edificios, a lo largo de las calles, caminos, trayectos de trenes, ríos, riachuelos y canales.



Figura 5. Arboles fuera del bosque (Versañez, 2011).

### 1.3 Cobertura y usos de suelo

El concepto de cobertura suele usarse como sinónimo de cubierta, en el presente estudio se utilizarán ambos conceptos pero los análisis están enfocados a masas forestales y recursos de tipo forestal. La cobertura de suelo se define como el tipo de ocupación existente sobre él, ya sea esta vegetación natural, cultivos agrícolas o espacios urbanos (Chuvienco, 2000). En la Figura 6, puede observarse simplemente: suelo de agricultura, bosque y pastizal, estas 3 clases pueden ser entendidas como coberturas de suelo.



Figura 6 Cobertura de suelo Cacalomacán (Versañez, 2011)

De acuerdo a un concepto de selvicultura (SECF, 2005), cobertura vegetal es el tanto por ciento de la superficie del suelo que está cubierto por la proyección vertical de las partes aéreas de la vegetación, teniendo en cuenta los recubrimientos múltiples.

Las masas forestales también suelen conocerse como bosques, éste término en ecología es denominado como la agrupación extensa de árboles en espesura. Para el caso de biogeografía, (SECF, 2005), se define como conjunto de plantas que cubren el suelo y se utilizan como sinónimos; tapiz vegetal, cubierta vegetal. Y para ecología vegetal es un término amplio utilizado para designar a toda la vegetación (árboles, matas, hierbas, etc.) que ocupa un área.

El uso de la tierra, se concibe como proceso de producción de bienes materiales, mediante el cual el hombre transforma la naturaleza para obtener productos que le son necesarios como alimento, vestido, materiales para construcción, instrumentos de trabajo y todos aquellos objetos que le permitan asegurar su supervivencia y en consecuencia, la existencia y desarrollo de la sociedad (INEGI, 2009a).

La denominación cubierta forestal es el conjunto de plantas que cubren un monte, desde los árboles hasta el estrato inferior del sotobosque, empleado el término preferentemente cuando hay estrato alto, compuesto por árboles y/o arbustos. A la cubierta formada por el follaje y las ramas de las copas de todos los árboles de una masa forestal se le denomina cubierta de copas y suele usarse la palabra dosel como sinónimo (SECF, 2005).

## 1.4 Causas de pérdida de cobertura vegetal

Existen diversas causas que propician la pérdida de cobertura vegetal, unas de carácter natural y otras de tipo antrópicas. Entre las naturales encontramos plagas y enfermedades, otros generados por desastres naturales, como deslaves y deslizamientos. Por otra parte los antrópicos incluyen, la deforestación ya sea por tala clandestina, incremento de la frontera agrícola o aumento en zonas urbanas, infraestructura, complejos industriales y turísticos. La deforestación, es una pérdida permanente de cobertura forestal para otros usos de la tierra, tales como la agricultura, pastizales, nuevos asentamientos humanos e infraestructura, entre otros (FAO, 2006).

Un modelo simplificado diseñado por la FAO (2010), ilustra de manera práctica los cambios forestales, distinguiendo solo dos clases: bosques y todas las demás tierras. Describe que una reducción del área de bosque puede darse por dos procesos distintos: la deforestación y los desastres naturales. Siendo la deforestación, con mucho el proceso más importante, el cual implica la tala del bosque por la acción humana para su conversión a otros usos, como la agricultura o las infraestructuras. Los desastres naturales también pueden destruir los bosques; cuando la zona no puede regenerarse de forma natural y no se hacen esfuerzos para replantarla, esas zonas pasan también a la categoría de otras tierras.

Por otro lado la FAO (2010), explica que el aumento del área de bosque puede darse de dos maneras; por forestación es decir, la plantación o siembra de árboles en tierras que antes no tenían cubierta forestal o por expansión natural del bosque por ejemplo, en terrenos agrícolas abandonados. Cuando se tala una parte del bosque para volver a plantar árboles (reforestación), o cuando el bosque se repone por sí solo en un plazo relativamente corto (regeneración natural), no hay cambios en el área de bosque. Ver Figura 7.



Figura 7 Dinámica de los cambios forestales. Reproducido de la publicación original (FAO, 2010).

Tala ilegal, incremento demográfico, cambio de uso del suelo, incendios, plagas y enfermedades y el sobrepastoreo son las causas principales de la degradación de áreas arboladas. La tala ilegal pasó de ser un aprovechamiento sin control realizado por gente en situación de pobreza y como una forma de obtener recursos para su sobrevivencia, a ser una actividad de lucro realizada por bandas organizadas de delincuentes (Rescala, 2009).

Incendio es cualquier fuego imprevisto e incontrolado que independientemente de su origen puede requerir una intervención para suprimirlo, o cualquiera otra acción de acuerdo con la política del organismo. Y quema es un término general para cualquier fuego no estructural que se produce en la vegetación y / o combustibles naturales. Este término incluye tanto a las quemas prescritas e incendios. Existen quemas prescritas que se refiere a cualquier quema intencional bajo un plan aprobado para cumplir objetivos específicos de manejo (FAO, 2012).

Plagas y enfermedades son factores que también contribuyen a la pérdida de cobertura, en el Estado de México se presentan 3 tipos: insectos descortezadores (*Dendroctonus spp*), defoliadores (*Evita hyalinaria blandaria*, *Malacosoma incurvum var. aztecum*) y plantas parasitas o muérdagos (*Psittacanthus spp* y *Arceuthobium spp*). Los insectos descortezadores son los más dañinos, ya que sus efectos se traducen en la mortalidad del arbolado en el corto plazo. Los

insectos defoliadores se alimentan del follaje de los árboles, ocasionan daños que van de ligeros a severos (Rescala, 2009).

Los agentes de estrés o fuerzas impulsoras son aquellas que favorecen la conversión masas arbóreas a otro que represente la deforestación de las mismas. Kaimowitz & Angelsen (1999), indican como las fuentes primarias que causan la deforestación a los programas de urbanización, extensión de las zonas agrícolas, aumento de las actividades pecuarias, excesiva extracción comercial de madera y la tala ilegal. Las tres primeras son relacionadas frecuentemente a programas y políticas gubernamentales. Por otro lado Geist & Lambin (2001) y Pineda et al. (2010) describen causas directas e indirectas. Las causas directas las agrupan en tres grandes grupos: extensión de la infraestructura, expansión de la agricultura y extracción de madera. Las causas indirectas las dividen en cinco grupos o factores: demográficos, económicos, tecnológicos, los políticos e institucionales y los factores culturales.

La mayoría de los estudios sobre los cambios de uso de suelo concluyen que el aumento de la población y la pobreza explican las causas de los cambios en la cubierta vegetal. Pero las razones por las que se dan estos cambios de ocupación del suelo son en mayor medida fundadas por autoridades locales, mercados y políticas nacionales (Lambin et al. 2011).



Figura 8 LR091 (Limow, 2007)

## **1.5 Conservación, protección y recuperación de la cubierta vegetal**

El bosque representaba un elemento más del hábitat humano que un recurso (Mendoza, 1983), la primera política referente al uso de los bosques, en gran parte del mundo, resultó ser la eliminación de la comunidad silvestre, para usar el suelo en agricultura, ganadería u otras formas de explotación. El incremento de la capacidad humana de intervención ya fuera por progresos tecnológicos, ya por aumento de la población, tuvo una consecuencia obvia en la destrucción forestal, tal como lo indican antecedentes históricos en Líbano, Egipto y Siria. La destrucción forestal originó, en las sociedades antiguas, escasez de materiales de construcción, de combustibles y demás productos forestales usados para tales fines. Esto obligó a la intervención del Estado para normar el aprovechamiento de los productos del bosque.

En México existen antecedentes de zonas restringidas a las actividades humanas desde tiempos prehispánicos (Melo, 2002), pero la creación de ANP como tales inicio en 1876: Las estrategias de conservación equivalentes a las Áreas Naturales Protegidas actuales, inician formalmente en México en 1876 con la protección del Desierto de los Leones (CONANP, 2014), cuyo propósito original era asegurar la conservación de 14 manantiales que abastecían de agua a la Ciudad de México. La integración del concepto de propiedad como una función social es hasta la publicación de la Constitución Política de 1917, en el que se establecen regulaciones y limitaciones para el aprovechamiento de los recursos naturales susceptibles de apropiación. Sobre esta base se decreta el Desierto de los Leones como el primer Parque Nacional. Venustiano Carranza lo promulgó así en 1917 “27-11-1917 (Decreto que declara el terreno nacional ubicado en la municipalidad de Cuajimalpa, conocido con el nombre de “Desierto de los leones” Parque Nacional, conservando los linderos que actualmente se le reconocen).

El marco normativo-jurídico en materia forestal también figura como actor en las medidas de conservación y protección de los recursos forestales, se tiene una ley específica para el desarrollo forestal (Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable), cuyo objetivo es el de “regular y fomentar la conservación, protección, restauración, producción, ordenación, el cultivo, manejo y aprovechamiento de los ecosistemas forestales del país y sus recursos, así como de distribuir las competencias que en materia forestal correspondan a la federación, los estados, el Distrito Federal y los municipios”. Es así que existen leyes, reglamentos, normas oficiales y demás relacionadas a la gestión y manejo de los recursos forestales.

En cuanto a las ANP, es la Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (Conanp), el encargado de la Administración de las Áreas Protegidas, este es un órgano desconcentrado de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales.

La forestación y reforestación, representan actividades importantes para el incremento o la recuperación de cubiertas forestales. Sin embargo como señala Greenpeace (2006), en las campañas de reforestación que se hacen cada año en México, se anuncian cientos de miles de hectáreas reforestadas, pero esas superficies en realidad no se recuperan ya sea porque las especies que se utilizan son inadecuadas o por que los árboles no logran adaptarse a las condiciones de cada sitio en que se plantan, así como no tener talla o edad suficiente para ser trasplantados, y sumando la falta de capacitación de las personas que participan en las campanas, al igual que no se le da seguimiento para que dichos árboles puedan sobrevivir, logrando así desarrollarse un 25 % de los organismos (Greenpeace, 2006). Y sobre todo parece que porque no se les da ese seguimiento adecuado que requieren, es que las campañas de reforestación parecen una actividad de poco éxito.

Mediante esas tres actividades o gestiones (Conservación, protección y recuperación de la cubierta vegetal), se favorece en muchos de los casos el resguardo de la fauna que vive principalmente en los bosques (Figura 9).

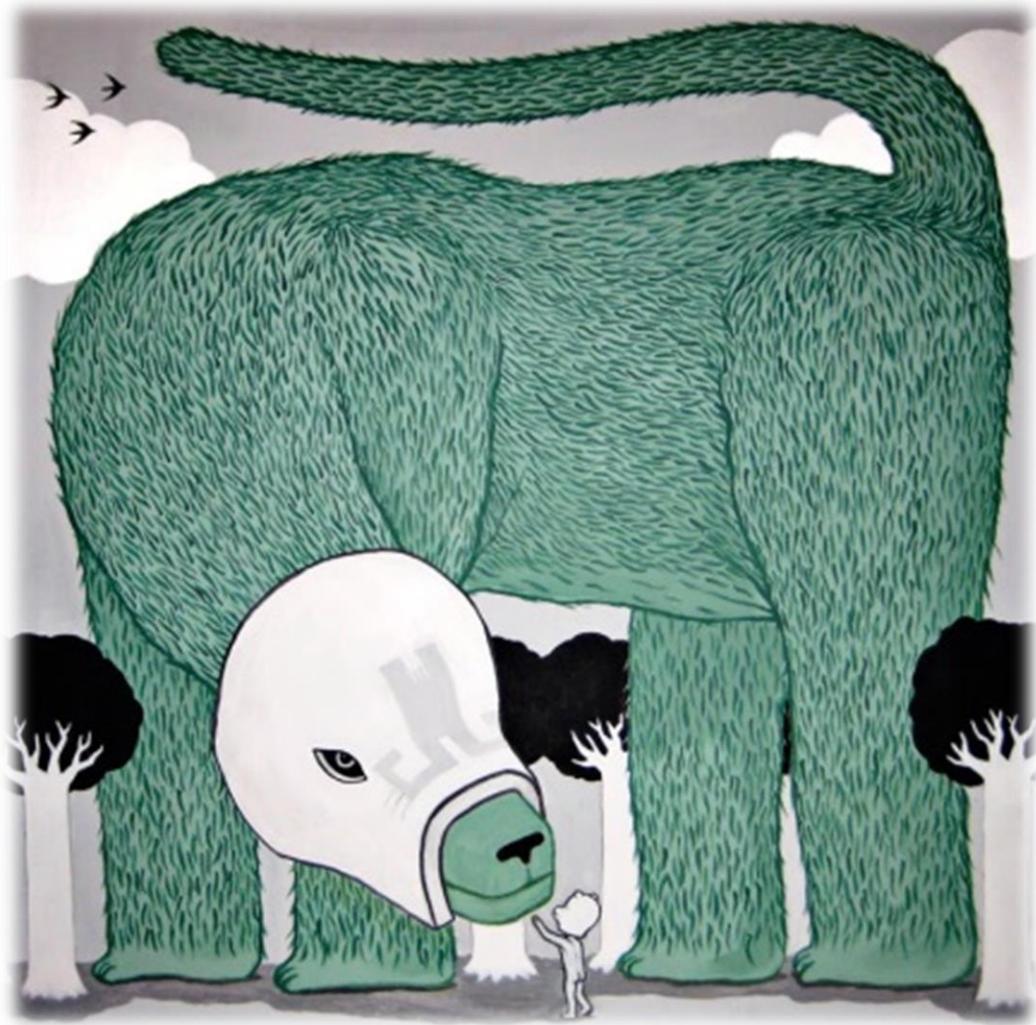


Figura 9 s/t (Limow, 2012b)

## **1.6 Cartografía, Sistemas de Información Geográfica y Percepción Remota**

La mayoría de la información que se maneja en las actividades humanas, desde hace miles de años, tiene una expresión o componente espacial, es decir, que está relacionado con un lugar en la superficie de la Tierra. Desde los cazadores en los tiempos prehistóricos, los cuales se cree que usaban mapas mentales para explorar el territorio en busca de presas y después regresar a sus campamentos (Barnard, 1992), hasta los avanzados análisis de múltiples variables, los cuales tratan de explicar complejos fenómenos físicos, sociales y económicos, como pueden ser el cambio climático global, que incluye el estudio de la distribución de todas las evidencias que soportan esta teoría; la migración de la población de unas regiones a otras y hasta la ubicación de potenciales mercados para un producto (ITC, 2009a). Todas las actividades anteriores requieren de un análisis espacial, en el que el mapa es el insumo principal para poder realizarlo.

### **1.6.1 El mapa como modelo del mundo real**

Al tratar de plasmar su entorno y los fenómenos que ocurrían en él, el ser humano se vio en la necesidad de utilizar algún medio para hacerlo, es así como surge el mapa, el cual es considerado como el principal modelo del mundo real, ya que permite la representación de un espacio geográfico determinado, mediante la utilización de una escala.

La escala es la relación existente entre las dimensiones o distancias de los elementos representados en el mapa y las dimensiones o distancias de los mismos en el mundo real, de esta manera se puede tener una representación lo más fiel posible.

La cartografía es considerada la ciencia y el arte de la elaboración de mapas, y funciona como un intérprete, traduciendo los fenómenos del mundo real en

representaciones claras y entendibles para su uso en el análisis espacial (ITC, 2009a).

Además de la escala, con el tiempo se han ido incorporando otros elementos que han hecho del mapa una herramienta indispensable para muchas aplicaciones, uno de los más importantes es la referencia espacial, la cual permite conocer con mayor precisión la ubicación de los elementos representados al interior del mapa mediante el uso de un sistema cartesiano (INEGI, 2014), el cual está relacionado con la superficie de la tierra a través del sistema de coordenadas geográfico (latitud y longitud) mediante el uso de una proyección cartográfica.

Con el avance de la ciencia y la tecnología, los mapas también se han visto beneficiados mediante la implementación de nuevos métodos y técnicas utilizados en su elaboración, permitiendo así incrementarse su precisión y exactitud, mejorar la representación de la información contenida en ellos, y asegurar la permanencia de su utilización en un gran número de aplicaciones. La elaboración de los mapas se volvió digital (Korte, 2001).

### **1.6.2 Sistemas de Información Geográfica (SIG)**

Con el desarrollo de nuevos métodos de análisis espacial, surgió la necesidad de utilizar una gran cantidad de información en una amplia variedad de estudios, lo cual es complicado o imposible realizar de manera analógica, es decir con mapas en papel (Shekhar & Xiong, 2008), es por eso que a finales de los años 70's finalmente se contó con el desarrollo tecnológico suficiente para crear lo que ahora se conoce como el primer Sistema de Información Geográfica o SIG, la aplicación del mismo tuvo la finalidad de integrar bases de datos para realizar estudios de la cobertura forestal de Canadá (Korte, 2011).

Existen definiciones muy variadas acerca de que es un SIG, una de las más completas establece que un SIG, es un sistema compuesto por equipo de cómputo, programas (software), así como la información que es ingresada al sistema, e incluso de considera a los especialistas que operan al sistema como parte del SIG (Longley et al. 2005).

Las principales funcionalidades de un SIG comprendes las siguientes etapas aplicadas a la información espacialmente referenciada:

- Captura y preparación.
- Manejo, almacenaje y mantenimiento.
- Consulta.
- Manipulación y análisis.
- Representación y salida.

Los resultados son utilizados principalmente como un importante apoyo en el proceso de toma de decisiones para una gran cantidad de aplicaciones. Una de las ventajas significativas en el uso de un SIG es su capacidad de poder procesar una gran cantidad de información en relativamente poco tiempo, lo cual permite realizar análisis espaciales sumamente complejos; de igual forma, su manejo, almacenamiento y actualización son más eficientes que los formatos análogos (Longley et al. 2005; ITC, 2009).

El análisis espacial se realiza en el SIG mediante diferentes operaciones, entre las cuales la superposición digital de capas es común, siendo posible solo si los mapas tienen una referencia espacial coincidente.

Otros tipos de análisis realizados en un SIG son por ejemplo: análisis de proximidad, análisis de conectividad, estudio de tendencias, entre otros.

Una de las funciones más importantes del SIG es la capacidad de combinar distintos capas en una sola operación (Figura 10), y se conoce con el nombre de “superposición” (FAO, 2004).

Las aplicaciones de los SIG son muy diversas, de acuerdo con la FAO (2004), la utilidad final del SIG radica en su capacidad para elaborar modelos, es decir, construir modelos del mundo real a partir de las bases de datos digitales y utilizarlos para simular el efecto de un proceso específico en el tiempo para un determinado escenario.

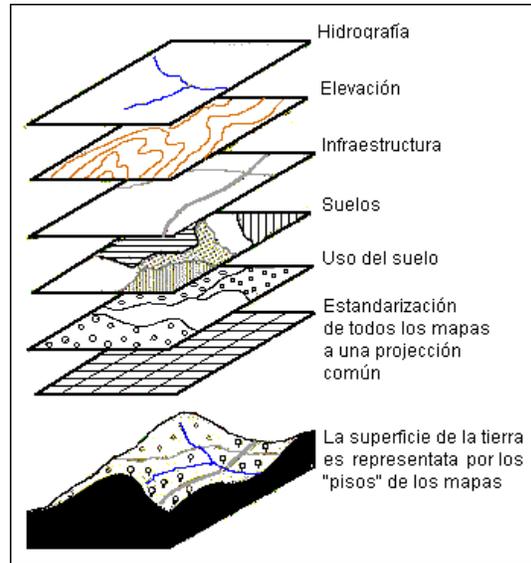


Figura 10 superposición (FAO, 2004).  
Reproducido de la publicación original

Los SIG son una herramienta sumamente útil en los estudios de coberturas del terreno, ya que permiten realizar inventarios muy detallados de las diferentes clases de vegetación, y otras coberturas naturales y antrópicas. Adicionalmente son muy eficientes en el análisis multitemporal de los cambios de cobertura, ya que permiten comparar diferentes fechas de información para así obtener los cambios ocurridos en el periodo de tiempo estudiado (Longley et al. 2005, Lillesand y Kiefer, 2004, Haines et al. 1993).

Un SIG se puede alimentar con una gran cantidad de información y una de las fuentes importantes de la misma es lo que se conoce como percepción remota (PR), o actualmente teledetección.

### 1.6.3 Teledetección

De igual forma que con los SIG, la teledetección ha sido definida de diferentes maneras, el ITC de los Países Bajos, el cual es uno de los centros pioneros en la realización de estudios basados en análisis espacial utilizando SIG y PR, define a la Teledetección como “el arte, la ciencia y la tecnología de observar un objeto, escena o fenómeno mediante técnicas basadas en instrumentos, realizando dicha observación a distancia, y por lo tanto, sin contacto físico con el objeto de interés” (ITC, 2009a).

Para poder realizar dichas observaciones, los instrumentos utilizados se basan en el uso de información obtenida a través del análisis de la interacción de la energía electromagnética y el objeto de estudio. Para poder realizar lo anterior es importante entender como esta energía se expresa en lo que se conoce como el espectro electromagnético (Figura 11).

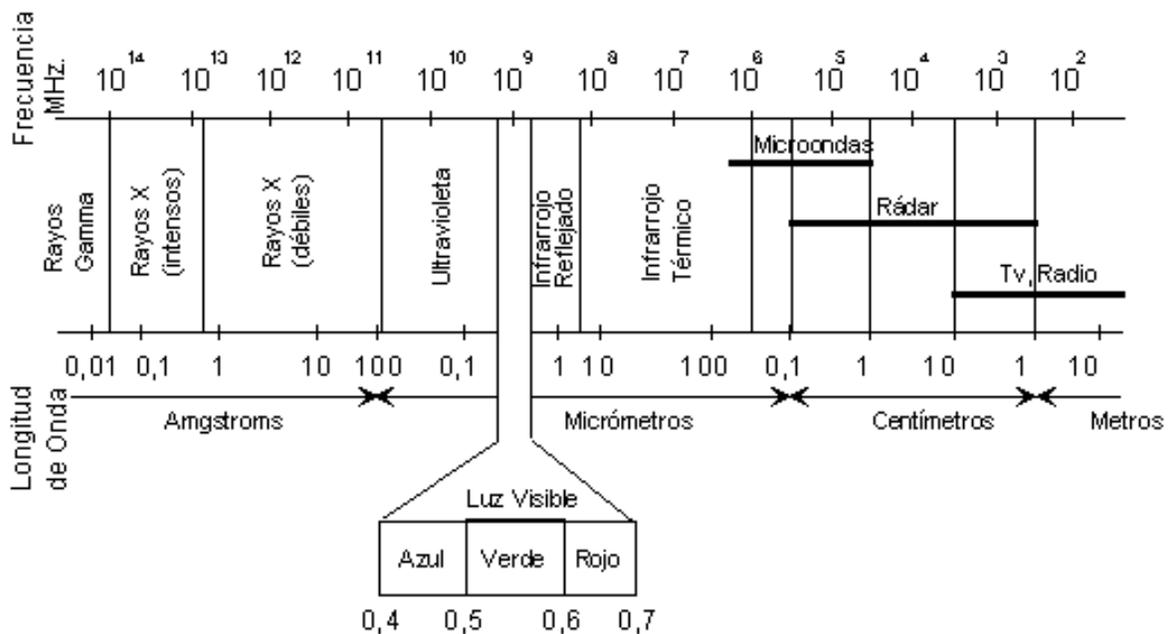


Figura 11 Espectro electromagnético (Chuvieco, 2008). Reproducido de la publicación original

### 1.6.4 Espectro electromagnético

Es posible describir cualquier tipo de energía radiante en función de su longitud de onda o frecuencia. Aunque la sucesión de valores de longitud de onda es continua, suelen establecerse una serie de regiones, donde la radiación electromagnética manifiesta un comportamiento similar. Al conjunto de estas regiones de diferentes longitudes de onda o frecuencias se denomina espectro electromagnético.

Desde el punto de vista de la información utilizada en la teledetección, conviene destacar una serie de regiones espectrales, que son las más frecuentemente empleadas en la adquisición de información con medios ópticos mediante el uso de los sensores existentes en la actualidad:

- Espectro visible (0.4  $\mu\text{m}$  a 0.7  $\mu\text{m}$ ). Se denomina así por tratarse de la única radiación electromagnética que puede percibir el ojo humano, coincidiendo con las longitudes de onda en donde es máxima la radiación solar. Suelen distinguirse tres bandas elementales, que se denominan azul (0.4  $\mu\text{m}$  a 0.5  $\mu\text{m}$ ); verde (0.5 a 0.6  $\mu\text{m}$ ) y rojo (0.6  $\mu\text{m}$  a 0.7  $\mu\text{m}$ ), en razón de la longitud de onda que presentan dichos colores.
- Infrarrojo cercano (0.7 a 1.3  $\mu\text{m}$ ). A veces se denomina también infrarrojo reflejado y fotográfico, puesto que puede detectarse a partir de films dotados de emulsiones especiales. Resulta de especial importancia por su capacidad para discriminar masas vegetales y concentraciones de humedad.
- Infrarrojo medio (1.3 a 8  $\mu\text{m}$ ), en donde se entremezclan los procesos de reflexión de la luz solar y de emisión de la superficie terrestre.
  - Infrarrojo lejano o térmico (8 a 14  $\mu\text{m}$ ) que incluye la porción emisiva del espectro terrestre.
  - Microondas (a partir de 1 mm), con gran interés por ser un tipo de energía bastante transparente a la cubierta nubosa.

Mediante el uso de instrumentos se puede captar la interacción existente entre la energía electromagnética y algún objeto de interés, resultando en la formación de imágenes y en particular en la adquisición de fotografías aéreas e imágenes de satélite.

La interacción antes mencionada se expresa en absorción o reflexión de energía electromagnética en las diferentes regiones del espectro electromagnético, lo cual permite reconocer el objeto sobre el cual la energía electromagnética está incidiendo, a esto último se le denomina firma espectral, Figura 12. (Chuvienco, 2008; Lillesand y Kiefer, 2004).

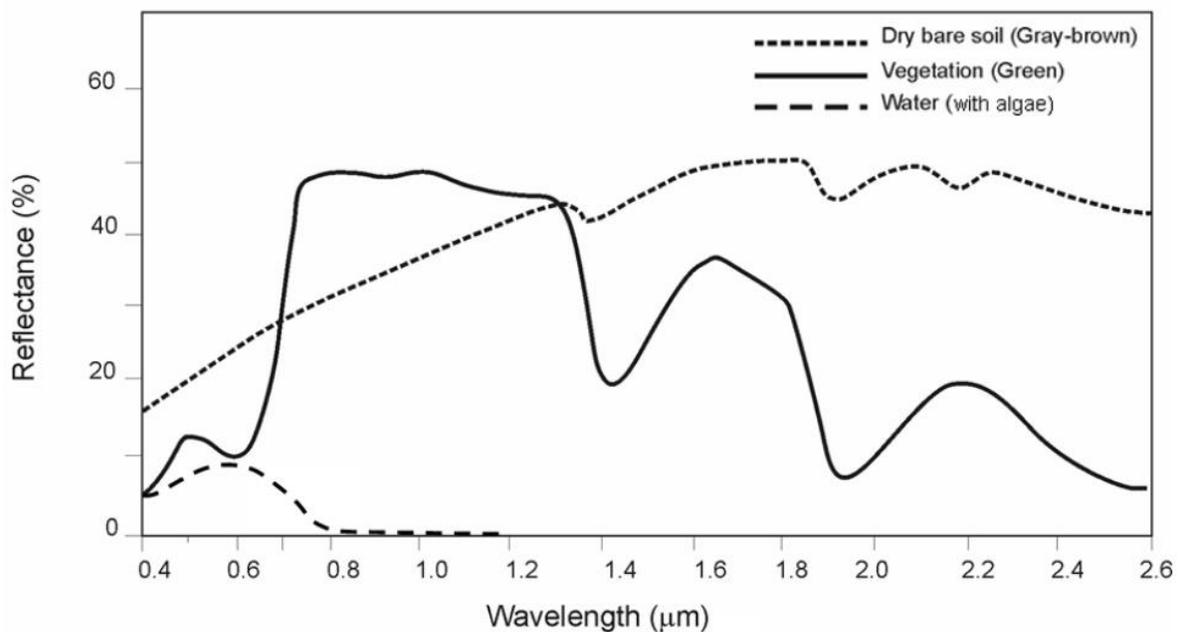


Figura 12 Firmas espectrales de algunas coberturas del terreno comunes (ITC, 2009b).

Reproducido de la publicación original.

### 1.6.5 Fotografías Aéreas

Mediante el uso de película fotográfica o un sensor CCD, se puede captar desde un avión la interacción de la energía electromagnética con las coberturas del terreno, obteniendo fotos aéreas en negativo/positivo, o directamente en formato digital. Dependiendo del tipo de sensor, las fotos aéreas adquiridas pueden ser de cuatro tipos (Lillesand & Kiefer, 2004):

1. Pancromáticas: Fotos en blanco y negro, abarcando toda la región del espectro visible.
2. Color natural: Fotos en color, compuestas por una emulsión que es sensible a los tres diferentes segmentos del espectro electromagnéticos (azul, verde y rojo).
3. Infrarrojas: Fotos con película sensible a la región infrarroja del espectro electromagnético, los positivos están impresos en blanco y negro.
4. Falso color: Fotos en color, las cuales abarcan de 0.5  $\mu\text{m}$  a 1.3  $\mu\text{m}$ , es decir, del verde en la región visible al infrarrojo cercano. Estas imágenes son particularmente útiles para el estudio de la vegetación, debido a la firma espectral de la misma, la cual presenta contrastes importantes en este rango de valores.

Las fotos adquiridas tienen desplazamientos de diferentes tipos, por lo regular siendo el principal el provocado por el relieve, los cuales no permiten realizar mediciones de áreas o distancias sobre las fotos de manera adecuada. Sin embargo este desplazamiento producido por el relieve (también conocido como paralaje) permite observar en tercera dimensión pares de fotos que cubren el terreno con sobreposición (ITC, 2009b).

Mediante procesos de fotogrametría (Lillesand & Kiefer, 2004), se pueden remover todos los desplazamientos y distorsiones de las fotos aéreas, lo cual las hace aptas para ser utilizadas en la producción de cartografía, a estas fotos se les conoce como ortofotos.

### 1.6.6 Imágenes de Satélite

De la misma manera en que las fotografías aéreas son adquiridas, mediante el uso de plataformas satelitales es posible adquirir información que al ser procesada forma una imagen digital, la cual tiene una estructura de filas y columnas, y cuyo elemento constitutivo mínimo es el pixel (picture element). Existe una gran diversidad de imágenes de satélite, las cuales se adquieren en las diferentes regiones del espectro electromagnético, para poder reconocer las diferentes coberturas del terreno (ITC, 2009b). Cada satélite cuenta con un diferente arreglo de bandas, donde una banda es una imagen de una porción en específico del espectro electromagnético, de esa manera se puede contar con bandas visible, infrarrojas cercanas, medias y térmicas, según corresponda (Lillesand y Kiefer, 2004, ITC, 2009b). La Figura 13 muestra la distribución de las bandas de algunos de los satélites utilizados en la observación de coberturas del terreno.

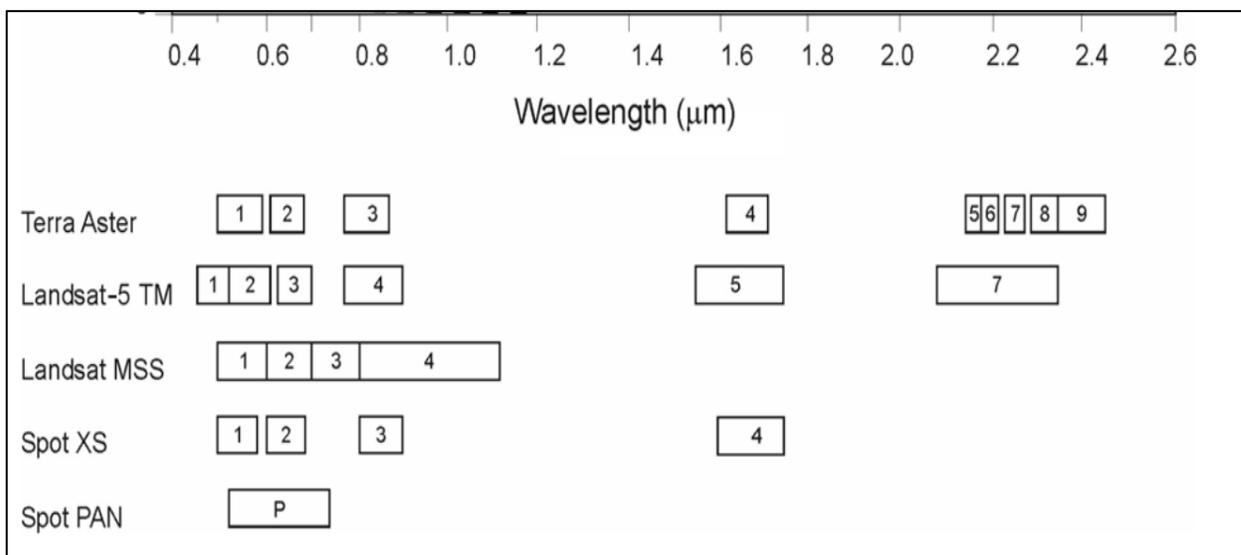


Figura 13 Distribución de las bandas de algunos satélites comúnmente utilizados en la observación de coberturas del terreno (ITC, 2009b). Reproducido de la publicación original

### 1.6.7 Aplicación de la Teledetección en el estudio de la vegetación

La caracterización espectral de las masas vegetales es, sin duda, una de las tareas más interesantes en teledetección. Pese a su gran importancia, aun ofrece notables dificultades como consecuencia de los múltiples factores que influyen en la radiancia final detectada por el sensor (Chuvienco, 2008), en primera instancia ha de considerarse la propia reflectividad de la hoja, en función de su estado fenológico, forma y contenido de humedad. Además es preciso tener en cuenta las características morfológicas de la planta: su altura, perfil, grado de cobertura del suelo, etc., que provocan una notable modificación de su comportamiento reflectivo. Un tercer grupo de factores serían los derivados de la situación geográfica de la planta, pendiente, orientación asociación con otras especies, geometría de plantación etc. Pero el comportamiento espectral de la vegetación vigorosa conforma una firma espectral en particular, lo que permite reconocerla fácilmente y diferenciarla de las otras coberturas del terreno.

Chuvienco (2008), cita algunos estudios teóricos (Gates et al. 1965; Knipling, 1970; Colwel, 1974; Curran, 1980; Jensen, 1983) los cuales explican que el comportamiento típico de la vegetación vigorosa muestra una reducida reflectividad en las bandas visibles, con un máximo relativo en la porción verde del espectro (en torno a  $0.55 \mu\text{m}$ ). Por el contrario, en el infrarrojo cercano presenta una elevada reflectividad, reduciéndose paulatinamente hacia el infrarrojo medio. Estas características espectrales se relacionan, primordialmente, con la acción de los pigmentos fotosintéticos y del agua que almacenan las hojas. En concreto, la baja reflectividad en la porción visible del espectro se debe al efecto absorbente de los pigmentos de la hoja, principalmente clorofilas, xantofilas y carotenos.

El contraste más importante en la reflectividad espectral de la vegetación sana se produce entre las bandas visibles, especialmente el rojo Figura 14 (en torno a  $0.654 \mu\text{m}$ ) y el infrarrojo cercano ( $0.7$  a  $1.3 \mu\text{m}$ ). De ahí que se pueda enunciar, como principio genérico, que cuando mayor sea el contraste entre ambas bandas,

mayor será el vigor de la vegetación y más clara su discriminación frente a otros tipos de cubierta.

Este comportamiento espectral teórico de las cubiertas vegetales ha sido la base para obtener una serie de índices de vegetación, que se sustentan (entre otros factores) en el contraste de las bandas roja e infrarrojo cercano del espectro. Se construyen a partir de la combinación lineal entre estas dos bandas, cuando se dispone de una imagen multispectral.

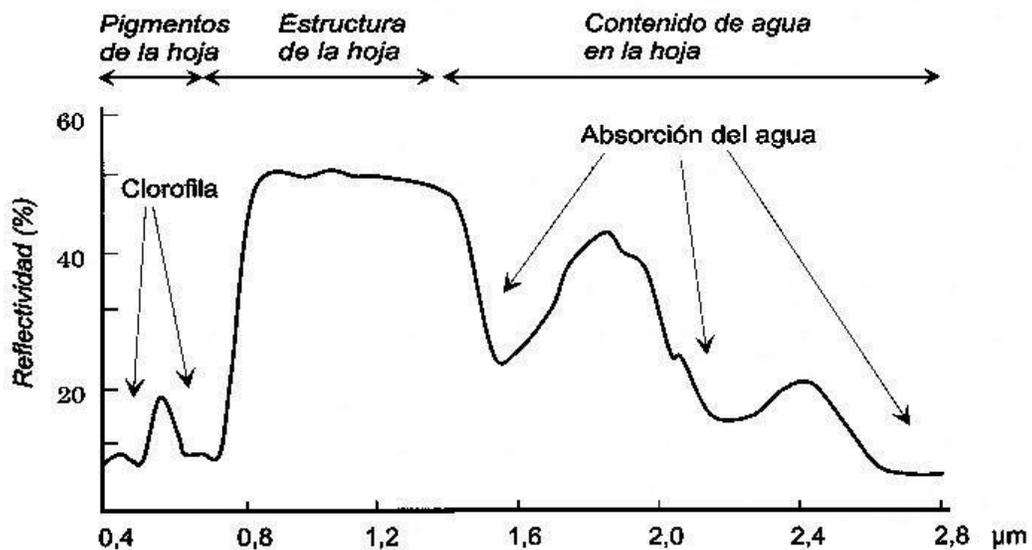


Figura 14 Firma espectral de la vegetación sana (Chuvieco, 2008) Reproducido de la publicación original.

### 1.6.8 Interpretación visual de imágenes

Para poder extraer y utilizar la información contenida en los productos de teledetección, como son imágenes de satélite y fotografías aéreas, los métodos empleados pueden ser subdivididos en dos grupos: a) los métodos basados en procesamiento semiautomático por computadora y b) los basados en interpretación visual de imágenes (ITC, 2009b). Los primeros son empleados tanto para extraer información de cobertura y otros temas evidentes para un intérprete mediante el análisis de los valores digitales contenidos en una imagen, íntimamente relacionados con la reflectancia de los objetos; así como para extraer información cuantitativa, como pueden ser temperaturas o elevación del terreno, mediante información de sensores específicos. Mientras que la interpretación visual se considera una manera más intuitiva de adquirir información de los productos de teledetección, ya que se basa en la habilidad de relacionar patrones, texturas, tonos, formas, orientación, tamaño, altura y ubicación de los elementos contenidos en una imagen con los elementos existentes en el mundo real, además de también distinguir interrelaciones entre todos ellos y con base en todo lo anterior, poder emitir un juicio al trazar una línea al momento de realizar la interpretación.

Los enfoques analógicos y digitales comparten varias técnicas en la interpretación de imágenes (Figura 15).

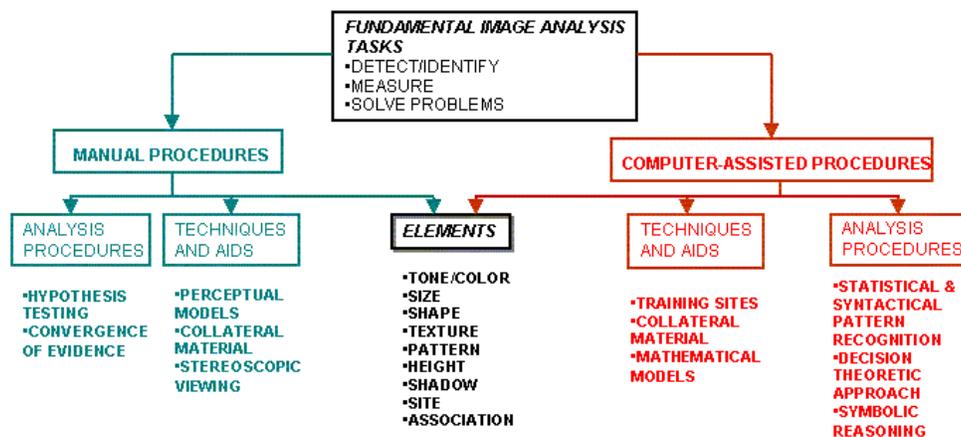


Figura 15 s/t (Estes et al, 2013)

## **Capítulo 2**

### **Marco de referencia**

## 2.1 Descripción de la zona de estudio

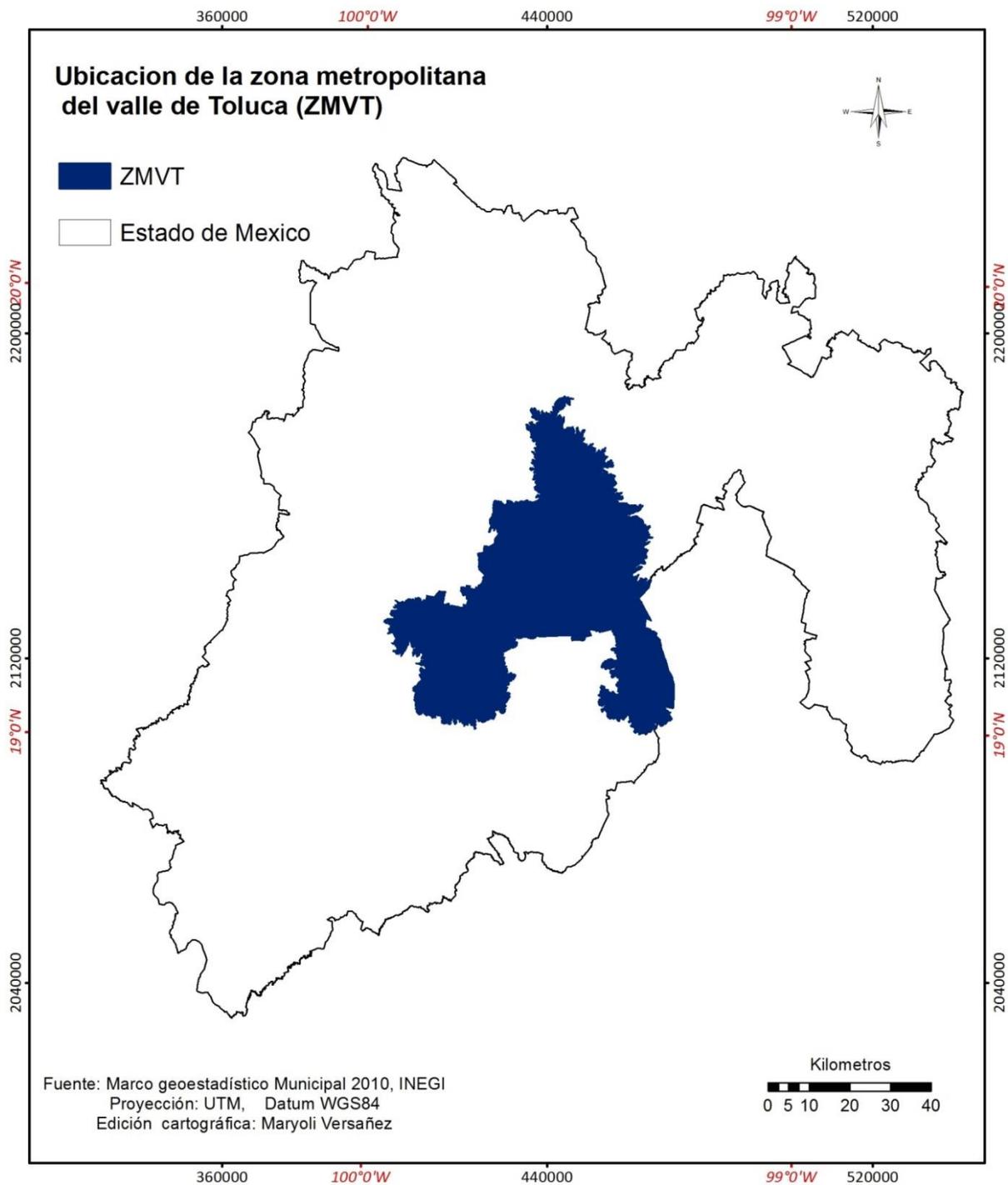
Se define como zona metropolitana al conjunto de dos o más municipios donde se localiza una ciudad de 50 mil o más habitantes, cuya área urbana, funciones y actividades rebasan el límite del municipio que originalmente la contenía, incorporando como parte de sí misma o de su área de influencia directa a municipios vecinos, predominantemente urbanos, con los que mantiene un alto grado de integración socioeconómica; en esta definición se incluye además a aquellos municipios que por sus características particulares son relevantes para la planeación y política urbanas, (CONAPO, 2005). En este sentido, la Zona Metropolitana del Valle de Toluca (ZMVT), se encuentra delimitada por 22 municipios: Almoloya de Juárez, Almoloya del Río, Atizapán, Calimaya, Capulhuac, Chapultepec, Lerma, Metepec, Mexicaltzingo, Ocoyoacac, Otzolotepec, San Antonio La Isla, San Mateo Atento, Rayón, Temoaya, Tenango del Valle, Texcalyacac, Tianguistenco, Toluca, Xalatlaco, Xonacatlán y Zinacantepec.

Tabla 1 Población por municipio

<b>Municipios</b>	<b>Población</b>
Lerma	134,799
Metepec	214,162
Ocoyoacac	61,805
San Mateo Atenco	72,579
Toluca	819,561
Xonacatlán	46,331
Zinacantepec	167,759
Suma 7 municipios	1,516,996
22 municipios (ZMVT)	2,172,035

En la presente investigación la delimitación no abarca la ZMVT en su totalidad. Los límites se definieron considerando los 7 municipios centrales (Toluca, Metepec, San Mateo Atenco, Zinacantepec, Lerma, Ocoyoacac y Xonacatlán) en ellos se concentra casi el 70 % de la población total de la ZMVT (ver Tabla 1), y adicionando aquellos municipios en los que están las ANP que entran dentro de alguno de esos municipios a excepción del Parque Nacional La Marquesa pues este se añadió porque parte de su territorio se duplicaba por pertenecer al parque estatal Otomí-Mexica. Se descartaron las Ciénegas de Lerma por contener otro tipo de vegetación diferente a la cubierta forestal que domina la ZMVT. Por lo que los otros municipios que se incorporan total o parcialmente son: Almoloya de Juárez, Amanalco, Calimaya, Capulhuac, Chapa de Mota, Chapultepec, Coatepec Harinas, Huixquilucan, Isidro Fabela, Ixtlahuaca, Jilotzingo, Jiquipilco, Mexicaltzingo, Morelos, Naucalpan de Juárez, Nicolás Romero, Ocuilan, Oztolotepec, Temascaltepec, Temoaya, Tenango del Valle, Tianguistenco, Villa del Carbón, Villa Guerrero, Villa Victoria y Xalatlaco. Pese a que no se analiza la ZMVT que definen algunas instituciones y organismos como CONAPO o INEGI, en esta investigación se entenderá como ZMVT a la delimitación aquí presentada por los motivos ya expuestos (Mapa 1).

La zona se localiza en el Estado de México entre los paralelos 19° 45' 22" y 19° 00' 08" de latitud norte y los meridianos 99° 57' 12" y 99° 16' 26" de longitud oeste, en coordenadas UTM corresponde a 2,184,581 m como máxima, 2,101,106 m como mínimo y 471,195 m como máximo y 399,812 m como mínimo. Abarca una superficie de 260,957 ha.



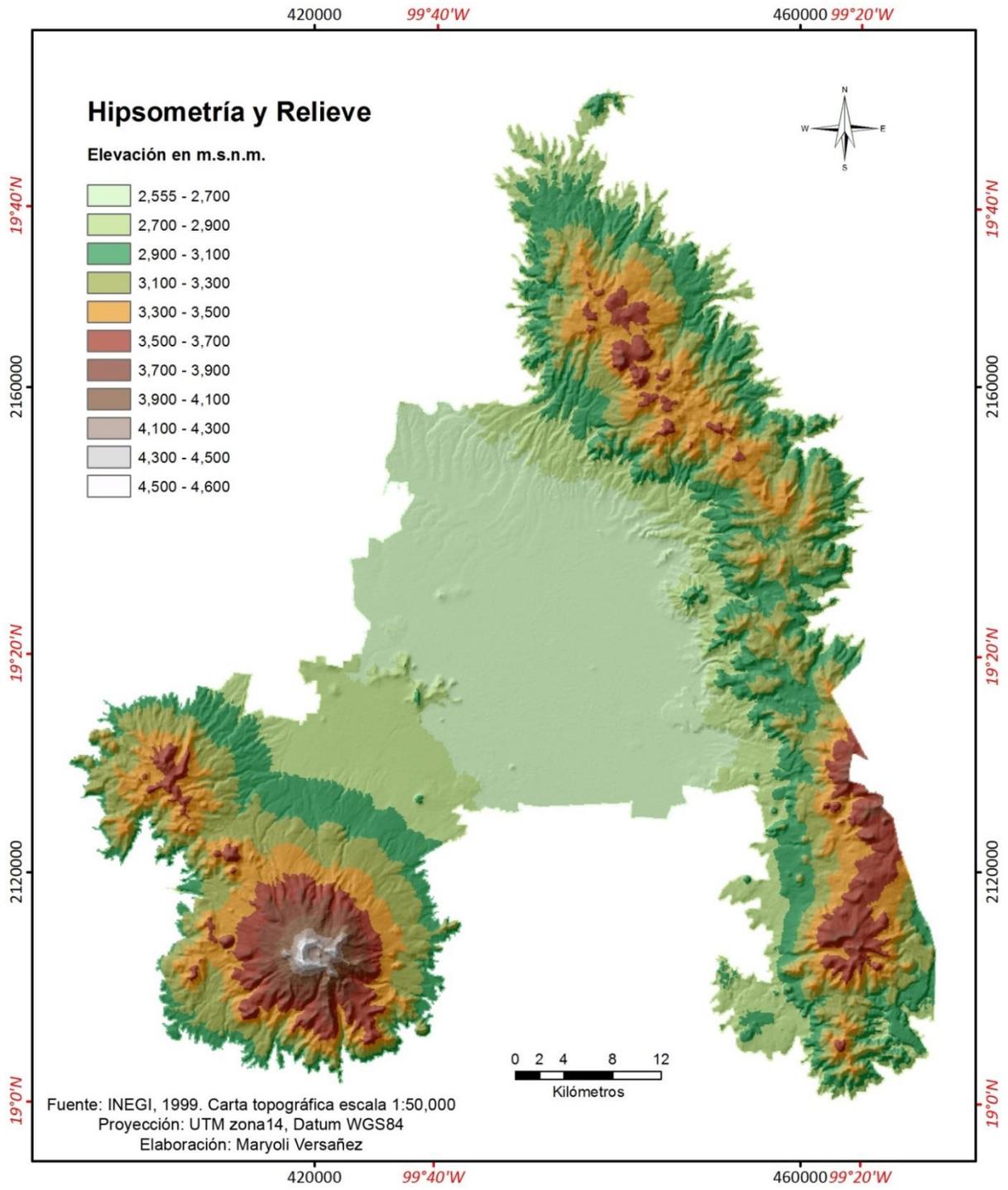
Mapa 1. Ubicación de la ZMVT (edición cartográfica Versañez, 2014)

### **2.1.1 Topografía**

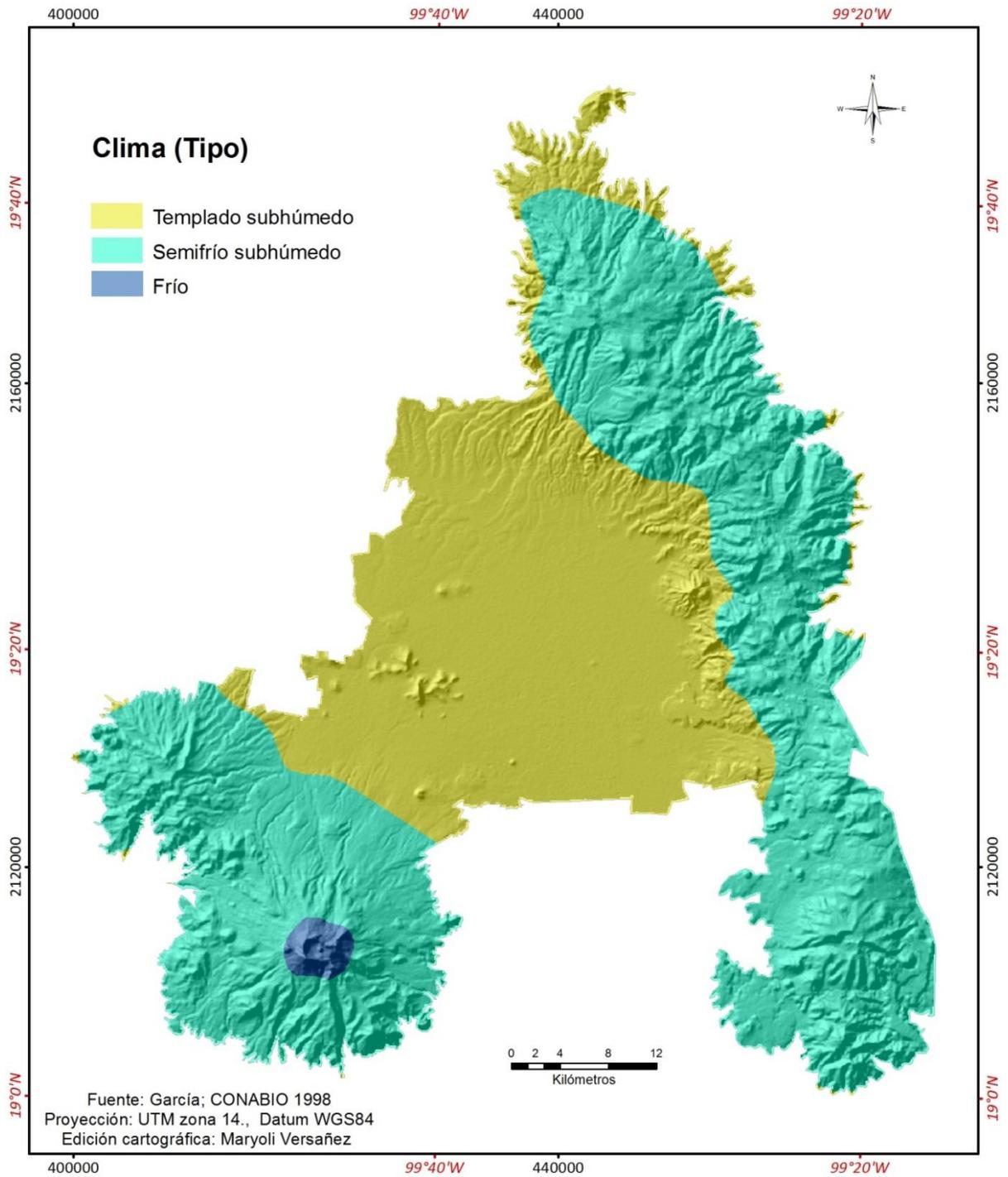
La topografía de la ZMVT se caracteriza por tener importantes contrastes. En la zona central el terreno es el de menor elevación de toda el área y comprende la zona urbana de la ciudad de Toluca de Lerdo, estando ubicada en un rango que va de los 2,500 m a los 2,700 m de elevación (Mapa 2). En la porción suroeste se encuentra el volcán Xinantécatl, también conocido como Nevado de Toluca, el cual representa la mayor elevación del área de estudio (4,680 msnm). De la zona baja a la cima del volcán hay un gradiente altitudinal de aproximadamente 2,000 m, lo cual genera igualmente un gradiente de temperatura considerable y las condiciones idóneas para la existencia de diferentes tipos de vegetación. La ciudad de Toluca se encuentra asentada en un valle lacustre y las grandes elevaciones antes mencionadas son de origen volcánico, lo cual dota al área de estudio de una riqueza en suelos y vegetación importantes.

### **2.1.2 Clima**

El conjunto de condiciones atmosféricas de una región que se presentan típicamente en ella a lo largo de los años es conocido como clima (TRAGSA, 1998). Tal como se muestra en el Mapa 3, la ZMVT presenta 3 tipos de clima (García, 1998), en el centro y una parte del noreste muestra templado, subhúmedo C(w2)(w)b(i)g con verano largo, lluvia invernal inferior al 15 %, isotermal, temperatura más elevada se presenta antes del solsticio de verano, temperatura media anual 12° C y 14° C, precipitación media anual 800-1,200mm Hacia el suroeste que corresponde al Nevado de Toluca y lo que comprende el parque Otomí-Mexica se presenta un clima semifrío, subhúmedo C(w2)(w)b(i) con verano fresco largo, temperatura media anual entre 5° C y 12° C , temperatura del mes más frío entre -3° C y 18° C, precipitación media anual 1,000 -1,500 mm. El tercer tipo de clima se manifiesta en una pequeña porción del cráter del nevado de Toluca conocido como clima frío E (T) H temperatura media anual entre -2 y 5° C, con precipitación media anual de 1,200 - 1,500 mm (INEGI, 2003).



Mapa 2. Hipsometría y relieve de la ZMVT (elaboración, Versañez, 2014)



Mapa 3. Climas de la ZMVT (edición cartográfica Versañez, 2014)

### 2.1.3 Edafología

En la ZMVT se encuentran 9 unidades de suelo: los 3 tipos de suelo que juntos representan el 76.8% son el feozem, vertisol y andosol. El primero corresponde principalmente a los polígonos de las ANP, del Nevado de Toluca y el parque Otomi-Mexica, y el segundo a la zona urbana del Valle de Toluca (Gráfico 1 y Mapa 4).

Las características principales de las unidades de suelo (INEGI, 2009b), y su porcentaje en la ZMVT se pueden observar en el gráfico, mismos se describen a continuación de mayor a menor porcentaje de superficie para la zona de estudio.

- **Feozem (4 5%)** Símbolo: H. Del griego phaeo: pardo; y del ruso semljá: tierra. Literalmente, tierra parda. Suelo con una capa superficial oscura, algo gruesa, rica en materia orgánica y nutrientes. Son suelos que toleran exceso de agua, con drenaje, de fertilidad moderada. Permeables.
- **Vertisol (19.8 %)** Símbolo: V. Del latín *vertere*, voltear. Literalmente, suelo que se revuelve o que se voltea. Suelos muy arcillosos en cualquier capa a menos de 50 cm de profundidad; en época de secas tienen grietas muy visibles a menos de 50 cm de profundidad, siempre y cuando no haya riego artificial. Estos suelos se agrietan en la superficie cuando están muy mojados. Suelos muy impermeables. Debe controlarse el agua para que no se inunden. Cuando se secan son duros para labores de labranza. Admiten variedades de cultivos. Rinden buenas cosechas.
- **Andosol (12 %)** De las palabras japonesas an: oscuro; y do: tierra. Literalmente, tierra negra. Suelo de origen volcánico, constituidos principalmente de ceniza, la cual contiene alto contenido de alófono, que le confiere ligereza y untuosidad al suelo. Tienen alta capacidad de retención de humedad, en condiciones naturales presentan vegetación de bosque o selva. Tienen generalmente bajos rendimientos agrícola debido a que

retienen considerablemente el fósforo y este no puede ser absorbido por las plantas. Son muy susceptibles a la erosión eólica.

- **Luvisol (7.3 %)** Símbolo: L. Del latín luvi, luo: lavar. Literalmente, suelo con acumulaciones de arcilla. Suelos con mucha arcilla acumulada en el subsuelo. Se diferencian de los Acrisoles en que son más fértiles en general. Suelos en los que su uso está en función con los suelos correspondientes al grupo. Son impermeables.
- **Cambisol (7 %)** Del latín cambiare: cambiar. Literalmente, suelo que cambia. Estos suelos son jóvenes, poco desarrollados y se pueden encontrar en cualquier tipo de vegetación o clima excepto en los de zonas áridas. Suelos con un subsuelo muy diferente a simple vista en color y textura a la capa superficial. La capa superficial puede ser oscura, con más de 25 cm de espesor pero pobre en nutrientes y en ocasiones no existe. Suelos pobres en materia orgánica. Suelos de características variables en su horizonte A. Son de color oscuro y claro. Permeables.
- **Histosol (1.8 %)** Del griego histos: tejido. Literalmente, suelos de tejidos orgánicos. Son suelos con muy alto contenido de materia orgánica (más del 20 % en peso), generalmente de color negro, esponjosos, ligeros y con alta capacidad de retención de humedad. Se encuentran restringidos a sitios donde se acumulan desechos orgánicos y agua tales como pantanos.
- **Planosol (1.7 %)** Símbolo: W. Del latín planus: plano, llano. Connotativo de suelos generalmente desarrollados en relieves planos que en alguna parte del año se inundan en su superficie. Suelos situados generalmente en depresiones topográficas. Tiene un subsuelo arcilloso que disminuye el drenaje considerablemente. Suelos de drenaje deficiente. Suelos susceptibles de erosionarse. Pobres en nutrientes. Su segunda capa horizonte (B), es tepetata y arcillosa. Son impermeables, drenaje deficiente. Algunos de los subgrupos son adecuados para la practicultura con buenos resultados. Pueden destinarse al cultivo de raíces someras (espesor de 10 a 50 cm).

- **Regosol (1.5 %)** Símbolo: R. Del griego reghos: manto, cobija o capa de material suelto que cubre a la roca. Suelos poco desarrollados, sin estructura y de textura variable, muy parecidos a la roca madre. Suelos sueltos como dunas, playas, cenizas volcánicas, ningún horizonte. Muy permeables.
- **Litosol (1.3 %)** Símbolo: L. Del griego lithos: piedra. Literalmente, suelo de piedra. Suelo con menos de 10 cm. de espesor. No aptos para cultivos de ningún tipo. Pueden destinarse al pastoreo.
- **Fluvisol (0.1 %)** Suelos aluviales. Del latín fluvius: río. Literalmente, suelo de río. De fácil manejo. Necesitan fertilización. Son muy permeables. Suelos arenosos, ligeros.
- Y el resto (**1.6 %**) corresponde a superficie de agua y asentamientos.

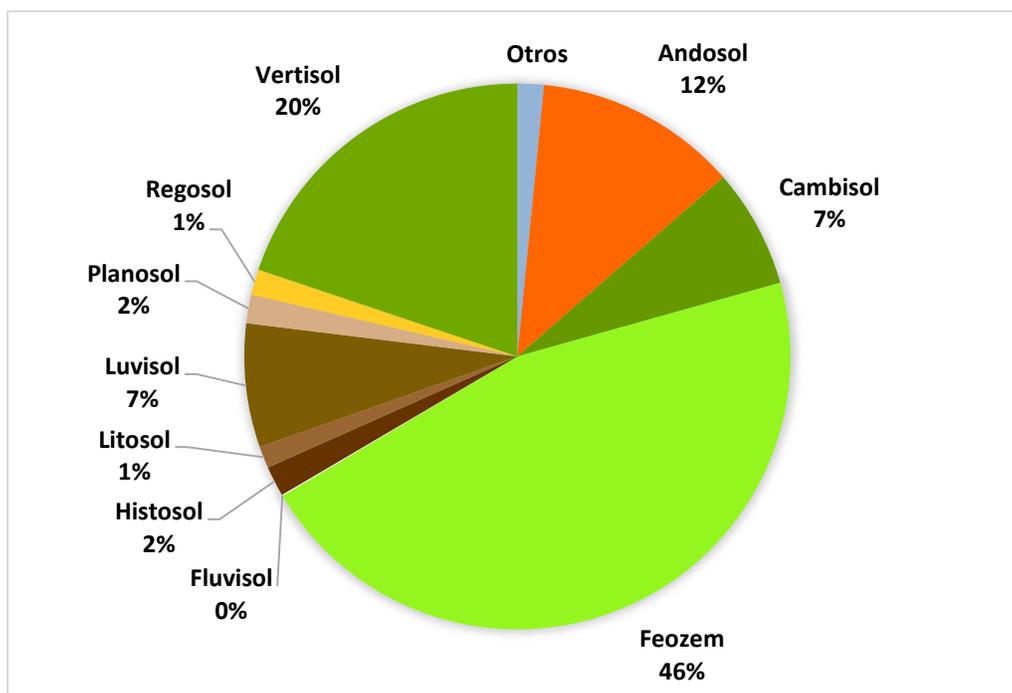
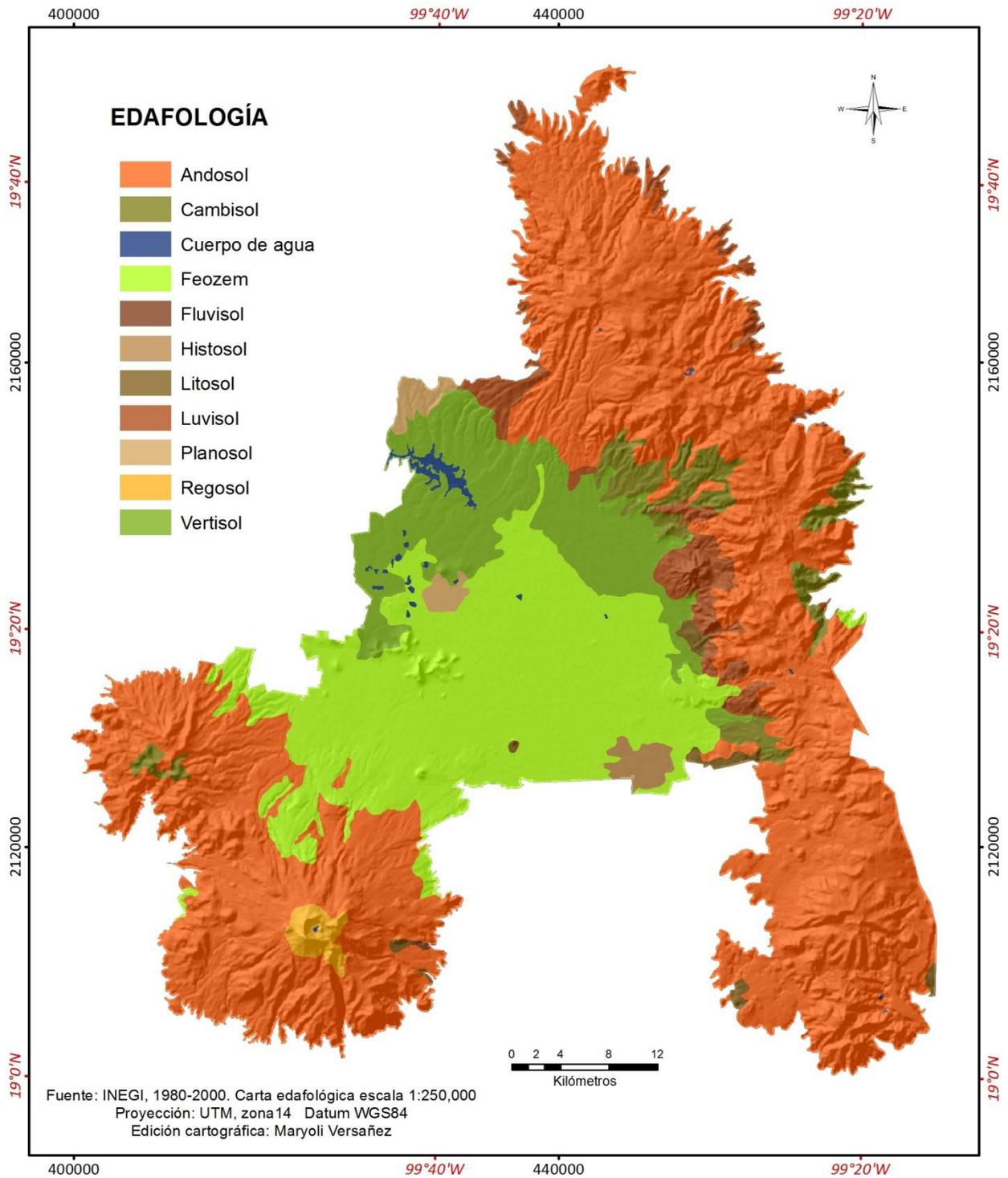


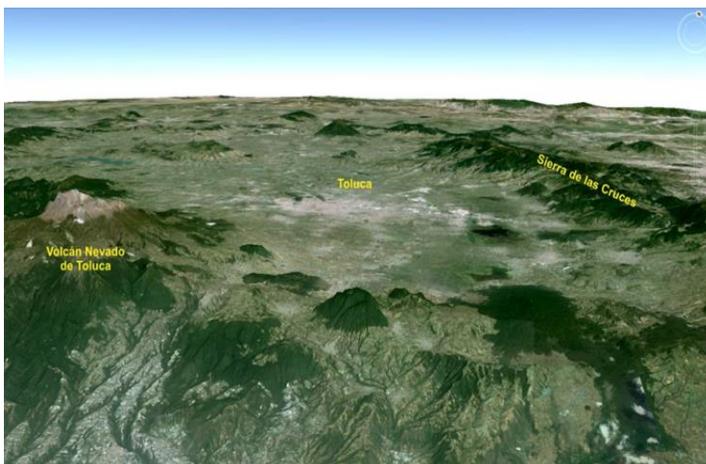
Gráfico 1 Edafología. Unidades de suelo de la ZMVT



Mapa 4 Edafología de la ZMVT (edición cartográfica Versañez, 2014)

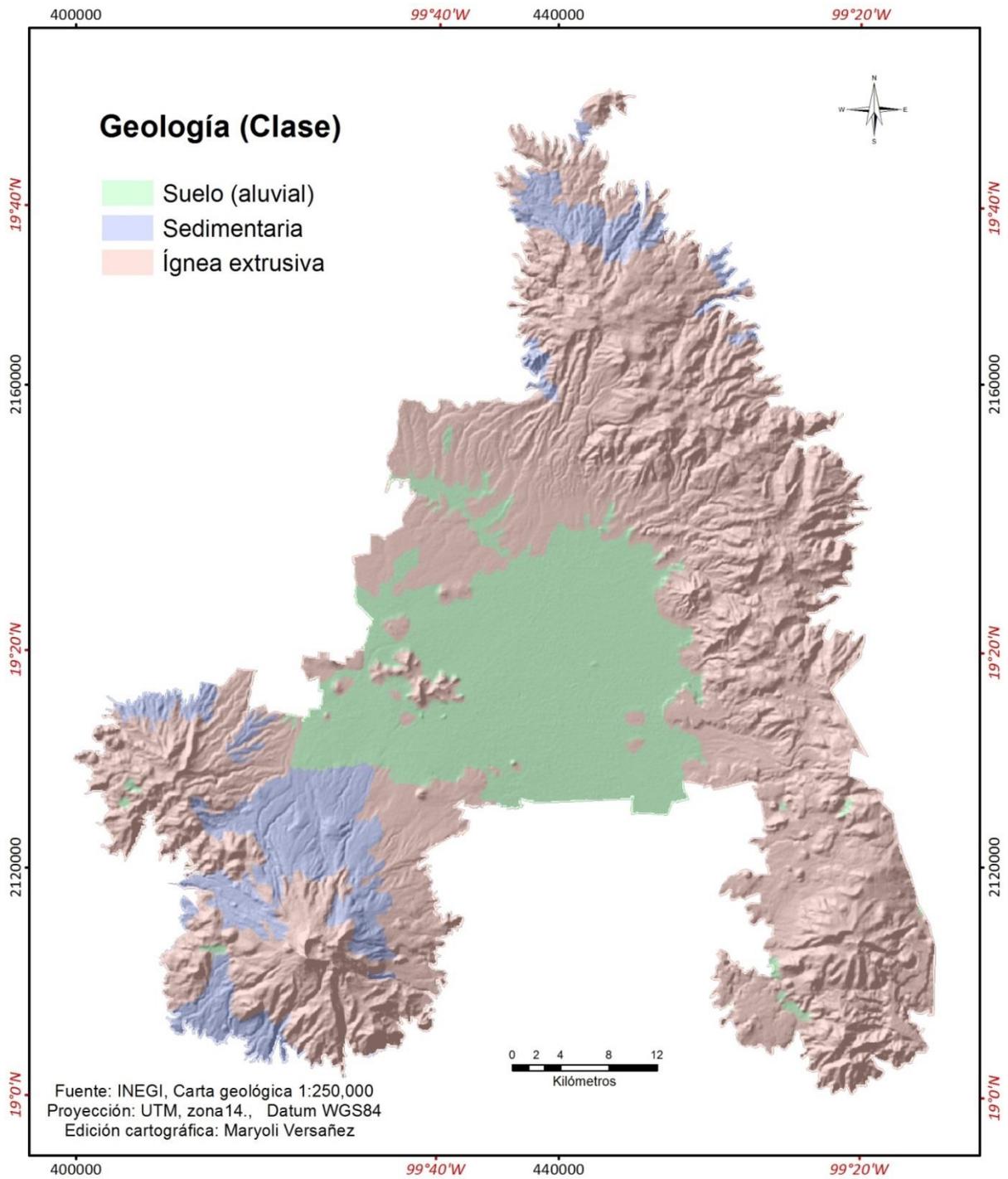
### 2.1.4 Geología

La zona de estudio se encuentra en lo que se conoce como el Eje Volcánico Transversal o Cinturón Volcánico Transmexicano, el cual es una faja caracterizada por estructuras y procesos volcánicos, y que va de las costas de Jalisco, en la vertiente del Océano Pacífico, a las costas del Golfo de México, en el estado de Veracruz. La actividad volcánica en la zona ha determinado que el tipo de rocas predominantes sean las de origen ígneo y principalmente de tipo extrusivo, es decir rocas formadas por la actividad volcánica en la superficie de la tierra, la actividad que dio forma a estas estructuras es relativamente joven (era cenozoica y principalmente del Plioceno-Holoceno). Este tipo de rocas dominan en las grandes elevaciones de la zona (volcán Xinantécatl o Nevado de Toluca y la Sierra de las Cruces, al oriente de la zona de estudio). La segunda unidad geológica en orden de predominancia es la de suelos aluviales, los cuales están ubicados en el valle de Toluca, siendo esta la zona más baja del área de estudio. La presencia de estos suelos se explica debido a que la zona es una cuenca, por lo que los ríos transportan material de las zonas montañosas a la planicie. Al tener origen volcánico estos suelos aluviales, su fertilidad es alta. En la figura 16 se puede observar la forma de la cuenca que presenta, además de que son evidentes una gran cantidad de edificios volcánicos.



Por último, en la zona también existen rocas sedimentarias, estando localizadas principalmente en las laderas norte del Nevado de Toluca, así como en la porción norte de la Sierra de las Cruces, que se encuentra en el oriente del área de estudio (Mapa 5).

Figura 16 Configuración topográfica de la ZMVT.  
Imagen en perspectiva (Google Earth, 2014.)

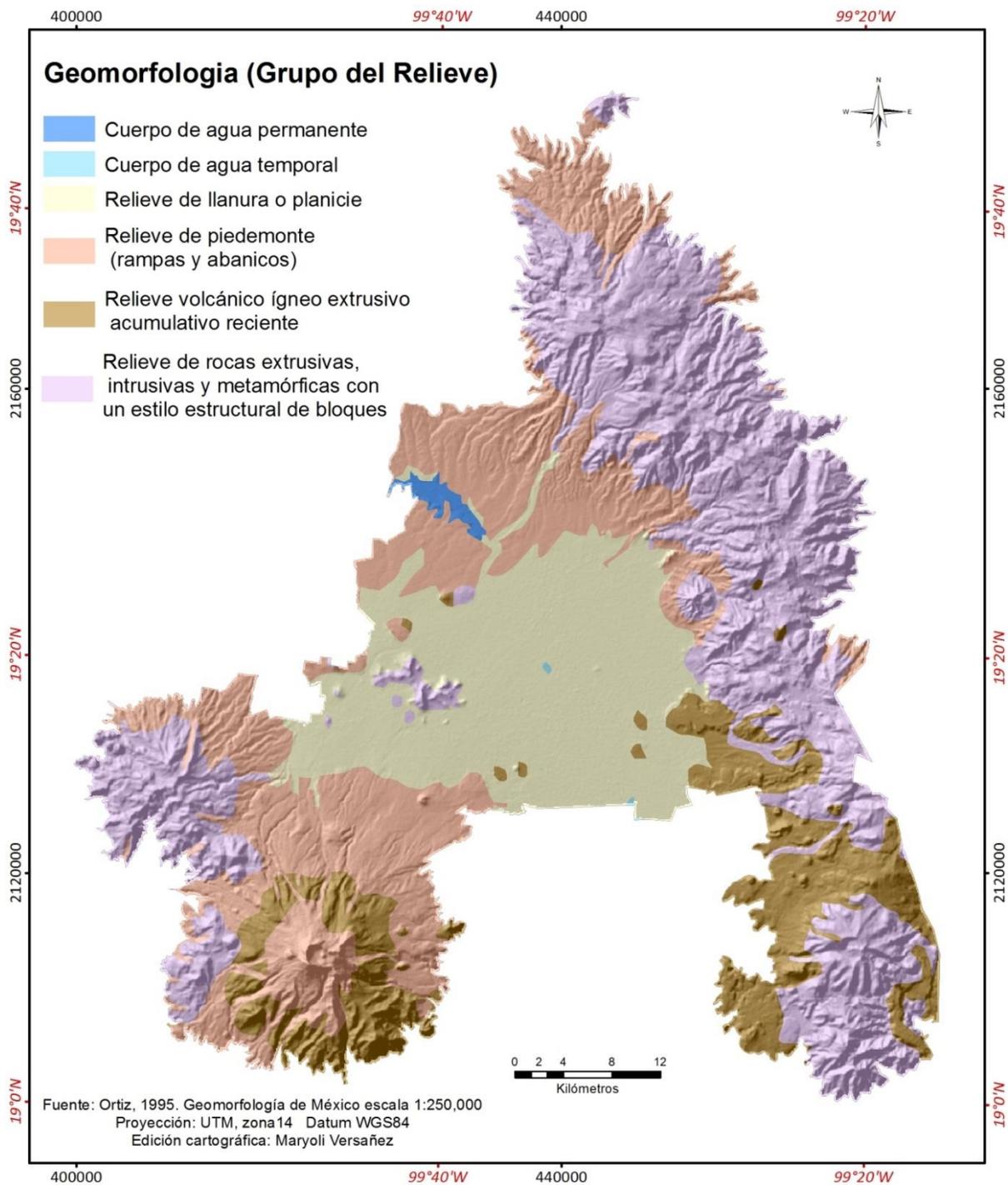


Mapa 5 Geología de la ZMVT (edición cartográfica Versañez, 2014)

### **2.1.5 Geomorfología**

La geomorfología de la zona (Mapa 6), corresponde claramente a una formada en un paisaje volcánico relativamente joven, estando formada por montañas escarpadas de importante altura. Los piedemontes son más extensos en la porción norte de la Sierra de las Cruces, en comparación con su parte central, lo cual puede ser debido a la diferencia temporal en la actividad volcánica de la cadena montañosa.

En la parte central de la zona de estudio se encuentra una extensa planicie o llanura, la cual es de origen aluvial, en la cual se pueden encontrar algunos cuerpos de agua, así como Ciénegas. La ciudad de Toluca está asentada en esta unidad geomorfológica, por lo que en temporada de lluvias es uno de los sitios con mayor potencia de inundación según el Atlas de inundaciones (CAEM, 2002).



Mapa 6 Geomorfología de la ZMVT (edición cartográfica Versañez, 2014)

### 2.1.6 Vegetación

La vegetación se refiere al “conjunto de plantas y asociaciones vegetales que viven en un mismo lugar” (Seoanez, 1999). Una de las clasificaciones más aceptadas es la de Rzedowski (1981) en la cual se reconocen 10 tipos de vegetación:

- Bosque Tropical perennifolio
- Bosque tropical subcaducifolio
- Bosque tropical caducifolio
- Bosque espinoso
- Matorral xerófilo
- Pastizal
- Bosque de Quercus
- Bosque de coníferas
- Bosque mesófilo de montana
- Vegetación acuática y subacuática

La vegetación sobresaliente para la zona de estudio es el bosque de coníferas y bosque de encino. A continuación se describen los bosques más dominantes de la ZMVT de acuerdo con Rzedowski (1981).

- **Oyamel (*Abies*)** La altura de sus árboles de esta comunidad, a veces sobrepasan los 30m de altura, se desarrollan en clima semifrío y húmedo, entre los 2,000-3,400 m de altitud, Las masas arboladas pueden estar conformadas por elementos de la misma especie o mixtos, acompañados por diferentes especies de coníferas y latifoliadas.
- **Bosque de Pino** es una comunidad constituida por árboles del género *Pinus*, de amplia distribución se encuentran desde los 300 m de altitud hasta los 4,200 m en el límite altitudinal de la vegetación arbórea. Estos bosques son los de mayor importancia económica en la industria forestal

del país, soportan actividades forestales como aserrío, resinación, obtención de pulpa para celulosa, postería y recolección de frutos y semillas. La vegetación está dominada por diferentes especies de pino con alturas promedio de 15 a 30 m, los pinares tienen un estrato inferior relativamente pobre en arbustos, pero con abundantes gramíneas, esta condición se relaciona con los frecuentes incendios y la tala inmoderada

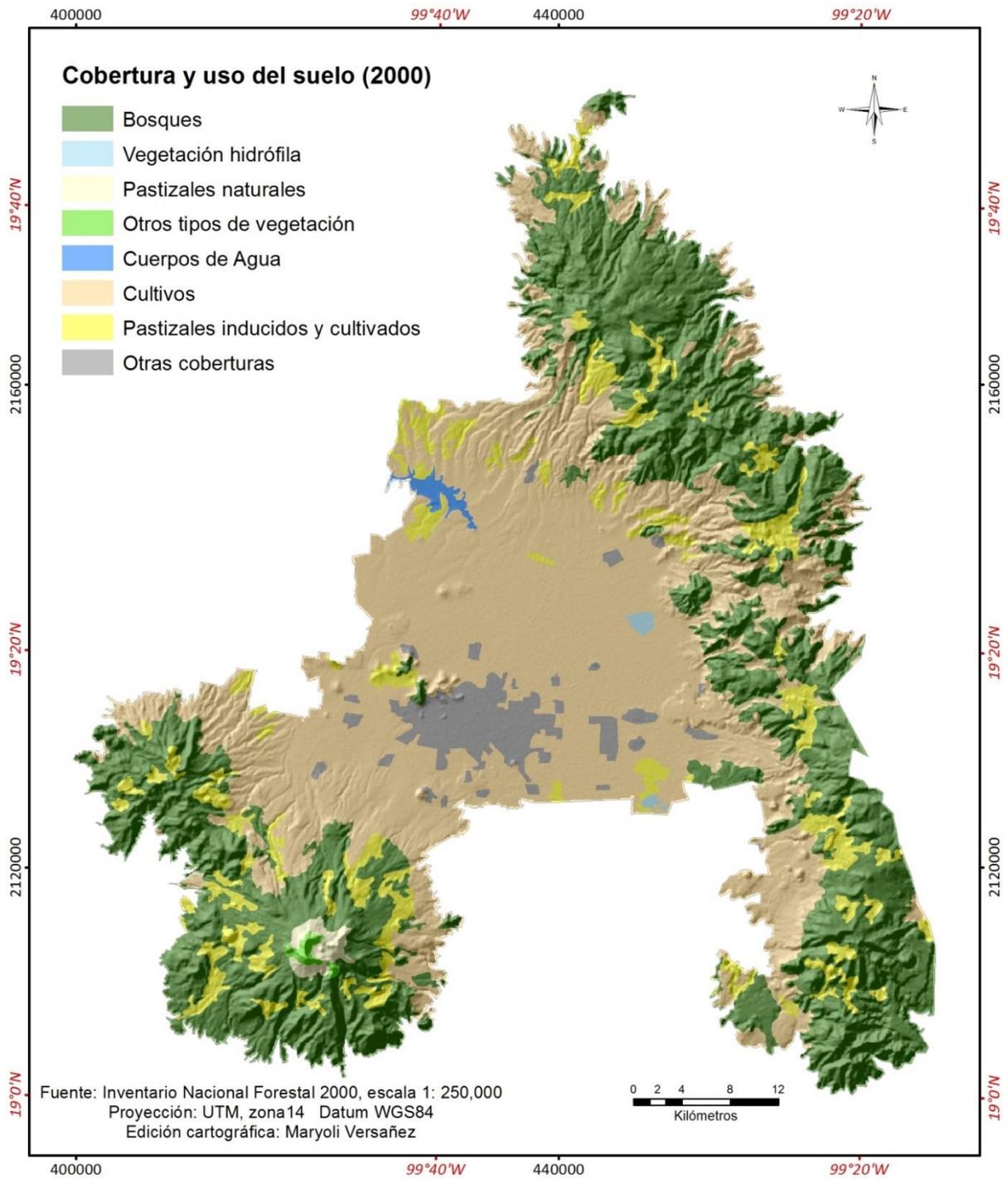
- **Bosque de encino o robles** estos bosques generalmente se encuentran como una transición entre los bosques de coníferas y las selvas, pueden alcanzar desde los 4 hasta los 30 m de altura; se desarrollan en muy diversas condiciones ecológicas desde casi el nivel del mar hasta los 3,000 m de altitud. De hecho, junto con los pinares constituyen la mayor parte de la cubierta vegetal de áreas de clima templado y semihúmedo. Desde tiempos inmemorables los encinares han sido de los tipos de vegetación más afectados por el impacto del hombre, ya que ocupaban muchas áreas particularmente favorables para el desarrollo de la agricultura y porque cubrían regiones de clima atractivo para la población humana. Los encinares mexicanos son bastante explotados a escala local. Son de crecimiento relativamente lento.
- **Otros tipos de vegetación: Bosque de galería**, comunidad arbórea que se encuentra en los márgenes de los ríos o arroyos en condiciones de humedad favorables. Son frecuentes los bosques de galería formados por sabino o ahuehuete, además de otras especies como sauces fresnos y álamos. **Bosque cultivado** es vegetación mixta de texturas más heterogéneas, vegetación urbana (inducida). Es aquel que se establece mediante la plantación de diferentes especies arboladas realizadas por el hombre, sobre todo en aquellas áreas que presentan una perturbación debido a las actividades humanas. Estas poblaciones se pueden considerar como bosques artificiales, ya que son consecuencia de una reforestación con árboles de distintos géneros, por lo general, con especies exóticas. Los fines de estas plantaciones son el recreativo, ornamental y forestal, además de conservar el ambiente, así como evitar la erosión del suelo. Según la

adaptabilidad, éstas son algunas de las especies que más se cultivan: pino, eucalipto, cedro, casuarina, pirul, álamo o chopo, fresno y aíle.

- **Pradera de Alta Montaña** constituido principalmente especies de gramíneas como: *Calamagrostis tolucensis*, *Stipa ichu*, *Festuca amplissima*, *Festuca livida*, *Festuca tolucensis*, *Muhlenbergia macroura*, *Muhlenbergia quadridentata*; otras especies notables en estas comunidades son: *Potentilla candicans*, *Eryngium spp.*, *Arenaria bryoides*, *Draba spp.*, *Muhlenbergia repens*, *Vulpia myuros*, *Oeschampsia pringlei*, *Cyperus sesleroides* y *Carex peucophyla*, entre otras. El suelo deriva de rocas volcánicas frecuentemente de arenas (cenizas), es de textura generalmente ligera, reacción algo ácida, contenido elevado de materia orgánica y húmedo durante la mayor parte del año, al menos en las capas profundas. No hay permafrost, pero en las noches se congela con frecuencia la capa superficial. Las gramíneas más bien altas (hasta de 1 m) que crecen con amplios macollas, son las que imparten una fisonomía particular a esta comunidad vegetal, que, por tal razón, se ha denominado (zacatonal) o (páramo de altura).

Existe un Inventario Nacional Forestal del año 2000 por el que se puede visualizar de manera general la distribución espacial de los bosques en la ZMVT (Mapa 7).

La vegetación de manera más específica tratándose de bosques o masas arbóreas sobresalientes para la ZMVT, son los bosques de coníferas y bosques de encino, en la Tabla 2, se resumen las características más sobresalientes de dichos bosques presentados por Nava et al. (2010).



Mapa 7 Cobertura y uso de suelo año 2000 (edición cartográfica Versañez, 2014)

Tabla 2 Bosques de la ZMVT

Bosque de	Descripción
<i>Pinus hartwegii</i>	Única especie de pino que se desarrolla hacia los límites superiores de la vegetación arbórea. El nombre más común es ocote; sin embargo, también es conocido como pino amarillo y ocote pardo (Martínez, 1994), aunque la denominación más acertada parece ser “pino de las alturas” obedeciendo a su rango altitudinal (2,200 a 4,000 msnm), es una de las pocas especies de pino con presencia de bosques monoespecíficos. La densidad de individuos mayores a 2.5 cm de DAP oscila aproximadamente entre 200 a 130 árboles por hectárea (Endara, 2007).
<i>Pinus moctezumae</i>	Esta especie, cuyo nombre común es pino moctezuma, está sujeta a mucha presión, principalmente por la calidad de su madera, razón por la cual sus poblaciones han disminuido de manera considerable. Árbol de 20 a 35 m de altura, con diámetros de hasta 100cm; con un régimen de crecimiento rápido, por lo que es ampliamente recomendado en plantaciones forestales comerciales. El rango altitudinal de distribución oscila entre 2,000 y 3,200 msnm.
<i>Pinus teocote</i>	También denominado pino colorado, pino rosillo y pino real (Martínez, 1994). Árbol mediano, de 8 a 25m de altura, de copa redondeada en arboles adultos y de copa piramidal en individuos jóvenes (Martínez, 1963), con un rango de distribución altitudinal de 1,500 a 3,100 msnm (Eguiluz, 1978). La madera se emplea en construcción y se usa localmente para postes y leña. La resina se extrae con fines comerciales (CONAFOR, 2009). Es una especie ampliamente comendada en programas de reforestación para recarga de acuíferos.
<i>Pinus leiophylla</i>	El nombre común más utilizado es ocote chino (Martínez, 1994). Árbol de 20 a 30 m de altura y de 35 a 80 cm de diámetro normal, con una producción abundante de semillas cada 3 a 5 años (Martínez, 1963). El rango altitudinal de distribución oscila entre 1,600 a 3,000 msnm. (Eguiluz, 1978). El objetivo principal de los programas de reforestación con esta especie es la construcción de barreras vivas, como cortinas rompevientos, necesarias para la restauración de suelos degradados (CONAFOR, 2009).
Oyamel	La especie dominante de este bosque es <i>Abies religiosa</i> , localizada aproximadamente entre 2,400 y 3,400 msnm. La densidad de individuos mayores a 2.5cm de DAP es aproximadamente 640 árboles por hectárea.
Encino	Se distribuye en un rango altitudinal de 1,500 y 3,100 msnm, abarca aproximadamente 199,400 ha. Los encinares y pinares cubren la mayor parte de la cobertura forestal en los boques templado fríos y sus transiciones hacia las selvas bajas caducifolias. Generalmente se encuentran hacia los límites inferiores del bosque de pino y pino-encino. Las principales especies de este género son: <i>Quercus rugosa</i> , <i>Q. crassipes</i> , <i>Q. elliptica</i> y <i>Q. castanea</i> . La densidad de individuos mayores a 2.5 cm de DAP es de 760 árboles por hectárea.
Aile	También denominado aliso, se establece en zonas perturbadas de bosques de pino-encino, así como en áreas de cultivo y zonas de pastoreo abandonadas; es una especie indicadora de la sucesión natural y la dinámica de los bosques. Debido a las grandes superficies forestales alteradas, actualmente existen bosques de aile con presencia de arbolado adulto. La densidad de individuos mayores a 2.5 cm de DAP es de 570 árboles por hectárea. En la actualidad existen bosques de aile, producto de la sucesión natural de especies, por ejemplo en el Parque Nevado de Toluca, ocupan grandes superficies, desplazando a bosques de pino, encino y encino-pino. De la misma manera, existen masas forestales de esta especie, establecidas en zonas de cultivo y de áreas de pastoreo abandonadas, lo que indica un proceso de degradación del ecosistema forestal.
Cedro	Se considera como una conífera cuya altura oscila entre los 20 y 40 m, tiene hojas muy pequeñas escamiformes, flores en conitos amarillentos y fruto globoso, leñoso de unos tres centímetros. Se ubica en lugares montañosos con un rango altitudinal de 2,900 msnm (Martínez, 1994). Los usos principales que se le dan a esta especie son ornamentales

Fuente: Información extraída de Nava et al., (2010).

## 2.2 Aspectos sociales y económicos de la ZMVT

### 2.2.1 Población

En 60 años, el volumen de población de los municipios que actualmente componen la ZMVT, se sextuplicó al pasar de 356 mil 754 habitantes en 1950 a un estimado de 2 millones 172 mil 35 habitantes en 2010 (Gráfico 2). La ZMVT ha representado el mayor dinamismo demográfico en las últimas décadas y aumentado 439 mil 51 habitantes en los últimos 10 años.

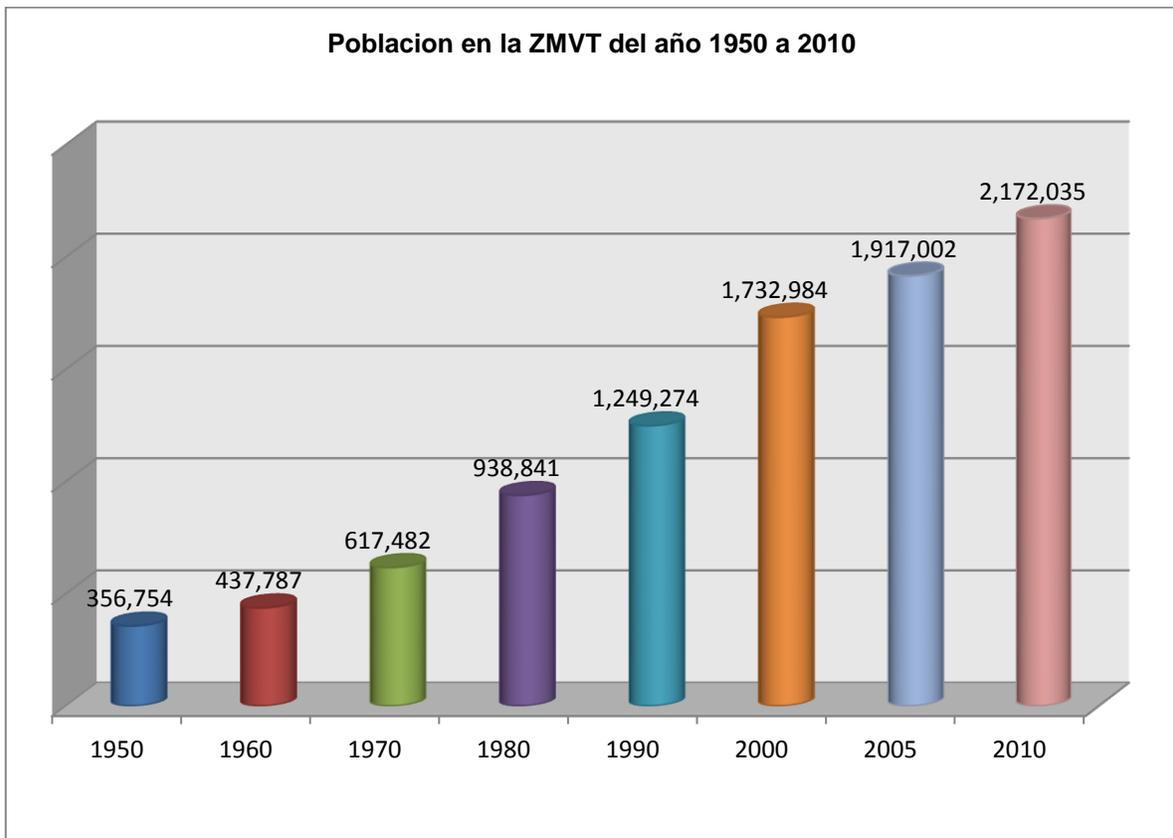


Gráfico 2. Cifras de la población en la ZMVT 1950 y 2010. Fuente: Inegi (2010)

El consejo Estatal de Población la considera como una zona con dinamismo demográfico alto. Dentro de los municipios más poblados resalta Toluca (819 mil 561 habitantes) por concentrar 37.7 % de la población total de la ZMVT Zinacantepec, Almoloya de Juárez, Lerma, Temoaya y Otzolotepec son los municipios que en la última década registraron incrementos absolutos por arriba de los 20 mil habitantes; Metepec, a pesar de ser el segundo más poblado de la zona, registró la tasa de crecimiento más baja (0.9), y un incremento poblacional de 19 mil 699 habitantes en el periodo.

De acuerdo con INEGI, se considera una población como rural cuando tiene menos de 2,500 habitantes, y la urbana aquella donde viven más de 2,500 personas. De manera más específica para la ZMVT delimitada en este estudio, la población total para el año 2010 (INEGI, 2010), corresponde a 1,834,018 habitantes, el 81 % es de tipo urbana y el 19 % de tipo rural (Gráfico 3).

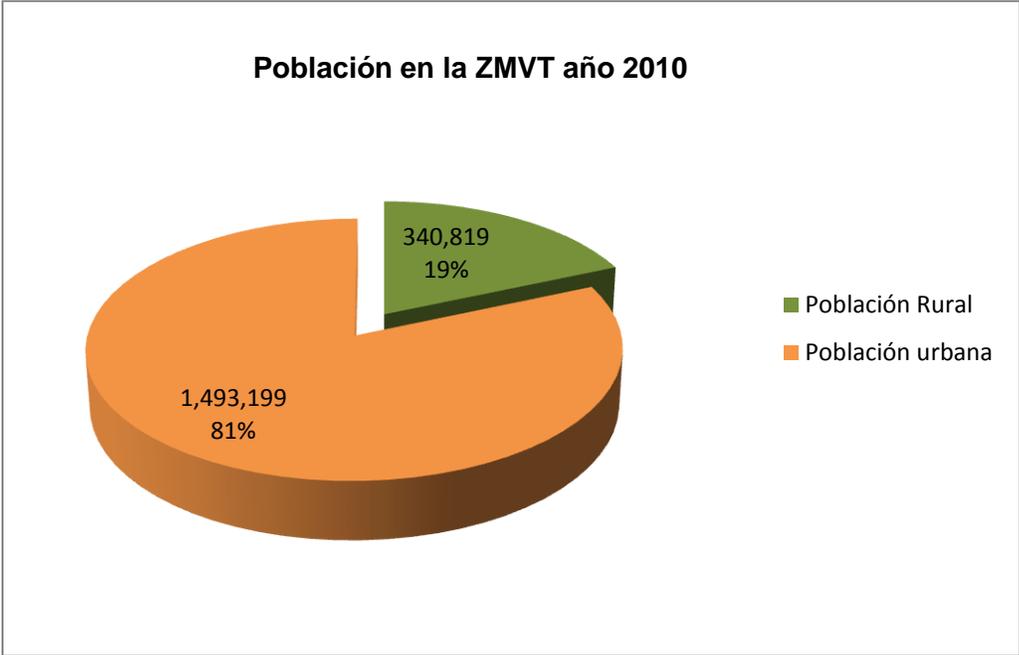


Gráfico 3. Población rural y urbana de la ZMVT. Año 2010

Del total de habitantes en la zona, más del 20 % (381,940) se ubican dentro de ANP, 53 % es población rural y 47 % de tipo urbana, la cual se puede visualizar en el (Gráfico 4), para el caso de la población que no se encuentra en ANP sobresalen notoriamente las localidades urbanas representando el 90% con 1,313,145 habitantes (Gráfico 5). La distribución de la población urbana y rural dentro de la ZMVT se puede observar en el Mapa 8, de manera muy general, la población de tipo urbana se ubica al centro de la ZMVT, y algunas localidades urbanas y rurales rodean las zonas montañosas que se tratan justamente de ANP.

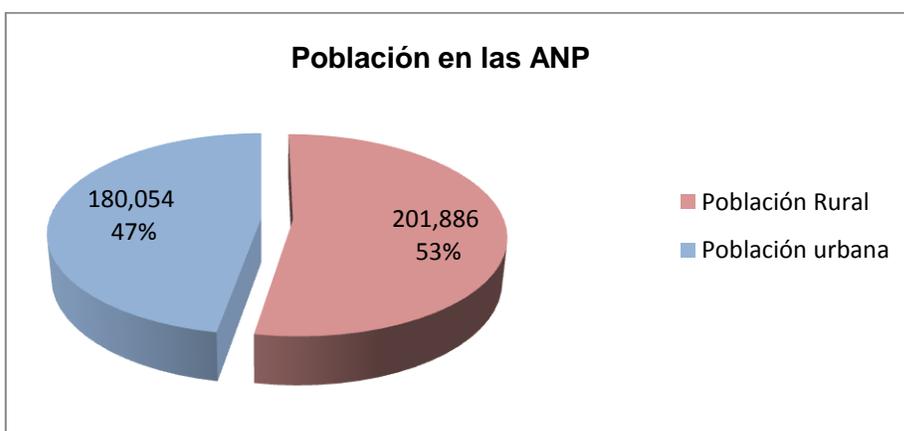


Gráfico 4 Población rural y urbana en ANP de la ZMVT, año 2010

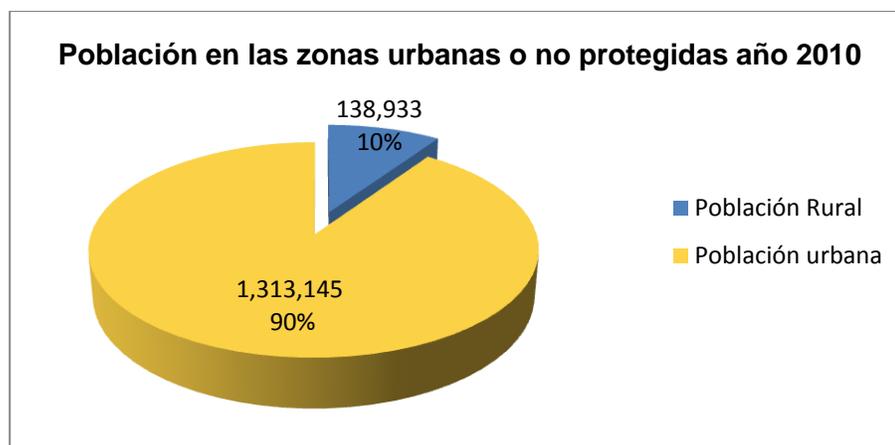
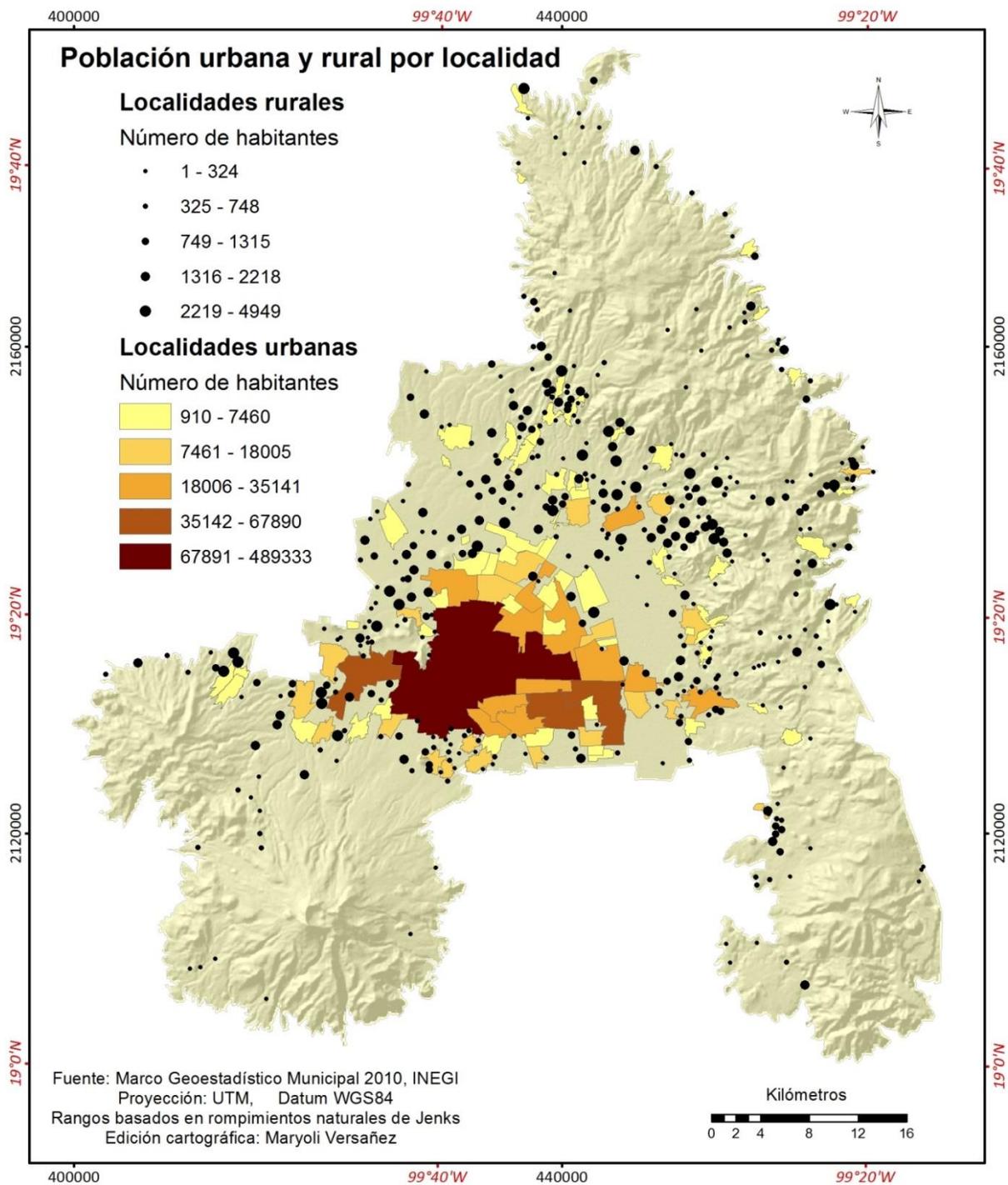


Gráfico 5 Población rural y urbana en zonas no protegidas, año 2010



Mapa 8 Población urbana y rural de la ZMVT año 2000 (edición cartográfica Versañez, 2014)

## 2.2.2 Diversidad cultural, pueblos indígenas

La Comisión Nacional para el Desarrollo de Pueblos Indígenas (CDI) señala que en México existen más de 12 millones de personas indígenas, distribuidas en 20 mil localidades (CDI, 2005). En el estado de México hay cinco pueblos indígenas que han habitado el territorio desde tiempos prehispánicos, los mazahuas, otomíes, nahuas. Matlatzincas y atzincas. Los 3 primeros habitan la ZMVT.

## 2.2.3 Aspectos económicos

Las actividades económicas más representativas son las de los sectores industrial, comercial y de servicios, también son significativos los de los sectores agrícola y forestal. Semarnat (2005) exhibe datos respecto a la evaluación de las actividades económicas para el periodo 1990-2005, (Tabla 3), entre lo más destacable, resume como disminución de la actividad primaria en 6 de los 7 municipios, y el aumento porcentual para las actividades terciarias en 5 municipios.

Tabla 3 Estructura porcentual de la PEA por sector económico, 1990 y 2005 de la ZMVT

Entidad/municipios	Primario		Secundario		Terciario		No especificado
	1990	2005	1990	2005	1990	2005	1990
	%	%	%	%	%	%	%
<b>Estado de México</b>	8.67	3.21	36.83	29.56	50.9	67.22	3.6
<b>Lerma</b>	11.83	0.10	50.2	70.12	33.38	29.78	4.6
<b>Metepec</b>	3.59	0.91	36.22	8.02	56.17	91.07	4.0
<b>Ocoyoacac</b>	10.81	1.99	45.45	70.77	41.32	27.24	2.4
<b>San Mateo Atenco</b>	4.66	0.19	57.75	53.78	35.21	46.03	2.4
<b>Toluca</b>	3.89	0.34	33.56	43.26	59.43	56.4	3.1
<b>Xonacatlán</b>	15.63	17.95	43.89	4.14	37.73	77.91	2.7
<b>Zinacantepec</b>	19.28	6.06	38.98	56.31	37.2	37.63	4.5

Fuente: (SEMARNAT 2005), extraído de la publicación original

### 2.3 Áreas Naturales Protegidas de la ZMVT

Las áreas naturales protegidas también conocidas como reservas naturales “son porciones de territorio de una región o país, dedicadas principalmente a la conservación de la biodiversidad o del paisaje. Preservan los ambientes naturales representativos de las diferentes regiones biogeográficas y ecológicas. En total, estas áreas cubren 97,843 km<sup>2</sup>, lo que representa el 43.5 % de la superficie estatal, sin embargo el nivel o efectividad de la protección no es uniforme en todas las áreas y la mayoría sufren presiones que incluyen el avance de la frontera agropecuaria, la urbanización, cacería furtiva, tala ilegal y desarrollo de infraestructura” (List et al. 2009).

En la ZMVT se sitúan 11 ANP reconocidas por la CONANP (2013):

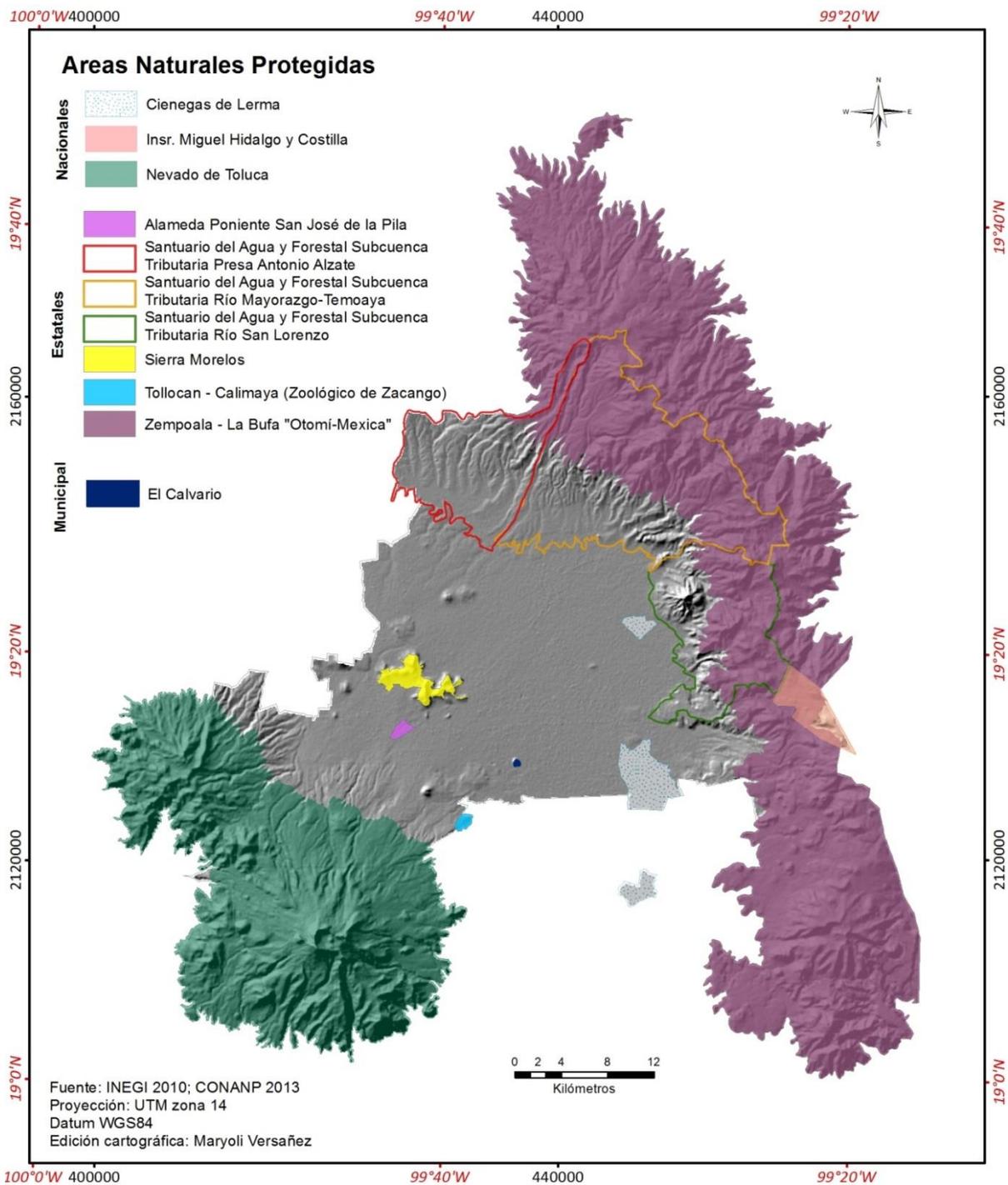
1. Ciénegas del Lerma (Área de Protección de Flora y Fauna).
2. Insurgentes Miguel Hidalgo y Costilla o La Marquesa (Parque Nacional).
3. Nevado de Toluca o “Xinantécatl” (Zona de Protección de Flora y Fauna).
4. Alameda Poniente San José de la Pila (Parque Estatal. Recreativa y cultural).
5. Tollocan-Calimaya o “Zoológico de Zacango” (Parque Ecológico Zoo Recreativo y Turístico).
6. Zempoala - La Bufa "Otomí-Mexica" (Parque Ecológico, turístico y recreativo).
7. Sierra Morelos (Parque estatal).
8. Santuario del Agua y Forestal Subcuenca Tributaria Río San Lorenzo (Parque estatal).
9. Santuario del Agua y Forestal Subcuenca Tributaria Río Mayorazgo-Temoaya (Parque estatal).
10. Santuario del Agua y Forestal Subcuenca Tributaria Presa Antonio Alzate (Parque estatal).
11. El Calvario (Parque municipal).

En la Tabla 4 se describen brevemente las ANP de la ZMVT, su ubicación y polígonos se pueden observar en el Mapa 9.

Tabla 4 Áreas Naturales Protegidas de la Zona Metropolitana del Valle de Toluca

Nombre (Nivel Federal)	Tipo o Categoría	Municipio	Superficie (ha)	Administración
Ciénegas del Lerma	Área de Protección de Flora y Fauna (3 polígonos)	Almoloya del Río, Atizapán, Capulhuac, Lerma, Rayón, Texcalyacac, y Tianguistenco	3,023	CONANP
Insurgentes Miguel Hidalgo y Costilla (La Marquesa)	Parque Nacional	Huixquilucan, Lerma y Ocoyoacac	1,424	CEPANAF
Nevado de Toluca (Xinantécatl)	Parque Nacional (hasta Septiembre 2013). A partir de Noviembre lo re categorizan como Zona de Protección de Flora y Fauna	Almoloya de Juárez, Amanalco de Becerra, Coatepec Harinas, Temascaltepec, Tenango del Valle, Toluca, Calimaya, Villa Guerrero y Zinacantepec	51,000	CEPANAF
Nombre (Nivel Estatal)	Tipo o Categoría	Municipio	Superficie	
Alameda Poniente San José de la Pila	Parque Estatal. Recreativa y cultural	Toluca	176	Ayuntamiento
Tollocan - Calimaya (Zoológico de Zacango)	Parque Ecológico Zoo Recreativo y Turístico	Calimaya y Toluca	159	CEPANAF
Zempoala - La Bufa "Otomí-Mexica"	Parque Ecol. Tur. Recreativo	Capulhuac, Huixquilucan, Isidro Fabela, Jalatlaco, Jilotzingo, Jiquipilco, Lerma, Morelos, Naucalpan de Juárez, Nicolás Romero, Ocoyoacac, Ocuilan, Oztolotepec, Temoaya, Tianguistenco, Villa del Carbón y Xonacatlán	96,655	CEPANAF
Sierra Morelos	Parque Estatal	Toluca	1255	CEPANAF
Santuario del Agua y Forestal Subcuenca Tributaria Río San Lorenzo	Parque Estatal	Lerma, Ocoyoacac y Huixquilucan	12,657	-
Santuario del Agua y Forestal Subcuenca Tributaria Río Mayorazgo-Temoaya	Parque Estatal	Lerma, Xonacatlán, Oztolotepec	25,220	-
Santuario del Agua y Forestal Subcuenca Tributaria Presa Antonio Alzate	Parque Estatal	Temoaya, Jiquipilco, Toluca y Almoloya de Juárez	11,529	-
Nombre (Nivel Municipal)	Tipo o Categoría	Municipios	Superficie	
El Calvario	Parque municipal	Metepec	21	Ayuntamiento

Fuente: List et al. 2009



Mapa 9 Áreas Naturales Protegidas de la ZMVT (edición cartográfica Versañez, 2014)

El ANP de la ZMVT con mayor superficie (96,655 ha), es el Parque estatal Otomí-Mexica, también es el mayor a nivel estatal, la fauna que alberga son ardilla, aguililla, armadillo, conejo, coyote, halcón, liebre, tuza, zopilote, varias especies de anfibios, aves canoras y de ornato, reptiles y víboras y la vegetación es bosque de oyamel, encino, pino, juníperos, arbusto, mesófilo de montaña, pastizales y vegetación secundaria. Dentro del parque estatal, se encuentra el centro ceremonial Otomí, (Figura 17), el cual es un conjunto arquitectónico de inspiración prehispánica que evoca a los centros ceremoniales de épocas pasadas, (Secretaría de Turismo del Estado de México, 2014). Inaugurado en 1980, este imponente Centro Ceremonial Otomí se ubica al pie del Cerro de la Catedral y tiene la importante función de proteger y preservar la cultura e identidad de esta etnia.



Figura 17 Centro Ceremonial Otomí (Versañez, 2013)

Existe también una duplicidad de áreas, pues la superficie considerada para algunas ANP es la misma que se considera para otras en otros polígonos y de diferentes categorías, como los 3 Santuarios del Agua y Forestal Subcuencas Tributarias Ríos: San Lorenzo, Mayorazgo-Temoaya y Presa Antonio Alzate y el Parque Nacional Insurgentes Miguel Hidalgo y Costilla (La Marquesa) que se sobreponen sobre el Parque estatal Otomí-Mexica.

De acuerdo con List et al. (2009) los Santuarios del agua, son una forma nueva de área natural protegida que surgen de la preocupación por garantizar el abasto de agua de los habitantes, se trata de zonas donde brota, almacena o recarga el acuífero, y son de gran importancia dentro de las cuencas hidrológicas.

La Zona de Protección de Flora y Fauna Nevado de Toluca (Figura 18), es la segunda ANP de la ZMVT en cuanto a superficie (51,000 ha). Dicha ANP, menciona Franco (2011), es la cuarta montaña más alta del país, el volcán Xinantécatl es el origen de las cuencas del Lerma y el Balsas.



Figura 18 Zona de protección de flora y fauna Nevado de Toluca (Versañez, 2011)

Los polígonos de ANP más pequeños de la ZMVT son el Parque Nacional Insurgentes Miguel Hidalgo y Costilla o mejor conocido como “La Marquesa”, el cual aloja diferente fauna como; águila, ardilla, colibríes, conejo, gorriones, halcones, lagartijas, murciélagos, paridos, peces, percheros, ranas, salamandra, sapos, tejón, víboras, zorrillos y zorzales. La vegetación predominante corresponde a una amplia gama de herbáceas y arbustivas, bosque de oyamel, bosque de pinos, pastos naturales y zacatón (Ceballos, 2004).

Este parque ofrece distintas opciones de esparcimiento para la población en diversos valles, como valle del Potrero (Figura 19), en el cual la población acude para realizar diferentes actividades entre las que destacan las de tipo recreativo.



Figura 19 Valle del potrero, La Marquesa (Caballero, 2010)

El Sierra Morelos (Figura 20), es un parque estatal ubicado en el municipio de Toluca de tipo recreativo por los servicios que ofrece o las instalaciones que posee como juegos infantiles, lago artificial, miradores naturales, laderas con vegetación, ciclopista, canchas deportivas y demás, la vegetación predominante corresponde a bosque de encino y bosque inducido de eucaliptos, cedro, pinos y de ornato. La fauna que protege se trata de gansos, carpa, halcones, palomas, patos, venado cola blanca, y fauna silvestre como ardillas, camaleón, carpintero, cercetas, cernícalos, colibríes, conejos, culebras, garzas, gorriones, lechuza, liebres, milanos, murciélagos, ranas, ratón de campo entre otros (Ceballos, 2004).



Figura 20 Parque Sierra Morelos (Versañez, 2014)

El ANP Alameda Poniente San José de la Pila, también ubicado en el municipio de Toluca, posee de acuerdo con Ceballos (2004): bosque inducido de pino, eucalipto, cendro, dólar, plantas de ornato, pastizal y la fauna corresponde a roedores, aves canoras, algunos reptiles u peses como la carpa. Y es de tipo recreativo.

El Zoológico de Zacango, es una ANP cuya vegetación corresponde a Cedros, eucaliptos, pinos y plantas de ornato (Ceballos, 2004). El zoológico cuenta con mil 500 animales de más de 250 especies provenientes de todos los continentes: elefantes, rinocerontes, hipopótamos, jirafas, avestruces, gran variedad de simios y felinos, aves y reptiles (H. Ayuntamiento de Toluca, 2013).

El parque municipal el Calvario o “Cerro de los Magueyes”, ubicado en Metepec, de 21 ha, conserva vegetación de agave, bosque inducido con especies de cedro, eucalipto y pinos, así como pastizales. La fauna que se encuentra son colibríes, culebras, gorriones, lagartijas, murciélagos, percheros, ratas de campo, víreos y zorzales (Ceballos, 2004).

Las Ciénegas de Lerma es una ANP de 3 polígonos que contienen paisajes lacustres, vegetación de tulares y plantas acuáticas, como el chachamol, achilillo, acecincle, mamalacote, berro, cebolla de agua y otras. De protección especial es la papa del agua (*Sagittaria sagttifolia*). En cuanto a la fauna que protege esta la gallineta amarilla, “Tixito” (*Coturnicops noveboracensis*) (Ceballos, 2004). Cabe señalar que esta ANP no se incluye en ninguno de los dos análisis de la presente investigación.

Existen otros parques o jardines de gran importancia para la población, dentro de la ZMVT como el Parque Árbol de la Vida (Figura 21), el Parque la Pila de Metepec, el Parque Fidel Negrete (Figura 22), el Parque Matlaltzinca, La Alameda o “Parque Cuauhtémoc”, el Parque Reforma (Figura 23), Parque Ambiental Bicentenario, el Parque Metropolitano del Bicentenario (Figura 24), por mencionar

algunos. Este tipo de parques, además de arbolado en vialidades como los de Tollocan, (Figura 25), se consideraron dentro del estudio descriptivo de Zonas Verdes Urbanas.



Figura 21 Parque Árbol de la Vida (Torres, 2011)

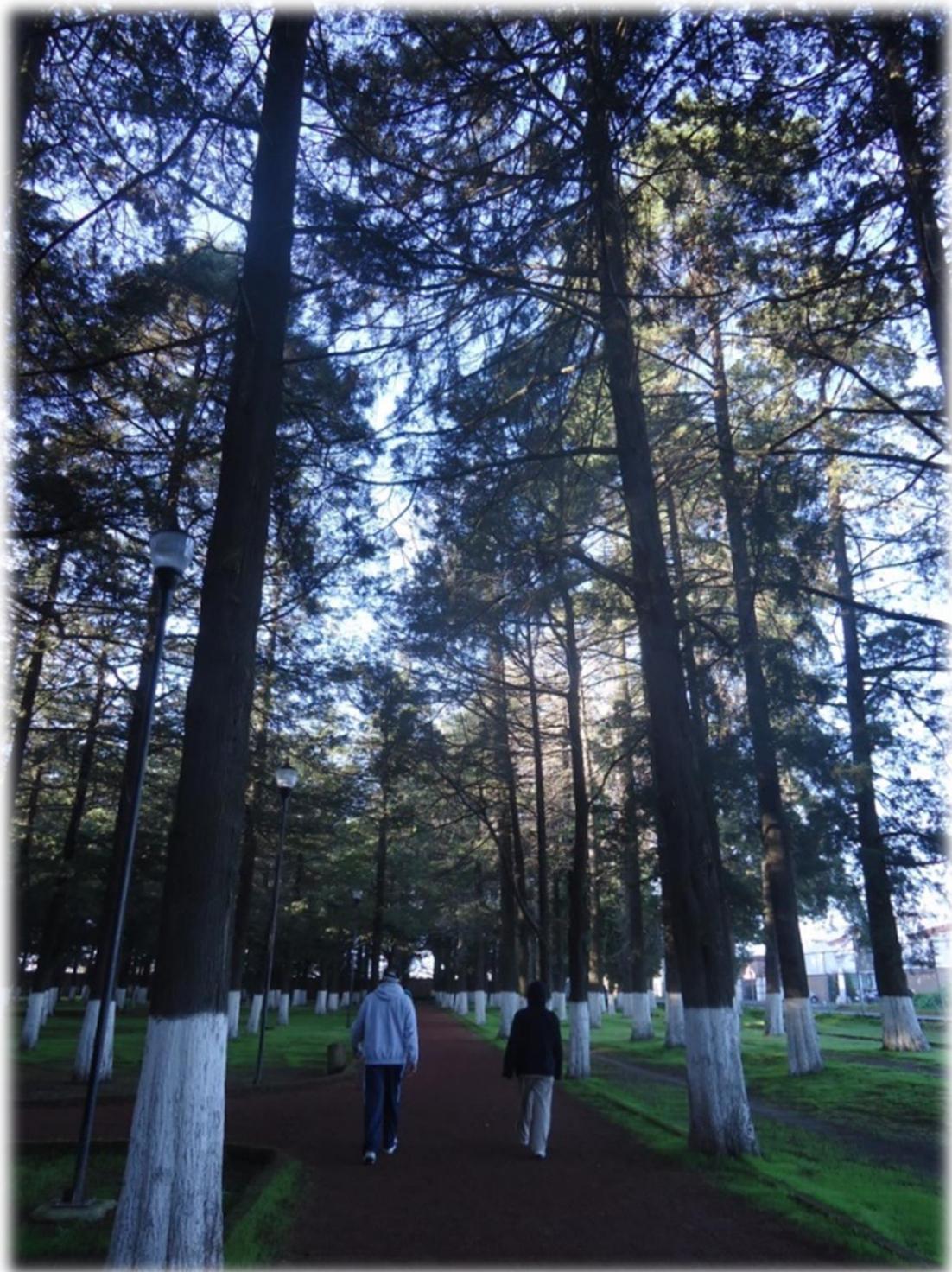


Figura 22 Parque Fidel Negrete, (Versañez, 2011)



Figura 23 Parque Reforma (Versañez, 2011)



Figura 24 Parque Metropolitano del Bicentenario (Caballero, 2012)



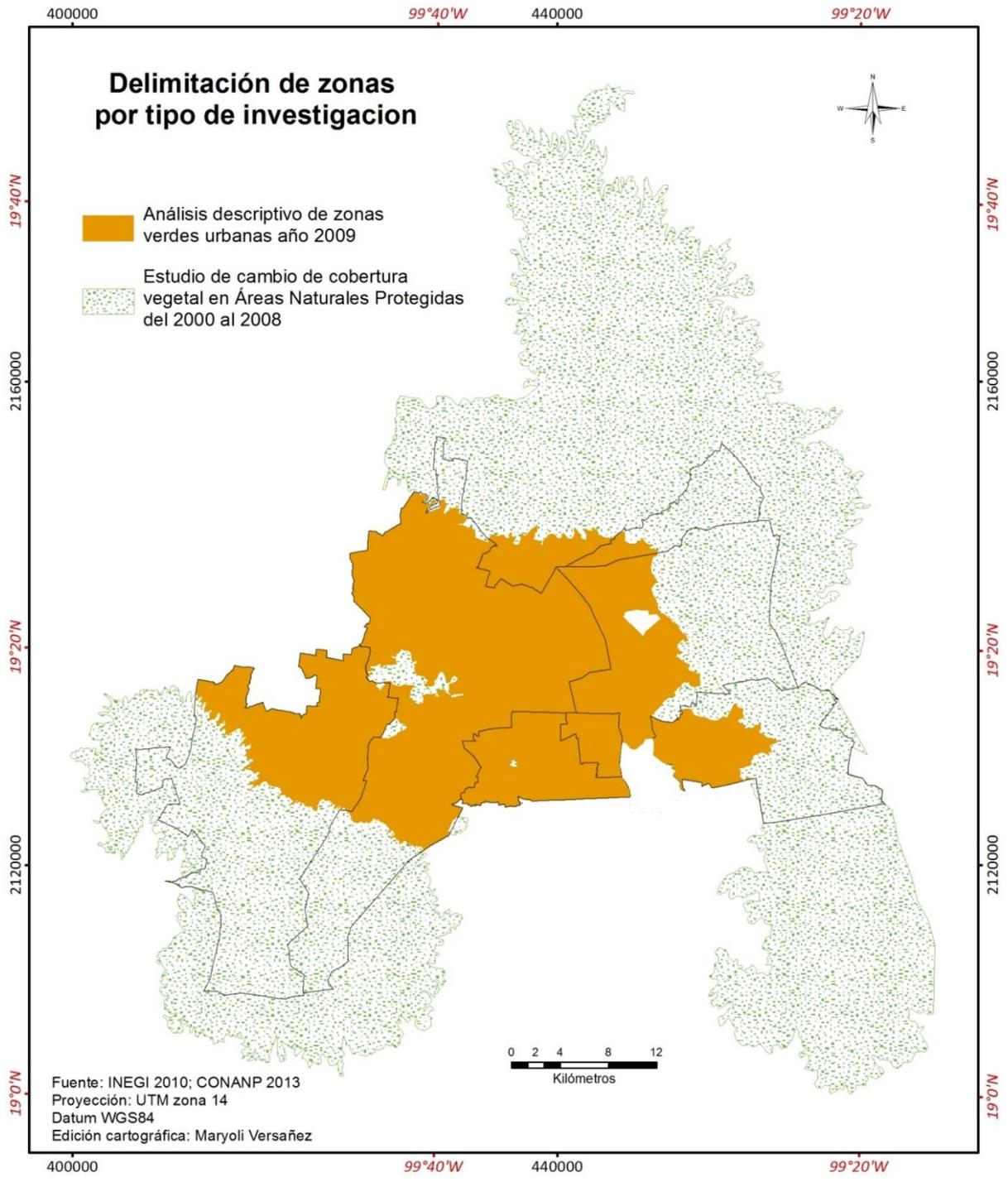
Figura 25 Vialidad Tolloca (Versañez, 2011)

# **Capítulo 3**

## **Materiales y Métodos**

## **Materiales y métodos**

La investigación se integra de dos análisis diferentes, para ello se delimitaron dos zonas, en el Mapa 10, se puede observar la zona que corresponde a las ANP para lo cual se optó por un estudio de cambio del periodo 2000 al 2008 a fin de identificar las zonas con pérdida de recurso forestal y en la zona centro sin las ANP se elaboró un análisis descriptivo de los las zonas con árboles fuera del bosque, señalados como áreas verdes urbanas (AVU), del año 2009 en el que se usa datos de población por AGEB del año 2010 y se estima la disponibilidad de áreas verdes urbanas por habitante, así como el déficit de cada una de las 425 AGEB consideradas.



Mapa 10 Delimitación de las zonas de estudio (edición cartográfica Versañez, 2014)

### **3.1 Análisis comparativo de las coberturas en las Áreas Naturales Protegidas**

En análisis de cambio de coberturas de suelo se realizó a través de mapas de dos temporalidades (2000 y 2008), mediante un cruce de mapas. El primer mapa se generó utilizando un mosaico de ortofotos, tomadas de dos vuelos a 11,430 m de altura, con fechas del primer y tercer semestre del año 1999 y primer bimestre del año 2000. El material tiene corrección geométrica, atmosférica y geográfica, su formato es TIFF con una resolución de 1 m por pixel a escala 1:20,000 y proyección UTM Zona 14N, Datum WGS84 (IGECEM, 2000). El segundo mapa se construyó con ortoimágenes del año 2008, generadas por el satélite SPOT 5, procesada y corregida geométrica y ortométricamente a una resolución espacial promedio de 2.5 m a escala 1:10,000 (pancromáticas). Las imágenes se encuentran en formato GEOTIFF y proyección UTM Zona 14N, Datum WGS84 en coordenadas geográficas, nivel 1A. La constelación de satélites SPOT se ubica a una altitud de 832 km medidos desde el Ecuador terrestre; la órbita es casi polar, pasa sobre la vertical del mismo lugar cada 26 días y realiza 101 revoluciones alrededor de la Tierra diariamente. El sistema capta para cada escena de 60 x 60 km, cuatro bandas multiespectrales y una pancromática; su rango espectral es de 0.48 - 0.71  $\mu\text{m}$  (IGECEM, 2008).

La etapa de clasificación consistió en definir las clases o categorías de cobertura vegetal adecuadas para detectar cambios en la zona de estudio. En éste sentido, se definieron 14 categorías que se exhiben en la Tabla 5. Esta clasificación se realizó tomando en cuenta características geográficas tales como: altitud, clima, relieve y el tipo de vegetación presente en el área de estudio, así como la ocupación del suelo según el mapa digital vectorial del Inventario Nacional Forestal de México (escala 1:250,000), la clasificación del tipo de vegetación realizada por Rzedowsky (1981) y algunos puntos de verificación de campo. Cabe destacar que se aplicaron reglas de fotointerpretación para la identificación de vegetación tales como color, tono, textura, sombra, tamaño, forma y relaciones con rasgos u objetos asociados (Chuvienco, 2002).

También se definió el tamaño de unidad mínima para la rodalización de polígonos en el cual se consideraron dos criterios: 1) las recomendaciones de la FAO (por sus siglas en inglés Food and Agriculture Organization of United Nations), la cual establece como bosque a la vegetación arbórea a partir de 0.5 ha (FAO, 2006), y 2) la escala del trabajo (Salitchev, 1979). Partiendo de estos criterios se definió como unidad mínima de interpretación 0.25 ha.

Tabla 5. Clases de Cobertura Vegetal en Áreas Naturales Protegidas

Clases	Descripción
1. Oyamel	1.- Abies religiosa. Sitios de alta montaña (2400 y 3600 m de altitud)
2. Pino	2.- Especies del genero Pinus: Pinus ayacahuite var. Veichii, Pinus cembroides, Pinus douglasiana, Pinus hartwegii, Pinus herrerae, Pinus leiophylla, Pinus devoniana, Pinus montezumae, Pinus oocarpa, Pinus lumholtzii, Pinus pringlei, Pinus pseudostrobus, Pinus rudis, Pinus teocote. Altitudes entre 1500 y 3000 m.
3. Encino	3.- Encinares, especies del genero Quercus. Sección Quercus L. (Encinos blancos) Q. rugosa Née., Q. obtusata Humb. & Bonpl., Q. 89ndémica89la Trel., Q. frutex Trel., Q. glaucoides Mart. & Gal., Q. laeta Liebm., Q. magnoliifolia Née., Q. glabrescens Benth., Q. peduncularis Née., Q. splendens Née. Sección Lobatae Loudon (encinos rojos): Q. candicans Née., Q. castanea Née., Q. crassifolia Humb. & Bonpl., Q. crassipes Humb. & Bonpl., Q. dysophylla Benth., Q. endémica Humb. & Bonpl., Q. scytophylla Liebm., Q. acutifolia Née., Q. conspersa Benth., Q. elliptica Née., Q. hintonii Warb. (endémica del estado de Méx). Altitudes entre 1200 y 2800 m.
4. Encino-Pino	
5. Encino-Oyamel	
6. Oyamel-Encino	Asociación de dos o más especies, se nombra primero la especie más dominante.
7. Oyamel-Pino	
8. Pino-Encino	
9. Pino-Oyamel	
10. Otras latifoliadas	Especies de Aile
11. Otros tipos de vegetación	*Bosque de Galería (o de ribera) *Vegetación Urbana o inducida, *Barreras rompe viento. *Parques (ANP)
12. Pradera de alta montana	Pradera de Alta montaña en el Parque Nevado de Toluca.
13. Pastizales	Pastizales (naturales e inducidos) y Matorrales > a 1ha ]
14. Sin vegetación aparente	*Infraestructura urbana *Asentamientos humanos *Agricultura *Cuerpos de Agua *Material Volcánico(Cráter del volcán Xinantécatl)

Se elaboraron ambos mapas por interpretación visual, el primero fue el del año 2000, que además sirvió como base para generar el segundo (año 2008), mediante el método de interpretación interdependiente (FAO 1996), en este método, los polígonos de la primera fecha interpretada se utilizan con la imagen de la segunda fecha, para interpretar sólo los cambios ocurridos en el periodo, de esa manera se evita realizar toda la interpretación, además que minimiza la obtención de falsos cambios, pues donde no se distingue alteración, las líneas siguen siendo las mismas, permitiendo una comparación objetiva entre fechas.

Una vez que se obtuvieron los mapas de cobertura para cada fecha (2000 y 2008) mediante el proceso de interpretación visual de imágenes, para poder conocer las áreas que experimentaron algún cambio en el periodo, se realizó la intersección de los dos mapas mediante el uso del SIG, con lo que se obtuvieron dos tipos de información valiosa para estimar los cambios: la primera fue un mapa, en cuya base de datos anexa se pudo trabajar para determinar qué cambios para la cobertura forestal son positivos, cuales negativos y cuál fue la permanencia de bosque durante el periodo; y al estar toda esta información contenida en la base de datos del mapa resultante de la intersección, fue posible construir la cartografía que mostrara las áreas con dichos cambios. En la Figura 26, se puede observar el esquema sobre la metodología empleada.

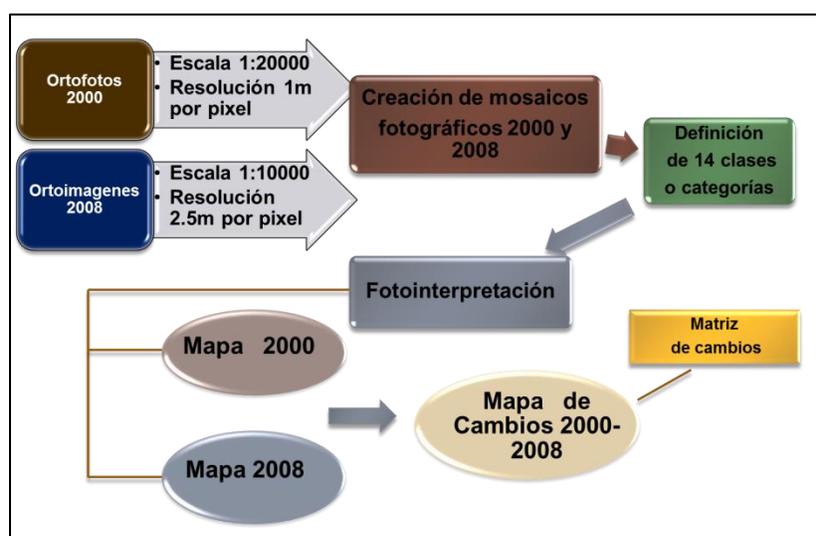


Figura 26 Esquema metodológico del análisis de cambio en coberturas de ANP 2000 AL 2008

### 3.2 Análisis descriptivo de la vegetación urbana

Para la descripción y análisis espacial de la cobertura vegetal en la zona que no tiene ANP y que básicamente se encuentra en el centro del área de estudio correspondiente a la concentración de asentamientos humanos o zona urbanas, se usaron como insumos ortofotos y una imagen spot para la obtención de los mapas de vegetación en zonas no protegidas del año 2009, los límites municipales y 425 polígonos de AGEB, mediante el empleo de un SIG se calculó la disponibilidad de áreas verdes urbanas por habitante y el déficit de zonas verdes urbanas a nivel de AGEB.

Se partió de la identificación de ZVU mediante interpretación visual de ortofotos del año 2008, se trazaron los rodales usando como material de apoyo el NVDI que se obtuvo de una imagen spot del año 2009, lo cual facilitó y agilizó la rodalización de las zonas verdes. Las 6 clases que se definieron para estas zonas verdes, se visualizan en la siguiente tabla.

Tabla 6 Clases de las Áreas Verdes Urbanas de la ZMVT

<b>Clases de cubierta vegetal</b>	<b>Descripción</b>
Bosque	Masas forestales mayores a 0.5 ha
Parques y Jardines	Parques urbanos, Jardines públicos y privados compuestos como mínimo 30% de cubierta arbórea.
Vegetación de Galería	Vegetación que crece en las riberas de los ríos
Arbolado en Límites	Filas de árboles que se usan como límites en casas, empresas o como barreras rompe viento en zonas agrícolas principalmente
Arbolado en vialidades	Franja compuesta por arboles junto a alguna vialidad
Arbolado disperso	Conjunto de árboles en menores proporciones

Al contar con la base de datos o inventario generada de vegetación, bosques o zonas verdes, se procedió a calcular las AVU por municipios, armando un par de mapas para obtener información de las tablas que mostraran un panorama general de la situación de vegetación urbana en la zona, usando como parámetro mínimo la relación superficie por habitante de 9m<sup>2</sup>. Posteriormente, se optó por hacer el análisis a nivel de área geostatística básica (AGEB) que de acuerdo con INEGI, constituyen la unidad básica en el marco geo estadístico, para lo cual existen de tipo urbana y rural, y estos son únicos para cada municipio sin importar el tipo. Las características principales de las AGEB urbanas según INEGI (2010) son:

- *Se derivan de localidades urbanas (2,500 habitantes o más o son cabeceras Municipales).*
- *Que en su conjunto tenga de 1 a 50 manzanas.*
- *Que el uso del suelo sea habitacional, industrial, comercial, de servicios recreativos, etc.*

Para este análisis se contemplaron los de tipo urbano, identificando 425 AGB las cuales se ubican dentro de los 7 municipios (Lerma, Metepec, Ocoyoacac, San Mateo Atenco, Toluca, Xonacatlán y Zinacantepec) y que además sus polígonos no se ubiquen en ANP. Las AGEB contienen información poblacional y a sus tablas se le agregaron datos de las zonas verdes urbanas que se obtuvieron en la digitalización. Para estimar la disponibilidad de zonas verdes urbanas por habitante, se optó por definir 5 intervalos que se describen en la Tabla 7. Y con ellos crear un mapa.

Tabla 7 Categorías de disponibilidad áreas verdes urbanas por habitante

<b>Disponibilidad de áreas verdes urbanas por habitante</b>	<b>Relación áreas verdes por habitante</b>
<b>Insuficiente</b>	0 a 3.9
<b>Deficiente</b>	4 a 8.9
<b>Aceptable</b>	9 a 14.9
<b>Sobresaliente</b>	>15
<b>Ambiguo</b>	Zonas sin población

En el caso del cálculo de déficit de áreas o zonas verdes, se usó información de las tablas generadas del mapa de disponibilidad de ZVU, estimando el déficit de zonas verdes para cada uno de los 425 AGEB, a fin de representarlo en un mapa, esto primero calculando las áreas verdes requeridas para cada uno de los AGEB según el número de habitantes y restando a lo que se tiene por cada AGEB.

El siguiente esquema (Figura 27), muestra los pasos generales de la metodología empleada para este segundo estudio, siendo las ortofotos, imágenes, límites municipales y datos por AGEB los principales insumos.

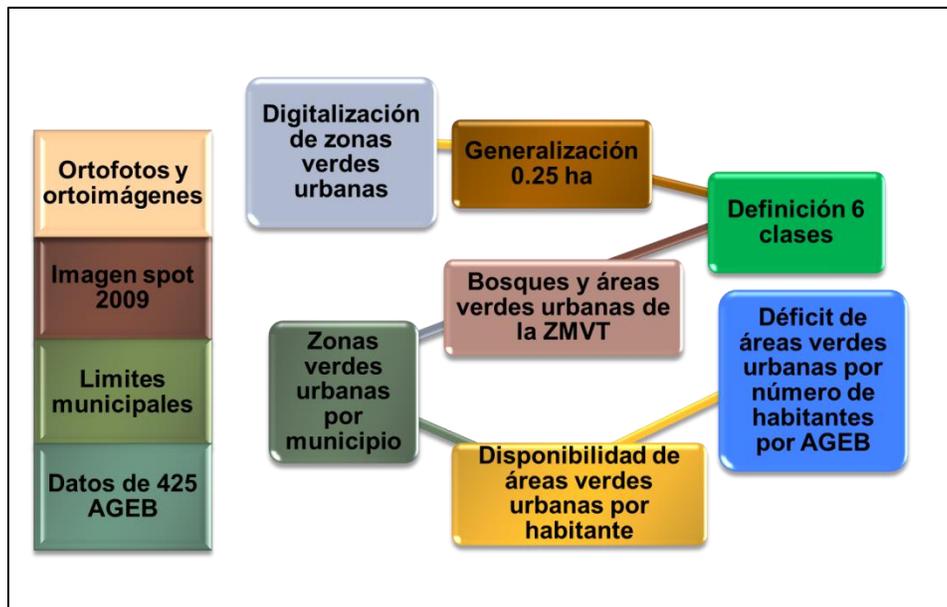


Figura 27 Esquema metodológico del estudio descriptivo de ZVU

# **Capítulo 4**

## **Resultados y Discusiones**

#### 4.1 Coberturas vegetales de la ZMVT en ANP año 2000

Las coberturas de las ANP de la ZMVT que más superficie ocupan para el año 2000 son Oyamel, Pino, pastizales y aquellas zonas sin vegetación aparente que juntas representan el 81 % de la zona (Gráfico 6), por lo que se puede expresar que la cobertura de bosque más representativa de es el Oyamel, seguida de las masas arbóreas de pino y otras de tipo mixto o conocidas como zonas de transición en las que los bosques se mezclan.

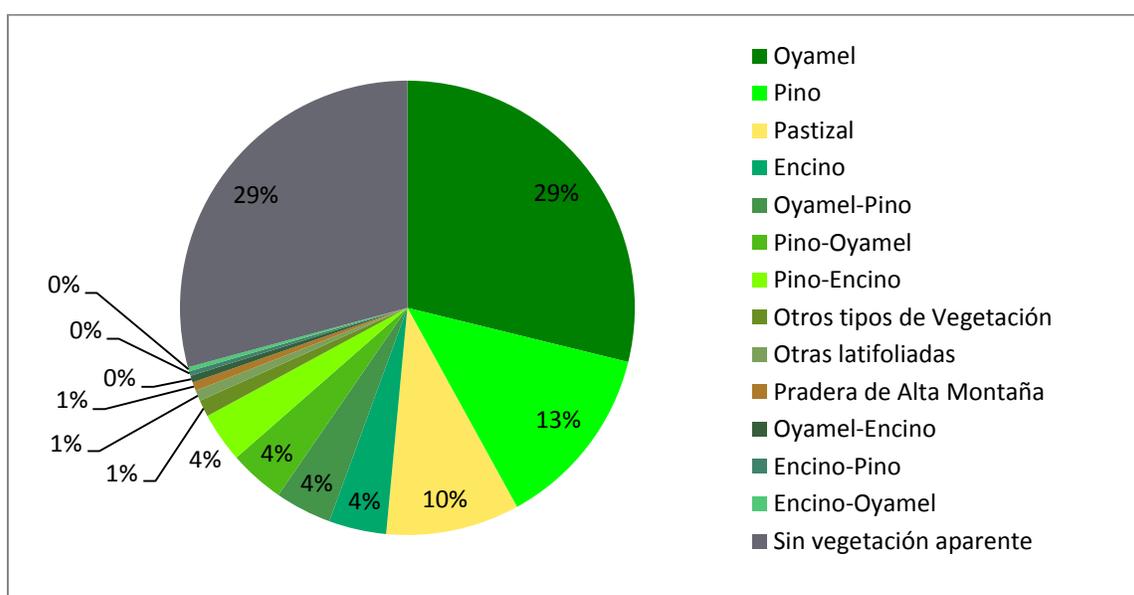
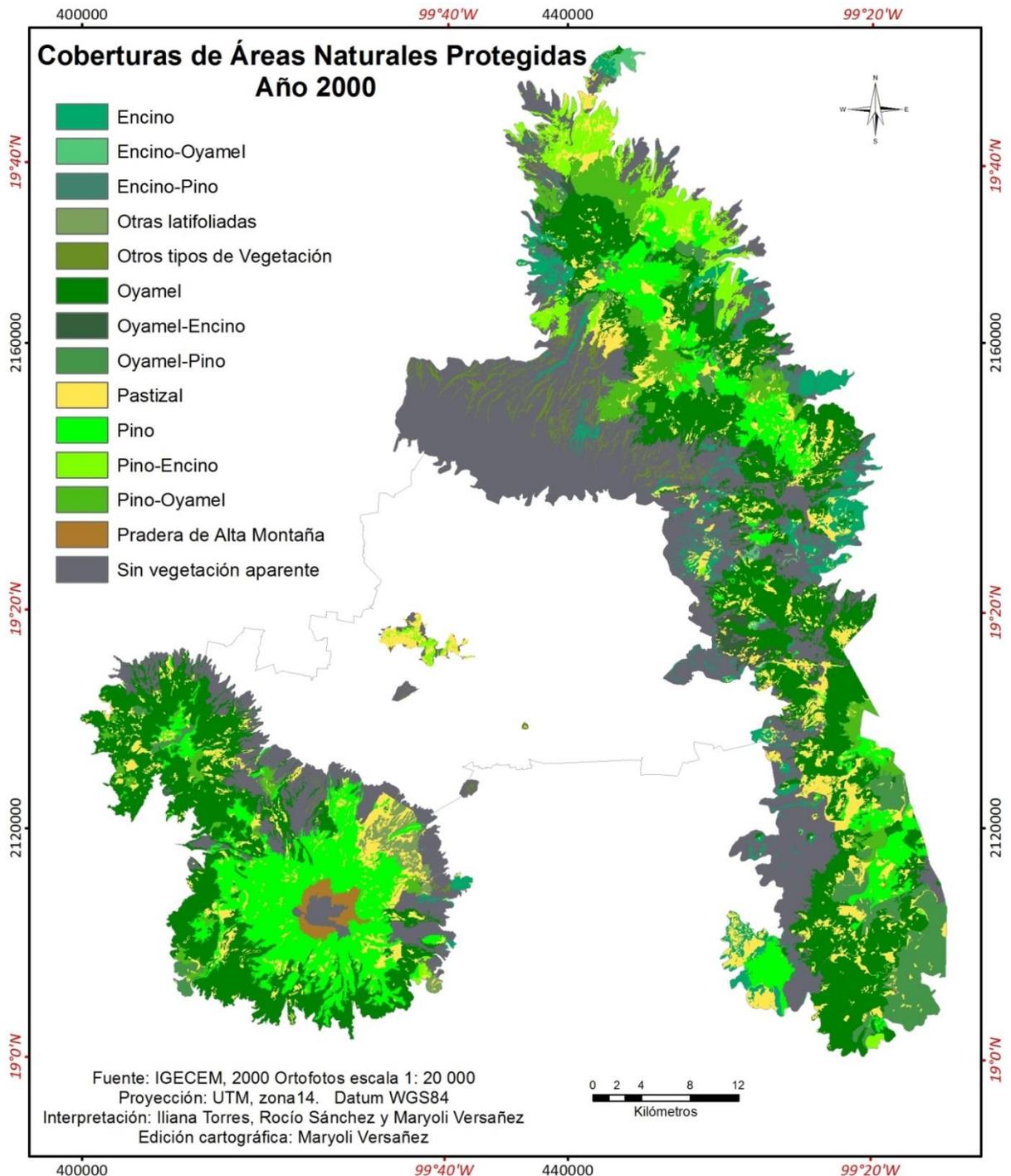


Gráfico 6 Porcentaje de uso de suelo y cobertura año 2000

Las coberturas consideradas como bosques suma un total de 114,018 ha, lo que figura como un 60 %, más de la cuarta parte (29 %) posee coberturas sin vegetación aparente, lo que constituye asentamientos humanos, zonas de cultivo, infraestructura urbana, cuerpos de agua y otros, recordemos que en las ANP habitan 381,940 personas. En el Mapa 11, se puede observar que las zonas sin vegetación aparente se ubican hacia las zonas urbanas, por lo que se puede inferir que las actividades humanas han ido modificando el entorno por los cambios de uso y ocupación del suelo, acercándose cada vez más a las masas forestales, haciéndolas más vulnerables a la fragmentación o degradación aun tratándose de ANP.



Mapa 11 Coberturas en Áreas Naturales protegidas de la Zona Metropolitana del Valle de Toluca año 2000 (edición cartográfica Versañez, 2014)

## 4.2 Coberturas vegetales de la ZMVT en ANP año 2008

En el año 2008 la ZMVT tenía los mismos porcentajes de uso de suelo y cobertura año 2000, pero hay algunos cambios principalmente en los recursos forestales. Los cuales difícilmente podrían ser apreciados en el Mapa 12, por sí solo. Se encontró una reducción de 135.8 ha en bosques respecto a las coberturas del año 2000. Lo cual se analiza de mejor manera la siguiente sección.

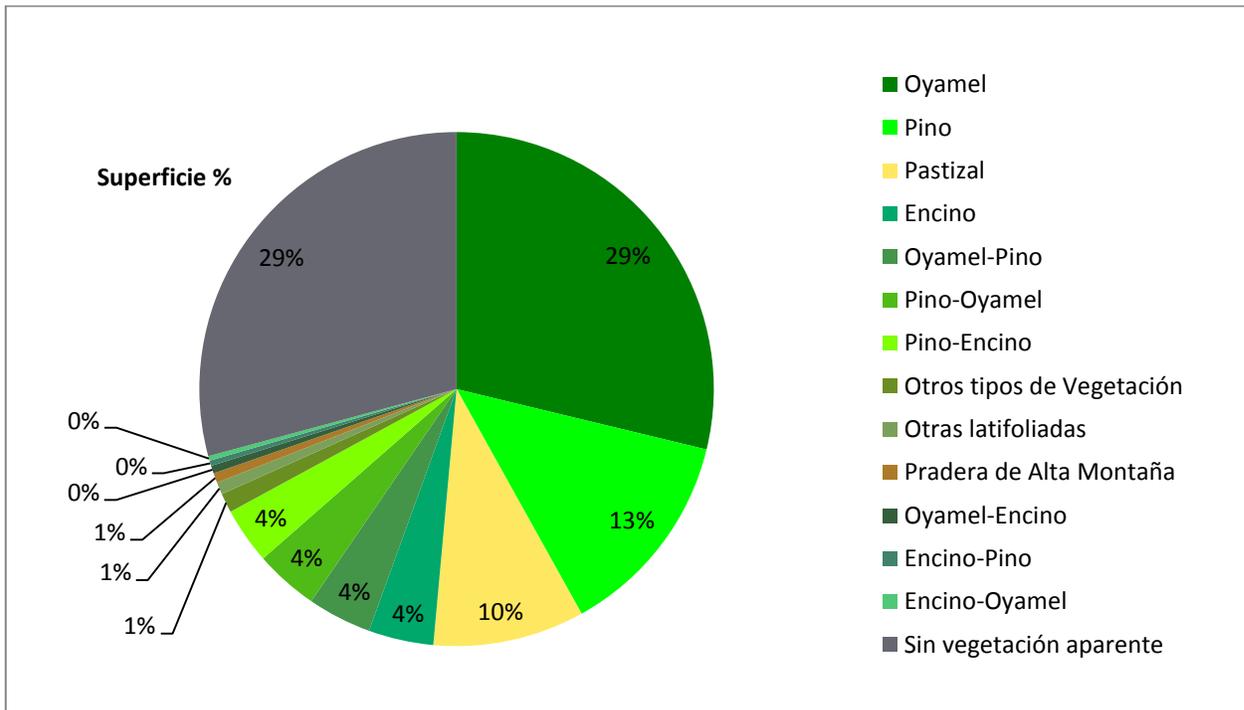
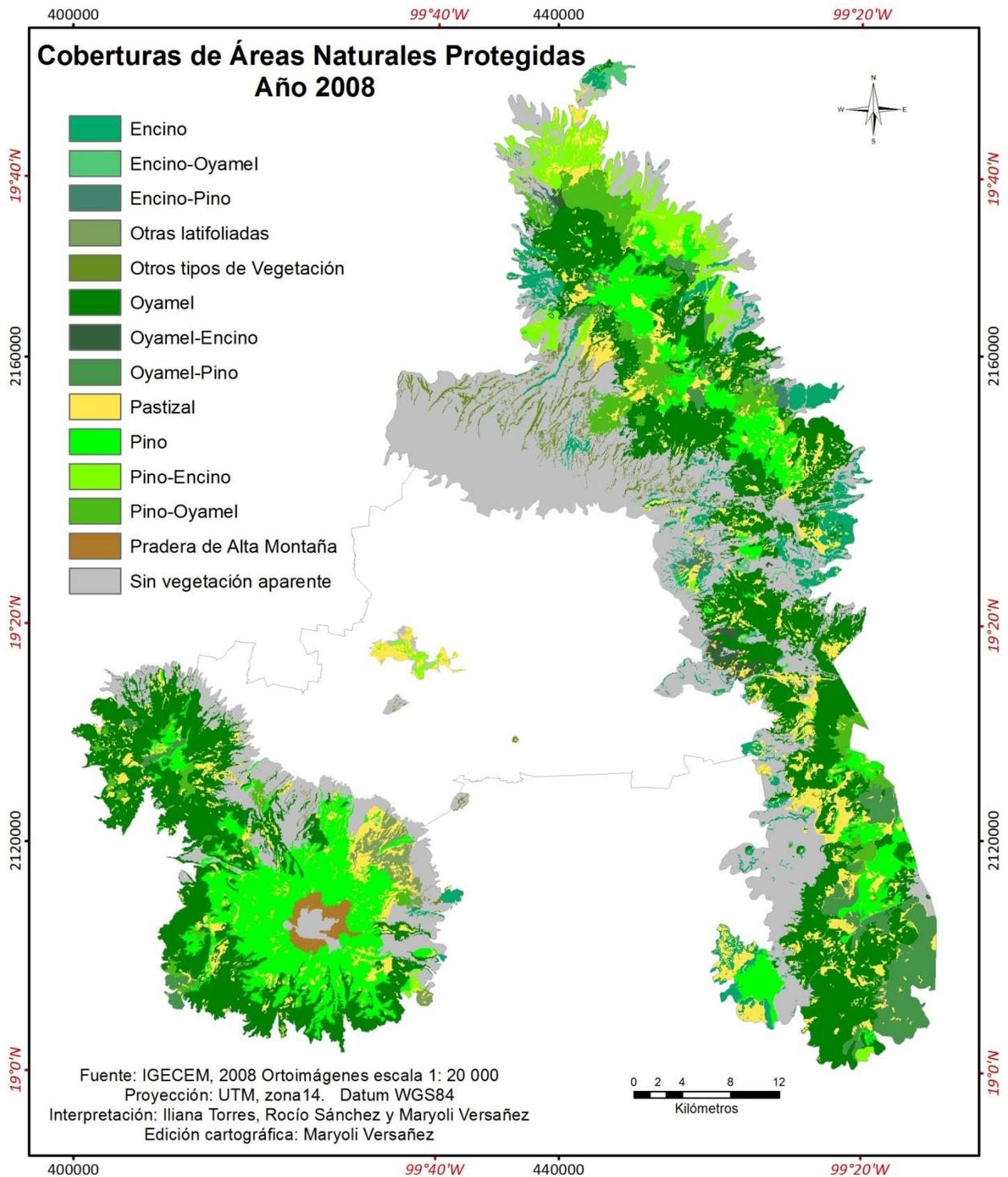


Gráfico 7 Porcentaje de uso de suelo y cobertura año 2008



Mapa 12 Coberturas en Áreas Naturales protegidas de la Zona Metropolitana del Valle de Toluca año 2008.  
 (Edición cartográfica Versañez, 2014)

### 4.3 Cambios en las coberturas vegetales de las ANP

En el Mapa 13, se puede apreciar en color rojo las áreas que sufrieron pérdida de cobertura vegetal, afortunadamente no parecen grandes en número ni superficie, sin embargo, para conocer las estadísticas de los cambios fue necesario realizar un análisis más cuantitativo. La información obtenida con la intersección de los mapas de coberturas 2000 y 2008, fue una tabla de datos con las cantidades en superficie de los cambios ocurridos, y con esta se generó una matriz de cambios (tabla bidimensional).

La matriz de cambios permite no solo conocer las clases en las cuales ocurrieron las variaciones de cobertura del terreno, sino también el identificar hacia que clases se transformó el área de la cobertura forestal afectada (deforestación), además de la cantidad en unidades de superficie (ha). La matriz de cambios está constituida por dos ejes, en el eje vertical se ubicó la información del año 2000, y en el horizontal la del año 2008, al interior de la matriz se colocaron la cantidad de hectáreas que se obtuvieron de la intersección de mapas, distinguiéndose tres tipos de datos para las coberturas del análisis. Las celdas en color gris representan los totales de cada cobertura, las áreas que con permanencia de cada una de las clases, formando una línea diagonal descendente en la tabla.

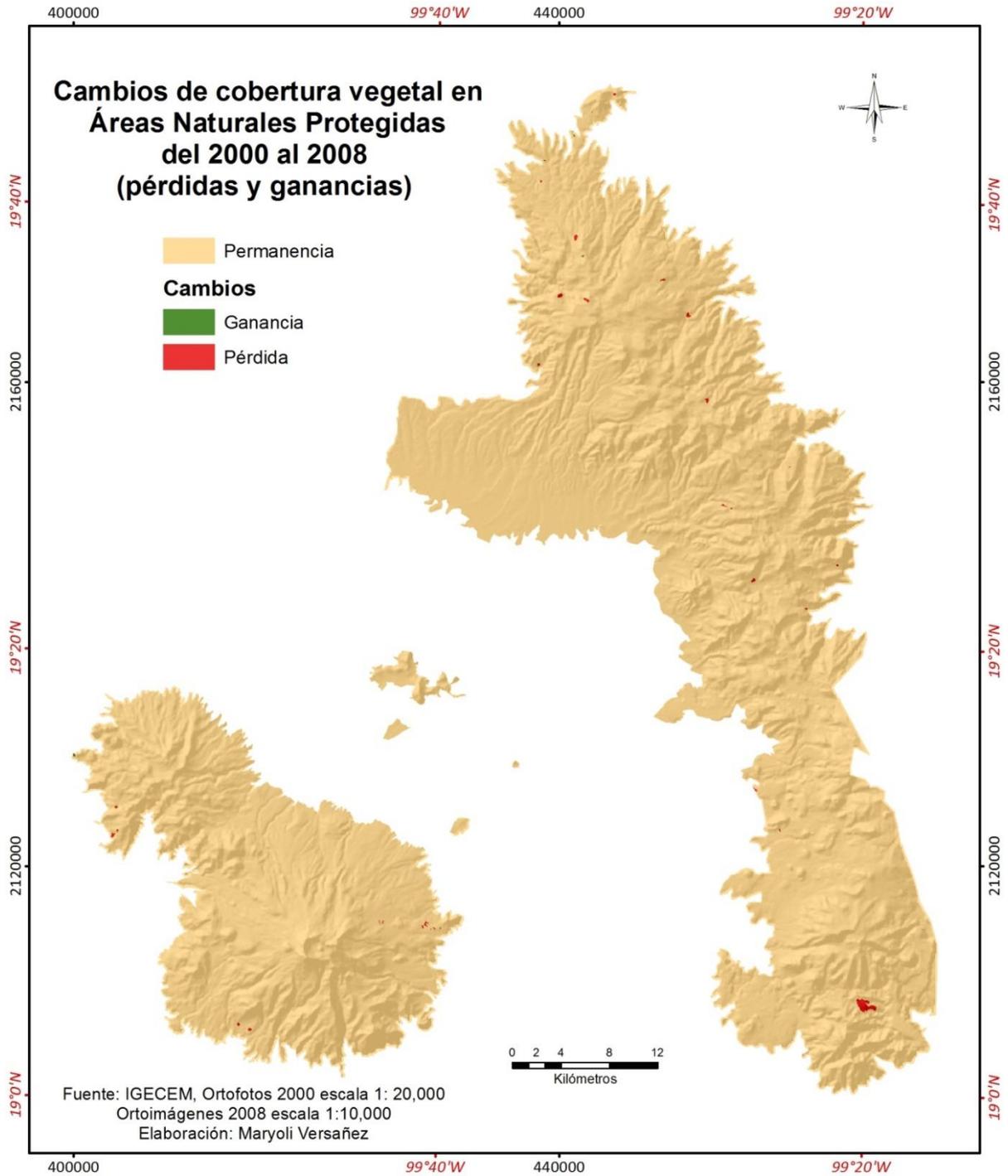
Con dicha matriz, se identificaron los cambios negativos, representados en color rojo, donde se observa que la clase forestal sufrió pérdidas en su superficie por alrededor de 142.1 ha, (128.5 ha de masas forestales fueron ocupadas por pastizales, y 12.6 ha cambiaron a la clase sin vegetación aparente). De los 7 bosques afectados, el de Oyamel fue el que más superficie perdió (71.8 ha), seguido por Pino con 28.9 ha, Pino-Encino (18,1 ha), Encino (6.5 ha), Pino-Oyamel (1.7ha), Encino-Oyamel (0.8 ha) y Oyamel-Pino con 0.7 ha. De igual manera se identificaron cambios positivos o ganancias para algunas masas forestales, sumando 6.3 ha en 3 clases: 3.8 ha para Oyamel, 1.6 ha en Otros tipos de Vegetación y 0.9 ha a Pino-Encino.

Por lo que el Oyamel es la clase que más perdió y ganó, 71.8 ha y 1.6 ha respectivamente. Al calcular la hectáreas de bosques que se perdieron y restar las que se ganaron, se encuentra que 135.8 ha eran coberturas de bosques y pasaron a pastizales y zonas sin vegetación aparente.

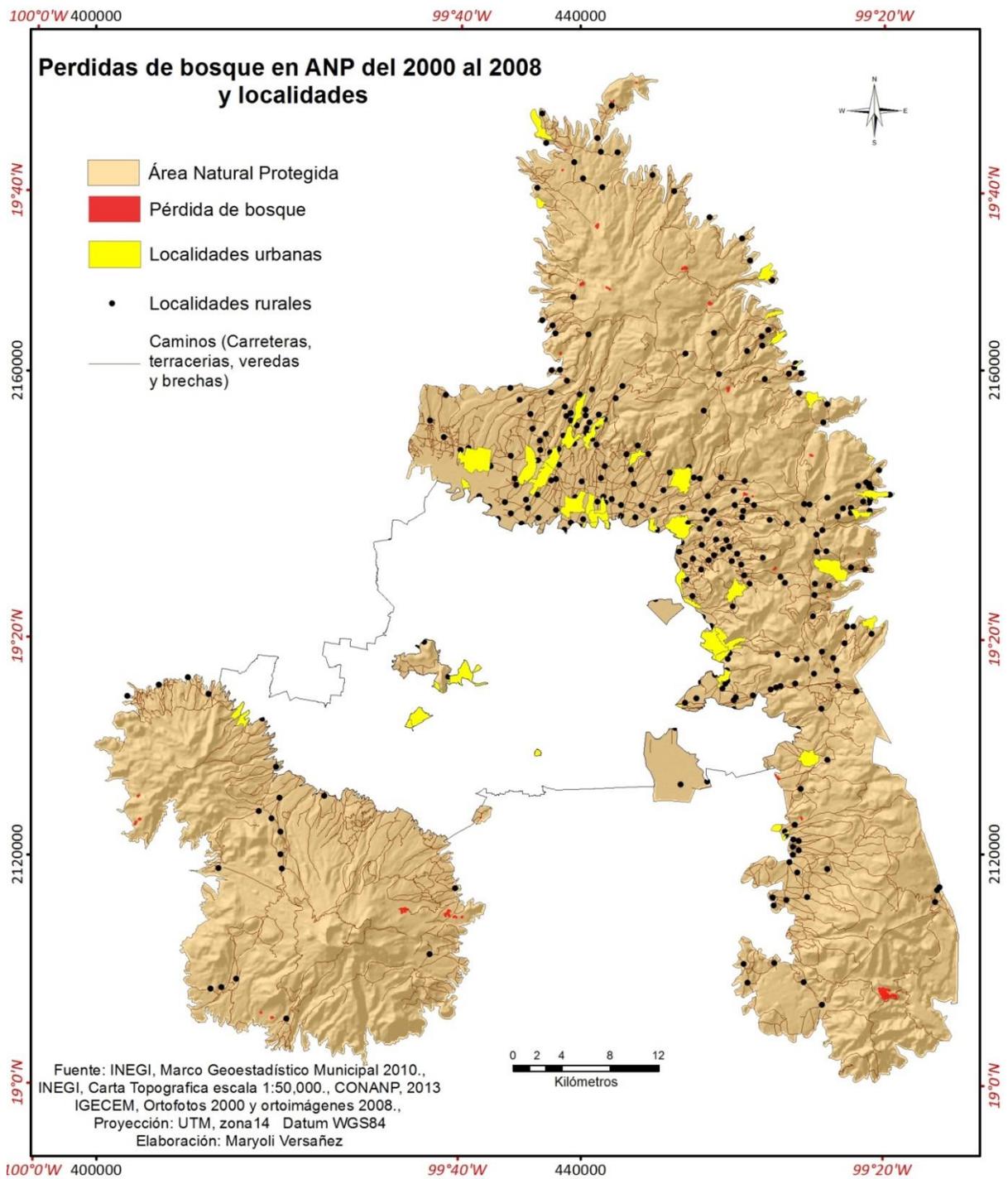
Del análisis general de la matriz de cambios se puede afirmar que, aunque al parecer la zona de estudio presenta una dinámica de cambios de coberturas forestales mínima durante el periodo 2000-2008, existe alteración o pérdida de recurso forestal en las ANP.

Al sobreponer en el mapa de cambios, información sobre las localidades de la ZMVT (Mapa 14), es posible contemplar que esas zonas de pérdidas de recurso forestal, en su mayoría, no están cercanas a las localidades, pero si a las líneas de caminos y entre zonas apartadas, lo que podría tratarse de tala ilegal o probablemente de zonas con manejo forestal de tipo legal, para lo cual ambas significan la extracción de recurso forestal y la extracción de madera figura como agente de estrés importante.

Para un periodo tan corto de tiempo (8 años), la superficie de hectáreas que presentaron pérdidas de bosque, podría parecer intrascendente, pero la identificación de esas zonas y que además se distribuyen principalmente en el Parque Estatal Otomí-Mexica y la Zona de Protección de Flora y Fauna Nevado de Toluca, son indicios de que probablemente están siendo descuidadas dichas ANP, y reclaman más atención por parte de las autoridades correspondientes y de la misma población que habita en ellas, ya que de seguir con esa tendencia en un par de años sería viable observar que de las masas forestales en las ANP sólo subsisten bosques fragmentados y relictos, resultado de un aprovechamiento inadecuado y con ello la disminución de los servicios ambientales que el bosque en su conjunto provee a la ZMVT.



Mapa 13 Cambios de cobertura vegetal en ANP Periodo 2000-2008 (Versañez, 2014)



Mapa 14 Pérdidas de bosque en ANP del 2000 al 2008 y localidades de la ZMVT (Versañez, 2014)

#### 4.4 Zonas verdes urbanas

Las mayor parte de las zonas verdes urbanas (ZVU), corresponden a bosques mayores a 0.5 ha y al arbolado en límites que se ubica principalmente en los límites de zonas de cultivos. En el Gráfico 9 se puede observar de manera general las hectáreas que representan cada tipo de ZVU, esto sin incluir vegetación de las ANP. El Mapa 16 exhibe la distribución de las ZVU en los municipios de Toluca, Metepec, San Mateo Atenco, Lerma, Zinacantepec, Xonacatlán y Ocoyoacac, siendo éste último municipio el que más superficie de zonas verdes aporta para la zona. Los municipios antes señalados se reconocerán con la expresión “7 municipios”.

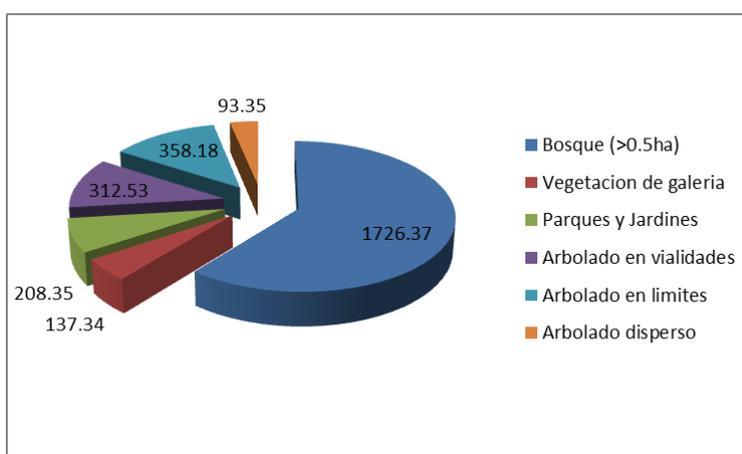


Gráfico 8 Hectáreas por categorías de ZVU en áreas no protegidas de la ZMVT

#### 4.5 Bosques y áreas verdes urbanas de la ZMVT

El mapa de la cobertura vegetal y áreas verdes urbanas de la ZMVT (Mapa 17) se obtuvo de la unión entre los bosques de las ANP y las ZVU, usando los límites municipales, únicamente con el fin de observar espacialmente su distribución, y de este modo visualizar los bosques en ANP y ZVU que tiene cada municipio. Se observa que el municipio más pequeño de los 7 (San Mateo Atenco) es el único que no tiene bosques en ANP, pero tiene ZVU.

#### 4.6 Zonas verdes urbanas por municipio

De los 7 municipios considerados, sólo Metepec, Ocoyoacac y Zinacantepec cumplen con el mínimo sugerido por la Organización Mundial de la Salud (9m<sup>2</sup>/hab). Y el que más aporta para la ZMVT es el municipio de Ocoyoacac. La distribución del tipo de ZVU para cada municipio se muestra en el Gráfico 10. Cabe mencionar que en las categorías se incluyó a la de los camellones y arbolado en vialidades, ya que sin ellos, Ocoyoacac sería el único en cumplir la norma debido a sus masas forestales que parecen relictos de unas zonas arbóreas mayores.

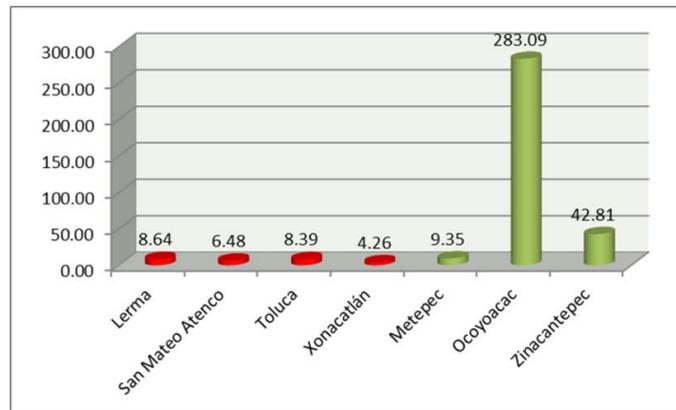


Gráfico 9 Zonas verdes por municipio año 2009

En el Gráfico 10, se pueden observar las AVU por categoría para cada municipio y la proporción que representa para cada uno de ellos, respecto al total de zonas verdes en cada caso.

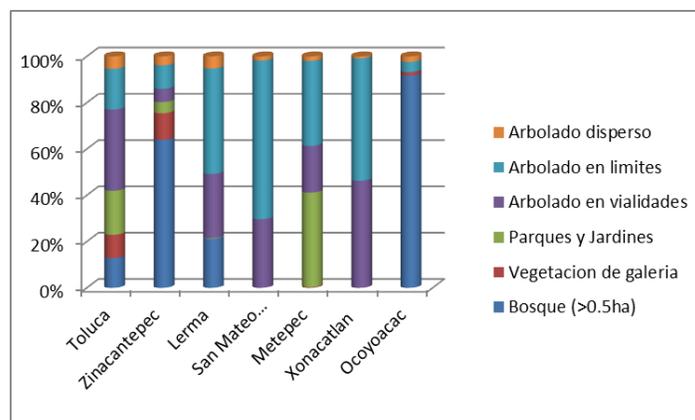
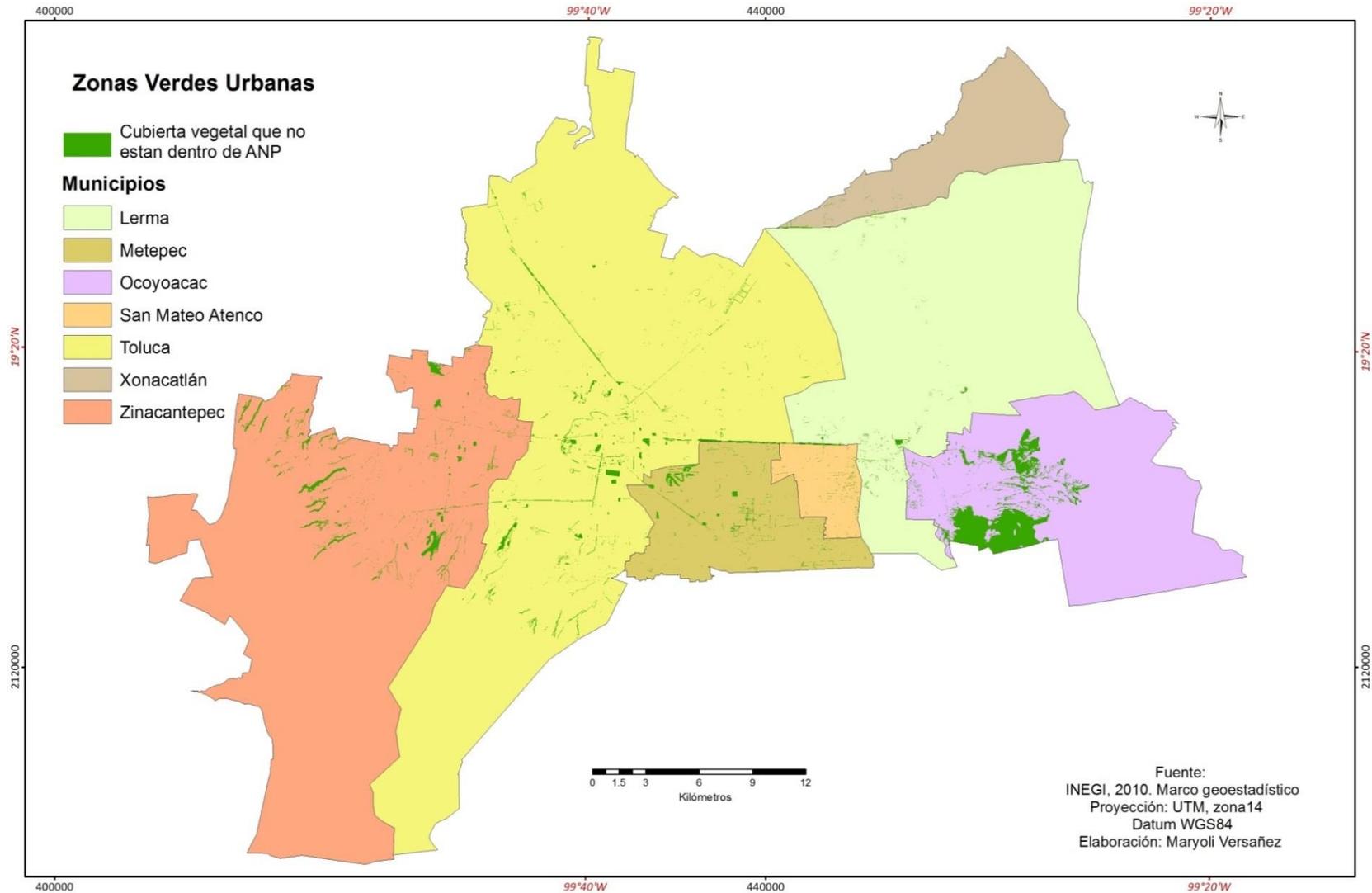
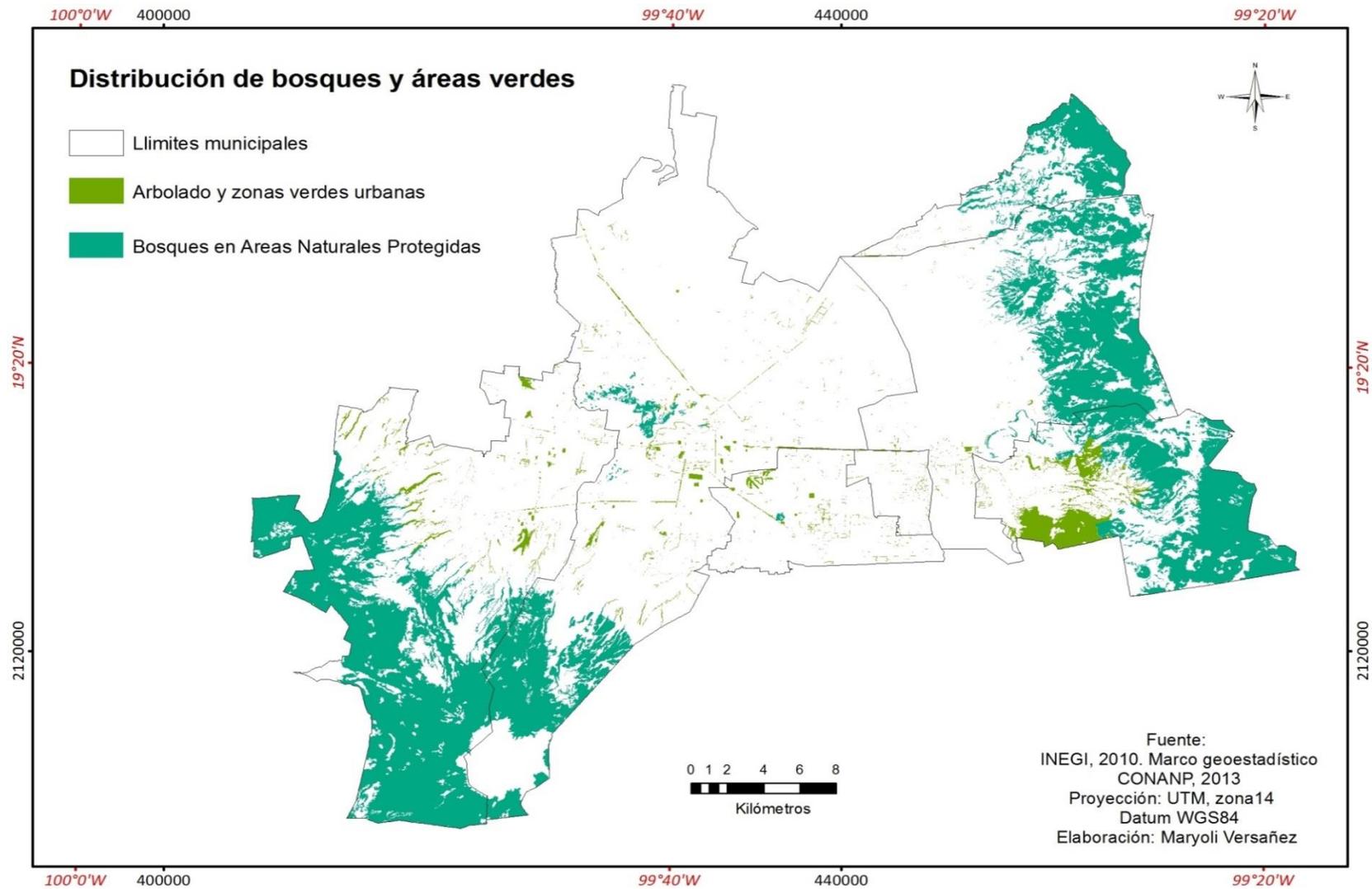


Gráfico 10 Tipo de áreas verdes urbanas por municipio



Mapa 15 Zonas Verdes Urbanas (Versañez, 2014)



Mapa 16 Bosques de ANP y áreas verdes urbanas (Versañez, 2014)

#### 4.7 Disponibilidad de áreas verdes urbanas por habitante

Al integrar información sobre las AGEB en la zona de estudio y las áreas verdes urbanas, se generó un mapa en el que se describen por intervalos la disponibilidad de áreas verdes urbanas por habitante (DAVUPH), en él puede observarse la distribución de las zonas para cada clase (Mapa 18). Se encontró que 263 AGEB son de tipo insuficientes, 68 deficientes, 26 aceptables y 68 sobresalientes, cabe destacar que 188 AGEB incluidas en (insuficiente) no tienen superficie de AVU. En el Gráfico 11 se presentan los porcentajes de los resultados de DAVUPH, para lo cual las AGEB de tipo insuficiente (69 %) y del tipo deficiente (16%) en el año 2010 suman un total de 85 % de zonas que no alcanzan el mínimo de 9 m<sup>2</sup>/hab. Con ello se puede afirmar que la distribución de las ZVU no es uniforme dentro de los 7 municipios.

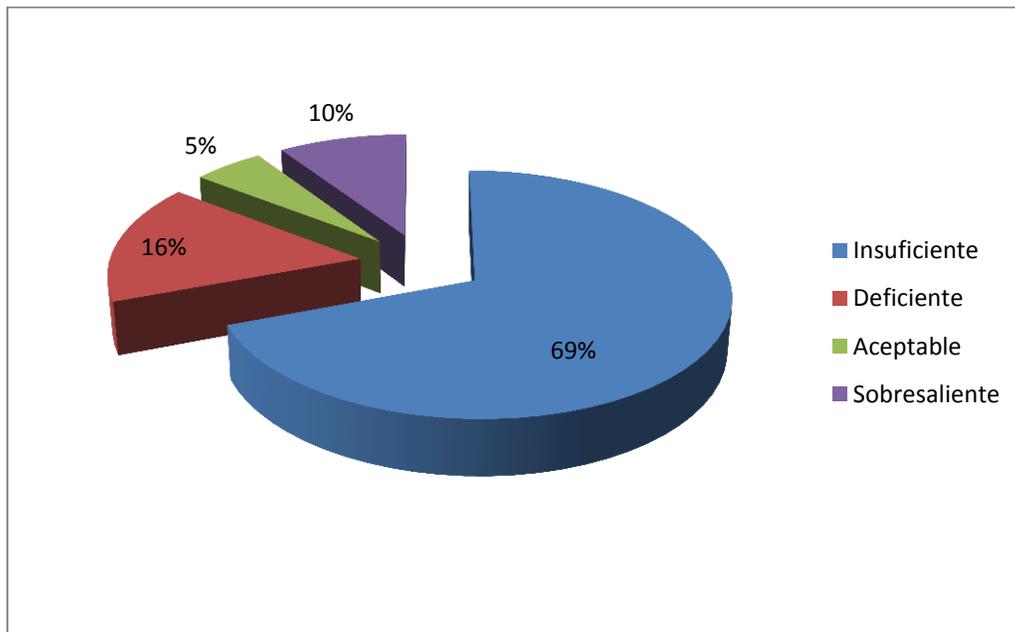
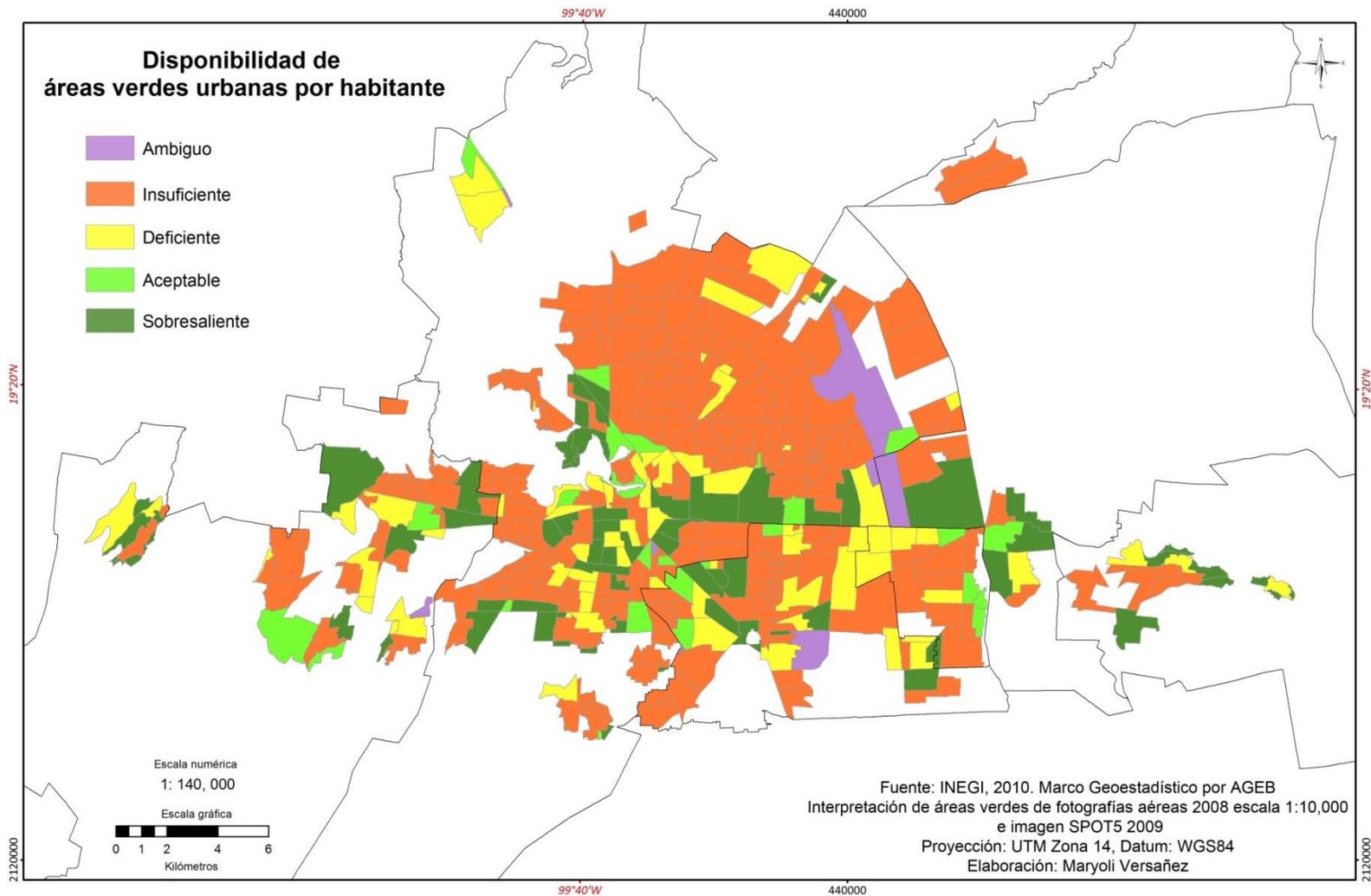


Gráfico 11 Distribución porcentual de la de la DAVUPH



Mapa 17 Disponibilidad de áreas verdes urbanas por habitante 2009

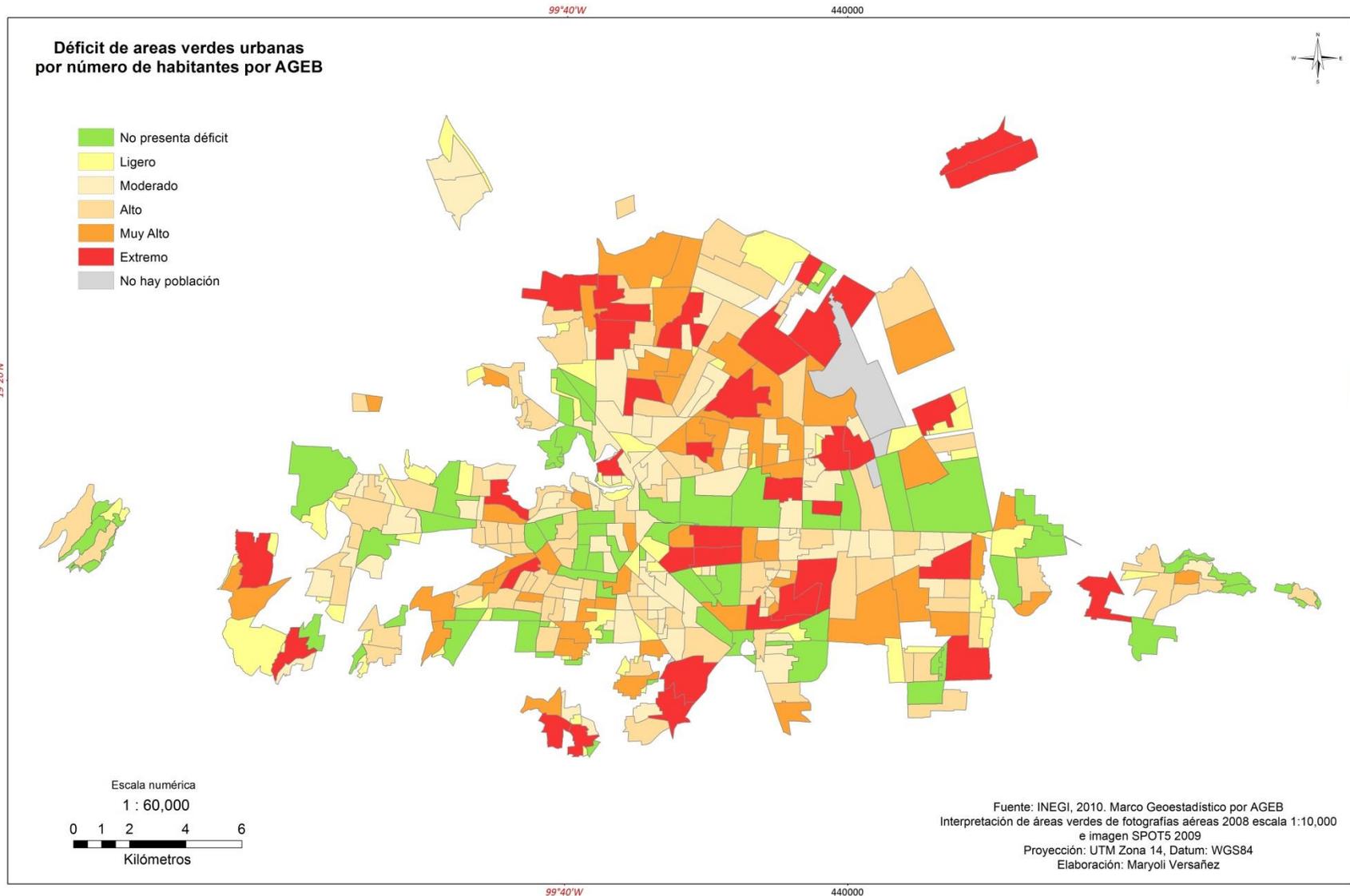
#### 4.8 Déficit de áreas verdes urbanas por número de habitantes por AGEB

Para hacer la relación de esa disponibilidad y obtener el dato de la población que se ve beneficiada/perjudicada por las zonas verdes, se generó un segundo mapa para mostrar el déficit de AVU por cada una de las zonas (Mapa 19). Los rangos fueron determinados por rompimientos naturales de Jenks, los cuales se indican en la Tabla 8. La ventaja de usar intervalos generados por el método de Jenks es que minimiza la varianza al interior de la clase y es más representativa, por lo que se muestra más claramente la variable cuantitativa.

Tabla 8 Rangos determinados por rompimientos naturales de Jenks

<b>Clase</b>	<b>Rango de Superficie</b>
<b>Ligero</b>	De 0.01 a 1.3 ha
<b>Moderado</b>	1.31 a 3.39 ha
<b>Alto</b>	3.4 a 5.6 ha
<b>Muy alto</b>	5.61 a 8.75 Has
<b>Extremo</b>	> 8.75 Has

Lo alarmante de los resultados encontrados sobre el déficit de zonas verdes a nivel de AGEB, es el percibir que en toda la zona encontramos AGEB con la etiquetas de color naranja y rojo que indican déficit muy alto y extremo, recalando además, que se ha contabilizado en el estudio, diferentes tipos de árboles fuera del bosque (como aquellos en los camellones y dispersos), los cuales están muy lejos de poder ser aprovechados directamente por la población, ya que sería complicado que los habitantes de la ZMVT realicen las mismas actividades que podrían hacer en un parque o jardín destinado para el ejercicio, ocio o recreación y demás, dentro de las zonas con arbolados de los camellones en vialidades de Tollocan o Alfredo del Mazo, ya que estos definitivamente tienen otra función.

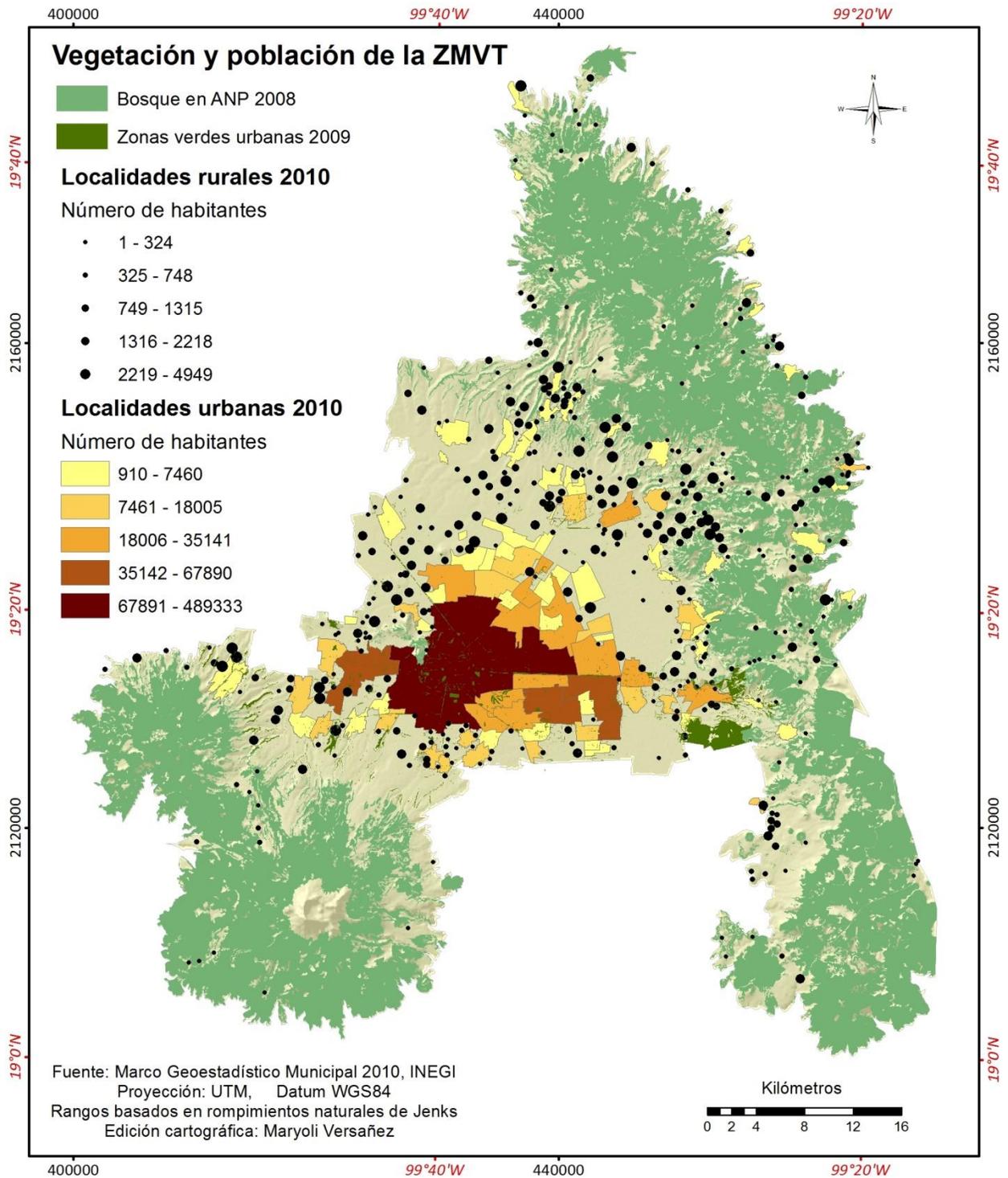


Mapa 18 Déficit de áreas verdes urbanas por número de habitantes por AGEB

#### **4.9 Vegetación en la ZMVT**

La vegetación de la Zona Metropolitana del Valle de Toluca (ZMVT), debe ser comprendida como aquella unión entre los bosques, sean estos de ANP o especies introducidas en parques y jardines de tipo público o privado (Mapa 19). Ambos grupos, tienen funciones diferentes y complementarias, por un lado las ANP albergan diferentes especies de flora y fauna representando esto un punto a favor de la conservación de la biodiversidad, de igual manera, por todos los servicios ambientales que representan. Asimismo las ZVU son de gran importancia para la población, ya que son para el beneficio de la ciudad y de los propios habitantes, siempre y cuando sean bien planificadas y se le dé el mantenimiento adecuado, actualmente esas zonas verdes no son suficientes para la población a escala de AGEB.

La ZMVT posee los elementos para constituir una ciudad verde o sustentable, sólo si se atiende de manera adecuada el manejo que se le está dando a los bosques en las ANP, principalmente al Parque Otomí-Mexica y al Nevado de Toluca, pues son las ANP más grandes de la ZMVT, y al mismo tiempo, es necesario se incrementen las zonas verdes urbanas que la población demanda, y esto sólo será posible mediante una gestión integrada en el que todos los sectores participen.



Mapa 19. Vegetación y Población ZMVT

# **Capítulo 5**

## **Conclusiones y Recomendaciones**

## 5.1 Conclusiones

Las metodologías desarrolladas en este estudio, permitieron cumplir los objetivos establecidos al inicio de esta investigación. Se obtuvieron las coberturas del terreno para ambas temporalidades (2000 y 2008), con un alto detalle espacial, gracias al uso de insumos de alta resolución, con esa información fue posible cuantificar y analizar la distribución de la cobertura forestal en el área de estudio.

La creación de dichos mapas conllevó algunas complicaciones, como el hecho de que los insumos contaban con resoluciones espaciales diferentes, lo que dificultó la interpretación de las coberturas del área, sin embargo, la utilización de un Sistema de Información Geográfica permitió homogenizar en lo posible el trabajo de interpretación, al trabajar con acercamientos o zoom equivalentes en todos los productos interpretados y posteriormente realizar generalizaciones para trabajar con una unidad mínima cartografiable de 0.25 Has.

Asimismo, con la creación y análisis de los mapas de las dos fechas mencionadas, fue viable generar un mapa de cambios mediante el uso de las herramientas del SIG empleado, al comparar mediante sobreposición digital los mapas. La utilización del método de interpretación interdependiente de la FAO fue crucial para evitar la generación de áreas con falsos cambios, pues con ella se pudo interpretar únicamente los cambios reales de una fecha a otra, lo que ahorró tiempo de interpretación y correcciones posteriores.

El mapa de cambios permitió conocer las zonas en las que existió cambio de cobertura entre los años 2000 y 2008, además estimar la permanencia, pérdidas y ganancias del recurso forestal en unidades de superficie (ha). Dichos resultados permitieron reconocer que aunque la dinámica de cambio de cobertura ha tenido un impacto mínimo en las clases forestales, la tendencia que se reconoce es hacia la pérdida de recurso forestal.

Lo anterior fue posible mediante la creación de una matriz de cambio, la cual permite contrastar las áreas de las coberturas del terreno para dos fechas, permitiendo conocer no sólo la dirección de los cambios (transiciones, es decir de que clase a que clase ocurrió) sino también la intensidad de los mismos expresado en hectáreas.

Los bosques de la ZMVT enfrentan diferentes problemáticas como plagas, incendios y extracción de madera. Los incendios forestales además de que significan la afectación de los bosques por su reducción o lenta recuperación implican contaminación atmosférica por sus emisiones, esto afecta directamente a la población cercana. Con el estudio de cambios fue posible evidenciar que existen agentes de estrés para las ANP originados por el hombre por la conversión de zonas arbóreas a pastizales principalmente.

En lo que concierne al estudio descriptivo, se interpretaron los bosques y zonas verdes de espacios urbanos, identificando la disponibilidad de ZVU en las 425 AGEB y generado un mapa, posteriormente calculando el déficit de áreas verdes por cada AGEB, así como la obtención de un mapa, formado a partir de las variables superficie de AGEB, número de habitantes en la AGEB, así como el mínimo adecuado requerido de área verde para cada habitante, el cual varía de acuerdo a la opinión de diferentes fuentes y autores; para este estudio se utilizó un rango de 9 a 14.9 ha de zonas verdes por habitante.

El mapa de déficit de áreas verdes urbanas permitió conocer de una manera espacial, las limitaciones que tiene la gran parte de la población en ZMVT, para realizar actividades de esparcimiento en áreas verdes, al resaltar los lugares que carecen de dichos espacios, pues muchas de las AGEB no cuentan con áreas verdes, aparte de los camellones en las vialidades, los cuales no son los lugares más adecuados para llevar a cabo actividades al aire libre.

## 5.2 Recomendaciones

Los diferentes factores que se involucran en el medio ambiente deben ser tomados en cuenta para la solución de problemas, por un lado los estudios en los que se exhiben datos sobre la situación del recurso forestal o zonas verdes deben también incluir las variables sociales, económicas, educativas y políticas, que impactan en el bosque o vegetación arbórea urbana. Por otro lado, el significado del árbol tendría que ser redefinido, y así resaltar su importancia no solamente económica y biológico-ecológica, también debería incluir la importancia psicológica y mitológica.

Es necesario un acercamiento a nivel más detallado, para conocer los requerimientos que tiene la población de áreas verdes y la evaluación de las mismas para cada sitio. Las áreas verdes son para el beneficio directo e indirecto de las sociedades, pues representan entre sus tantas ventajas, el espacio natural dentro de las zonas urbanas para el disfrute de la propia población como la convivencia familiar. (Figura 28).



Figura 28 Ilusiones en familia (Moreno, 2012)

Se desea remarcar la necesidad de realizar un inventario más detallado de las zonas verdes urbanas con información de las especies, que puedan ser utilizados en la correcta planeación del uso del suelo en la ciudad, también para determinar el tipo de vegetación adecuada en cada sitio, Y evitar por ejemplo, daños a infraestructura urbana o exceso de basura por hojas, como lo proponen Galindo-Bianconi, Andrés Salvador.

Los resultados de AVU pueden usarse como una referencia para realizar análisis más detallados de contaminación atmosférica o indicadores de calidad del aire, tomando algunos otros criterios como registros de contaminantes, densidad poblacional, patrón de vientos, actividad predominante en el área, etc. a fin de crear un modelo para identificar zonas con necesidades críticas y proponer soluciones.

La ciudad ya no puede ser abordada como algo independiente o ajeno a la



Figura 29 Gato y fauna en la huerta. (Limow, 2011).

naturaleza. Es necesario comprender y difundir la importancia de la vegetación en ANP y en las que no lo son. Tanto en la Ciudad, como fuera de ella, en localidades rurales y urbanas, y posteriormente ocuparse de su

conservación y protección, que para algunos conservacionistas, ecólogos, filósofos y amantes de la naturaleza, los bosques representan la vida misma y esta merece respeto, solamente permitiendo “ser y existir”.

*Venera al todo,  
nunca veneres a una sola parte.  
Si no eres arbol, acepta ser semilla (Jodorowsky, 2014).*

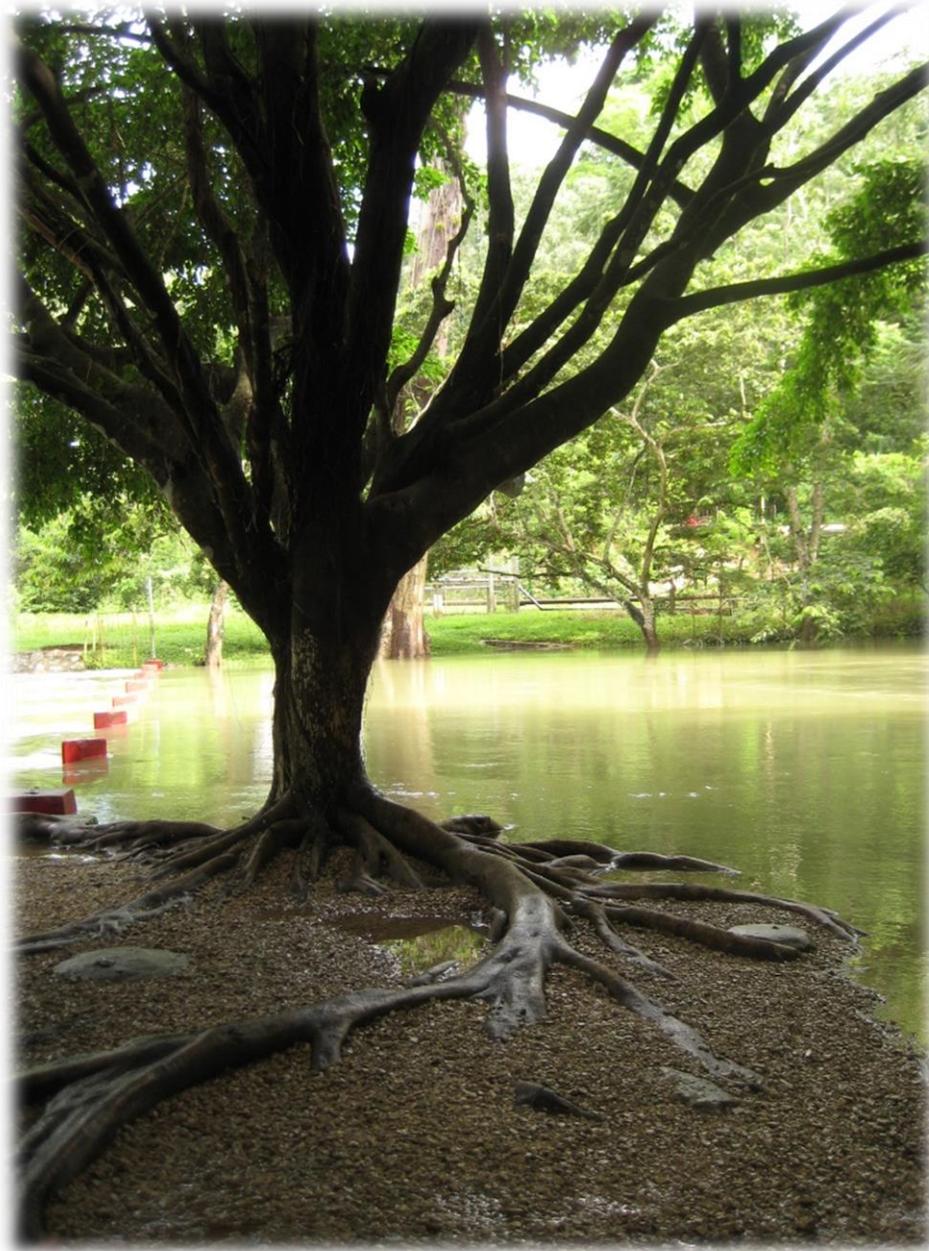


Figura 30 Árbol en Salto de Agua, Chiapas (Villar, 2013).

## Referencias

- Barnard, Alan., 1992. *Hunter Gatherers of Soujkkthern Africa: A Comparative Ethnography of the Khoisan Peoples*. Cambridge: Cambridge University Press
- Ballester, M.V.R., Victoria D. de C., Krusche, A.V., Coburn, R., Richey, J.E., Logsdon, M.G., Mayorga, E., Matricardi, E., 2003. *A remote sensing/GIS-based physical template to understand the biogeochemistry of the Ji-Parana river basin (Western Amazônia)*. *Remote Sensing of Environment*. 87, 429-445.
- Beltran, Cristina., 2010. *one, two, tree...* Granada Spain. Crisbeltran.com mail@crisbeltran.com, consultado en 2012
- Bocco, G., Mendoza, M., Masera, O. R., 2001. *La dinámica del cambio de uso del suelo en Michoacán. Una propuesta metodológica para el estudio de los procesos de deforestación*, Investigaciones Geográficas, Boletín del Instituto de Geografía, UNAM. No. 44:18-38
- Bojórquez-Tapia, L.A., Gustavo M. Cruz-Bello, M.G., Luna-González, L., 2012. *Connotative land degradation mapping: A knowledge-based approach to land degradation assessment*. *Environmental Modelling and Software*, 1–14. Elsevier, February 2013
- Butterfly, Julia., 2002. *The legacy of Luna. The history of a tree a woman, and the struggle to save the redwoods*.
- Caballero Santín, Miguel Octavio, 2010. *Valle del potrero*, La Marquesa
- Caballero Santín, Miguel Octavio, 2012. *Parque Metropolitano del Bicentenario*
- CAEM. 2002. *Atlas de inundaciones No 9. Temporada de Lluvias*. Consulta del mapa por municipio. [en línea] disponible en: <http://www.edomexico.gob.mx/caem/caem.htm> [fecha de consulta: 20 de marzo, 2013]
- Castells, Manuel 1977. *La cuestión urbana* 4ª edición en español 1977 Siglo XXI de España editores, S.A.
- Ceballos, G., 2004. *Vida, Agua y Naturaleza en el estado de México*. Secretaría de ecología, Gobierno del estado de México. 242 pp
- Ceballos, G., 2009. *La diversidad biológica del Estado de México*. Estado de México. Biblioteca Mexiquense del Bicentenario.
- CDI. 2005. *Localidades Indígenas 2005, Unidad de Planeación y Consulta. Dirección de Información e Indicadores* [en línea] disponible en: <http://www.cdi.gob.mx> [fecha de consulta: 35 de septiembre, 2013]
- Cerati, G., 1999. *"Raíz"*. Canción del album Bocanada. Argentina.

- Chuvieco, E., 2000. *Fundamentos de teledetección espacial* (3a. ed.). España: RIALP
- Chuvieco, E., 2008. *Teledetección Ambiental: La observación de la Tierra desde el espacio*. Ed. Ariel Ciencia. Barcelona.
- Colwell, J.E. 1974. *Vegetation canopy reflectance*. Remote Sensing of Environment, 3, pp. 175-183.
- CONANP-CONABIO. (2010). Base de Datos Geográfica de *Áreas Naturales Protegidas Estatales, del Distrito Federal y Municipales de México*. México. [en línea] disponible en: <http://sig.conanp.gob.mx/website/pagsig/informacion/info.htm> [Fecha de descarga: 23 de octubre, 2013]
- CONAPO, S. I. 2005. *Delimitación de las Zonas Metropolitanas de México*.
- Cortázar, Julio., 1984. *Salvo el crepúsculo*. Edición Nueva Imagen. México.
- Cruz Cisneros , R. 1989. *Necesidad de una adecuación del arbolado urbano del Área Metropolitana de la Ciudad de México*. En R. Gio-Argaez, I. Hernández-Ruiz, & E. Sainz-Hernández, Ecología Urbana. México, Df.
- Curran, P. 1980. *Remote sensing systems for monitoring crops and vegetation*. Progress in Physical Geography.
- Dirección de Reforestación Urbana, Parques y Ciclovías, 2012. Secretaria de Medio Ambiente. Distrito Federal. Disponible en... <http://www.sma.df.gob.mx/drupc/index.php?opcion=1>
- Estes et al., 2013 *Development of a Common Educational and Training Infrastructure. Photointerpretation and Remote Sensing Methodology*. National Technical University of Athens Dept. of Rural & Surveying Engineering Laboratory of Remote Sensing Consultado en línea Febrero 2013. en [http://portal.survey.ntua.gr/main/labs/rsens/DeCETI/NTUA/Main\\_topics\\_03.htm](http://portal.survey.ntua.gr/main/labs/rsens/DeCETI/NTUA/Main_topics_03.htm)
- FAO. 1996. *Forest resources assessment 1990*. Survey of tropical forest cover and study of change processes. FAO Forestry Paper, vol. 130.
- FAO., 2010. *Evaluación de los recursos forestales mundiales 2010* . Informe principal.
- FAO., 2001. *Los árboles fuera del bosque. Hacia una ordenación integrada del espacio rural y urbano*. Contribución al informe sobre la evaluación de los recursos forestales 2000. Servicio de Conservación, Investigación y Enseñanza Forestales. Departamento de Montes. Roma
- FAO, 2004. *Geographic Information Systems in Sustainable Development. Food and Agriculture Organization of the United Nations*. (consultado en línea en enero de 2014: <http://www.fao.org/sd/eidirect/gis/eigis000.htm>)

FAO.,2006. *Global forest resources assessment 2005*, Progress towards sustainable forest management, Resources Assessment Working Paper 147. Rome

FAO. 2012. *Fuegos forestales y de otra vegetación*. En FAO, Manejo del fuego.

Foley, J.A, Defries, R., Asner, G.P., Barford, C., Bonan, G., Carpenter, S.R., Chapin, F.S., Coe, M.T., Daily, G.C., Gibbs, H.K., Helkowski, J.H., Holloway, T., Howard, E.A., Kucharik, C.J., Monfreda, C., Patz, J.A., Prentice, I.C., Ramankutty, N., Snyder, P.K., 2005. *Global consequences of land use*. *Science*. 309, 570-574.

Franco Mass, Sergio, 2011. *Parque Nacional Nevado de Toluca. Algunas experiencias de Investigación Ambiental*. En Re Acción Año 1, Numero 1.

Fuentes Flores, Pablo. 2012, *Plan Metropolitano de Áreas Verdes Santiago 2012-2021*. Gobierno Regional Metropolitano de Santiago. Proyectos Urbano-Regionales: Seguridad Humana, Eficiencia energética y equilibrio Climático para América Latina y el Caribe.

Galindo-Bianconi, Andrés Salvador; Victoria-Uribe, Ricardo. *La vegetación como parte de la sustentabilidad urbana: beneficios, problemáticas y soluciones, para el Valle de Toluca*. Quivera, vol. 14, núm. 1, enero-junio, 2012, pp. 98-108 Universidad Autónoma del Estado de México. México. Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=40123894006>

García-Frapolli, E., Ayala-Orozco, B., Bonilla-Moheno, M., Espadas-Manrique, C., Ramos-Fernández, G. 2007. *Biodiversity conservation, traditional agriculture and ecotourism: Land cover/land use change projections for a natural protected area in the northeastern Yucatan Peninsula, México*. *Landscape and Urban Planning*. 83, 137-153.

García, E. 1998. *Climas de México*. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad

Gates, D. M.:Keegan, H. J. Shleter, J. C. y Weidner, V. R. 1965. *Spectral properties of plants*. *Applied Optics*, 4, pp 11-20.

Geist, H., Lambin, E. 2001. *What drives tropical deforestation? A meta-analysis of proximate and underlying causes of deforestation based on sub-national case study evidencie*. 116, Louvain-la-Neuve, Belgium: LUC International Project Office.

Google Earth, 2014. *Configuración topográfica de la ZMVT*. Imagen en perspectiva

"Greenpeace. 2006. *Política forestal en México*. Reporte [en línea] disponible en: <http://www.greenpeace.org/mexico/es/Footer/Descargas/reports/Bosques/pol-tica-forestal-en-mexico/> [fecha de consulta: 10 de Febrero, 2014] Política Forestal en México [www.greenpeace.org](http://www.greenpeace.org)"

Gutiérrez Puebla, J., & Gould, M. (2005). *SIG: Sistemas de Información Geográfica*. Madrid: Síntesis.

H. Ayuntamiento de Toluca 2013 - 2015. Página oficial. Consultado en Febrero 2014.

Haines-Young, R., Green, D. R., Cousins, S. H. 1993. *Landscape Ecology and GIS*. Taylor & Francis. England. 315pp.

Houghton, R.A., Hackler, J.L., 2001. *Carbon flux to the atmosphere from land-use changes: 1850 to 1990*. ORNL/CDIAC-131, NDP-050/RI. Carbon Dioxide Information Analysis Center, U.S. Department of Energy Oak Ridge National Laboratory, Oak Ridge, TN.

Instituto de Información e Investigación Geográfica, Estadística y Catastral del Estado de México. 2000. *Metadatos de ortofotos escala 1:20,000*. IGECM. México.

Instituto de Información e Investigación Geográfica, Estadística y Catastral del Estado de México. 2008. *Metadatos de ortoimágenes escala 1:10,000*. IGECM. México.

INEGI. 2010. *Censo de Población y Vivienda 2010*.

INEGI. 2009a *Guía para la interpretación de Cartografía*. Uso potencial del suelo.

INEGI. 2009b. *Guía para la interpretación de Cartografía uso del suelo y vegetación*. Escala 1:250,000 Serie III. Aguascalientes, México

INEGI. *Cartografía Básica*, Instituto Nacional de Estadística y Geografía. Aguascalientes, México. (Consultado en línea el 22 de enero de 2014, sin fecha de edición. [www.inegi.gob.mx](http://www.inegi.gob.mx)). 65pp

International Institute for Geo-Information Science and Earth Observation (ITC). 2009. *Principles of Geographic Information Systems: An Introductory textbook*. ITC. Enschede. The Netherlands. 503pp.

International Institute for Geo-Information Science and Earth Observation (ITC). 2009b . *Principles of Remote Sensing: An Introductory textbook*. ITC. Enschede. The Netherlands. 588pp.

Jensen, J. R. 1983. *Introductory Digital Image Processing. A remote Sensing Perspective*. Upper Saddle River, N. J., Prentice-Hall.

Jodorowsly, Alejandro . Tweet, 2014 4:04 . 19 de enero 2014 Cuenta oficial twitter @alejodorowsly

Kaimowitz, D., Angelsen, A. 1998. *Economic models of tropical of deforestation a review*. Bogor, Indonesia: Center of International Forestry Research.

Knipling, E.B. 1970, Physical and Physiological basis for the reflectance of visible and near-infrared radiation from vegetation, *Remote sensing of environment*, 1. pp 151-159.

Korte, B. G., 2001. *The GIS Book*, On Word Press. Canada. 385pp

Lambin, E. (1997), Modelling and monitoring land-cover change processes in tropical regions. *Progress in Physical Geography*. 21, 3:375-393.

Lambin, E., & Turner, B. (2011). The causes of land-use and land-cover change. Global Environmental Change.

Lemkow Louis 2002. *Sociología ambiental. Pensamiento socioambiental y ecología social del riesgo*. Colección Antrazyt Icaria Editorial, s. a. Barcelona

Lillesand, T. M., Kiefer, R. W., 2004. *Remote Sensing and Image Interpretation*, John Wiley & Sons, Canada. 763pp.

Limow., 2007, *LR091. Libro rojo. 15 x 10 cm*. David Herber. Artista urbano. Website. (<http://limow.blogspot.de/>)

Limow., 2011. *Gato y fauna en la huerta*. David Herber. 14/5/2011 Sam3+Limow en Nonduermas, Murcia .Artista urbano. Website: (<http://limow.blogspot.de/>)

Limow ., 2012a. , *Willibender.*, David Herber. Artista urbano (<http://limow.blogspot.de/>)

Limow ., 2012b. , *s/t .*, David Herber. Flickr. Galería de Limow

Limow . David Herber. Artista urbano Website: (<http://limow.blogspot.de/>)

List, Muñozcano, & De la Peña. (2009). *Áreas Naturales Protegidas*. En Ceballos et al; La diversidad biológica del Estado de México .

Longley, P. A., Goodchild, M. F., Maguire, D. J., Rhind, D. W., 2010. *Geographic Information Systems and Science*. John Wiley & Sons. England. 470pp.

Ludwing, J.A. Wilcox, B.P., Breshears, D.D., Tonyway, D.J., Imeson, A.C., 2005. *Vegetation patches and runoff-erosion as interaction ecohydrological processes in semiarid lanscapes*. *Ecology*. 86, 288-297.

Luna Plascencia, R. e. (Enero-Marzo de 2011). *La biodiversidad en México: su conservación*. Revista Ciencias de la UNAM (101).

Martínez Colín, José 1997. *Áreas Verdes de la Ciudad de Toluca*. Universidad Autónoma del Estado de México. Tesis de Licenciatura. Facultad de Geografía. México Toluca, Estado de México

Medina González, Norma Aida. 2012. *Espacios verdes, hacia un desarrollo urbano sustentable*. CIENCIACIERTA No. 32. Octubre Diciembre. Facultad de Arquitectura de la UA de C Unidad Saltillo.

Melo., 2002. *Áreas naturales protegidas de México en el siglo XX*. Instituto de Geografía. UNAM. México.

Mena, F. (Marzo de 1995). *Reflexiones desde la antropología: El ser humano y su larga relación con los bosques*. Ambiente y Desarrollo.

Mendoza B, Martín Alfonso 1983, *Conceptos básicos de manejo forestal*. Universidad Autónoma Chapingo . Dirección de difusión cultural. Departamento de bosques. Colección cuadernos universitarios. Serie Agronomía No. 9 México

Meza Aguilar, María del Carmen y Moncada Maya, José Omar. *Las áreas verdes de la ciudad de México. Un reto actual*. Scripta Nova. Revista Electrónica de Geografía y Ciencias Sociales. [En línea]. Barcelona: Universidad de Barcelona, 1 de agosto de 2010, vol. XIV, nº 331 (56). <<http://www.ub.es/geocrit/sn/sn-331/sn-331-56.htm>>. [ISSN: 1138-9788].

Minguet Joshep María 2004. *Van Gogh*, Instituto Monsa ediciones S.A. Barcelona

Morales, 1999. *El árbol sagrado* en Muñiz 1999

Moreno Ayala, José Gerardo., 2012. *Ilusiones en Familia*. Toluca Estado de México

Muñiz, Rebeca. Mayo 1999, *El buscador y sus caminos*. Vol. 10 No5. La Ceiba, La Kava, un sedante natural

Nava Bernal, Gabino., Endara Agramont, Ángel., Estrada Velázquez, Cristina., Arriaga Jordan, Carlos M., Franco Mass, Sergio. 2010. Universidad Autónoma del Estado de México. ICAR. México

Ostwald, M., Chen, D., 2006. *Land-use change: Impacts of climate variations and policies among small-scale farmer in the Loess Plateau, China*. Land Use Policy. 23, 361-371.

Pang, A., Li, C., Wang, X., & Hu, J., 2010. *Land Use/Cover change in response to driving forces of Zoige County, China*. Procedia Environmental Sciences. 2, 1074–1082.

Pineda, J.N.B, Bosque, S.J., Gómez D.M., Franco P.R. 2010. *Exploring the driving forces behind deforestation in the state of México (México) using geographically weighed regresión*. Applied Geography 30, 576-591.

Pineda, N, Bosques, J., Gómez, M., Plata, W., (2009) “Análisis de cambio de uso del suelo en el Estado de México mediante sistemas de información geográfica y técnicas de regresión multivariantes. Una aproximación a los procesos de deforestación”. Investigaciones Geográficas. Boletín num. 69, Instituto de Geografía. UNAM. México, pp. 52

Pontius, R.G., Shusas, E., McEachern, M. 2004. *Detecting important categorical land changes while accounting for persistence*. Agric. Ecosyst. Environ. 101, 251–268.

Priego Gonzales de Canales, Carlos 2011. *El valor de los Espacios Verdes Urbanos*. Naturaleza y Sociedad. 29/11/11. Ministerio de Medio Ambiente y Medio Ambiente Rural y Marino. Gobierno de España. Disponible en: [http://www.060.es\(serviciosonlinea/oficinavirtual/Publicaciones\)](http://www.060.es(serviciosonlinea/oficinavirtual/Publicaciones)).

Pritchett, William L. 1990. *Suelos forestales*. Propiedades, Conservación y Mejoramiento. Profesor de Suelos Forestales, Departamento de Ciencia de Suelos. Universidad de Florida. Gainesville. Editorial Mexicana. Registro numero 121 Editorial Limusa S.A. de C.V.

Reganold, John P. *Natural Resource Conservation 2005*. Ninth edition Pearson, Prentice Hall, United States of America

Rescala. 2009. *Historia del sector forestal* Diversidad biológica, En Ceballos et al; La diversidad biológica del Estado de México .

Reuter, F. 2004. *Teledetección forestal: principios de fotointerpretación*. Facultad de Ciencias Forestales UNSE . 32PP.

REYES, Sonia , FIGUEROA ALDUNCE, Isabel Margarita . *Distribución, superficie y accesibilidad de las áreas verdes en Santiago de Chile*. EURE [en línea]. 2010, vol. 36, no. 109 [citado 2013-02-05], pp. 89-110. Disponible en Internet: <http://www.eure.cl/numero/distribucion-superficie-y-accesibilidad-de-las-areas-verdes-en-santiago-de-chile/>. ISSN 0717-6236

Rzedowski, Jerzy 1981 *Vegetación de México*. México: Limusa,

Rzedowski, Jerzy 2006. *Vegetación de México*. 1ª edición digital, Comisión Nacional para el Conocimiento y uso de la Biodiversidad, México, 540pp. Editorial Limusa. S.A

Salitchev, K. A. 1979. *Cartografía*. Editorial Pueblo y Educación, MES, Ciudad de La Habana, Cuba.

Salvati, L., Sateriano, A., Zitti, M., 2013. *Long-term land cover changes and climate variations -A country-scale approach for new policy target*. Land Use Policy. 30, 401-407.

Sánchez Arteché, Alfonso (1990). *Apuntes para la historia forestal del Estado de México*. Probosque.

Sociedad Española de Ciencias Forestales (SECF) 2005. *Diccionario Forestal*. Madrid, Ediciones Mundi-Prensa 1314pp.

Secretaría de Turismo del Estado de México, 2014. Consultado Febrero 2014. Disponible en <http://turismo.edomex.gob.mx/turismo/htm/html/temoaya-atractivos.html>

Sedesol 2005. *Secretaría de Desarrollo Social, Consejo Nacional de Población, Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática. Delimitación de las zonas metropolitanas de México*, Primera edición: noviembre de 2004

Seóñez Calvo Mariano (1999) *El gran diccionario del Medio Ambiente y de la contaminación*. Definiciones en español con traducción de los términos al francés y al inglés. Ediciones Mundi-Prensa 1999

Shekhar S., Xiong H., 2008. *Encyclopedia of GIS*. Springer Sciences Editors. 1370pp

Stellmes, M. Röder, A. Udelhoven, T, Hill, J. 2013. *Mapping syndromes of land change in Spain with remote sensing times series, demographic and climatic data*. Land Use Policy. 30, 685-702.

Tyler Miller, Jr. 2002. *Introducción a la ciencia ambiental*. Desarrollo sostenible de la tierra, primera edición en castellano. International Thomson Editores Spain Paraninfo, S. A. Magallanes, 25; 28015 Madrid España. Ciencia, materia, energía y ecología: conexiones en la naturaleza. 21- 81

Torres García, Iliana., 2011. *Parque Árbol de la Vida*. Metepec Estado de México. México

TRAGSA. (1998). *Restauración hidrológico forestal de cuencas y control de la erosión*. Madrid: Mundi-Prensa.

Villar Delgadillo, Jaime. *Árbol en Salto de Agua*, Chiapas. Mexico.

# Anexos

Tabla 9 Matriz de cambios en usos de suelo y coberturas del 2000 al 2008

Matriz de cambios 2000-2008															
Suma de Has	veg2008														
veg2000	Encino	Encino-Oyamel	Encino - Pino	Otras latifoliadas	Otros tipos de Vegetación	Oyamel	Oyamel - Encino	Oyamel - Pino	Pastizal	Pino	Pino-Encino	Pino-Oyamel	Pradera de Alta Montaña	Sin vegetación aparente	Total general
Encino	7675.9								6.5					0.5	7683
Encino-Oyamel		548.0							0.8						549
Encino-Pino			627.2												627
Otras latifoliadas				1435.0											1435
Otros tipos de Vegetación					2294.4									10.3	2305
Oyamel						54072.4			71.8						54144
Oyamel-Encino							918.0								918
Oyamel-Pino								7567.4	0.7						7568
Pastizal					1.6	3.8			17771.3		0.9			3.0	17781
Pino									28.9	2469 0.3					24719
Pino-Encino									18.1		6645. 7			1.8	6666
Pino-Oyamel									1.7			7502.2			7504
Pradera de Alta Montaña													1155.3		1155
Sin vegetación aparente														54859.0	54859
<b>Total general</b>	<b>7675.9</b>	<b>548.0</b>	<b>627.2</b>	<b>1435.0</b>	<b>2296.0</b>	<b>54076.2</b>	<b>918.0</b>	<b>7567.4</b>	<b>17899.8</b>	<b>2469 0.3</b>	<b>6646. 6</b>	<b>7502.2</b>	<b>1155.3</b>	<b>54874.6</b>	<b>187912. 5</b>



Tabla 10 Disponibilidad y déficit de áreas verdes urbanas por habitante por AGEB

ID	Clave Geo-estadística	Población Total	Área AGEB (Has)	Áreas Verdes en la AGEB (Has)	Áreas Verdes disponibles por Habitante (m <sup>2</sup> )	DAVUPH	Áreas Verdes requeridas relativas al No. de habitantes (m <sup>2</sup> )	Déficit de Áreas Verdes (m <sup>2</sup> )
1	1505100010186	186	596.00	14.85	798.5	Sobresaliente	2790	No existe
2	1505100010241	2851	122.62	3.48	12.2	Aceptable	42765	-7995
3	1505100010256	2373	134.04	6.69	28.2	Sobresaliente	35595	No existe
4	1505100010260	5344	85.22	2.05	3.8	Insuficiente	80160	-59700
5	1505100010275	6846	116.75	12.60	18.4	Sobresaliente	102690	No existe
6	1505100010453	555	33.44	0.00	0.0	Insuficiente	8325	-8325
7	1505100010468	4556	202.91	0.26	0.6	Insuficiente	68340	-65707
8	1505100010472	2	219.18	3.79	18961.5	Sobresaliente	30	No existe
9	1505100240379	2595	140.80	5.73	22.1	Sobresaliente	38925	No existe
10	1505100240383	5850	118.54	3.65	6.2	Deficiente	87750	-51239
11	1505100240398	5189	57.79	0.62	1.2	Insuficiente	77835	-71661
12	1505100860487	3094	84.72	0.24	0.8	Insuficiente	46410	-43972
13	1505400010258	2736	49.23	0.01	0.1	Insuficiente	41040	-40901
14	1505400010281	1251	10.95	0.01	0.1	Insuficiente	18765	-18670
15	1505400010332	1046	84.70	4.35	41.6	Sobresaliente	15690	No existe
16	1505400010351	525	40.53	0.45	8.6	Deficiente	7875	-3356
17	1505400010510	1327	26.04	0.11	0.8	Insuficiente	19905	-18804
18	1505400010563	3626	58.79	7.21	19.9	Sobresaliente	54390	No existe
19	1505400010578	3260	45.08	0.10	0.3	Insuficiente	48900	-47900
20	1505400010703	167	11.37	2.15	129.0	Sobresaliente	2505	No existe
21	1505400010718	1246	28.41	0.06	0.5	Insuficiente	18690	-18100
22	1505400010722	5975	100.61	0.94	1.6	Insuficiente	89625	-80267

<b>23</b>	1505400010737	7046	103.82	0.19	0.3	Insuficiente	105690	-103811
<b>24</b>	1505400320031	7315	125.39	0.07	0.1	Insuficiente	109725	-109012
<b>25</b>	1505400320760	1113	47.00	0.00	0.0	Insuficiente	16695	-16695
<b>26</b>	1505400320794	2713	106.21	0.25	0.9	Insuficiente	40695	-38182
<b>27</b>	1505400340826	5274	84.50	6.54	12.4	Aceptable	79110	-13760
<b>28</b>	1505400340830	3304	95.15	22.71	68.7	Sobresaliente	49560	No existe
<b>29</b>	1505400340845	1412	8.17	1.33	9.5	Aceptable	21180	-7836
<b>30</b>	150540034085A	1887	9.64	0.81	4.3	Deficiente	28305	-20176
<b>31</b>	1505400340864	1790	7.41	0.59	3.3	Insuficiente	26850	-20962
<b>32</b>	1505400340879	4675	119.35	20.91	44.7	Sobresaliente	70125	No existe
<b>33</b>	1505400340883	2771	63.51	2.46	8.9	Deficiente	41565	-17013
<b>34</b>	1505400340898	2591	90.88	0.02	0.1	Insuficiente	38865	-38671
<b>35</b>	1505400340900	1196	35.43	12.72	106.3	Sobresaliente	17940	No existe
<b>36</b>	1505400350402	631	24.60	0.98	15.6	Sobresaliente	9465	No existe
<b>37</b>	1505400350417	877	27.08	0.59	6.7	Deficiente	13155	-7257
<b>38</b>	1505400350633	2432	37.70	0.05	0.2	Insuficiente	36480	-35933
<b>39</b>	1505400350648	3375	73.21	1.56	4.6	Deficiente	50625	-35020
<b>40</b>	1505400350811	1141	87.65	0.95	8.4	Deficiente	17115	-7586
<b>41</b>	1505400370915	4769	66.87	0.85	1.8	Insuficiente	71535	-63002
<b>42</b>	150540037092A	2294	34.29	2.09	9.1	Aceptable	34410	-13498
<b>43</b>	1505400370934	4425	58.06	0.66	1.5	Insuficiente	66375	-59729
<b>44</b>	1505400370949	1602	5.17	0.14	0.9	Insuficiente	24030	-22644
<b>45</b>	1505400370953	1501	24.73	0.85	5.7	Deficiente	22515	-13996
<b>46</b>	1505400370968	3471	62.42	1.86	5.4	Deficiente	52065	-33480
<b>47</b>	1505400370972	3194	76.79	1.12	3.5	Insuficiente	47910	-36681
<b>48</b>	1505400370987	2640	93.30	0.91	3.4	Insuficiente	39600	-30519
<b>49</b>	1505400370991	2385	66.77	1.24	5.2	Deficiente	35775	-23386
<b>50</b>	1505400381006	3343	30.00	0.00	0.0	Insuficiente	50145	-50145
<b>51</b>	1505400381010	2103	33.13	0.24	1.1	Insuficiente	31545	-29152
<b>52</b>	1505400381025	2525	30.08	0.06	0.3	Insuficiente	37875	-37231
<b>53</b>	150540038103A	1512	11.58	0.27	1.8	Insuficiente	22680	-20022

<b>54</b>	1505400381044	1376	9.28	0.20	1.4	Insuficiente	20640	-18654
<b>55</b>	1505400381059	2463	43.07	0.00	0.0	Insuficiente	36945	-36924
<b>56</b>	1505400381063	1415	11.97	0.01	0.1	Insuficiente	21225	-21152
<b>57</b>	1505400381078	1298	9.61	0.00	0.0	Insuficiente	19470	-19470
<b>58</b>	1505400381082	3903	68.52	4.21	10.8	Aceptable	58545	-16453
<b>59</b>	1505400381097	3169	148.16	1.36	4.3	Deficiente	47535	-33895
<b>60</b>	1505400410756	3679	113.17	3.24	8.8	Deficiente	55185	-22760
<b>61</b>	150540041110A	43	178.68	15.58	3623.6	Sobresaliente	645	No existe
<b>62</b>	1505400430741	4382	110.77	1.52	3.5	Insuficiente	65730	-50522
<b>63</b>	1505400470652	3806	80.79	0.32	0.8	Insuficiente	57090	-53884
<b>64</b>	1505400470667	4401	86.30	0.23	0.5	Insuficiente	66015	-63674
<b>65</b>	1505400491114	3893	16.13	0.54	1.4	Insuficiente	58395	-52966
<b>66</b>	1505400491129	2146	12.63	0.00	0.0	Insuficiente	32190	-32190
<b>67</b>	1505400491133	2946	23.29	0.00	0.0	Insuficiente	44190	-44190
<b>68</b>	1505400491148	1998	12.72	0.00	0.0	Insuficiente	29970	-29970
<b>69</b>	1505400491152	4684	28.94	0.26	0.6	Insuficiente	70260	-67612
<b>70</b>	1505400491167	2757	13.86	0.37	1.3	Insuficiente	41355	-37671
<b>71</b>	1505400491171	1992	7.53	0.31	1.5	Insuficiente	29880	-26805
<b>72</b>	1505400491186	3410	9.68	0.33	1.0	Insuficiente	51150	-47814
<b>73</b>	1505400491190	4494	12.19	0.45	1.0	Insuficiente	67410	-62931
<b>74</b>	1505400491203	4424	194.68	1.94	4.4	Deficiente	66360	-46999
<b>75</b>	1505400491218	11962	144.38	8.90	7.4	Deficiente	179430	-90469
<b>76</b>	1505400491222	2423	82.31	7.02	29.0	Sobresaliente	36345	No existe
<b>77</b>	1505400491237	7000	377.90	2.22	3.2	Insuficiente	105000	-82829
<b>78</b>	1505400491241	7238	180.73	1.39	1.9	Insuficiente	108570	-94678
<b>79</b>	150540052078A	2017	101.63	3.21	15.9	Sobresaliente	30255	No existe
<b>80</b>	1505400550506	6547	206.06	0.86	1.3	Insuficiente	98205	-89634
<b>81</b>	1505400550775	0	3.00	0.00	0.0	Insuficiente	0	N/A
<b>82</b>	1506200010118	1158	49.83	3.53	30.5	Sobresaliente	17370	No existe
<b>83</b>	1506200010175	5120	81.51	2.87	5.6	Deficiente	76800	-48054
<b>84</b>	150620001018A	2751	42.21	4.65	16.9	Sobresaliente	41265	No existe

<b>85</b>	1506200010194	3771	126.76	1.42	3.8	Insuficiente	56565	-42413
<b>86</b>	1506200010207	4050	39.66	0.09	0.2	Insuficiente	60750	-59891
<b>87</b>	1506200010211	2742	46.07	1.52	5.6	Deficiente	41130	-25906
<b>88</b>	1506200010226	2685	48.12	0.27	1.0	Insuficiente	40275	-37566
<b>89</b>	1506200010230	2667	38.45	0.17	0.6	Insuficiente	40005	-38284
<b>90</b>	1506200010245	450	28.63	0.00	0.0	Insuficiente	6750	-6750
<b>91</b>	1506200010264	477	17.10	2.63	55.0	Sobresaliente	7155	No existe
<b>92</b>	1506200010298	144	34.93	8.08	561.0	Sobresaliente	2160	No existe
<b>93</b>	150620014025A	4534	151.30	52.53	115.9	Sobresaliente	68010	No existe
<b>94</b>	1506200200048	4461	45.30	2.58	5.8	Deficiente	66915	-41147
<b>95</b>	1506200200122	64	5.96	0.91	142.0	Sobresaliente	960	No existe
<b>96</b>	1506200200137	176	8.55	0.62	35.2	Sobresaliente	2640	No existe
<b>97</b>	1506200200279	126	17.90	1.84	146.1	Sobresaliente	1890	No existe
<b>98</b>	1506200230033	8941	151.71	2.07	2.3	Insuficiente	134115	-113371
<b>99</b>	1507600010058	9637	208.89	2.79	2.9	Insuficiente	144555	-116668
<b>100</b>	1507600010062	7605	165.79	1.94	2.6	Insuficiente	114075	-94629
<b>101</b>	1507600010077	4794	72.51	1.33	2.8	Insuficiente	71910	-58648
<b>102</b>	1507600010096	3175	56.38	4.32	13.6	Aceptable	47625	-4419
<b>103</b>	1507600010109	3993	74.58	1.62	4.1	Deficiente	59895	-43689
<b>104</b>	1507600010113	4753	111.91	1.25	2.6	Insuficiente	71295	-58752
<b>105</b>	1507600010128	3507	52.55	0.54	1.5	Insuficiente	52605	-47246
<b>106</b>	1507600010132	3050	50.16	2.74	9.0	Aceptable	45750	-18322
<b>107</b>	1507600010147	4284	52.73	3.58	8.3	Deficiente	64260	-28494
<b>108</b>	1507600010185	3891	75.99	1.91	4.9	Deficiente	58365	-39223
<b>109</b>	1507600010202	1374	43.29	1.42	10.3	Aceptable	20610	-6446
<b>110</b>	1507600010240	892	25.94	1.25	14.0	Aceptable	13380	-886
<b>111</b>	1507600010306	3162	87.56	2.21	7.0	Deficiente	47430	-25281
<b>112</b>	1507600010310	3638	137.26	1.98	5.5	Deficiente	54570	-34725
<b>113</b>	1507600010325	2610	91.69	0.85	3.3	Insuficiente	39150	-30639
<b>114</b>	1507600010359	4470	61.01	1.57	3.5	Insuficiente	67050	-51324
<b>115</b>	1507600010363	2306	48.20	0.14	0.6	Insuficiente	34590	-33199

116	1507600010378	559	27.44	0.86	15.4	Sobresaliente	8385	No existe
117	1507600010382	190	10.88	0.00	0.0	Insuficiente	2850	-2850
118	1507600120397	4200	189.79	0.46	1.1	Insuficiente	63000	-58358
119	1510600010307	4550	62.09	3.63	8.0	Deficiente	68250	-31997
120	1510600010330	4763	54.74	6.45	13.5	Aceptable	71445	-6956
121	1510600010345	3724	33.66	0.07	0.2	Insuficiente	55860	-55160
122	151060001035A	5489	44.38	2.94	5.4	Deficiente	82335	-52951
123	1510600010379	5844	35.31	0.31	0.5	Insuficiente	87660	-84603
124	1510600010383	2151	28.26	0.03	0.1	Insuficiente	32265	-32007
125	1510600010398	2968	50.98	0.77	2.6	Insuficiente	44520	-36852
126	1510600010400	2942	37.02	1.70	5.8	Deficiente	44130	-27116
127	1510600010415	2382	104.64	5.76	24.2	Sobresaliente	35730	No existe
128	151060001042A	3354	43.66	2.62	7.8	Deficiente	50310	-24121
129	1510600010434	3569	53.06	10.95	30.7	Sobresaliente	53535	No existe
130	1510600010449	4283	57.67	1.12	2.6	Insuficiente	64245	-53021
131	1510600010453	1691	62.09	4.20	24.8	Sobresaliente	25365	No existe
132	1510600010468	3108	58.64	2.23	7.2	Deficiente	46620	-24334
133	1510600010472	936	58.94	12.68	135.5	Sobresaliente	14040	No existe
134	1510600010487	3430	58.48	9.35	27.3	Sobresaliente	51450	No existe
135	1510600010491	3208	45.29	2.02	6.3	Deficiente	48120	-27893
136	1510600010504	4131	39.28	0.47	1.1	Insuficiente	61965	-57309
137	1510600010519	1583	62.07	13.69	86.5	Sobresaliente	23745	No existe
138	1510600010523	3733	41.48	0.78	2.1	Insuficiente	55995	-48237
139	1510600010538	2136	38.26	0.96	4.5	Deficiente	32040	-22433
140	1510600010542	2297	45.62	4.57	19.9	Sobresaliente	34455	No existe
141	1510600010557	3830	53.72	5.74	15.0	Sobresaliente	57450	-62
142	1510600010561	5632	59.56	1.75	3.1	Insuficiente	84480	-66972
143	1510600010576	3412	35.94	1.44	4.2	Deficiente	51180	-36767
144	1510600010580	1724	45.02	4.55	26.4	Sobresaliente	25860	No existe
145	1510600010595	1528	38.70	3.89	25.4	Sobresaliente	22920	No existe
146	1510600010608	2937	31.37	2.38	8.1	Deficiente	44055	-20269

<b>147</b>	1510600010631	2657	68.91	26.63	100.2	Sobresaliente	39855	No existe
<b>148</b>	1510600010646	6218	58.36	0.83	1.3	Insuficiente	93270	-84941
<b>149</b>	1510600010699	4752	98.16	10.37	21.8	Sobresaliente	71280	No existe
<b>150</b>	1510600010701	6303	73.54	6.48	10.3	Aceptable	94545	-29739
<b>151</b>	1510600010754	6414	50.41	0.29	0.5	Insuficiente	96210	-93323
<b>152</b>	1510600010769	1570	9.84	0.00	0.0	Insuficiente	23550	-23550
<b>153</b>	1510600010773	1505	10.17	0.29	1.9	Insuficiente	22575	-19705
<b>154</b>	1510600010788	5141	76.94	2.83	5.5	Deficiente	77115	-48781
<b>155</b>	1510600010824	976	269.05	15.16	155.3	Sobresaliente	14640	No existe
<b>156</b>	1510600010858	5592	58.60	0.01	0.0	Insuficiente	83880	-83795
<b>157</b>	1510600010862	9962	133.71	2.44	2.5	Insuficiente	149430	-124987
<b>158</b>	1510600010896	8378	111.16	0.87	1.0	Insuficiente	125670	-117012
<b>159</b>	1510600010909	4868	30.53	0.42	0.9	Insuficiente	73020	-68859
<b>160</b>	1510600010913	4256	37.52	0.33	0.8	Insuficiente	63840	-60576
<b>161</b>	1510600011023	3287	96.56	3.22	9.8	Aceptable	49305	-17107
<b>162</b>	1510600011038	638	37.90	0.00	0.0	Insuficiente	9570	-9570
<b>163</b>	1510600011061	4439	49.71	0.00	0.0	Insuficiente	66585	-66585
<b>164</b>	1510600011254	3401	55.71	6.05	17.8	Sobresaliente	51015	No existe
<b>165</b>	1510600011555	3050	23.13	0.00	0.0	Insuficiente	45750	-45750
<b>166</b>	151060001156A	4690	32.84	0.00	0.0	Insuficiente	70350	-70350
<b>167</b>	1510600011606	2002	21.80	0.06	0.3	Insuficiente	30030	-29422
<b>168</b>	1510600011610	246	49.90	0.98	39.7	Sobresaliente	3690	No existe
<b>169</b>	1510600011625	1112	79.41	3.80	34.1	Sobresaliente	16680	No existe
<b>170</b>	151060001163A	213	65.90	6.58	308.9	Sobresaliente	3195	No existe
<b>171</b>	1510600011663	1029	30.11	0.00	0.0	Insuficiente	15435	-15435
<b>172</b>	1510600011678	1208	28.34	0.00	0.0	Insuficiente	18120	-18120
<b>173</b>	1510600011682	6116	86.03	0.00	0.0	Insuficiente	91740	-91740
<b>174</b>	1510600011697	1442	18.37	0.00	0.0	Insuficiente	21630	-21630
<b>175</b>	1510600011856	6419	73.69	2.87	4.5	Deficiente	96285	-67568
<b>176</b>	1510600011860	5317	62.26	0.30	0.6	Insuficiente	79755	-76713
<b>177</b>	151060001188A	5495	65.73	1.03	1.9	Insuficiente	82425	-72094

<b>178</b>	1510600011894	5949	51.84	0.05	0.1	Insuficiente	89235	-88717
<b>179</b>	1510600011907	7252	92.03	2.12	2.9	Insuficiente	108780	-87533
<b>180</b>	1510600011911	5704	75.85	1.06	1.9	Insuficiente	85560	-74977
<b>181</b>	1510600011926	3235	32.19	0.62	1.9	Insuficiente	48525	-42320
<b>182</b>	1510600011930	3616	34.24	0.25	0.7	Insuficiente	54240	-51745
<b>183</b>	1510600011945	3268	39.60	0.31	0.9	Insuficiente	49020	-45920
<b>184</b>	151060001195A	3319	26.97	0.06	0.2	Insuficiente	49785	-49160
<b>185</b>	1510600011979	4227	51.13	0.03	0.1	Insuficiente	63405	-63072
<b>186</b>	1510600011983	6837	59.51	0.00	0.0	Insuficiente	102555	-102555
<b>187</b>	1510600011998	5497	48.80	2.89	5.3	Deficiente	82455	-53548
<b>188</b>	1510600012017	4280	41.20	1.89	4.4	Deficiente	64200	-45298
<b>189</b>	1510600012021	3391	26.51	0.00	0.0	Insuficiente	50865	-50865
<b>190</b>	1510600012036	2847	25.07	1.18	4.1	Deficiente	42705	-30934
<b>191</b>	1510600012040	3929	36.18	1.27	3.2	Insuficiente	58935	-46237
<b>192</b>	1510600012055	5038	46.00	0.91	1.8	Insuficiente	75570	-66493
<b>193</b>	151060001206A	2655	27.67	6.86	25.8	Sobresaliente	39825	No existe
<b>194</b>	1510600012074	4704	29.83	0.00	0.0	Insuficiente	70560	-70560
<b>195</b>	1510600012089	3726	38.60	2.39	6.4	Deficiente	55890	-32012
<b>196</b>	1510600012106	3699	34.40	3.00	8.1	Deficiente	55485	-25520
<b>197</b>	1510600012110	2480	26.84	1.41	5.7	Deficiente	37200	-23116
<b>198</b>	1510600012125	1227	33.37	1.70	13.9	Aceptable	18405	-1364
<b>199</b>	151060001213A	1802	26.15	0.24	1.3	Insuficiente	27030	-24657
<b>200</b>	1510600012144	3043	27.14	0.71	2.3	Insuficiente	45645	-38508
<b>201</b>	1510600012159	1773	23.84	1.07	6.0	Deficiente	26595	-15895
<b>202</b>	1510600012214	3348	32.03	0.16	0.5	Insuficiente	50220	-48582
<b>203</b>	1510600012248	2585	58.86	0.10	0.4	Insuficiente	38775	-37767
<b>204</b>	1510600012290	853	4.90	0.00	0.0	Insuficiente	12795	-12795
<b>205</b>	1510600012303	1041	42.46	0.00	0.0	Insuficiente	15615	-15615
<b>206</b>	1510600012318	996	4.19	0.00	0.0	Insuficiente	14940	-14940
<b>207</b>	1510600012322	3598	15.64	0.00	0.0	Insuficiente	53970	-53970
<b>208</b>	1510600012337	1538	43.83	0.18	1.2	Insuficiente	23070	-21291

<b>209</b>	1510600012341	1868	17.71	1.04	5.6	Deficiente	28020	-17616
<b>210</b>	1510600012356	333	8.96	0.46	13.7	Aceptable	4995	-418
<b>211</b>	1510600012360	1350	48.24	0.15	1.1	Insuficiente	20250	-18747
<b>212</b>	1510600012375	159	1.06	0.00	0.0	Insuficiente	2385	-2385
<b>213</b>	151060001238A	198	1.11	0.00	0.0	Insuficiente	2970	-2970
<b>214</b>	1510600012411	0	10.23	0.19	0.0	Insuficiente	0	No existe
<b>215</b>	1510600012426	1342	15.39	0.30	2.2	Insuficiente	20130	-17160
<b>216</b>	1510600012430	1249	19.24	1.34	10.7	Aceptable	18735	-5371
<b>217</b>	1510600012445	2357	22.95	0.00	0.0	Insuficiente	35355	-35355
<b>218</b>	1510600012572	4767	88.75	0.14	0.3	Insuficiente	71505	-70154
<b>219</b>	1510600012587	6628	110.23	0.00	0.0	Insuficiente	99420	-99420
<b>220</b>	1510600012604	1304	5.64	0.79	6.1	Deficiente	19560	-11635
<b>221</b>	1510600012619	1593	18.87	0.25	1.6	Insuficiente	23895	-21396
<b>222</b>	1510600012623	4880	76.47	0.13	0.3	Insuficiente	73200	-71865
<b>223</b>	1510600012638	3371	53.48	0.00	0.0	Insuficiente	50565	-50565
<b>224</b>	1510600012642	1973	54.90	0.09	0.4	Insuficiente	29595	-28718
<b>225</b>	1510600012657	548	35.54	0.00	0.0	Insuficiente	8220	-8220
<b>226</b>	1510600012661	211	4.11	0.15	7.0	Deficiente	3165	-1698
<b>227</b>	1510600012676	1539	184.83	0.00	0.0	Insuficiente	23085	-23085
<b>228</b>	151060001277A	2853	127.05	0.02	0.1	Insuficiente	42795	-42623
<b>229</b>	1510600012799	1676	11.82	0.08	0.5	Insuficiente	25140	-24323
<b>230</b>	1510600012801	413	31.47	0.00	0.0	Insuficiente	6195	-6195
<b>231</b>	1510600012816	1301	66.99	2.78	21.4	Sobresaliente	19515	No existe
<b>232</b>	1510600013072	3966	80.83	0.35	0.9	Insuficiente	59490	-55965
<b>233</b>	1510600013087	4496	66.79	0.13	0.3	Insuficiente	67440	-66171
<b>234</b>	1510600013091	2781	106.22	0.99	3.5	Insuficiente	41715	-31863
<b>235</b>	1510600013104	4296	67.06	6.29	14.6	Aceptable	64440	-1586
<b>236</b>	1510600013119	3650	77.68	0.00	0.0	Insuficiente	54750	-54750
<b>237</b>	1510600013123	1935	53.61	0.00	0.0	Insuficiente	29025	-29025
<b>238</b>	1510600013138	2196	97.95	0.85	3.9	Insuficiente	32940	-24449
<b>239</b>	1510600013142	4651	62.99	0.53	1.1	Insuficiente	69765	-64447

<b>240</b>	1510600013157	5463	73.03	0.17	0.3	Insuficiente	81945	-80267
<b>241</b>	1510600013161	1610	54.90	0.00	0.0	Insuficiente	24150	-24150
<b>242</b>	1510600013176	4332	99.59	0.11	0.2	Insuficiente	64980	-63917
<b>243</b>	1510600013180	5803	42.60	0.51	0.9	Insuficiente	87045	-81927
<b>244</b>	1510600013195	2752	37.05	2.73	9.9	Aceptable	41280	-13944
<b>245</b>	1510600013208	3526	27.98	0.55	1.6	Insuficiente	52890	-47351
<b>246</b>	1510600013212	2169	25.03	0.29	1.3	Insuficiente	32535	-29648
<b>247</b>	1510600013227	2277	83.06	1.55	6.8	Deficiente	34155	-18676
<b>248</b>	1510600013231	3601	32.28	0.89	2.5	Insuficiente	54015	-45092
<b>249</b>	1510600013246	2080	41.21	0.03	0.2	Insuficiente	31200	-30883
<b>250</b>	1510600013250	1916	143.01	1.02	5.3	Deficiente	28740	-18497
<b>251</b>	1510600013265	1029	225.11	8.77	85.2	Sobresaliente	15435	No existe
<b>252</b>	151060001327A	7363	106.98	0.46	0.6	Insuficiente	110445	-105880
<b>253</b>	1510600013284	4619	78.69	4.60	10.0	Aceptable	69285	-23265
<b>254</b>	1510600013299	2145	112.07	0.00	0.0	Insuficiente	32175	-32175
<b>255</b>	1510600013301	5880	51.12	0.00	0.0	Insuficiente	88200	-88200
<b>256</b>	1510600013316	2293	88.36	7.79	34.0	Sobresaliente	34395	No existe
<b>257</b>	1510600013320	3196	22.50	0.00	0.0	Insuficiente	47940	-47940
<b>258</b>	1510600013335	3108	21.00	0.00	0.0	Insuficiente	46620	-46620
<b>259</b>	151060001334A	2962	65.10	0.00	0.0	Insuficiente	44430	-44430
<b>260</b>	1510600013354	4033	27.87	0.00	0.0	Insuficiente	60495	-60495
<b>261</b>	1510600013369	3558	34.07	0.00	0.0	Insuficiente	53370	-53370
<b>262</b>	1510600013373	3250	35.33	0.75	2.3	Insuficiente	48750	-41250
<b>263</b>	1510600013388	2829	31.76	0.68	2.4	Insuficiente	42435	-35662
<b>264</b>	1510600013392	306	6.79	1.02	33.5	Sobresaliente	4590	No existe
<b>265</b>	1510600013405	627	24.97	1.00	16.0	Sobresaliente	9405	No existe
<b>266</b>	151060001341A	641	64.74	0.25	3.8	Insuficiente	9615	-7151
<b>267</b>	1510600013424	281	4.17	0.00	0.0	Insuficiente	4215	-4215
<b>268</b>	1510600013496	4075	197.81	2.38	5.8	Deficiente	61125	-37340
<b>269</b>	1510600013532	618	71.73	0.65	10.6	Aceptable	9270	-2745
<b>270</b>	1510600013547	770	137.05	3.02	39.2	Sobresaliente	11550	No existe

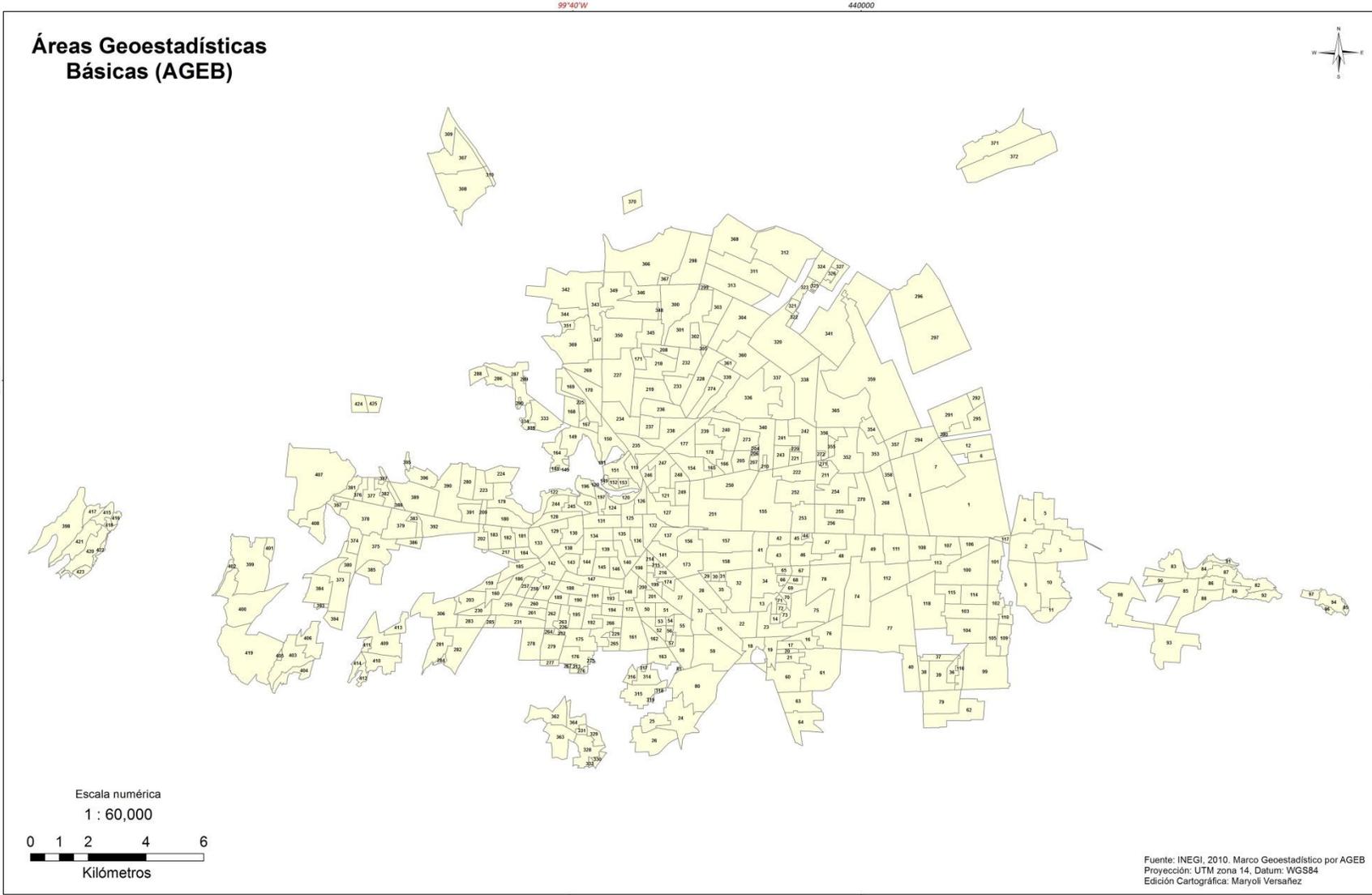
<b>271</b>	1510600013551	1891	6.99	0.00	0.0	Insuficiente	28365	-28365
<b>272</b>	1510600013566	1835	8.34	0.00	0.0	Insuficiente	27525	-27525
<b>273</b>	1510600013570	1191	48.02	0.00	0.0	Insuficiente	17865	-17865
<b>274</b>	1510600013585	1240	57.43	0.00	0.0	Insuficiente	18600	-18600
<b>275</b>	151060001366A	110	3.43	0.00	0.0	Insuficiente	1650	-1650
<b>276</b>	1510600013674	224	11.94	0.51	22.7	Sobresaliente	3360	No existe
<b>277</b>	1510600013693	171	13.29	0.83	48.3	Sobresaliente	2565	No existe
<b>278</b>	1510600013706	824	81.04	1.39	16.8	Sobresaliente	12360	No existe
<b>279</b>	1510600013710	2789	64.34	0.00	0.0	Insuficiente	41835	-41835
<b>280</b>	1510600013763	589	58.97	0.00	0.0	Insuficiente	8835	-8835
<b>281</b>	1510600431729	5667	72.61	2.02	3.6	Insuficiente	85005	-64787
<b>282</b>	1510600431733	5122	112.05	10.34	20.2	Sobresaliente	76830	No existe
<b>283</b>	1510600432820	353	42.69	1.30	36.8	Sobresaliente	5295	No existe
<b>284</b>	1510600432962	318	7.45	0.00	0.0	Insuficiente	4770	-4770
<b>285</b>	151060043359A	541	13.09	0.57	10.4	Aceptable	8115	-2464
<b>286</b>	1510600441748	3825	42.30	0.00	0.0	Insuficiente	57375	-57375
<b>287</b>	1510600441752	4250	85.55	1.12	2.6	Insuficiente	63750	-52574
<b>288</b>	1510600442765	832	28.53	0.00	0.0	Insuficiente	12480	-12480
<b>289</b>	1510600442996	9	1.91	0.00	0.0	Insuficiente	135	-135
<b>290</b>	1510600443000	77	3.57	0.05	6.5	Deficiente	1155	-651
<b>291</b>	1510600501184	6743	129.51	0.42	0.6	Insuficiente	101145	-96971
<b>292</b>	1510600502708	375	28.69	0.26	6.8	Deficiente	5625	-3070
<b>293</b>	1510600503015	188	1.62	0.00	0.0	Insuficiente	2820	-2820
<b>294</b>	1510600503513	783	81.55	1.14	14.6	Aceptable	11745	-340
<b>295</b>	1510600503636	610	80.28	0.00	0.1	Insuficiente	9150	-9102
<b>296</b>	1510600512731	2375	255.11	0.00	0.0	Insuficiente	35625	-35625
<b>297</b>	1510600512746	4027	343.64	0.00	0.0	Insuficiente	60405	-60403
<b>298</b>	1510600553655	4318	153.23	0.70	1.6	Insuficiente	64770	-57771
<b>299</b>	1510600621593	223	7.29	0.06	2.8	Insuficiente	3345	-2724
<b>300</b>	1510600621767	5479	152.39	0.52	1.0	Insuficiente	82185	-76957
<b>301</b>	1510600621771	6165	180.60	0.46	0.8	Insuficiente	92475	-87826

<b>302</b>	1510600622407	1246	31.41	0.00	0.0	Insuficiente	18690	-18690
<b>303</b>	1510600622680	1710	65.17	0.14	0.8	Insuficiente	25650	-24217
<b>304</b>	1510600622835	2947	178.72	0.83	2.8	Insuficiente	44205	-35924
<b>305</b>	1510600623602	235	5.87	0.12	5.2	Deficiente	3525	-2305
<b>306</b>	1510600630241	5692	129.68	1.98	3.5	Insuficiente	85380	-65546
<b>307</b>	1510600652977	1718	146.82	1.19	6.9	Deficiente	25770	-13914
<b>308</b>	1510600652981	2209	196.10	0.93	4.2	Deficiente	33135	-23807
<b>309</b>	1510600653458	479	73.90	0.54	11.3	Aceptable	7185	-1781
<b>310</b>	1510600653462	33	8.26	0.00	0.0	Insuficiente	495	-495
<b>311</b>	1510600682500	3732	196.36	0.84	2.2	Insuficiente	55980	-47624
<b>312</b>	151060068373A	1537	264.10	1.09	7.1	Deficiente	23055	-12135
<b>313</b>	1510600683744	3093	157.48	1.45	4.7	Deficiente	46395	-31881
<b>314</b>	1510600701786	3473	45.07	0.00	0.0	Insuficiente	52095	-52095
<b>315</b>	1510600701790	4773	78.52	0.81	1.7	Insuficiente	71595	-63474
<b>316</b>	1510600702252	640	18.68	0.00	0.0	Insuficiente	9600	-9600
<b>317</b>	151060070302A	259	3.56	0.00	0.0	Insuficiente	3885	-3885
<b>318</b>	1510600703034	88	5.12	0.37	41.6	Sobresaliente	1320	No existe
<b>319</b>	1510600703477	279	3.46	0.00	0.0	Insuficiente	4185	-4185
<b>320</b>	1510600722178	10830	298.17	2.79	2.6	Insuficiente	162450	-134572
<b>321</b>	1510600722854	3218	15.05	0.04	0.1	Insuficiente	48270	-47902
<b>322</b>	1510600723049	1343	10.31	0.14	1.0	Insuficiente	20145	-18770
<b>323</b>	1510600723053	4121	27.53	0.84	2.0	Insuficiente	61815	-53378
<b>324</b>	1510600723068	7623	57.08	0.71	0.9	Insuficiente	114345	-107234
<b>325</b>	1510600723481	949	6.95	0.52	5.4	Deficiente	14235	-9066
<b>326</b>	1510600723689	1617	14.36	1.32	8.2	Deficiente	24255	-11072
<b>327</b>	1510600723725	1598	39.22	3.37	21.1	Sobresaliente	23970	No existe
<b>328</b>	1510600730294	6636	70.09	1.13	1.7	Insuficiente	99540	-88236
<b>329</b>	1510600731574	1259	22.61	0.15	1.2	Insuficiente	18885	-17397
<b>330</b>	1510600732750	298	11.63	0.94	31.6	Sobresaliente	4470	No existe
<b>331</b>	1510600732869	170	11.78	0.00	0.0	Insuficiente	2550	-2550
<b>332</b>	1510600732943	57	4.74	0.08	13.4	Aceptable	855	-94

<b>333</b>	1510600771485	3375	74.28	0.10	0.3	Insuficiente	50625	-49663
<b>334</b>	151060077149A	2503	23.29	0.00	0.0	Insuficiente	37545	-37545
<b>335</b>	1510600772958	39	1.49	0.00	0.0	Insuficiente	585	-585
<b>336</b>	1510600791502	8272	231.74	1.69	2.0	Insuficiente	124080	-107163
<b>337</b>	1510600792271	4843	144.81	0.62	1.3	Insuficiente	72645	-66409
<b>338</b>	1510600792695	3210	150.95	0.02	0.0	Insuficiente	48150	-47990
<b>339</b>	1510600792873	2097	88.04	1.15	5.5	Deficiente	31455	-19944
<b>340</b>	1510600792888	4234	144.62	0.60	1.4	Insuficiente	63510	-57553
<b>341</b>	1510600822182	6798	402.67	0.19	0.3	Insuficiente	101970	-100090
<b>342</b>	1510600831517	6460	217.47	0.28	0.4	Insuficiente	96900	-94135
<b>343</b>	1510600831521	3794	76.43	0.00	0.0	Insuficiente	56910	-56910
<b>344</b>	1510600831589	2365	62.31	0.00	0.0	Insuficiente	35475	-35475
<b>345</b>	1510600831659	2566	69.58	0.00	0.0	Insuficiente	38490	-38490
<b>346</b>	151060083170A	2636	79.15	0.18	0.7	Insuficiente	39540	-37702
<b>347</b>	1510600832286	2045	38.85	0.00	0.0	Insuficiente	30675	-30675
<b>348</b>	1510600832394	135	6.50	0.00	0.0	Insuficiente	2025	-2025
<b>349</b>	1510600832712	7764	194.50	0.00	0.0	Insuficiente	116460	-116460
<b>350</b>	1510600832727	6912	159.91	0.00	0.0	Insuficiente	103680	-103680
<b>351</b>	1510600832892	464	14.82	0.00	0.0	Insuficiente	6960	-6960
<b>352</b>	1510600841803	9359	128.07	0.54	0.6	Insuficiente	140385	-134965
<b>353</b>	1510600841818	7358	100.41	0.27	0.4	Insuficiente	110370	-107670
<b>354</b>	1510600842464	2010	41.28	0.00	0.0	Insuficiente	30150	-30150
<b>355</b>	1510600842553	541	14.80	0.00	0.0	Insuficiente	8115	-8115
<b>356</b>	1510600842905	1808	60.01	0.00	0.0	Insuficiente	27120	-27104
<b>357</b>	1510600843509	0	44.47	0.00	0.0	Insuficiente	0	N/A
<b>358</b>	1510600843528	0	33.73	0.00	0.0	Insuficiente	0	N/A
<b>359</b>	1510600843759	0	621.97	2.38	0.0	Insuficiente	0	N/A
<b>360</b>	1510600882479	4897	145.01	1.33	2.7	Insuficiente	73455	-60199
<b>361</b>	1510600883617	255	14.20	0.10	4.0	Deficiente	3825	-2806
<b>362</b>	1510600971837	6145	73.84	3.31	5.4	Deficiente	92175	-59058
<b>363</b>	1510600971841	8604	84.67	0.40	0.5	Insuficiente	129060	-125044

364	1510600972267	1104	33.27	0.11	1.0	Insuficiente	16560	-15435
365	1510601122483	5471	251.13	2.06	3.8	Insuficiente	82065	-61455
366	151060127220A	4739	350.85	0.07	0.2	Insuficiente	71085	-70347
367	1510601273621	489	14.74	0.00	0.0	Insuficiente	7335	-7335
368	151060155252A	3242	178.75	0.08	0.3	Insuficiente	48630	-47792
369	1510601942549	3757	171.66	0.28	0.8	Insuficiente	56355	-53532
370	1510602203778	2967	39.09	0.00	0.0	Insuficiente	44505	-44505
371	1511500010043	9842	182.39	2.80	2.8	Insuficiente	147630	-119653
372	1511500010058	10838	236.86	1.64	1.5	Insuficiente	162570	-146164
373	1511800010045	5377	120.49	2.89	5.4	Deficiente	80655	-51769
374	1511800010079	3559	37.89	0.01	0.0	Insuficiente	53385	-53293
375	1511800010083	5700	112.69	10.38	18.2	Sobresaliente	85500	18277
376	1511800010100	2265	21.14	0.26	1.1	Insuficiente	33975	-31415
377	1511800010115	3951	43.62	0.88	2.2	Insuficiente	59265	-50465
378	1511800010134	5242	155.50	4.11	7.8	Deficiente	78630	-37549
379	1511800010149	5018	93.69	4.58	9.1	Aceptable	75270	-29421
380	1511800010219	2124	45.71	0.21	1.0	Insuficiente	31860	-29761
381	1511800010223	1745	35.14	0.23	1.3	Insuficiente	26175	-23884
382	1511800010238	1695	34.51	0.08	0.5	Insuficiente	25425	-24659
383	1511800010280	929	22.03	0.00	0.0	Insuficiente	13935	-13935
384	1511800010312	2000	79.98	0.16	0.8	Insuficiente	30000	-28391
385	1511800010331	1326	53.37	0.17	1.3	Insuficiente	19890	-18189
386	1511800010399	853	24.91	0.47	5.5	Deficiente	12795	-8093
387	1511800010401	399	11.98	0.00	0.0	Insuficiente	5985	-5985
388	1511800010469	685	18.25	0.15	2.2	Insuficiente	10275	-8802
389	1511800010473	3089	133.85	1.18	3.8	Insuficiente	46335	-34513
390	1511800010488	2448	155.80	5.99	24.5	Sobresaliente	36720	23175
391	1511800010492	1928	45.16	0.70	3.6	Insuficiente	28920	-21916
392	1511800010505	1562	103.22	3.76	24.1	Sobresaliente	23430	14173
393	1511800010558	173	7.33	0.00	0.0	Insuficiente	2595	-2595
394	1511800010577	452	33.06	0.19	4.3	Deficiente	6780	-4834

<b>395</b>	1511800010666	571	8.54	0.02	0.4	Insuficiente	8565	-8332
<b>396</b>	1511800010670	838	52.92	0.33	3.9	Insuficiente	12570	-9269
<b>397</b>	1511800010685	291	21.04	0.11	3.8	Insuficiente	4365	-3250
<b>398</b>	151180014037A	6068	179.49	3.69	6.1	Deficiente	91020	-54079
<b>399</b>	1511800530153	10484	216.76	0.52	0.5	Insuficiente	157260	-152075
<b>400</b>	1511800530276	5156	195.63	0.81	1.6	Insuficiente	77340	-69271
<b>401</b>	1511800530454	433	22.60	0.10	2.2	Insuficiente	6495	-5532
<b>402</b>	1511800530581	369	13.72	0.27	7.3	Deficiente	5535	-2826
<b>403</b>	151180058005A	9092	109.77	1.76	1.9	Insuficiente	136380	-118809
<b>404</b>	1511800580242	2184	46.12	1.96	9.0	Aceptable	32760	-13117
<b>405</b>	1511800580257	345	4.20	0.01	0.1	Insuficiente	5175	-5125
<b>406</b>	1511800580261	632	69.45	0.97	15.3	Sobresaliente	9480	No Existe
<b>407</b>	1511800590416	7060	393.13	12.13	17.2	Sobresaliente	105900	No Existe
<b>408</b>	151180059069A	964	67.63	0.63	6.6	Deficiente	14460	-8135
<b>409</b>	1511800640350	3698	110.40	2.03	5.5	Deficiente	55470	-35176
<b>410</b>	1511800640365	3010	65.14	0.80	2.6	Insuficiente	45150	-37194
<b>411</b>	151180064051A	227	12.60	0.12	5.4	Deficiente	3405	-2169
<b>412</b>	1511800640651	419	18.08	0.09	2.2	Insuficiente	6285	-5368
<b>413</b>	1511800640702	13	29.55	1.00	769.9	Sobresaliente	195	No Existe
<b>414</b>	1511800640717	93	22.22	0.48	51.7	Sobresaliente	1395	No Existe
<b>415</b>	1511800670168	1653	29.07	1.31	7.9	Deficiente	24795	-11731
<b>416</b>	1511800670204	629	11.54	0.00	0.0	Insuficiente	9435	-9435
<b>417</b>	1511800670543	1141	28.89	4.13	36.2	Sobresaliente	17115	No Existe
<b>418</b>	1511800670596	499	11.27	1.50	30.1	Sobresaliente	7485	No Existe
<b>419</b>	1511800750420	2729	304.95	2.93	10.7	Aceptable	40935	-11615
<b>420</b>	1511800870435	3561	84.86	1.00	2.8	Insuficiente	53415	-43464
<b>421</b>	1511800870609	3319	75.66	5.45	16.4	Sobresaliente	49785	No Existe
<b>422</b>	1511800870613	88	12.28	0.46	52.5	Sobresaliente	1320	No Existe
<b>423</b>	1511800870628	446	23.65	3.25	72.9	Sobresaliente	6690	No Existe
<b>424</b>	1511801340721	2313	32.65	0.00	0.0	Insuficiente	34695	-34695
<b>425</b>	1511801340736	3879	27.03	0.03	0.1	Insuficiente	58185	-57925



Mapa 20 Áreas geo estadísticas básicas tipo urbanas (INEGI, 2010)

...Tal vez  
sea eso un árbol  
o tal vez  
el amor (Cortázar, 1984).



Figura 31. one, two, tree (Beltran, 2010).