

Factores socioterritoriales de cambio de uso de suelo en el centro de México. Caso oriente de la Zona Metropolitana de Toluca, México^o

Salvador Adame Martínez*
Rosa María Sánchez Nájera**
Guadalupe del Carmen Hoyos Castillo***

Resumen

La parte oriente de la Zona Metropolitana de Toluca, integrada por los municipios de Lerma, Metepec, Ocoyoacac y San Mateo Atenco, en las últimas décadas ha presentado una significativa expansión urbana y cambios de uso de suelo. El objetivo del trabajo fue realizar una evaluación demográfica y de cambios de uso de suelo durante el período 1980 a 2017. Por ello, se recopiló información cartográfica y para el análisis de dinámica poblacional, se consultaron los censos del Instituto Nacional de Estadística y Geografía. Para elaborar la cartografía de 1984 se utilizaron ortofotografías y para 2017, imágenes de Basemap del ArcGIS. Se realizó una fotointerpretación visual sobre la base de los criterios reportados por Jensen (2015). Los resultados muestran que la población total en el período 1980 a 2015 se incrementó en 308.262 personas. En cuanto al uso de suelo para, 1984 predominaba el agrícola y el bosque, y para 2017 continúa el agrícola seguido de la superficie artificial. En este período la agricultura disminuyó 35,74 %, y los cuerpos de agua 31,77%, mientras que la superficie artificial se incrementó 235,84 % y los bosques 4,9 %. El modelo de ocupación se debe a las condiciones geográficas y al no respeto de los ordenamientos territoriales.

Palabras clave: Uso de suelo, Cambio de uso de suelo, Crecimiento urbano, Zona metropolitana de Toluca.

^o DOI: <https://doi.org/10.52292/j.rug.2020.29.1.0006>

* Investigador. Centro de Investigación y Estudios Avanzados en Planeación Territorial de la Facultad de Planeación Urbana y Regional, Universidad Autónoma del Estado de México (UAEM). adame_ms@yahoo.com

** Investigador. Centro de Investigación y Estudios Avanzados en Planeación Territorial de la Facultad de Planeación Urbana y Regional, Universidad Autónoma del Estado de México (UAEM). snrm39@yahoo.com. mx y cereza222@prodigy.net.mx

*** Investigador. Centro de Investigación y Estudios Avanzados en Planeación Territorial de la Facultad de Planeación Urbana y Regional, Universidad Autónoma del Estado de México (UAEM). cereza222@prodigy.net.mx

Socio-territorial factors of land use change in central Mexico. East Toluca Metropolitan Area Case, Mexico

Abstract

The eastern region of the Metropolitan Area of Toluca, made up of the municipalities of Lerma, Metepec, Ocoyoacac and San Mateo Atenco, in recent decades, has shown significant urban expansion and land use changes. The objective of this paper was to carry out a demographic and land use change assessment during 1980- 2017 period. Therefore, cartographic information was collected and the censuses of the National Institute of Statistics and Geography were consulted for the analysis of population dynamics. Orthophotographs and Basemap images from ArcGIS were used to prepare 1984 and 2017 cartography respectively. Based on the criteria reported by Jensen (2015), a visual photo-interpretation was made. The results show that the total population in the 1980- 2015 period increased by 308.262 people. Regarding land use in 1984, agriculture and forest predominated, and by 2017 agriculture continues, followed by artificial surface. In such period, there was a decrease of 35,74 %, in agriculture and 31,77 %, in water bodies while artificial surface increased 235,84 % and forests 4,9 %. The occupation model is influenced by geographical conditions and the disregard of territorial regulations.

Keywords: Land use, Land use change, Urban growth, Metropolitan area of Toluca

Introducción

La expansión urbana es una tendencia generalizada a nivel internacional (Bruegmann, 2005; Ross, 2014). Según mediciones de Shlomo, Sheppard y Civco (2005), la densidad urbana en 2000 era de 8.000 hab/km² en los países en desarrollo y de 3.000 hab/km² en los desarrollados, el consumo de tierra no urbana por nuevo residente era de 160 m² en países en desarrollo y de 500 m² en los desarrollados, se espera que las densidades registren caídas en 30 años (2000 a 2030) de 1,7 % en países en desarrollo y de 2,2 % en los desarrollados, y durante ese período se calcula que el consumo de tierra cultivable será de 5 a 7 % por año. Ante esta situación, la pregunta ha sido, ¿qué hacer con la expansión urbana? El debate oscila entre detenerla o aceptarla.

La expansión urbana, según patrones observados en el orden internacional por Shlomo et al. (2005) presenta formas diferentes: i) puede tener las mismas densidades (personas por km²) como las que prevalecen en zonas urbanas; ii) puede manifestarse mediante el repoblamiento de espacios rurales o urbanos no construidos (lotes urbanos); en este caso, el nuevo desarrollo en la periferia puede presentarse de manera contigua a las zonas urbanas o “a salto de rana”, dejando franjas de tierra sin urbanizar; iii) puede extenderse sobre humedales, bosques, terrenos productivos y otras áreas que requieren ser conservadas y protegidas.

El patrón actual de la urbanización tanto en países desarrollados y en desarrollo converge en un mismo modelo: suburbanización basada en la densidad baja. La especulación del suelo está asociada con la conversión indiscriminada de las tierras rurales para usos urbanos en las periferias; este fenómeno se combina con una creciente dependencia de vehículos individuales y estilos de vida de la nueva clase media para ampliar la forma de las zonas urbanas más allá de los límites de ciudad formal. Normalmente, una variedad de agentes económicos se encuentra detrás de esta tendencia que incluye a promotores inmobiliarios, constructores de vivienda y de carreteras, tiendas de cadena nacional e internacional, entre otros, a menudo con el apoyo de los bancos y financiamiento de viviendas. La expansión desmedida de las ciudades en periferias interminables es un factor trascendente que puede influir en el cambio climático (UN-Hábitat, 2012).

Lahoz Rodríguez (2010) señala que la urbanización es inevitable, aunque paradójicamente representa un hecho positivo. Entre los principales retos que presentan las ciudades es alcanzar capacidades para la sostenibilidad del modelo de crecimiento urbano con desarrollo sostenible. Así en la relación de las ciudades y el cambio climático, el ámbito local representa un papel significativo. Según Schjetnan, Peniche y Calvillo (2004) y Navarrete-Peñuela (2017) la urbanización puede ser un instrumento para el desarrollo, aunque también puede ocasionar cambios fundamentales en los patrones de producción y consumo que cuando se vinculan con

formas urbanas disfuncionales y las estructuras de las ciudades, contribuyen con altos niveles de consumo de energía y de emisión de gases de efecto invernadero.

Por otra parte, en México, la expansión urbana de las ciudades mexicanas (mayores de 100.000 habitantes), de los años 1980 a 2010, muestra una disociación entre población y superficie urbana. De manera general, la población en las zonas urbanas se ha duplicado en treinta años, mientras que la extensión del área urbana ha crecido en promedio siete veces (SEDESOL-CONAPO, 2012).

El modelo de expansión urbana de las ciudades mexicanas es ineficiente e insostenible. Según Molina (2014), ello coloca a grandes sectores de la población en situación de riesgo frente al cambio climático.

Un modelo de este tipo resulta sumamente ineficiente, profundiza la desigualdad social, desaprovecha el suelo (recurso natural limitado), genera niveles elevados de contaminación y pone en riesgo a la población al promover la ocupación de territorios vulnerables a fenómenos meteorológicos extremos incrementando el riesgo urbano ante los efectos del cambio climático. Asimismo, en términos económicos resulta improductivo, debido a que genera constantes aumentos en tiempos, distancias y costos de los traslados, lo que a su vez afecta la calidad del aire de las ciudades (Molina, 2014).

Actualmente, la Secretaría de Desarrollo Agrario, Territorial y Urbano (SEDATU, 2018), señala que en México existen 401 ciudades (mayores de 15.000 habitantes), clasificadas en zonas metropolitanas (74 con 78,3 millones), conurbaciones (132 con 7 millones) y centros urbanos (195 con 7, 3 millones). Las zonas metropolitanas delimitadas por SEDATU, Consejo Nacional de Población (CONAPO) e Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI) con datos de 2017 se caracterizan por su tamaño e intensa integración funcional; con conurbaciones por la continuidad física entre dos o más localidades que constituyen un conglomerado, en tanto que los centros urbanos son localidades individuales. Para 2018, en las ciudades residían 92,6 millones de personas, lo que representa el 74,2 % de la población nacional, es decir, México es un país eminentemente urbano (SEDATU, 2018), donde las principales ciudades reportan modelos de crecimiento expansivo.

El modelo de crecimiento expansivo en México no es sustentable por diversas inconsistencias: crecen las ciudades de forma desordenada y discontinua, fragmentando el espacio y segregando a la población. Se expande, no obstante, en los centros urbanos existen vacíos urbanos, áreas con servicios e infraestructuras subutilizadas. Los grupos de bajos ingresos se asientan en zonas no aptas en riesgo, carentes de servicios, infraestructura y accesibilidad. La expansión desordenada implica pérdida de zonas agrícolas, forestales, de recarga de acuíferos y de servicios ambientales, no es adecuada la interacción y articulación con el espacio rural periurbano. Destaca, en todo ello, la debilidad de aplicación de los instrumentos de planeación urbana y capacidad de los gobiernos municipales. En suma,

afectación socioespacial por la pérdida de calidad de vida, impactos ambientales e incremento de déficits por los costos para los gobiernos locales.

Aunado a lo anterior, el actual modelo de crecimiento en México es principalmente a través de áreas o zonas metropolitanas, y entre los factores para su delimitación se tienen los siguientes: los procesos de urbanización, la estructura del empleo y del mercado de trabajo, la concentración de la riqueza, así como la integración regional y funcional de actividades económicas, entre otros ejes de análisis (Negrete Salas y Salazar Sánchez, 1986; Sobrino, 2003).

Por otra parte, la ciudad de Toluca, según la SEDATU (2018), es la quinta zona metropolitana del país con 2,2 millones de habitantes, que de acuerdo con la SEDESOL-CONAPO (2012) tiene mayor ritmo de crecimiento de suelo que de población, lo que implica un alto consumo de este recurso por habitante; a su vez, en los años 1980 a 2010, presenta un modelo de expansión urbana insustentable e ineficiente en su proceso de urbanización, suburbanización y periurbanización.

La etapa de 1960-2000 marca el inicio en que en el estado de México y en la Zona Metropolitana de Toluca (ZMT) se presentan importantes transformaciones en su estructura económica y en su configuración territorial. Una característica de este período es la transición del territorio de eminentemente rural a urbano, con todas las consecuencias y repercusiones que este fenómeno trae consigo.

En este período se conforma un sistema urbano metropolitano alrededor de la ciudad de Toluca, y se observa una conurbación entre los municipios de Toluca y otros seis municipios aledaños, que son: Lerma, Metepec, Ocoyoacac, San Mateo Atenco, Xonacatlán y Zinacantepec. Este proceso territorial básicamente es resultado de la industrialización aunado a un acelerado crecimiento poblacional.

La ciudad de Toluca ha sido históricamente el centro económico de toda la región, básicamente por las funciones político-administrativas que cumple, además de la elevada concentración de población en ella. De esta manera, Toluca ha ejercido una gran influencia sobre los municipios adjuntos como en la zona.

La metropolización de Toluca se gesta a finales de 1970 y principios de 1980, y de acuerdo a Montoya (1995) fue motivada por la conurbación entre Toluca y Metepec y la conurbación desde el punto de vista físico y económico entre Toluca y Zinacantepec, las zonas industriales de Toluca y Lerma; la conurbación cerca de Paseo Tollocan, entre San Mateo Atenco y la zona industrial y el desarrollo del Aeropuerto Internacional de la ciudad de Toluca, como parte del Sistema Aeroportuario Metropolitano (SAM), que provocó el crecimiento urbano en sus zonas aledañas, incorporando áreas de los municipios de Toluca, Lerma, Xonacatlán, San Mateo Atenco, Metepec y Ocoyoacac, principalmente.

El proceso de metropolización de Toluca, con base en Sierra (1994), Aranda Sánchez (2000) y Arteaga y Alfaro (2001), ha cubierto diversas etapas básicamente en cuatro décadas (1960-2000). Las dos primeras se caracterizaron por el elevado crecimiento urbano de los municipios, aunque con la industrialización centralizada aún en el municipio de Toluca; en la segunda se da la conurbación como la industrialización periférica; en la tercera se consolidan la industrialización y la metropolización propiamente dicha, y en la cuarta etapa la Zona Metropolitana de Toluca (ZMT) ya ocupa el cuarto lugar entre las economías urbanas del país, debajo de las zonas metropolitanas de las ciudades de México, Guadalajara y Monterrey. Además, esto llevó a la conformación de una megalópolis (Ciudad de México), la primera en Latinoamérica.

Por otra parte, cabe señalar que el proceso de metropolización se caracterizó por una concentración poblacional y expansión urbana, de forma desordenada y dispersa, la cual continúa hasta la actualidad. Valencia, Adame y Sánchez (2017) señalan que los impactos se observan en la periferia de la ZMT, que es escenario de significativas transformaciones socio-demográficas, territoriales y ambientales que se manifiestan en nuevas formas de ocupación del territorio rural. En este desarrollo de expansión de la metrópoli la función residencial es el principal motor de cambio, lo que ocasiona los cambios de uso de suelo de agrícola a urbano, lo cual se constató de manera evidente en recorridos de campo.

Este proceso de transformación territorial para la población implica una serie de retos a los que debe enfrentarse como altos costos de transporte que sufragan los pobladores con el propósito de llegar a sus centros de trabajo, al igual que el acceso a los bienes y servicios disponibles en las ciudades, lo que se traduce en pérdidas de recursos económicos y de tiempo. Al respecto, Hoyos Castillo (2011) y Paniagua-Mazorra (2013) reportan una dispersión suburbana extendida en la ciudad de Toluca, cuyo patrón amplía la distancia física de los movimientos y traslados entre localidades rural-urbano de distinto tamaño y el área central y principalmente en las más pequeñas con patrones socioculturales claramente diferenciados.

En lo que respecta a lo ambiental, los impactos ambientales derivados por la expansión urbana se pueden observar en la disminución de superficie de bosques, en la pérdida de zonas agrícolas, en el aumento de temperatura de las áreas urbanas (islas de calor), en la pérdida de cuerpos de agua y sobreexplotación de mantos acuíferos y en el incremento del consumo de agua, entre otros. Y como lo señala Coraggio (1994), aquí se manifiesta la relación del hombre con el medio ambiente a través de los impactos.

Estos impactos se presentan a pesar de que en México existen dos instrumentos de planeación del territorio, uno es el ordenamiento ecológico del territorio que está legislado en la Ley General de Equilibrio Ecológico y Protección del Ambiente

(LGEEPA) y los planes de desarrollo urbano reportados en la Ley General de Planeación, la Ley General de Asentamientos Humanos, Ordenamiento Territorial y Desarrollo Urbano (LGAHOTDU), ello puede presentarse ya sea por problemas de operación de los instrumentos o por cuestiones políticas, lo que se observa en el territorio es un crecimiento desordenado y acelerado de la ZMT.

De aquí la importancia de conocer la transformación del territorio en la parte oriente de la ZMT, medida en los cambios de cobertura y uso de suelo y en la dinámica poblacional y conformada por los municipios de Lerma, Metepec, Ocoyoacac y San Mateo Atenco, los cuales en las últimas décadas han presentado un crecimiento poblacional y urbano significativo. Esta área geográfica posee las mayores posibilidades de conurbación por su cercanía con la ciudad central de Toluca y la zona industrial generando con esto oportunidades de empleo.

En el oriente de la ZMT, a partir del proceso de industrialización de los años 80, la expansión de la mancha urbana se dio de manera desordenada y anárquica, ya que de ser una región eminentemente agrícola se ha convertido en un área de desarrollo mixto, rural y urbano, en donde se observa la fragmentación tanto de bosques como de las tierras agrícolas. Es por ello que el objetivo de este trabajo de investigación es evaluar la dinámica demográfica y los cambios de uso de suelo derivados del crecimiento territorial en la parte oriente de la Zona Metropolitana de Toluca, México durante el período de 1980 a 2017. La finalidad última de esta investigación es que sirva como base o referencia para una planeación territorial sustentable y así coadyuvar en el diseño de políticas públicas urbanas y ambientales.

Metodología

El análisis de la dinámica demográfica y de cambio de uso de suelo, del oriente de la ZMT, se realizó a través de las siguientes dos etapas como se describe a continuación.

Recopilación de información estadística y cartográfica

Se recopilaron datos censales de población y vivienda publicados por el Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). Para esto se consultaron los censos de los años 1980, 1990, 2000 y 2010, y los Conteos del INEGI de los años 1995, 2005 y 2015. Se realizó un análisis retrospectivo-lineal a través de variables que permitieron describir las transformaciones socioterritoriales que han promovido el cambio de uso de suelo de agrícola a urbano. Además, se llevó a cabo la observación directa en campo a fin de identificar las áreas de expansión urbana y los elementos físicos (desarrollo de fraccionamientos) que promueven este proceso en la periferia del municipio.

Con respecto a la cartografía se adquirieron ortofotomapas del Instituto de Información e Investigación Geográfica, Estadística y Catastral del Estado de México (IIIGCEM) a una escala 1:20.000 de marzo de 1984 y se utilizaron las imágenes de satélite del Basemap de ArcGIS, de fecha marzo de 2017. Como material de apoyo se empleó la Síntesis de Información Geográfica del Estado de México del INEGI (2001).

Procesamiento de información

La clasificación utilizada consistió de siete categorías o clases de uso de suelo y vegetación, a saber: (a) Cuerpos de agua (corrientes superficiales de agua, ciénegas, presas, lagos, principalmente), (b) Agricultura, (c) Minería (minas de arena, tepojal), (d) Erosión de suelos (hídrica), (e) Bosque, y (f) Superficie artificial (se incluye a las zonas urbanas: tejido urbano continuo y discontinuo. Zonas comerciales e industriales. Vías de comunicación. Áreas verdes urbanas, instalaciones deportivas y recreativas).

Para el análisis de los ortofotomapas se hizo una fotointerpretación visual, al igual que de las imágenes de satélite del Basemap. Este análisis se basó en los elementos de fotointerpretación reportados por Jensen (2014) y Jensen (2015), a saber: ubicación, tono (escala de grises), forma, textura, patrón, sombra, altura (elevación y profundidad), aspecto y asociación. La interpretación visual en pantalla se realizó a través del Sistema de Información Geográfica ArcGIS.

El trabajo de campo consistió en recorridos a fin de revisar diversos usos y coberturas del suelo, además de sus linderos delimitados en la fotointerpretación, principalmente donde existía duda o no estaban bien definidos. Esto con la finalidad de garantizar un estudio con resultados mínimos de errores. Para el levantamiento y la creación de rutas, transectos y levantamientos de puntos en el campo se auxilió del Sistema de Posicionamiento Global (GPS).

Fotointerpretación final. Una vez que se llevó a cabo la verificación en campo se procedió a una segunda interpretación de las ortofotomapas y de las imágenes del Basemap, con la finalidad de corregir las líneas de contacto entre los diferentes usos del suelo. Por ello fueron de gran importancia los datos obtenidos con el GPS. Corregidos los mapas de dos fechas distintas (1984 y 2017), se confeccionaron los planos de cobertura y uso de suelo en ArcGIS, para enseguida cuantificar la superficie de cada una de las clases identificadas en el oriente de la Zona Metropolitana de Toluca.

Resultados y discusión

En este apartado se reportan dos grandes temas de estudio, el correspondiente a la expansión urbana por cuestiones demográficas y la dinámica de uso y cobertura del suelo del oriente de la Zona Metropolitana de Toluca (ZMT).

Localización de la zona de estudio

El área de estudio es el oriente de la Zona Metropolitana de Toluca que está integrada por los municipios de Lerma, Metepec, Ocoyoacac y San Mateo Atenco, como se observa en la figura 1. Y como se observa en la tabla I, los municipios de Lerma y Ocoyoacac son los de mayor extensión territorial con el 81 % del total, en contraparte se encuentra San Mateo Atenco con solo el 4 %. La superficie del oriente de la ZMT es de 45.561,03 hectáreas.

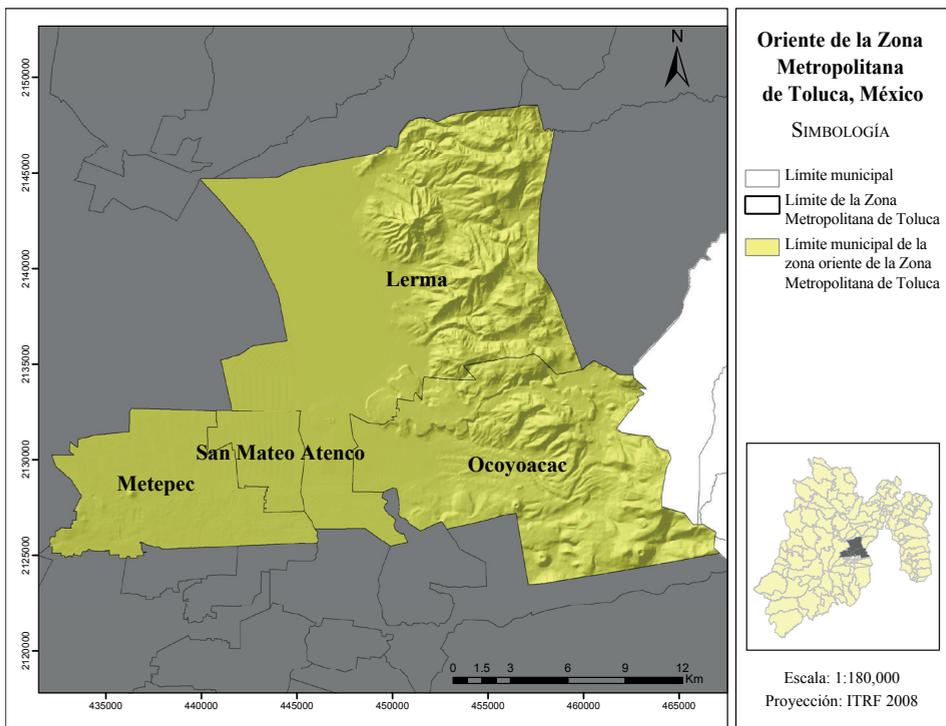


Figura 1. Localización de la Zona Metropolitana de Toluca. Fuente: elaborado por Martínez et al. (2020) conforme al Marco Geoestadístico del INEGI.

Nombre	Superficie (ha)	Porcentaje
Lerma	23.002,3	50,49
Metepec	6.749,9	14,82
Ocoyoacac	13.920,73	30,55
San Mateo Atenco	1.8881,1	4,14
Oriente de la ZMT	45.561,03	100,00

Tabla I. Superficie de los municipios de la Zona Metropolitana de Toluca. Fuente: Elaborado por Martínez et al. (2020) a partir de los censos y conteos de población y vivienda del Instituto Nacional de Estadística e Informática por municipio, disponibles en www.inegi.gob.mx

Expansión urbana de la zona de estudio

Para realizar el análisis de cambios de uso de suelo y expansión urbana a través de la dinámica demográfica de la zona de estudio se emplearon las variables de población total, tasa de crecimiento, densidad de población, población urbana y rural, todas ellas en el período de 1980 a 2015.

Población total. La población del oriente de la Zona Metropolitana de Toluca se ha incrementado de manera significativa durante el período 1980-2015, como se reporta en la tabla II. Cabe señalar que la expansión urbana por lo general se asocia con aumento demográfico, como lo apunta López Vázquez y Plata Rocha (2009) y Molina, Martínez, Marquina y Amaya (2013), por lo que el primer aspecto a analizar fue la población total y de acuerdo con la tabla II, se puede observar que el crecimiento poblacional a nivel país en el período de 1980 a 2015 se incrementó de 66.846.833 a 119.491.642 personas, lo que se traduce en 52.644.809 nuevos mexicanos. En 1980 el estado de México contaba con 7.564.335 pobladores y para 2015 asciende a 16.187.608 representando un incremento de 8.623.273 habitantes. La parte oriente de la Zona Metropolitana de Toluca en 1980 tenía 207.920 pobladores y para el 2015 hay 516.182 moradores, lo que equivale a 308.262 nuevos individuos (Figura 2).

A nivel municipio, la parte oriente de la ZMT en 1980 contaba con una población total de 207.920 pobladores y el municipio con mayor número de personas era Metepec con 39,93 % del total, mientras que San Mateo Atenco presentaba la condición contraria con apenas 16,22 % (Tabla II). En los años ochenta la política demográfica de México consistía en tener tasas reproductivas y migratorias congruentes con el nuevo modelo de desarrollo económico del país (políticas de ajuste estructural), por lo que los objetivos de crecimiento demográfico se diseñaron en un contexto acorde con la programación de salud, educación, vivienda, empleo, asentamientos humanos y las metas de producción sectorial (reducción del gasto social).

Municipio	1980	%	1990	%	1995	%	2000	%	2005	%	2010	%	2015	%
Lerma	57,219	27,52	66,912	23,35	81,192	22,74	99,870	24,74	105,578	24,4	134,799	27,9	146,654	28,41
Metepec	83,030	39,93	140,268	48,96	178,096	49,88	194,463	48,18	206,005	47,6	214,162	44,3	227,827	44,14
Ocoyoacac	33,952	16,33	37,395	13,05	43,670	12,23	49,643	12,30	54,224	12,5	61,805	12,8	66,190	12,82
San Mateo Atenco	33,719	16,22	41,926	14,63	54,089	15,15	59,647	14,78	66,740	15,4	72,579	15,0	75,511	14,63
Oriente ZMT	207,920	100,00	286,501	100,00	357,047	100,00	403,623	100,00	432,547	100,00	483,345	100,00	516,182	100,00
Estado de México	7.564.335		9.815.795		11.707.964		13.096.686		14.007.495		15.175.862		16.187.608	
País	66.846.833		81.249.645		91.158.290		97.483.412		103.263.338		112.336.538		119.491.642	

Tabla II. Crecimiento poblacional en México, Estado de México y en los municipios del Oriente de la ZMT, 1980-2015.

Fuente: elaborado por Martínez et al. (2020) sobre la base de Censos y conteos de población y vivienda del Instituto Nacional de Estadística e Informática por Municipio (www.inegi.gob.mx).

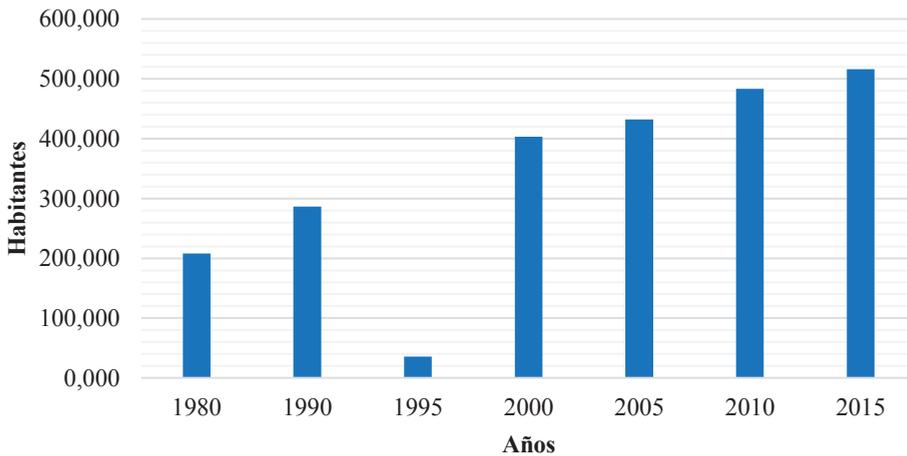


Figura 2. Población total del oriente de la ZMT en el período de 1980-2015.

Fuente: Elaborado por Martínez et al. (2020)

Para 1990, la zona de estudio, alcanzó los 286.501 residentes y el municipio más poblado fue nuevamente Metepec con 48,96 % de personas (140. 268) y en contraparte Ocoyoacac solo tenía 13,05 % de habitantes (Figura 2). Durante esta década en la política de población se pueden observar claramente los efectos de la redistribución territorial de la población de México; ahora la dinámica del mayor crecimiento se dio en ciudades medias, mismas que crecen más en número y tamaño ante la pérdida de la hegemonía de las metrópolis.

En 1995, acorde con la tabla II, en el Censo del INEGI de ese año, en el país había cerca de 91 millones de habitantes, en la ZMT 11,7 millones y en la parte oriente 357.047 personas. Metepec tenía 49,88 % y Ocoyoacac 12,23 % de individuos.

En el 2000, el Censo de Población y Vivienda del INEGI reporta para México aproximadamente 97,5 millones de moradores, el estado de México casi 13,1 millones y la zona de estudio 403.623 habitantes, de los cuales 194.463 vivían en Metepec (48,18 %) y 49.643 (12,3 %) en el municipio de Ocoyoacac (Tabla II).

El Censo del INEGI del 2005 (Tabla II), señala que México tenía 103.263.538 moradores, el estado de México 14 millones de habitantes y la parte oriente de la ZMT 432.547 ciudadanos. En Metepec había 206.005 personas, esto es 47,6 % y Ocoyoacac 54.224 residentes (12,5 %).

Para el 2010 el país alcanzó los 112.336.538 mexicanos, mientras que el estado de México 15.175.862 habitantes y la zona de estudio 483.345 pobladores, durante este año Metepec concentra el mayor número de personas con 44,3 % por el contrario 12,8 % de la población se encuentra en Ocoyoacac (Tabla II). En cuanto a la

política de población de México el Plan Nacional de Población 2008-2012, reporta que la transición demográfica representa un proceso de cambio social relevante de desarrollo del país, y que este fenómeno requiere de una ampliación de oportunidades y capacidades de las personas para ejercer con libertad, información y responsabilidad derechos humanos básicos como el derecho a decidir cuándo y cuántos hijos tener, así como el derecho a la salud, que garantiza la prolongación de la sobrevivencia (Diario Oficial de la Federación [DOF], 2008).

No obstante, esta política tuvo como característica fundamental incentivar el aumento poblacional en este período (2008-2012), lo cual a largo plazo resulta contraproducente, debido al crecimiento de la población de edad joven. Se requieren de instrumentos que ayuden a dar respuesta a las demandas de la misma en cuanto a satisfacción de necesidades básicas primordialmente.

Población total 2015. En el 2015 el país alcanzó los 119.491.642 mexicanos, el estado de México 16.187.608 personas y la zona de estudio 516.182 habitantes, en la cual Metepec concentra la mayor población con el 44,14 % y por lo contrario Ocoyoacac reúne el 12,82 % (Tabla II).

Tasa de crecimiento de población. La tasa de crecimiento medio anual en el país pasó de 2,0 entre 1980 y 1990 a 1,8 % en la década de 1990-2000; de 2000 a 2010 disminuye hasta llegar a 1,4 y de 2000 al 2015 baja a 1,2 %. A nivel estatal va de 2,6 en el período de 1980-1990 y de 1990-2000 aumenta hasta 2,9 % y decrece de 2000-2010 a 1,5 % y en el último período llega a 1,3 %, lo que es una disminución importante. Con lo que respecta a la tasa de crecimiento de la parte oriente de la ZMT en el período de 1980-1990 era de 3,3 % y aumenta a 3,5 % en el siguiente decenio y para el 2000-2010 desciende a 1,8 % y de 2010-2015 a 1,3 % (Tabla III).

La tabla III muestra que en el período de 1980-1990, el municipio que destaca es Metepec con el 5,4 %, le sigue San Mateo Atenco con 2,2 % y en contraparte Ocoyoacac presenta la tasa más baja con 1 %. En el período de 1990-2000, las tasas crecen inexplicablemente siendo Lerma seguida de San Mateo Atenco las de mayor tasa con 4,1 y 3,6 %, respectivamente.

En el período 2000-2010, sobresalen los municipios de Lerma y Ocoyoacac con tasas de 3,0 % y 2,2 %, en contraparte está Metepec con apenas 1,0 %. Entre 2010-2015, el municipio de Metepec contaba con una tasa de crecimiento de 1,2 %, seguido de Ocoyoacac con 1,4 %, cabe señalar que estos dos municipios tienen tasas de crecimiento muy similares a la nacional y estatal. Lerma presenta la tasa más alta y San Mateo Atenco la más baja (Tabla III).

Municipio	1980-1990	1990-2000	2000-2010	2010-2015
Lerma	1,6	4,1	3,0	1,7
Metepiec	5,4	3,3	1,0	1,2
Ocoyoacac	1,0	2,9	2,2	1,4
San Mateo Atenco	2,2	3,6	2,0	0,8
Oriente ZMT	3,3	3,5	1,8	1,3
Estado de México	2,6	2,9	1,5	1,3
País	2,0	1,8	1,4	1,2

Tabla III. Tasa de crecimiento media anual de la zona de estudio. Fuente: elaboración propia a partir de los censos y conteos de población y vivienda del Instituto Nacional de Estadística e Informática por municipio, disponibles en www.inegi.gob.mx

Densidad de población. Esta se calculó con los datos censales del INEGI (1980-2015), y se midió con base en la relación entre el número de personas y la superficie, en este caso del municipio. Esto es, se obtiene dividiendo el número de personas que viven en el municipio entre el número de kilómetros cuadrados que mide ese territorio.

De acuerdo con los datos obtenidos que se incluyen en la tabla IV, se reporta la densidad de población y a nivel estatal en 1980 era de 340,3 hab/km² y para el 2015 llega hasta 728,3 hab/km². En el oriente de la Zona Metropolitana de Toluca era de 458,1 hab/km² y para el 2015 alcanza los 1137,3 hab/km².

Municipio	1980	1990	1995	2000	2005	2010	2015
	(hab/km ²)						
Lerma	249,3	291,5	353,8	435,1	460,0	587,3	639,0
Metepiec	1.239,2	2.093,5	2.658,1	2.902,4	3.074,7	3.196,4	3.400,4
Ocoyoacac	245,0	269,9	315,2	358,3	391,3	446,1	477,7
San Mateo Atenco	1.794,4	2.231,1	2.878,4	3.174,1	3.551,6	3.862,3	4.018,3
Oriente ZMT	458,1	631,2	786,7	889,3	953,0	1.064,9	1.137,3
Estado de México	340,3	441,6	526,8	589,2	630,2	682,8	728,3
País	34,2	41,5	46,6	49,8	52,8	57,4	61,1

Tabla IV. Densidad de población del oriente de la ZMT. Fuente: Elaborado por Martínez et al. (2020) a partir de los censos y conteos de población y vivienda del Instituto Nacional de Estadística e Informática por municipio, disponibles en www.inegi.gob.mx

Según el censo de 1980, los municipios con densidades mayores son Metepec y San Mateo Atenco con 1.239,2 y 1.794,4 hab/km², respectivamente, mientras que los municipios con la menor densidad de población son Lerma con 249,3 hab/km² y Ocoyoacac con 245,0 hab/km². Para 1990 el censo indica que los municipios de San Mateo Atenco y Metepec son los que presentan mayor densidad con 2.093,5 y 2.231,1 hab/km², Lerma y Ocoyoacac siguen siendo los municipios con menor densidad. El conteo de 1995 reporta que San Mateo Atenco y Metepec tienen la mayor densidad de población con 2.878,4 y 2.658,1 hab/km² y Ocoyoacac la menor densidad.

En el 2000 de nuevo los municipios de San Mateo Atenco y Metepec se caracterizan por tener la mayor densidad de población con 3.174,1 y 2.902,4 hab/km², respectivamente, mientras que nuevamente Lerma y Ocoyoacac tienen la menor densidad. Esta misma tendencia mantiene San Mateo Atenco y Metepec en 2005, aunque Lerma ocupa el tercer lugar y Ocoyoacac el último.

El censo del 2010 reporta que predominan en densidad de población los municipios de San Mateo Atenco y Metepec con 3.862,3 y 3.196,4 hab/km², Lerma y Ocoyoacac se destacan por tener la menor cantidad de densidad de población.

Finalmente, para el conteo de 2015 el municipio con mayor densidad de población es San Mateo Atenco obteniendo el primer lugar con 4.018,3 hab/km², seguido por Metepec con 3.400,4 hab/km² y en tercer lugar Lerma con 639,0 hab/km²; por contrapartida, Ocoyoacac posee la menor densidad.

A manera de resumen se observa en este período de 1980 al 2015 que el municipio de San Mateo Atenco es el que presenta la mayor densidad de población y Ocoyoacac el municipio de menor densidad de población (Tabla IV).

Población urbana y rural. El número de habitantes con que cuenta un asentamiento humano determina si es éste es rural o urbano. En este estudio se reporta la población urbana y rural en el período de 1980-2010 y no hasta el 2015 debido a que los datos del INEGI aún no están disponibles.

Población urbana. En los tres niveles de análisis, nacional, estatal y regional se puede observar, el aumento de la población urbana en el período de 1990 al 2010 (Tabla V y Figura 3).

A nivel municipal en 1990 el municipio que sobresale por su población urbana es Metepec con porcentaje del 55,4 %, enseguida sigue Lerma (16,1 %) y el tercer lugar lo ocupa San Mateo Atenco (15,0 %). Para 1995, 2000, 2005 y 2010 casi sigue la misma tendencia y en contraparte el municipio de Ocoyoacac es el que presenta el menor porcentaje de población urbana en la parte oriente de la ZMT.

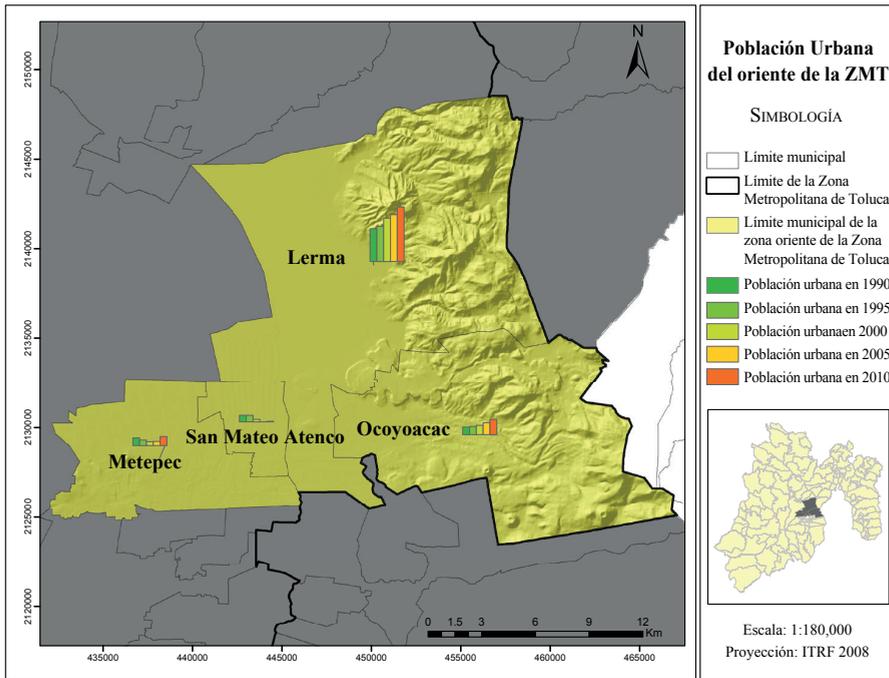


Figura 3. Población urbana del oriente de la Zona Metropolitana de Toluca. Fuente: elaborado por Martínez et al. (2020) conforme al Marco Geoestadístico del INEGI.

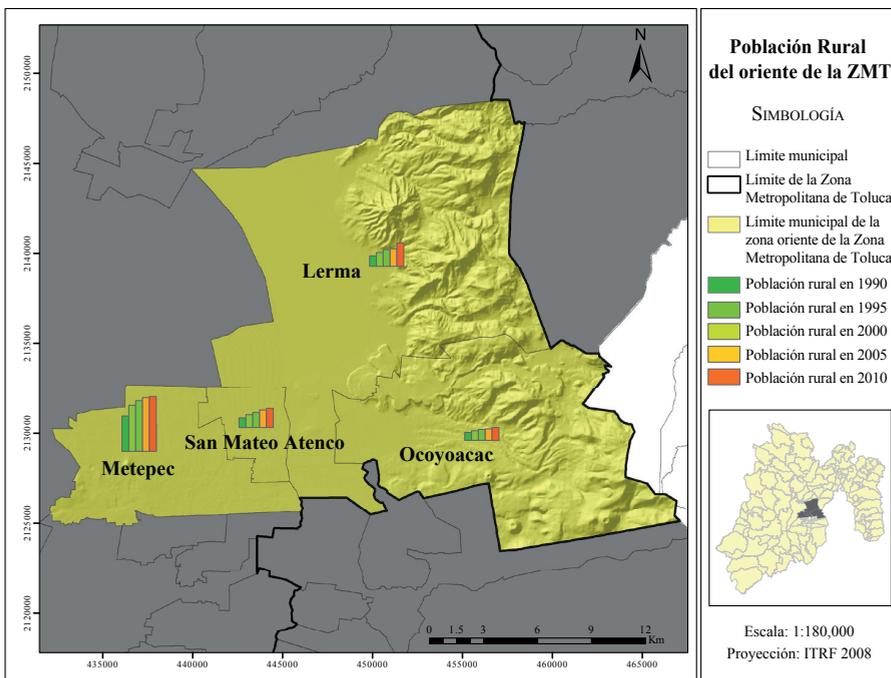


Figura 4. Población rural del oriente de la Zona Metropolitana de Toluca. Fuente: elaborado por Martínez et al. (2020) conforme al Marco Geoestadístico del INEGI.

Municipio	1990	%	1995	%	2000	%	2005	%	2010	%
Lerma	38,774	16,1	50,975	16,4	62,584	17,6	65,335	17,2	87,845	21,1
Metepéc	133,676	55,4	173,395	55,7	191,181	53,9	202,479	53,3	206,315	49,5
Ocoyoacac	30,640	12,7	36,579	11,8	41,448	11,7	43,674	11,5	48,605	11,7
San Mateo Atenco	36,227	15,0	48,306	15,5	57,440	16,2	66,596	17,5	72,090	17,3
Oriente ZMT	241,307	100,0	311,250	100,0	354,653	100,0	380,089	100,0	416,865	100,0
Estado de México	8.285.207		10.011.803		11.304.410		12.200.214		13.202.345	
País	57.957.190		66.905.111		72.759.771		78.986.852		86.287.410	

Tabla V. Población urbana del oriente de la Zona Metropolitana de Toluca. Fuente: elaborado por Martínez et al. (2020) a partir de los censos y conteos de población y vivienda del Instituto Nacional de Estadística e Informática por municipio, disponibles en www.inegi.gob.mx

Población rural. Este tipo de población a nivel, nacional, estatal y regional se incrementa de manera general, en el período de 1990 al 2010 (Tabla VI).

A nivel municipal, en 1990, Lerma destaca por su población rural con 59,6 %, los demás municipios tienen entre 12 y 14 % de su población en esta categoría. Para 1995, 2000, 2005 y 2010 el municipio de Lerma se mantiene con el mayor porcentaje de este tipo de población, lo mismo sucede con Ocoyoacac que ocupa el segundo lugar (Tabla VI y Figura 4). En los municipios restantes, en el período de 1995-2010, su población rural va disminuyendo.

A manera de conclusión se tiene que las áreas urbanas son sistemas complejos y dinámicos que se reproducen y son producidos por procesos socioeconómicos, geopolíticos, ambientales y ecológicos interactuando en múltiples escalas (Boone y Fragkias, 2013), que es el caso de la zona de estudio.

El oriente de la Zona Metropolitana de Toluca se ha convertido en el escenario de importantes transformaciones territoriales y sociodemográficas, entre otras, y se manifiestan en nuevas formas de ocupación del territorio rural. En este proceso de expansión de la metrópoli la función residencial ha sido el principal motor de cambio, y como lo apunta Aranda Sánchez (2000), las viviendas en espacios cerrados, individuales o agrupadas en condominio, como las de espacios abiertos y de carácter social impulsadas por el Estado, son las que han contribuido a dibujar la forma de los asentamientos humanos del oriente de la ZMT.

Por su parte, Martínez (2008) reporta que en el proceso de metropolización al que ha sido sometido el territorio de los municipios que conforman la ZMT, se observan diferentes etapas: 1) las actividades económicas, la vivienda, el equipamiento y los servicios, y la población se concentran físicamente en el centro de la ciudad; 2) expansión física de la ciudad debido a que amplía su radio de influencia, razón por la cual se genera la periferia y aparecen nuevos centros de trabajo y de concentración de servicios dentro del área urbana.

Además, Martínez (2008), Aguilar y Escamilla (2009) señalan que la mayor presión que ha ejercido el proceso de crecimiento de las ciudades en las ZMT se ha presentado en la periferia inmediata y no hacia su interior, ya que esto también es reflejo de los mayores costos de suelo en sus áreas internas con respecto al espacio que la circunda.

Dinámica de cobertura y uso de suelo

Los resultados obtenidos del uso de suelo y cobertura vegetal, que se reportan en la tabla VII y figura 5, se puede observar que en 1984 el uso de suelo que predominaba en el oriente de la ZMT era el agrícola con 26.686,6 ha, lo que equivale al 58,5 % del área total. En segundo lugar, era el bosque con 13.469,04 ha, lo que

Municipio	1990	%	1995	%	2000	%	2005	%	2010	%
Lerma	28,138	59,6	30,211	63,3	37,286	73,2	40,243	73,9	46,954	68,6
Metepec	6,592	14,0	4,682	9,8	3,282	6,4	3,526	6,5	7,847	11,5
Ocoyoacac	6,755	14,3	7,082	14,8	8,195	16,1	10,550	19,4	13,200	19,3
San Mateo Atenco	5,699	12,1	5,783	12,1	2,207	4,3	144	0,3	489	0,7
Oriente ZMT	47,184	100,0	47,758	100,0	50,970	100,0	54,463	100,0	68,490	100,0
Estado de México	1.530.588		1.684.365		1.792.276		1.807.281		1.973.517	
País	23.289.474		23.164.924		24.723.641		24.274.680		26.049.128	

Tabla VI. Población rural de la Zona Metropolitana de Toluca. Fuente: elaborado por Martínez et al. (2020) a partir de los censos y conteos de población y vivienda del Instituto Nacional de Estadística e Informática por municipio, disponibles en www.inegi.gob.mx

representaba casi el 30 %, seguido de la superficie artificial con 3.918,0 ha, esto es 8,59 %, cuerpos de agua con 1.425,4 ha, que es igual a 3,13 %, minería con 70,88 ha (0,16 %) y erosión de suelos con 20,92 (0,05 %).

Uso de suelo y vegetación	Superficie (ha)	Porcentaje
Agricultura	26.686,6	58,54
Bosque	13.469,04	29,54
Cuerpos de agua	1.425,4	3,13
Erosión	20,92	0,05
Minería	70,88	0,16
Superficie artificial	3.918,00	8,59
Total	45.590,84	100,00

Tabla VII. Uso de suelo y vegetación de 1984, de la Zona Metropolitana de Toluca. Fuente: elaborado por Martínez et al. (2020) a partir de los censos y conteos de población y vivienda del Instituto Nacional de Estadística e Informática por municipio, disponibles en www.inegi.gob.mx

Es de notar que los bosques se localizan principalmente en el oriente de la zona de estudio, en terrenos con fuertes pendientes topográficas, y es aquí donde se encuentran tanto el Parque Nacional “Insurgente Miguel Hidalgo y Costilla” como el Parque “Otomí-Mexica”. Con lo que respecta a la agricultura se disemina por toda el área de estudio, aunque se concentra en el poniente y en la parte centro. Igualmente, en el centro se ubican importantes cuerpos de agua como son las famosas Ciénegas de Lerma. Y la superficie artificial, que corresponde al área urbana, se localiza sobre todo en el centro y oriente.

En cuanto al año 2017, los resultados del uso de suelo y cobertura vegetal se presentan en la tabla VIII y figura 6, donde reporta que el uso de suelo que sobresale continúa siendo el agrícola con 17.147,76 ha (37,61 %), le sigue la cobertura boscosa con 14.129,68 ha (30,99 %), enseguida la superficie artificial con 13.158,3 ha (28,86 %), después los cuerpos de agua con 972,52 ha (2,13 %), la minería con 128,08 ha (0,28 %) y la erosión con 54,48 ha (0,12 %).

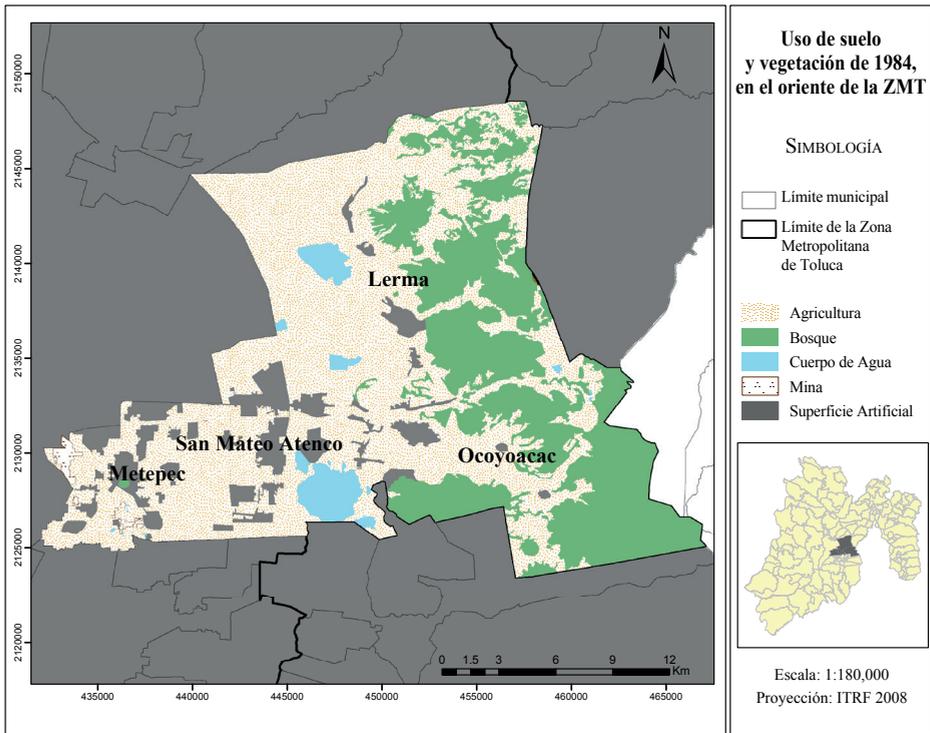


Figura 5. Uso de suelo y vegetación de 1984, en el oriente de la Zona Metropolitana de Toluca. Fuente: elaborado por Martínez et al. (2020) conforme al Marco Geoestadístico del INEGI.

Uso de suelo y vegetación	Superficie (ha)	Porcentaje
Agricultura	17.147,76	37,61
Bosque	14.129,68	30,99
Cuerpos de agua	972,52	2,13
Erosión	54,48	0,12
Minería	128,08	0,28
Superficie artificial	13.158,32	28,86
Total	45.590,84	100,00

Tabla VIII. Uso de suelo y vegetación de 2017, del oriente de la ZMT. Fuente: elaborado por Martínez et al. (2020) a partir de los censos y conteos de población y vivienda del Instituto Nacional de Estadística e Informática por municipio, disponibles en www.inegi.gob.mx

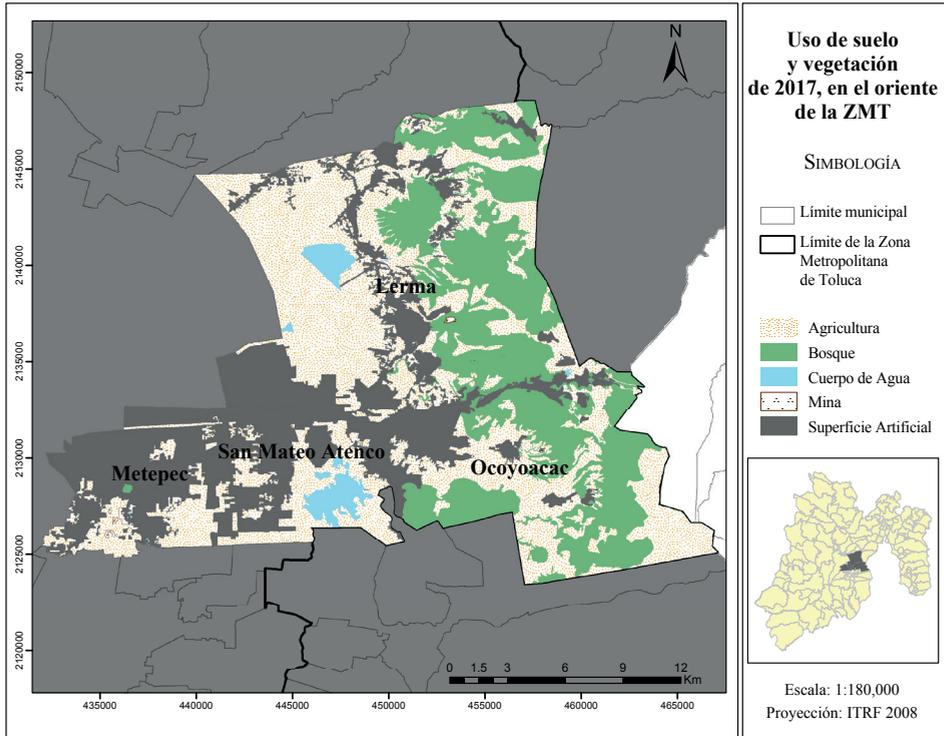


Figura 6. Uso de suelo y vegetación de 2017, en el oriente de la ZMT. Fuente: elaborado por Martínez et al. (2020) conforme al Marco Geoestadístico del INEGI.

A manera de resumen se tiene que en el período de 1984-2017, la agricultura disminuye en 9.538,84 ha lo que representa el 35,74 %, el bosque gana 660,64 esto es el 4,9 %, la erosión de suelos se incrementa 33,56 ha (160,42 %), la minería de igual forma llega a 54,48 ha lo que en términos porcentuales es de 80,69 %, los cuerpos de agua pierden 452,88 ha en este período. En contraste la superficie artificial se incrementa en 235,84 % (Tabla IX).

A nivel municipio se tiene que en Lerma el uso predominante en 1984 es el agrícola con 14.825,0 ha, enseguida se encuentra el bosque con 5.683,6 ha, seguido de los cuerpos de agua y superficie artificial con 1.339,7 y 1.176,4 ha, respectivamente. Para el 2017 la superficie agrícola pierde 4.215,48 ha (28,43 %), y los cuerpos de agua pierden 429,64 ha. Los usos ganadores son la superficie artificial con 3.595,88 ha, el bosque con 967,72 ha, la minería 47,96 ha y la erosión 33,56 ha (Tabla X).

Uso y vegetación	Oriente ZMT Superficie (ha)			Porcentaje	
	2017	1984	Diferencia (ha)	Incremento	Pérdida
Agricultura	17.147,76	26.686,60	-9.538,84		35,74
Bosque	14.129,68	13.469,04	660,64	4,90	
Cuerpo de agua	972,52	1.425,40	-452,88		31,77
Erosión	54,48	20,92	33,56	160,42	
Minería	128,08	70,88	57,2	80,69	
Superficie artificial	13.158,32	3.918,00	-9.240,32	235,84	
Total	45.590,84	45.590,84			

Tabla IX. Uso de suelo y vegetación del oriente de la Zona Metropolitana de Toluca. Fuente: elaborado por Martínez et al. (2020) a partir de los censos y conteos de población y vivienda del Instituto Nacional de Estadística e Informática por municipio, disponibles en www.inegi.gob.mx

Uso y vegetación	Oriente Lerma Superficie (ha)			Porcentaje	
	2017	1984	Diferencia (ha)	Incremento	Pérdida
Agricultura	10.609,52	14.825,00	-4.215,48		28,43
Bosque	6.651,32	5.683,60	967,72	17,03	
Cuerpos de agua	910,08	1.339,72	-429,64		32,07
Erosión	54,48	20,92	33,56	160,42	
Mina	56,68	8,72	47,96	550,00	
Superficie artificial	4.772,28	1.176,40	3.595,88	305,67	
Total	23.054,36	23.054,36			

Tabla X. Uso de suelo y vegetación del municipio de Lerma. Fuente: elaborado por Martínez et al. (2020) a partir de los censos y conteos de población y vivienda del Instituto Nacional de Estadística e Informática por municipio, disponibles en www.inegi.gob.mx

Cabe señalar que en este municipio se localizan las Áreas de Protección de Flora y Fauna conocidas como ciénegas de Lerma, en la parte sur y centro. En estas existe gran biodiversidad en flora y fauna, susceptible a desaparecer, debido a la alta contaminación orgánica e inorgánica. Algunas especies se extinguieron en las últimas tres décadas, como el pato mexicano (*Anas platyrhynchos diazi*) y la flor de acaxúchitl. Se pueden encontrar especies epidémicas, que son reconocidas por la Lista Roja de Animales Amenazados de la Unión Internacional para la Naturaleza (UICN), como es el caso de la gallineta amarilla (*Coturnicops noveboracensis goldmani*), o en peligro de extinción, como la salamandra o ajolote (*Ambystoma*

lermaense), el charal (*Chirostoma riojai*) y la papa de agua (*Sagittaria sagittifolia*) (Gobierno del Estado de México [GEM], 2010).

Por otra parte, a causa de la configuración topográfica del municipio, diversos asentamientos humanos se localizan al pie del sistema montañoso denominado Las Cruces (parteaguas entre el valle de Toluca con el de la Ciudad de México), por lo que un alto porcentaje de población se encuentra asentada en las zonas de peligros de remoción de masas, deslizamientos de tierras, etc.

El municipio de Lerma se encuentra integrado por medio de vías de comunicación que permiten la interconexión entre localidades, así como también con municipios y estados. Ello coadyuvó a un acelerado crecimiento poblacional que sufrió el municipio de Lerma en las últimas décadas, lo que dio origen al incremento de la superficie de uso habitacional, industrial, comercial y de servicios, principalmente (GEM, 2010).

En lo que respecta al municipio de Metepec, en 1984, contaba con 5.023,92 ha de agricultura, una superficie artificial de 1.621,96 ha y una pequeña parte de bosque de 24,12 ha. Para el 2017 el área agrícola era de 2.062,92 ha, pierde un 58,93 %, mientras que la superficie artificial gana un 181,48 %, la minería gana 9,24 ha y los cuerpos de agua 6,0 hectáreas (Tabla XI).

Uso y vegetación	Metepec Superficie (ha)			Porcentaje	
	2017	1984	Diferencia (ha)	Incremento	Pérdida
Agricultura	2.062,92	5.023,92	-2.961,00		58,93
Bosque	26,32	24,12	2,20	9,12	
Cuerpos de agua	6,64	0,64	6,00	937,5	
Mina	71,4	62,16	9,24	14,86	
Superficie artificial	4.565,52	1.621,96	2.943,56	181,48	
Total	6.732,8	6.732,8			

Tabla XI. Uso de suelo y vegetación del municipio de Metepec. Fuente: elaborado por Martínez et al. (2020) a partir de los censos y conteos de población y vivienda del Instituto Nacional de Estadística e Informática por municipio, disponibles en www.inegi.gob.mx

Se puede señalar que el crecimiento población acelerado que ha presentado en las últimas décadas este municipio, aunado a las actividades económicas, sobre todo terciarias, representa la causa principal por la que la agricultura ha sido reemplazada por el uso urbano. Lo anterior ha sido favorecido por el cambio a la Ley Agraria, que permite la “venta” de terrenos de propiedad ejidal.

De acuerdo al GEM (2018) la dinámica del municipio de Metepec al interior de la ZMT se da en función de la oferta de infraestructura, equipamiento, servicios,

comercios y empleos que este ofrece a la zona. Ello ha permitido la generación de una nueva centralidad, fortalecida por usos comerciales, de servicios, universidades, entre otros equipamientos regionales de gran importancia; así como por la consolidación de usos habitacionales, particularmente de vivienda media y residencial.

El municipio de Ocoyoacac, en 1984, la cobertura principal era el bosque con 7.761,32 ha, y el uso que le sigue es el agrícola con 5.529,08 ha, luego la superficie artificial alcanza apenas 539,72 ha. Para el 2017, la agricultura pierde el 28,09 % de su área, los cuerpos de agua el 34,38 % y los bosques el 3,98 %, mientras que la superficie artificial se incrementa un 350,71 % (Tabla XII).

Uso y vegetación	Oriente Ocoyoacac Superficie (ha)			Porcentaje	
	1984	2017	Diferencia	Incremento	Pérdida
Agricultura	3.975,44	5.529,08	-1.553,64		28,09
Bosque	7.452,04	7.761,32	-309,28		3,98
Cuerpo de agua	55,8	85,04	-29,24		34,38
Superficie artificial	2.431,68	539,52	1.892,16	350,71	
Total	13.914,96	13.914,96			

Tabla XII. Uso de suelo y vegetación del municipio de Ocoyoacac. Fuente: elaborado por Martínez et al. (2020) a partir de los censos y conteos de población y vivienda del Instituto Nacional de Estadística e Informática por municipio, disponibles en www.inegi.gob.mx

En este municipio se localiza el Parque Nacional “Insurgente Miguel Hidalgo y Costilla” y el Parque “Otomí-Mexica” bajo Protección Estatal. Estos fueron creados para su conservación, reforestación, control de corrientes pluviales, absorción de agua, prevención de inundaciones, erosión, mejoramiento, desarrollo de suelos, desarrollo de programas silvícola e infraestructura turística y restricciones a los asentamientos humanos, entre otros (GEM, 2004).

En Ocoyoacac se presenta la deforestación por tala clandestina, incendios forestales y cambios de uso de suelo, lo que ha traído como consecuencia la disminución de la superficie forestal, pérdida de suelo por erosión hídrica, disminución de tasas de infiltración, azolvamiento de cuerpos de agua, entre otros.

Finalmente, el municipio de San Mateo Atenco para 1984 solo contaba con dos usos que son la agricultura con 1.308,6 ha y la superficial artificial con 580,12 hectáreas. En el 2017 la agricultura tiene una pérdida 808,72 %, en contraparte la superficie artificial se incrementa en 791,0 hectáreas (Tabla XIII).

Uso y vegetación	San Mateo Superficie (ha)			Porcentaje	
	2017	1984	Diferencia	Incremento	Pérdida
Agricultura	499,88	1.308,6	808,72		61,80
Superficie artificial	1.388,84	580,12	791,00	136,35	
Total	1.888,72	1.888,72			

Tabla XIII. Uso de suelo y vegetación del municipio de San Mateo Atenco.

Fuente: elaborado por Martínez et al. (2020) a partir de los censos y conteos de población y vivienda del Instituto Nacional de Estadística e Informática por municipio, disponibles en www.inegi.gob.mx

Como se puede observar en la tabla XIII, la superficie de San Mateo Atenco se ha transformado en un urbano, ello debido principalmente a su integración a la Zona Metropolitana de Toluca. Además de su cercanía con Metepec y la zona industrial de los municipios de Toluca y Lerma, esto hace necesario realizar una planificación acorde a las nuevas necesidades en materia de vivienda y servicios que el municipio requerirá para su consolidación.

El GEM (2011) señala que el municipio se ubica en la parte más baja del valle de Toluca, debido a que se localiza a la ribera del Lerma. Esto genera cada temporada de lluvias problemas de inundaciones que afectan a un gran número de viviendas y actualmente existen obras de protección que disminuyen los efectos, tales como el desazolve y mantenimiento del río Lerma y el constante saneamiento de las zanjas de todo el municipio y la construcción de un cárcamo de bombeo de aguas residuales.

A manera de resumen se puede afirmar que con los datos obtenidos de los cambios de uso de suelo y vegetación se puede corroborar lo que afirman Martínez (2008) y Aguilar y Escamilla (2009), que señalan que es principalmente en los municipios periféricos donde se presenta un proceso de periurbanización. Y es precisamente en estas áreas donde se observa un crecimiento disperso y una gran cantidad de vacíos urbanos que como consecuencia subutilizan la infraestructura minimizando la eficiencia de esta y encareciendo la introducción y mantenimiento de los servicios públicos.

Conclusiones

Se puede afirmar que la parte oriente de la ZMT se caracteriza por estar integrada por municipios relativamente pequeños, tanto en extensión como en cuanto a la población. Cabe destacar que actualmente se están poblando de manera significativa, desempeñando un papel central en la dinámica socioeconómica. Ante este crecimiento también aumenta la competencia por la ocupación del territorio, entre los asentamientos humanos y las actividades agropecuarias.

Lo anterior se ve reflejado en el cambio de uso de suelo, ya que entre 1984 y 2017 la agricultura perdió 9.538.843 hectáreas, lo que representa el 35,74 % de suelos productivos, en contraparte, la superficie artificial se incrementó 235,84 %.

Los asentamientos en la zona de estudio se caracterizan por su dispersión, además existe escasa concentración de actividades económicas urbanas. Estas características son indicadores de que la región atraviesa procesos de periurbanización, lo que se traduce en una combinación entre factores y procesos urbanos y rurales. Dicho proceso caracteriza la situación del país, ya que en los últimos años (1980-2017) se han presentado transformaciones en su estructura demográfica y en su configuración territorial, marcando un período de transición de un territorio rural a urbano, con todas las consecuencias que este cambio implica.

En el caso de estudio, las condiciones geográficas, la tenencia de la tierra y su vecindad con el área conurbada de la ciudad de Toluca son factores que han propiciado que la parte oriente se esté incorporando a la dinámica de expansión urbana y crecimiento demográfico de la Zona Metropolitana de Toluca.

Un factor que influye en este proceso de periurbanización se debe a que no se respetan los instrumentos de ordenamiento territorial y ecológico contemplado en la Ley General de Asentamientos Humanos, Ordenamiento Territorial y Desarrollo Urbano (LGAHOTDS) y en la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección del Ambiente (LGEEPA). En este sentido, esta última legislación señala que los planes y programas de desarrollo urbano deberán considerar los ordenamientos ecológicos y los criterios generales de regulación ecológica de los asentamientos humanos establecidos su artículo 23 y en las normas oficiales mexicanas en materia ecológica.

La LGAHOTDS, en su artículo 55, indica que las áreas consideradas como no urbanizables en los planes o programas de desarrollo urbano y ordenamiento territorial, de conurbaciones o de zonas metropolitanas, solo podrán utilizarse de acuerdo con su capacidad agropecuaria, forestal o ambiental, en los términos que determinan esta ley y otras leyes aplicables. Añade que las tierras agrícolas, pecuarias y forestales, las zonas de patrimonio natural y cultural, así como las destinadas a la preservación ecológica, deberán utilizarse en dichas actividades o fines de acuerdo con la legislación en la materia.

Finalmente, se concluye que el propósito del presente trabajo de investigación se cumplió satisfactoriamente, ya que fue factible evaluar el crecimiento urbano y el cambio de uso de suelo en el oriente de la Zona Metropolitana de Toluca.

Referencias bibliográficas

Aguilar, A. & Escamilla, I. (2009). *Periferia urbana deterioro ambiental y reestructuración metropolitana*. México, D.F.: Editorial Miguel Ángel Porrúa-UNAM.

Aranda Sánchez, J. M. (2000). *Conformación de la Zona Metropolitana de Toluca, 1960 1990*. Toluca: Editorial Universidad Autónoma del Estado de México.

Arteaga, N. & Alfaro, C. (2001). *Disparidades regionales en la zona metropolitana de Toluca*. Toluca: Editorial Universidad Autónoma del Estado de México.

Boone, Ch. & Fragkias, M. (2013). *Urbanization and Sustainability. Linking Urban Ecology, Environmental Justice and Global Environmental Change*. Nueva York: Springer.

Bruegmann, R. (2005). *Sprawl. A compact history*. Chicago: The University of Chicago Press.

Coraggio, J. L. (1994). Territorios en transición. Crítica a la planificación regional en América Latina. Toluca: Editorial Universidad Autónoma del Estado de México Diario Oficial de la Federación (DOF) (2008). *Programa Nacional de Población 2008-2012*. México, D.F.: Secretaría de Gobernación (SEGOB).

Diario Oficial de la Federación (DOF) (2019). *Ley General de Asentamientos Humanos, ordenamiento territorial y desarrollo urbano*. México, D.F.: Secretaría de Gobernación (SEGOB).

Diario Oficial de la Federación (DOF) (2018). *Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección del Ambiente*. México, D.F.: Secretaría de Gobernación (SEGOB).

Gobierno del Estado de México (GEM) (2004). *Plan municipal de desarrollo urbano de Ocoyoacac, Estado de México*. Toluca: Gobierno del Estado de México.

Gobierno del Estado de México (GEM). (2010). *Plan municipal de desarrollo urbano de Lerma, Estado de México*. Toluca: Gobierno del Estado de México.

Gobierno del Estado de México (GEM) (2011). *Plan municipal de desarrollo urbano de San Mateo, Estado de México*. Toluca: Gobierno del Estado de México.

Gobierno del Estado de México (GEM) (2018). *Plan municipal de desarrollo urbano de Metepec, Estado de México*. Toluca: Gobierno del Estado de México.

Hoyos Castillo, G. (2011). Región Toluca. Suburbanización polarizada. En Orozco, H. M., Hoyos, C. G., Sánchez, N. R., Adame, M. S. & Cadena, V. E. *Entorno regional de la ciudad de Toluca, Estado de México* (pp. 65-86). Toluca: Editorial Universidad Autónoma del Estado de México.

Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática, Estado de México (INEGI) (1990). *Resultados Definitivos Datos por Localidad XI Censo de Población y Vivienda 1990*. México, D.F.: INEGI.

Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática, Estado de México (INEGI) (1995). *Resultados Definitivos Datos por Localidad, Censo de Población y Vivienda 1995*. Aguascalientes: INEGI.

Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática, Estado de México (INEGI) (2000). *Resultados Definitivos Datos por Localidad, XII Censo de Población y Vivienda 2000*. Aguascalientes: INEGI.

Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI) (2005). *Guía para la interpretación de cartografía. Uso de suelo y vegetación*. Aguascalientes: INEGI.

Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI) (2010). *Síntesis de Información Geográfica del Estado de México*. Aguascalientes: INEGI.

Jensen, J. (2014). *Remote sensing of the environment. An Earth Resource Perspective*. Nueva York: Pearson.

Jensen, J. (2015). *Introductory digital image processing. A Remote Sensing Perspective*. Illinois: Pearson Education.

Lahoz Rodríguez, E. (2010). Reflexiones medioambientales de la expansión urbana. *Cuadernos Geográficos*, (46), 293-313. Recuperado de: <https://revista-seug.ugr.es/index.php/cuadgeo/article/view/641/728>

López Vázquez, V. H. & Plata Rocha, W. (2009). Análisis de los cambios de cobertura de suelo derivados de la expansión urbana de la Zona Metropolitana de la Ciudad de México, 1990-2000. *Investigaciones Geográficas*, 68, 85-101. Recuperado de: <http://www.scielo.org.mx/pdf/igeo/n68/n68a7.pdf>

Martínez, H. V. (2008). *La periferia y la transición de lo rural a urbano en la Zona Metropolitana de Toluca, estado de México (1990-2005)*. (Tesis de maestría inédita). Facultad Latinoamericana de Ciencias, sede México.

Molina, H. J., Martínez, O., Marquina, V., J. J. & Amaya, H., C. A. (2013). Áreas de expansión urbana en Tovar, estado Mérida-Venezuela. *Revista Geográfica Venezolana*, 54(2), 241-257.

Molina, M. (2014). Expansión urbana y cambio climático. *Ciencia*, 65(4), 12-26. Recuperado de: https://www.revistaciencia.amc.edu.mx/images/revista/65_4/PDF/ExpansionUrbana.pdf

Montoya, A. J. (1995). Políticas de planeación urbana en la delimitación de lo metropolitano. El caso de la Zona Metropolitana de Toluca. *Papeles de Población*, (8), 37-54.

Navarrete-Peñuela, M. (2017). Desarrollo urbano sustentable: el gran desafío para América Latina y los preparativos para hábitat III. *Revista Luna Azul*, (45), 123-149. DOI: 10.17151/luaz.2017.45.8

Negrete Salas, M. E. & Salazar Sánchez, H. (1986). Zonas metropolitanas en México, 1980. *Revista Estudios Demográficos y Urbanos*, 1(1).97-124. DOI: 10.24201/edu.v1i1.571

Paniagua-Mazorra, Á. (2013). Repensar el espacio (rural): entre la individualización y el campo global. *Economía, Sociedad y Territorio*, 8(41), 245-267.

Ross, B. (2014). *Dead end. Suburban sprawl and the rebirth of american urbanism*. Nueva York: Oxford University Press.

Schjetnan, M., Peniche, M. & Calvillo, J. (2004). *Principios de diseño urbano/ambiental*. México, D. F.: Árbol y Pax México Librería Carlos Cesarman, S.A.

Secretaría de Desarrollo Agrario, Territorial y Urbano (SEDATU) (2018). *Sistema Urbano Nacional 2018*. México, D.F.: SEDATU.

Secretaría de Desarrollo Social-Consejo Nacional de Población (SEDESOL-CONAPO) (2012). *Sistema Urbano Nacional 2012*. México, D.F.: SEDESOL-CONAPO.

SEMARNAP, Secretaría del Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca. (2000). *Ordenamiento Ecológico General del Territorio. Memoria Técnica 1995-2000*. México, D. F.: SEMARNAP.

Shlomo, A., Sheppard, S. & Civco, D. (2005). *The dynamics of global urban expansion*. Washington D.C.: The World Bank.

Sierra, J. (1994). *El desarrollo urbano de Metepec. En estado de México, perspectivas para la década de los 90*. Toluca: Editorial Colegio Mexiquense-Instituto Mexiquense de Cultura.

Sobrino, J. (2003). Zonas metropolitanas en México en 2000: conformación territorial y movilidad de la población ocupada. *Estudios Demográficos y Urbanos*, 18(3), 461-507. DOI: 10.24201/edu.v18i3.1156

UN-Hábitat. (2012). *The state of Latin American and Caribbean cities 2012. Towards a new urban transition*. Río de Janeiro: United Nations Human Settlements Programme (UN-Habitat).

Valencia, T. A., Adame, M. S. & Sánchez, N., R.M. (2017). Reflexión sobre enfoques metodológicos para la medición de la expansión urbana: el caso de la Zona Metropolitana de Toluca. En Carrasco Gallegos, B. V. (Ed.) *Megaproyectos urbanos y productivos*. Toluca: Editorial Universidad Autónoma del Estado de México.

Fecha de recepción: 1 de noviembre de 2019

Fecha de aceptación: 7 de marzo de 2020

© 2020 por los autores; licencia otorgada a la Revista Universitaria de Geografía. Este artículo es de acceso abierto y distribuido bajo los términos y condiciones de una licencia Atribución-NoComercial 2.5 Argentina de Creative Commons. Para ver una copia de esta licencia, visite http://creativecommons.org/licenses/by-nc/2.5/ar/deed.es_AR

