Tendencias territoriales determinantes del futuro de la Ciudad de México

CDMX
CIUDAD DE MÉXICO
CES CDMX
Consejo Económico y Social de la Ciudad de México
CONACYT
CentroGeo
Centro Público de Investigación CONACYT

Tendencias territoriales determinantes del futuro de la Ciudad de México
Primera edición, agosto de 2016

© Consejo Económico y Social de la Ciudad de México
Boulevard Adolfo López Mateos núm. 16, colonia San Ángel Inn
Delegación Álvaro Obregón, 01060, Ciudad de México
http://cescdmx.gob.mx/

Centro de Investigación en Geografía y Geomática Ing. Jorge L. Tamayo
Integrante de la Red de Centros de Investigación del Consejo Nacional
de Ciencia y Tecnología
Contoy núm. 137, colonia Lomas de Padierna
Delegación Tlalpan, 14240, Ciudad de México
http://www.centrogeo.org.mx/

ISBN: 978-607-97075-1-4

Tendencias territoriales determinantes del futuro de la Ciudad de México

Coordinación y producción editorial: Bertha Trejo Delarbre
Corrección y cuidado de la edición: Alfonso Cuevas Meza
Diseño gráfico editorial: Germán Montalvo, Zabdiel Pérez Florentino

Impreso en México

Tendencias territoriales determinantes del futuro de la **Ciudad de México**

Alejandro Mohar Ponce
Coordinador

CDMX CIUDAD DE MÉXICO
CES CD MX Consejo Económico y Social de la Ciudad de México
CONACYT
CENTROGEO Centro Público de Investigación CONACYT

C O N T E N I D O

9 Presentación
EDUARDO VEGA LÓPEZ

11 Prólogo
MIGUEL ÁNGEL MANCERA

15 Introducción
ALEJANDRO MOHAR PONCE

I

23 Funcionalidad territorial y delimitación de la Zona Metropolitana de la Ciudad de México desde la perspectiva de flujos laborales
CARLOS ANZALDO GÓMEZ

39 Modelo espacial y pronóstico de la expansión de la mancha urbana, 1995-2030
NIRANI CORONA ROMERO

85 Tendencias y prospectiva demográfica, 1990-2030
CARLOS ANZALDO GÓMEZ

117 De la casa al trabajo, evolución de la movilidad laboral
CAMILO CAUDILLO COS

153 Tendencias espacio-temporales en la segregación socioespacial
CAMILO CAUDILLO COS Y SOCORRO FLORES GUTIÉRREZ

II

179 Una mirada a la economía de la Ciudad de México
LORENA GALINDO ARIZPE Y ALEJANDRO BURGOS DZIB

203 Tendencias territoriales del empleo en la Ciudad de México
LORENA GALINDO ARIZPE Y ALEJANDRO BURGOS DZIB

247 Empleo y economía desde una perspectiva metropolitana
LORENA GALINDO ARIZPE, ALDO DANIEL JIMÉNEZ ORTEGA, TESALIA VALENCIA BELÉN Y ALEJANDRO BURGOS DZIB

III

291 Tendencia dominante en la funcionalidad del espacio urbano-rural en la Cuenca de México
ALDO DANIEL JIMÉNEZ ORTEGA Y JOSÉ MAURICIO GALEANA PIZAÑA

311 Imperativos para una ciudad sustentable: áreas arboladas y planeación territorial
JUAN MANUEL NÚÑEZ HERNÁNDEZ Y MARISOL ROMERO MAGALLÁN

341 El desbalance hídrico en la Cuenca de México y el cambio del microclima
SANDRA PAULINA BACA SERVÍN

358 Autores

361 Índice de cuadros, figuras y gráficas

PRESENTACIÓN

EDUARDO VEGA LÓPEZ

Presidente ejecutivo del Consejo Económico
y Social de la Ciudad de México

El Consejo Económico y Social de la Ciudad de México, comprometido con la promoción del desarrollo sostenible en esta ciudad y su zona metropolitana, ha impulsado la construcción y el análisis de información especializada en las materias económica y social con el propósito de que las políticas públicas de la Ciudad de México en las que participan los consejeros representantes estén sólidamente documentadas.

En colaboración con el Centro de Investigación en Geografía y Geomática Ing. Jorge L. Tamayo, perteneciente a la Red de Centros de Investigación del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología, el Consejo ha promovido la elaboración de este documento, *Tendencias territoriales determinantes del futuro de la Ciudad de México*. En este libro se estudian de forma pormenorizada y con expresiones territorializadas específicas las trayectorias que han marcado a la Ciudad de México y las tendencias que se configuran respecto a su demografía, movilidad, ordenamiento territorial, aspectos ambientales y algunos otros procesos y factores que incidirán de manera señalada en la planeación del futuro de la capital de la República, perfilando un enfoque territorial desde una perspectiva regional metropolitana.

Por mi intermedio, el pleno del Consejo Económico y Social de la Ciudad de México expresa su más amplio y agradecido reconocimiento al maestro Enrique Provencio Durazo, expresidente ejecutivo de este Consejo, quien fue actor clave para el impulso y la coordinación de esta obra durante su gestión al frente de este organismo.

PRÓLOGO.
¿HACIA DÓNDE VA LA CIUDAD DE MÉXICO?

MIGUEL ÁNGEL MANCERA

Jefe de Gobierno
de la Ciudad de México

Este documento, realizado por académicos del Centro de Investigación en Geografía y Geomática Ing. Jorge L. Tamayo (Centro Geo), está llamado a formar parte medular de las decisiones que tomará la Ciudad de México en los siguientes años, quizá en las siguientes décadas, y cuyas propuestas tendrán que dotar de contenido a la nueva Constitución.

El siguiente estudio, quizá uno de los pocos en su tipo, representa un ejercicio de prospectiva que permite mirar al futuro de la Ciudad de México dentro de un horizonte más amplio y comprehensivo.

La iniciativa para su elaboración fue lanzada hace casi un año por el doctor Enrique Provencio Durazo, expresidente del Consejo Económico y Social, con el objetivo de proporcionar al gobierno de la Ciudad un estudio estratégico que rija las políticas publicas presentes y de las próximas generaciones.

En este espacio me gustaría reconocer al doctor Provencio, cuya visión y trabajo no sólo han consolidado al propio Consejo como un instrumento útil para la sociedad, sino que ha propiciado discusiones de gran relevancia para la vida de los mexicanos, como el debate sobre el incremento al salario mínimo, el destino de los terrenos del actual Aeropuerto capitalino, el plan general de conectividad o encauzar la transformación energética que promueve la capital.

Lo que el Centro Geo nos presenta va más allá de cálculos o escenarios obvios en su predicción, representa la formulación del destino de nuestra ciudad respondiendo a tendencias reales, las cuales exigen grandes transformaciones en el gobierno, las políticas publicas y la economía de la metrópoli, incluso en la manera de entenderla.

La riqueza de los datos, la precisión de los métodos estadísticos geomáticos, la diversidad de temas y la forma en como nos muestran la interacción entre las fuerzas demográficas, sociales y económicas

de la Ciudad, son difíciles de sintetizar; sin embargo, destacaré los cinco puntos esenciales que, por su tamaño y relevancia, merecen ser enfatizados y discutidos en las distintas esferas de la vida pública del país.

1. La Ciudad y su Gobierno necesitan una agenda de desarrollo del territorio que traspase los actuales paradigmas del desarrollo urbano. Si algo demuestra el Centro Geo en este estudio es que la vida de la Ciudad de México se mueve y gira en torno a distintos polígonos con sistemas socioecológicos diferenciados, los cuales no necesariamente convergen con las demarcaciones administrativas ni con los limites de los antiguos pueblos. Es decir, la Ciudad es un agolpamiento de distintas semiciudades que interactúan pero que tienden a conformarse y a reproducirse desde su lógica interior. Esta distinción es clave para prever los posible escenarios futuros y los diferentes problemas de la megalópolis.
2. Las extensas áreas de conservación, donde se recargan los mantos acuíferos, se limpia el aire que respiramos e incluso sirven de prevención de inundaciones por la propia retención de la lluvia, corren un enorme peligro, no sólo por la expansión de los asentamientos humanos –como se ha creído hasta hoy–, sino la expansión y la extensión de la actividad agrícola. El tema invita a una discusión de gran trascendencia de la cual surja una clara política y la redefinición sobre la vocación de la Ciudad y aquellas actividades no esenciales.
3. En los últimos años se ha discutido ampliamente sobre movilidad y, en efecto, es un asunto central. Pero detrás de este concepto está la verdadera fuerza impulsora, la cual en ocasiones dejamos de lado: el empleo o, más propiamente, la búsqueda y el traslado hacia las actividades de subsistencia de los ciudadanos. Según el Centro Geo, el viaje al lugar de trabajo y la búsqueda de empleo explican como ningún otro elemento la dinámica de la movilidad de la Zona Metropolitana de la Ciudad de México y, por lo tanto, es el único factor que puede cambiar los patrones de movilidad de millones. La geografía del empleo explica la saturación y la enorme cantidad de traslados dentro y alrededor de la metrópoli, lo que nos permite concluir que para solucionar el problema de movilidad es necesario cambiar los patrones territoriales de empleo.
4. La megalópolis ha dejado de ser una aglomeración urbana compacta y se prevé que, de no tomarse las medidas adecuadas, la mancha urbana continuará expandiéndose de una forma más caótica, en una multiplicidad de poblaciones, archipiélagos separados. Nuestro futuro inercial no será una mancha continua, sino satélites poblacionales que van a acelerar el cambio climático y el estrés hídrico, y provocarán lo que el Centro Geo denomina nuevas “islas de calor”, a donde los servicios urbanos serán más difíciles de llevar y de planificar.
5. Finalmente, el avance del asfalto. El aire, las dinámicas poblacionales, la exigencia de servicios urbanos que construyen esas inmensas planchas grises, no sólo reflejan más calor, sino que influyen en la vida de la cuenca atmosférica. Con un crecimiento del asfalto, sin planificación ni cuidado, obstaculizamos la filtración natural del agua hacia el subsuelo. Por ello, estamos ante la puerta de un futuro incierto, con serios problemas de salud pública por las temperaturas inusuales, dinámicas menos sustentables y un sistema metropolitano desequilibrado.

Éste será el futuro si no sabemos corregir, si no iniciamos una discusión a la altura de nuestros problemas y diseñamos nuevas políticas de gran escala, sostenibles en el largo plazo.

La aportación del Consejo Económico y Social, el impulso de su expresidente Enrique Provencio y la elaboración del Centro Geo constituyen una base para imaginar otros modelos de desarrollo en la Ciudad de México y su zona metropolitana. Sin duda esta contribución será importante para la vida de los millones de “chilangos” que apostamos por una mejor Ciudad.

A los muchos interesados e involucrados en el destino de la Ciudad de México les invito a leer esta gran investigación indispensable para definir el rumbo de la capital.

INTRODUCCIÓN

ALEJANDRO MOHAR PONCE

Este libro es fruto de una motivación compartida entre el Consejo Económico y Social de la Ciudad de México y el Centro Geo –Centro público de investigación en Geografía y Geomática del Conacyt–, que se sintetiza en *obtener aportes que perfilen recomendaciones en materia de agenda de gobierno para la Ciudad de México, con un claro enfoque territorial y desde una perspectiva metropolitana.*

En esa dirección, esta obra aporta propuestas para dar cumplimiento a los compromisos vinculantes derivados tanto de la Convención Marco de Cambio Climático, como de la Agenda 2030 de la Organización de Naciones Unidas, conformada por los Objetivos de Desarrollo Sostenible. Entre estos últimos destaca el *Objetivo 11. Ciudades y comunidades sostenibles,* que apunta*:* "Lograr que las ciudades y los asentamientos humanos sean inclusivos, seguros, resilientes y sostenibles".[1] Las metas de este objetivo, de la mayor relevancia por su asociación con las dinámicas de la Ciudad de México, son, entre otras:

- De aquí a 2030, asegurar el acceso de todas las personas a viviendas y servicios básicos adecuados, seguros y asequibles y mejorar los barrios marginales.
- De aquí a 2030, proporcionar acceso a sistemas de transporte seguros, asequibles, accesibles y sostenibles para todos y mejorar la seguridad vial, en particular mediante la ampliación del transporte público.
- De aquí a 2030, aumentar la urbanización inclusiva y sostenible y la capacidad para la planificación y la gestión participativas, integradas y sostenibles de los asentamientos humanos.

[1] <http://www.un.org/sustainabledevelopment/es/objetivos-de-desarrollo-sostenible/>.

- Apoyar los vínculos económicos, sociales y ambientales positivos entre las zonas urbanas, periurbanas y rurales, mediante el fortalecimiento de la planificación del desarrollo nacional y regional.[2]

En ese sentido, este libro entraña un valor agregado que se expresa en cada uno de sus capítulos, los cuales tienen varias características en común:

- Para cada capítulo el conjunto de elementos conceptuales, enfoques territoriales y hallazgos significa un aporte a la evolución de la agenda de la Ciudad de México, sea para fines de reformulación, adecuado posicionamiento o mayor prioridad de sus principales temas.
- Cabe mencionar el creciente consenso que apunta a considerar que visión territorial propicia la concurrencia interdisciplinaria y potencia los diversos aportes. Al respecto, cada uno de los capítulos ayuda a dar una mayor visibilidad y alcance a la información y conocimiento ya generados y accesibles, cuya autoría corresponde a una gama de instancias académicas y de expertos.
- Los diferentes capítulos del libro se basan en gran medida en conocimiento existente y accesible para la identificación y valoración de dinámicas territoriales; generan, así, un círculo virtuoso propicio para inducir mejoras en el proceso de agenda de política pública.
- En las primeras dos secciones del libro, la *mirada territorial* es de alcance metropolitano, sus límites están determinados por la funcionalidad territorial; de modo específico, por la intensidad de los flujos laborales. De esta forma, el área de estudio también es un elemento común, lo cual permite complementar hallazgos y potenciar sus alcances desde una perspectiva de agenda pública.
- En la tercera sección se mantiene a la metrópoli como área de estudio; sin embargo, la *mirada territorial* se enfoca a brindar evidencia del creciente *estrés* en el que se encuentra la Cuenca del Valle de México desde una perspectiva conceptual de ecosistema urbano.
- Por último, pero de la mayor importancia, en todos los capítulos se pone énfasis particular en la identificación de dinámicas territoriales consideradas determinantes para el desarrollo de la Ciudad de México y su zona metropolitana. Desde luego, la funcionalidad territorial es sensible a las delimitaciones político-administrativas con los municipios metropolitanos, en algunos casos en forma negativa, como son las afectaciones a los flujos laborales en casi todas las rutas de transporte público.

Además de compartir esos elementos, cada capítulo cuenta con su propio basamento conceptual, sus métodos y técnicas, y en función de la información disponible incorpora aproximaciones a la expresión tendencial hacia el año 2030. Sin duda los diversos capítulos de este libro no conforman ejercicios

[2] <http://www.un.org/sustainabledevelopment/es/cities/>.

de escenarios completos, pero sí constituyen valiosos aportes sobre la pertinencia de que las dinámicas territoriales identificadas y valoradas –con sólida evidencia– como problemática de la agenda de gobierno de la Ciudad de México merezcan más atención y adquieran mucha mayor intensidad.

Por lo anterior, este texto introductorio no pretende exponer una síntesis conceptual y de los enfoques adoptados en los distintos apartados de este libro; tampoco se propone realizar una reseña de los hallazgos de investigación de los autores o su valoración. Lo relevante, pensamos, es dar cuenta de los referentes conceptuales que permitieron seleccionar los temas y organizar su ensamble en las tres grandes secciones en que se agrupan los capítulos de acuerdo con sus interacciones.

Todo esto a partir de la premisa que este libro aborda las dinámicas territoriales relevantes para el futuro de la Ciudad de México, y sin pretender la exhaustividad, señala en forma implícita o explícita algunas interacciones entre estas dinámicas que vale la pena tener en cuenta.

Profundizar y sistematizar en los temas será tarea de los lectores que consideren la adecuada selección y articulación de los aportes de este libro como un insumo para sus propias investigaciones y, en su caso, para sus tareas en el ámbito de la toma de decisiones públicas, en particular aquellas favorables a la evolución de la agenda de la Ciudad.

El principal referente conceptual para la organización del libro es la *cohesión territorial* en grandes conglomerados urbanos,[3] presente en las dos primeras secciones, y que las articula. Este referente tiene su evolución y concreción en el ámbito institucional de la Unión Europea, especialmente en su dimensión deliberativa sobre la definición y aplicación del concepto de *cohesión territorial* para fines de orientación y articulación de estrategias de desarrollo de zonas metropolitanas.[4]

La Unión Europea ha consensuado una definición conceptual de *cohesión territorial;*[5] sin embargo, para fines de estrategias y políticas despliega un concepto operativo en tres vertientes determinantes del ritmo de desarrollo económico y social de la región metropolitana:

- La concentración.
- La conexión.
- La cooperación.

[3] Cabe apuntar que el enfoque de *cohesión territorial* se desdobla en grandes vertientes en función de los principales rasgos socioterritoriales; en contraste con el de territorios metropolitanos está la vertiente orientada a territorios rurales marginados, que alimenta los planteamientos del Rimisp-Centro Latinoamericano para el Desarrollo Rural.

[4] De hecho, la UE lleva más de una década en un proceso de incorporación gradual de esta propuesta a su marco común de políticas públicas. Un primer acuerdo cristalizó en el 2008 con un planteamiento indicativo: Comisión de las Comunidades Europeas, *Libro Verde sobre la cohesión territorial. Convertir la diversidad territorial en un punto fuerte* (2008). Disponible en: <http://ec.europa.eu/regional_policy/archive/consultation/terco/paper_terco_es.pdf>.

[5] "La cohesión territorial podría definirse como un principio para las actuaciones públicas encaminadas al logro de objetivos como crear lazos de unión entre los miembros de una comunidad territorial (cohesión social) y favorecer su acceso equitativo a servicios y equipamientos (equidad/justicia espacial), configurar territorial común (identidad) partiendo del respeto a particularidades, articular y comunicar las distintas partes del territorio y romper las actuales tendencias hacia la polarización y desigualdad entre territorios, aprovechando las fortalezas y rasgos inherentes de cada uno de ellos. Se trata, además, de buscar la cohesión o coherencia interna del territorio, así como la mejor conectividad de dicho territorio con otros territorios vecinos".

Estas tres vertientes han sido referentes conceptuales para la selección de las dinámicas territoriales que se abordan en este libro, así como para su organización.

1. La *concentración* refiere a la superación de las diferencias en la densidad:

- La actividad económica se concentra más que la población. Hay ganancias derivadas de dicha concentración en relación con los rendimientos crecientes de aglomeración y de la agrupación de actividades particulares en lugares específicos, incluyendo la amplia disponibilidad de servicios.
- Al mismo tiempo, también hay *des-economías* de congestión y una serie de áreas urbanas deprimidas enfrentan graves problemas de deterioro urbano y exclusión social. Esto se refleja en crecientes zonas con bajos niveles promedio de PIB per cápita, en situación de economía informal con desempleo y subempleo, con bolsones de pobreza y de alta vulnerabilidad y malestar social.

Para la primera sección los temas transversales de expansión geográfica de la *mancha urbana* de la metrópoli, las dinámicas poblacionales y las tendencias en la movilidad por flujos laborales son las determinantes más importantes de los mencionados fenómenos de aglomeración, congestión y multiplicación de zonas deprimidas. Cabe destacar que la acelerada expansión geográfica ocurre principalmente bajo pautas de muy baja densidad poblacional y alta exclusión social.

La *concentración* es referente conceptual de la segunda sección, cuyo tema dominante –vertebral de todo el libro– es la *economía de la Ciudad*, que muestra a lo largo de la metrópoli una notable diferenciación territorial en su estructura sectorial. En este libro se presenta un ejercicio de regionalización a partir de esta diferenciación territorial, marcando cambios espacio-temporales.

2. La *conexión* se refiere a la superación de la distancia. Esto presupone: predominancia del transporte público; modernización del parque vehicular; buenas conexiones de transporte intermodal; sistemas avanzados de gestión de tráfico; acceso adecuado a los servicios de interés económico general, tales como la salud, la educación y la energía sostenible, y acceso a Internet de banda ancha, entre otros. Para el caso de la Ciudad de México y su zona metropolitana, esta amplia temática en materia de *conexión* tiene su problemática central en la movilidad por flujos laborales.

Por esto y por su relevancia económica y social, el *puente* entre las dos primeras secciones es la variable *empleo*, que ayuda a vislumbrar articulaciones entre los capítulos. Además, el empleo desempeña un papel vertebrador de la cuestión social: es base fundamental de la funcionalidad territorial de la metrópoli (flujos laborales) y uno de los elementos centrales de la diferenciación territorial de la economía.

3. La última vertiente del concepto de *cohesión territorial* es la *cooperación* y se refiere a la superación de la división. Los problemas de conectividad y la concentración sólo pueden abordarse eficazmente con una fuerte cooperación y participación en varios niveles de gobierno. Igualmente la requieren los problemas sociales y ambientales y sus derivaciones en exclusión social, vulnerabilidad y débil seguridad humana. Esta vertiente está presente –en forma implícita o explícita– en casi todos los capítulos del libro, y es tema central para la nueva Constitución de la Ciudad de México.

Además, como bien señala la experiencia europea,[6] es obligada una visión territorial para pensar escalas geográficas que involucren órdenes de gobierno con énfasis en la continuidad física para la conformación de agendas compartidas; en esta dirección existen valiosas experiencias e iniciativas de alianzas intermunicipales para atender problemáticas territoriales comunes.

Para la tercera sección del libro el referente conceptual es el enfoque de ecosistema urbano, que cuenta con el respaldo de varias iniciativas internacionales del mayor prestigio, como son Millennium Ecosystem Assessment[7] y Resilience Alliance.[8]

La mencionada expansión de la *mancha urbana* se extiende en forma acelerada hacia los remanentes de tierras agrícolas y zonas boscosas, y presenta la emergencia de *archipiélagos de urbanización* a lo largo del Valle de México; es decir, los procesos causales del crecimiento caótico e insustentable del conglomerado urbano se ubican en la interacción urbano-rural y, de modo más específico, entre mercados inmobiliarios con sistemas productivos no consolidados, y en la interacción con áreas de relevancia ambiental que presentan muy bajo nivel de gobernabilidad ambiental, lo que se expresa en deforestación y degradación de la cobertura de vegetación.

Los impactos de estos procesos causales derivan en fenómenos complementarios, como el cambio del microclima y el desbalance hídrico en la Cuenca del Valle de México; más aún, ambos fenómenos se catalizan con los impactos asociados a los escenarios de cambio climático. Lo anterior acelera afectaciones sociales e incrementa la vulnerabilidad de la Ciudad, y nos ubica en una trayectoria divergente del mencionado *Objetivo 11* de la Agenda 2030: “Lograr que las ciudades y los asentamientos humanos sean inclusivos, seguros, resilientes y sostenibles”.

La atención a este compromiso vinculante obliga a una mejora sustantiva de la agenda de la Ciudad: la incorporación de una estrategia de adaptación cuyo punto de partida sea el reconocimiento de que la Ciudad es una metrópoli que ha transformado a la Cuenca del Valle de México en un ecosistema urbano insustentable.

---

6 Para hacer frente a estos y otros problemas de manera eficaz se requiere una respuesta política a una escala geográfica variable, que exige frecuentemente la cooperación entre las autoridades locales vecinas. Las decisiones relativas a la escala de actuación para abordar temáticas territoriales no presentan un carácter meramente cuantitativo, sino que la escala elegida encierra notables implicaciones cualitativas; asimismo, desde el punto de vista de las políticas públicas, ésta es una cuestión esencial, ya que acercar en lo posible la toma de decisiones a la ciudadanía, y al territorio concreto al que se dirigen las políticas, redunda en un incremento en la eficacia de éstas.

7 <http://www.millenniumassessment.org/en/index.html>.

8 <http://www.resalliance.org/>.

FUNCIONALIDAD TERRITORIAL Y DELIMITACIÓN DE LA ZONA METROPOLITANA DE LA CIUDAD DE MÉXICO DESDE LA PERSPECTIVA DE FLUJOS LABORALES

Carlos Anzaldo Gómez*

Introducción

Son dos los puntos de partida para este análisis. El primero es una convención: la expresión *funcionalidad territorial* se refiere a las interacciones sobre un aspecto determinante de la Ciudad de México y su zona metropolitana, y a las características de estas interacciones. En segundo término, la selección del empleo como *variable insignia* se debe a su papel determinante en varias dinámicas territoriales relevantes y a que es la *variable puente* entre economía y sociedad.

Lo anterior sustenta el trabajo de delimitación del área de estudio que se presenta a continuación; sólo cabe adelantar que con respecto a las delimitaciones empleadas con mayor frecuencia en los estudios sobre la metrópoli, la que se utiliza aquí tiene leves variaciones, de forma tal que no se generan divergencias significativas entre sus resultados y, por ende, tampoco inconsistencias al utilizar otras fuentes de información y conocimiento.

La delimitación territorial incorpora las principales zonas donde ocurre la creciente intensidad y complejidad de una funcionalidad que da lugar a la conformación como metrópoli de la Ciudad de México. Al respetar las circunscripciones político-administrativas, esta delimitación facilita la vinculación con las agendas pública e institucionales, e incluso permite pensar en formas de cooperación centradas en la construcción de agendas compartidas en temáticas centrales.

Esta característica constituye una enorme ventaja frente a las delimitaciones territoriales asociadas a la Ciudad de México, a la Cuenca de México y la utilizada en el Programa de Ordenación de la Zona Metropolitana del Valle de México (Sedesol, *et al.*, 2013), entre otras.

No obstante la pertinencia de que este trabajo contemple una zona de estudio común, la delimitación aquí

* Consultor de Red Geo.

propuesta prevé la flexibilidad necesaria para su ampliación en función de zonas de influencia de la metrópoli,[1] de acuerdo con los temas específicos que abarca cada vertiente y línea de investigación en la medida en que cada una de ellas presenta una funcionalidad espacial relativamente diferente, que es importante ilustrar:

1. Los temas de vulnerabilidad en la metrópoli y sus servicios ambientales fundamentales (en particular, de cambio de uso de suelo) requieren de una visión de cuenca hidrográfica y un enfoque de ecosistema urbano. El mapa que se muestra en la figura 1 lo ilustra.
2. La relación urbano-rural y el hecho de que las grandes concentraciones urbanas generan regiones funcionales se asocia directamente con el Programa de Ordenación de la Zona Metropolitana del Valle de México (actualización 2012),[2] cuya propuesta de regionalización apunta a la necesidad político-administrativa de una convención que incorpore territorios de una larga lista de municipios (figura 2).[3]

Por otro lado, los temas de movilidad, empleo y conectividad presentan un referente con la delimitación de zona metropolitana elaborada de manera conjunta por la Secretaría de Desarrollo Social (Sedesol), el Consejo Nacional de Población (Conapo) y el Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI) (2004), cuya metodología aplica criterios de forma tal que suma 76 delegaciones y municipios. De ellos:

- 52 demarcaciones son centrales (de carácter urbano y con un alto grado de integración funcional).
- Siete son municipios exteriores definidos por criterios de distancia, integración funcional y carácter urbano. Desde el punto de vista operativo son municipios contiguos a los anteriores, cuyas localidades geoestadísticas urbanas no están conurbadas pero manifiestan un carácter predominantemente urbano; es decir, el polígono asociado a la localidad geoestadística urbana permite ubicar en estos municipios exteriores zonas que presentan una funcionalidad significativa con la metrópoli. Los parámetros al respecto son: a) por lo menos 15% de su población ocupada residente trabaja en los municipios centrales, o b) 10% o más de la población que trabaja en el municipio reside en los municipios centrales.
- Otros 17 son municipios exteriores que se incluyen por criterios de planeación y política urbana.

Como se muestra en el mapa de la figura 3, la ZMVM involucra a 267 localidades geoestadísticas urbanas.

[1] Y, sin duda, está la funcionalidad del área de estudio con otros centros urbanos, incluso de otros países.

[2] "De acuerdo con la Declaratoria de Zona Metropolitana del 22 de diciembre de 2005, la ZMVM se conforma por 59 municipios del Estado de México y 16 Delegaciones del Distrito Federal. Por considerarlo pertinente, por acuerdo de los gobiernos del Distrito Federal, Estado de México e Hidalgo y la Federación se consideran 21 municipios del estado de Hidalgo en el área de estudio de la actualización del POZMVM, con base en el documento *Análisis para la incorporación de municipios hidalguenses a la ZMVM*" (Sedesol *et al.*, 2013).

[3] "El POZMVM se fundamenta jurídicamente en el marco de leyes, convenios, estatutos y códigos de los tres órdenes de gobierno, que establecen diversas disposiciones para el reconocimiento de esta Zona Metropolitana. Conforme a la normativa legal vigente, el POZMVM se inserta en el Sistema Nacional de Planeación Democrática, en congruencia con los supuestos, lineamientos y objetivos de los planes y programas que inciden en su ámbito de aplicación: el Plan Nacional de Desarrollo 2007-2012, el Programa Nacional de Desarrollo Urbano y Ordenación del Territorio (PNDUOT) 2001-2006, el Programa Sectorial de Desarrollo Social (PSDS) 2007-2012, así como los planes o programas generales de desarrollo, y de desarrollo urbano del Distrito Federal, el Estado de México y el estado de Hidalgo" (Sedesol *et al.*, 2013).

FIGURA **1.** Cuenca de México

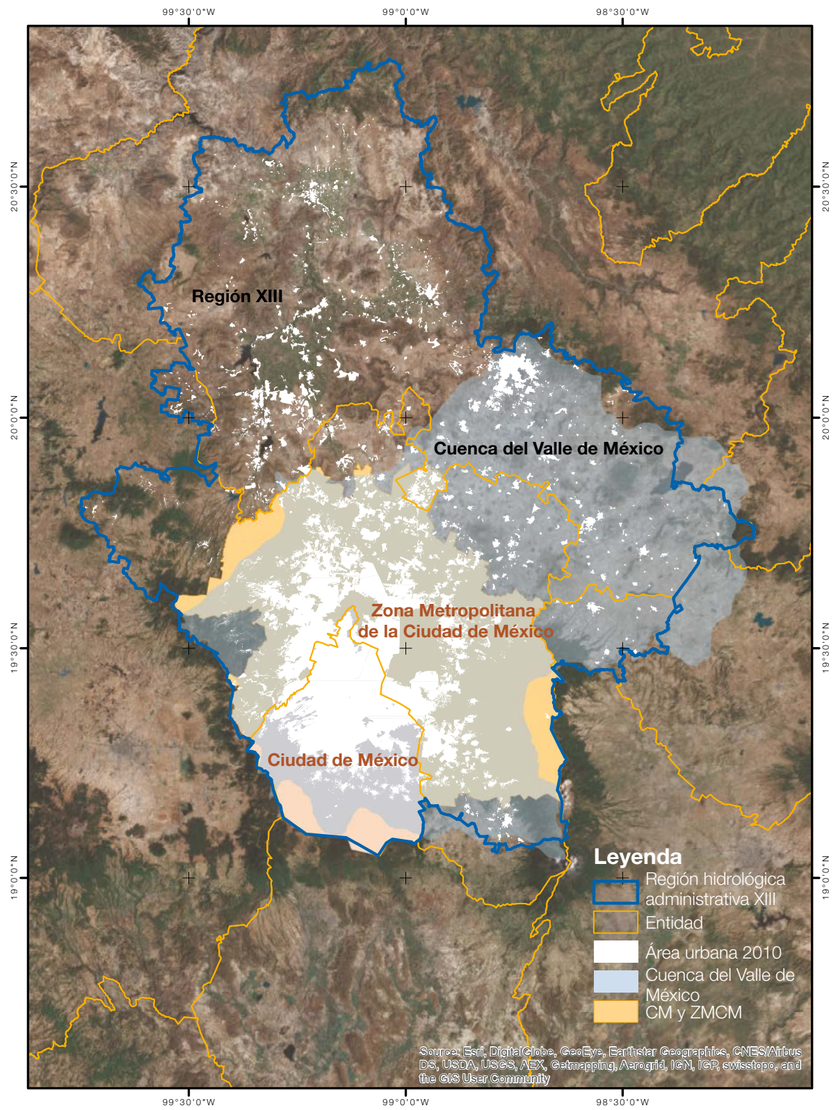
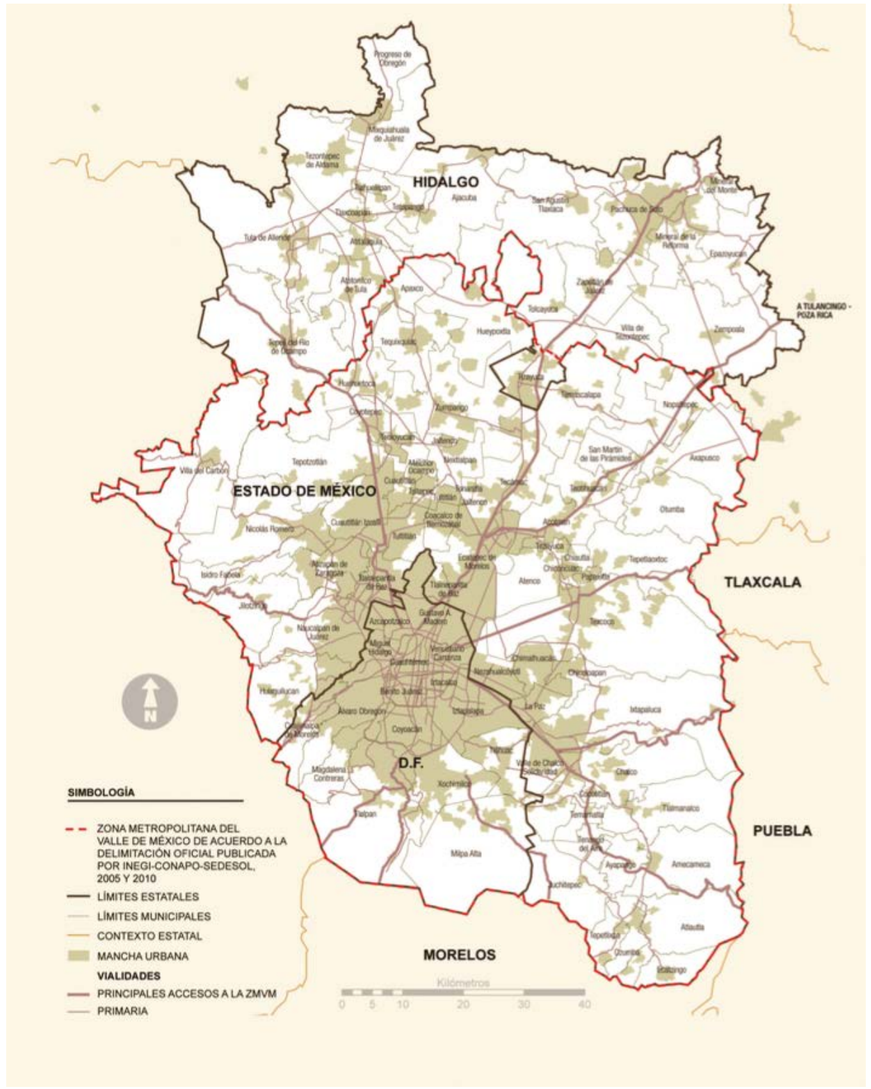


FIGURA **2.** Área de Estudio del Programa de Ordenación de la Zona Metropolitana del Valle de México



Fuente: Sedesol *et al.* (2013).

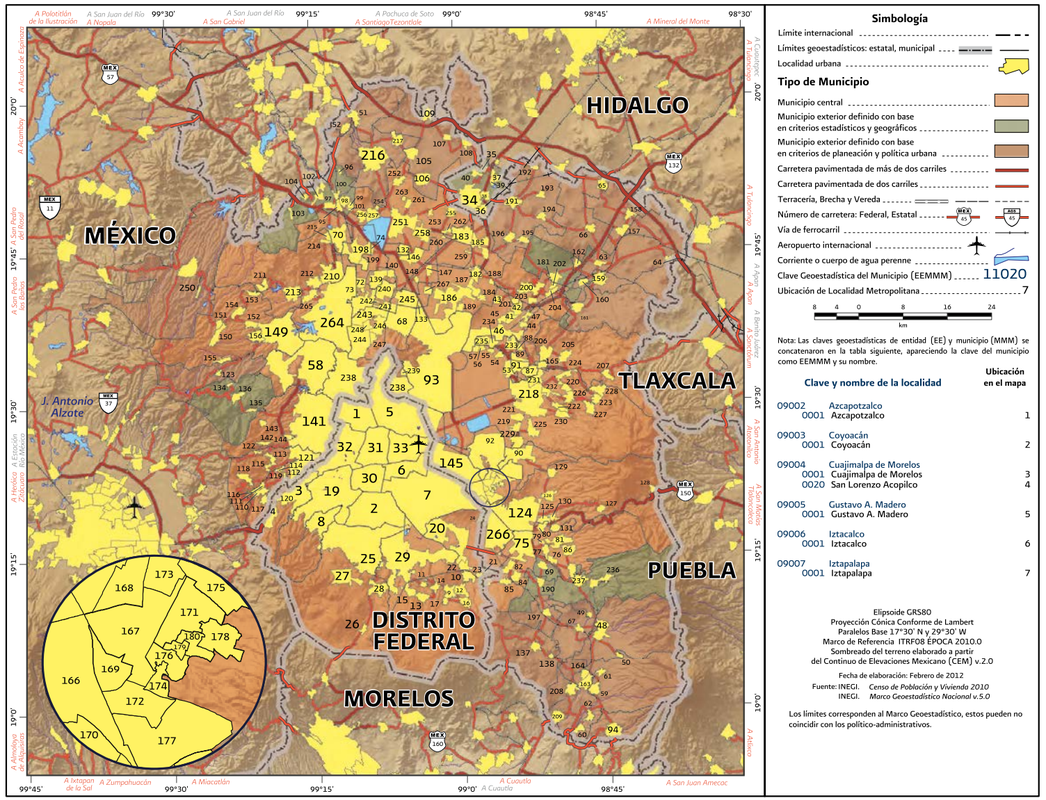
CUADRO **1.** Delegaciones y municipios que integran la Zona Metropolitana del Valle de México

Distrito Federal	Estado de México		Estado de Hidalgo
Álvaro Obregón	Acolman	Naucalpan de Juárez	Ajacuba
Azcapotzalco	Amecameca	Nextlalpan	Atitalaquia
Benito Juárez	Apaxco	Nezahualcóytl	Atotonilco de Tula
Coyoacán	Atenco	Nicolás Romero	Epazoyucan
Cuajimalpa de Morelos	Atizapán de Zaragoza	Nopaltepec	Mineral de la Reforma
Cuauhtémoc	Atlautla	Otumba	Mineral del Monte
Gustavo A. Madero	Axapusco	Ozumba	Mixquiahuala de Juárez
Iztacalco	Ayapango	Papalotla	Pachuca de Soto
Iztapalapa	Chalco	San Martín de las Pirámides	Progreso de Obregón
Magdalena Contreras	Chiautla	Tecámac	San Agustín Tlaxiaca
Miguel Hidalgo	Chicoloapan	Temamatla	Tepeji del Rio de Ocampo
Milpa Alta	Chiconcuac	Temascalapa	Tetepango
Tláhuac	Chimalhuacán	Tenango del Aire	Tezontepec de Aldama
Tlalpan	Coacalco de Berriozábal	Teoloyucan	Tizayuca
Venustiano Carranza	Cocotitlán	Teotihuacán	Tlahuelilpan
Xochimilco	Coyotepec	Tepetlaoxtoc	Tlaxcoapan
	Cuautitlán	Tepetlixpa	Tolcayuca
	Cuautitlán Izcalli	Tepotzotlán	Tula de Allende
	Ecatepec de Morelos	Tequixquiac	Villa de Tezontepec
	Ecatzingo	Texcoco	Zapotlán de Juárez
	Huehuetoca	Tezoyuca	Zempoala
	Hueypoxtla	Tlalmanalco	
	Hixquilucan	Tlalnepantla de Baz	
	Isidro Fabela	Tonanitla	
	Ixtapaluca	Tultepec	
	Jaltenco	Tultitlán	
	Jilotzingo	Valle de Chalco Solidaridad	
	Juchitepec	Villa del Carbón	
	La Paz	Zumpango	
	Melchor Ocampo		

Fuente: Gobierno del estado de Hidalgo (2011), *cit.* en Sedesol *et al.* (2013).

En 2015 trabajaban en la **Ciudad de México** un total de **5 189 696 personas**, **72.7%** de las cuales residían en alguna de sus **16 delegaciones**, mientras que **27.3%** radicaban en algún municipio de **otra entidad**.

FIGURA **3.** Zona Metropolitana del Valle de México



Fuente: Sedesol, Conapo e INEGI (2012).

Definición del área de estudio: la Ciudad de México y su zona metropolitana

El concepto de zona metropolitana se refiere a una forma particular de urbanización en la que la expansión de la ciudad hacia la periferia rebasa los límites territoriales de la unidad político-administrativa que originalmente la contenía, e incorpora como parte de sí misma y de su área de influencia directa a unidades político-administrativas vecinas con las que mantiene un grado importante de integración socioeconómica.

Desde los años sesenta del siglo XX la Ciudad de México ha sido objeto de diferentes propuestas de delimitación metropolitana (Unikel, *et al*., 1978; Negrete y Salazar, 1986; Sobrino, 1993; Conapo, 1997; Sedesol, Gobierno del Distrito Federal y Gobierno del Estado de México, 1998), las cuales consideraban diversos criterios para determinar el carácter urbano de las delegaciones y municipios, así como su grado de integración funcional. En 2004, Sedesol, INEGI y Conapo, definieron un conjunto de criterios para la delimitación de las zonas metropolitanas, que además de los aspectos de conurbación física y funcionalidad incluyeron consideraciones de planificación y política urbana, y que en el caso particular de la Ciudad de México implicaron un incremento significativo del número de demarcaciones, en lo que actualmente se denomina Zona Metropolitana del Valle de México (ZMVM).

En 2010, la ZMVM así definida comprendía un total de 76 unidades político-administrativas (16 delegaciones de la Ciudad de México, 59 municipios del Estado de México y un municipio de Hidalgo). De ellas, 52 unidades fueron incorporadas bajo el criterio de conurbación física, siete por criterios de integración funcional y 17 por criterios de política urbana. Estos últimos son municipios que si bien no cumplen con los criterios *duros* de conurbación física, integración funcional y carácter urbano, se les otorga un carácter estratégico para la ordenación del territorio en el mediano y largo plazo, ya que poseen áreas de alto valor que se deben preservar, así como zonas aptas para el desarrollo urbano que deben incorporarse de manera planificada.

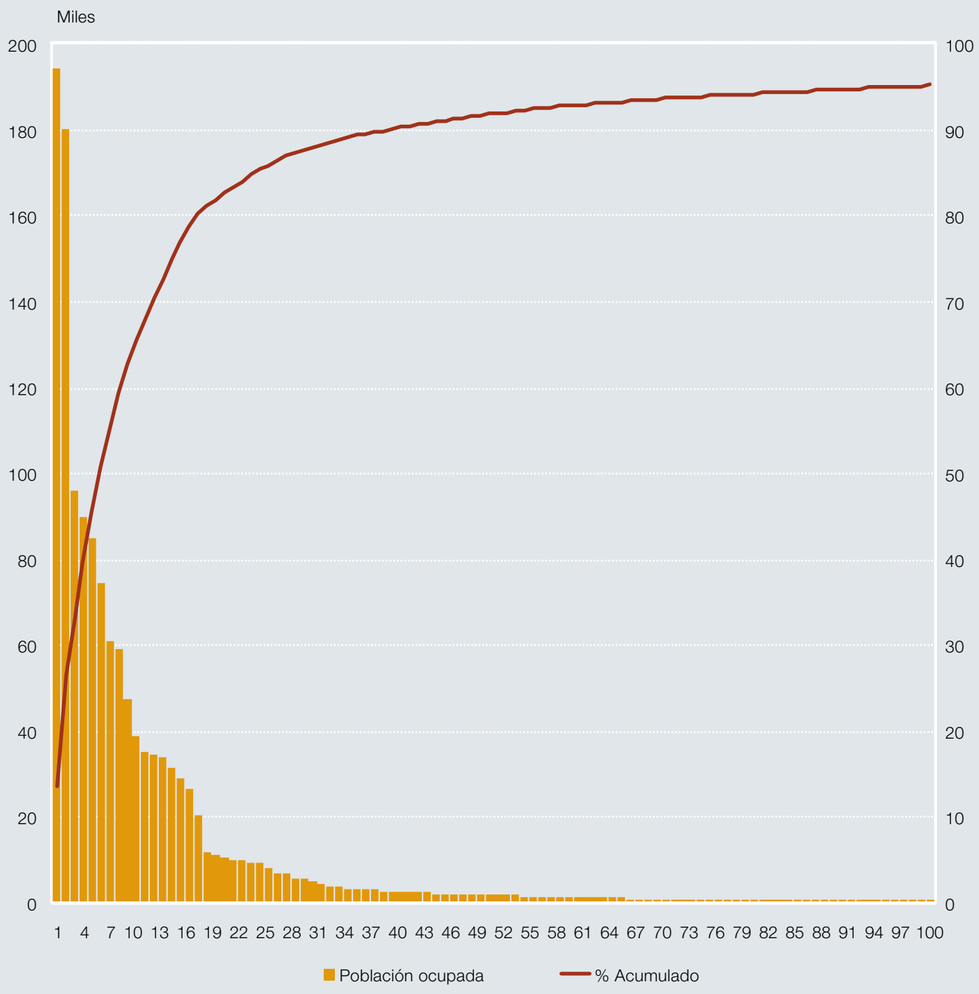
Por su parte, la actualización 2012 del Programa de Ordenación de la Zona Metropolitana del Valle de México (gobierno federal y gobiernos del Distrito Federal, Estado de México e Hidalgo) consideró como área de estudio 20 municipios adicionales del estado de Hidalgo, de forma tal que el número de delegaciones y municipios se incrementó hasta 96.

Con el fin de identificar el conjunto de municipios que resultan prioritarios para el desarrollo económico, social y territorial de la Ciudad de México y su zona metropolitana, se procedió a determinar la medida en que cada municipio se relaciona en términos funcionales con el territorio de la capital del país. Esto se hizo a través de un indicador representativo y metodológicamente robusto, que muestra el peso específico de cada municipio en el total de la población ocupada que reside fuera de la Ciudad de México y que trabaja en la capital, y se estimó con base en los resultados de la Encuesta Intercensal 2015 (INEGI).

De acuerdo con esta fuente, en 2015 en la Ciudad de México trabajaban un total de 5 189 696 personas, de las cuales 3 775 053 (72.7%) residían en una de sus 16 delegaciones y 1 414 643 (27.3%) radicaban en algún municipio de otra entidad. En el cuadro 2 y la gráfica 1 se sintetiza la distribución de esta última población.

En ellos se advierte que tan sólo seis municipios del Estado de México (Ecatepec, Nezahualcóyotl, Tlalnepantla, Chimalhuacán, Naucalpan e Ixtapaluca) concentran poco más de la mitad de la población ocupada que trabaja en la Ciudad de México. Asimismo, 11 municipios (Valle de Chalco Solidaridad, Tecámac, La Paz, Chalco, Tultitlán, Atizapán de Zaragoza, Huixquilucan, Chicoloapan, Cuautitlán Izcalli, Coacalco y Nicolás Romero) reúnen casi 30% de dicha población. De esta forma, 80% de la población ocupada reside en 17 municipios contiguos localizados alrededor de la Ciudad de México.

GRÁFICA **1.** Población ocupada en la Ciudad de México que reside en otra entidad federativa y porcentaje acumulado en los primeros 100 municipios, 2015



Fuente: Cálculos con base en INEGI, Encuesta Intercensal 2015.

CUADRO **2.** Distribución de la población ocupada que trabaja en la Ciudad de México y reside en otra entidad federativa, 2015

Rango de población	Municipios	Absoluta	Acumulada	%	% acumulado
74 263 a 194 140	6	719 012	719 012	50.8	50.8
20 150 a 61 236	11	417 300	1 136 312	29.5	80.3
2 850 a 11 552	21	136 548	1 272 860	9.7	90.0
650 a 2 733	57	71 042	1 343 902	5.0	95.0
70 a 638	244	56 584	1 400 486	4.0	99.0
1 a 69	1 122	14 157	1 414 643	1.0	100.0

Fuente: Cálculos propios con base en INEGI, Encuesta Intercensal 2015.

El siguiente estrato lo constituyen 21 municipios que en conjunto participan con poco menos del 10% de la población ocupada en la Ciudad. De éstos, sólo ocho municipios del Estado de México (Acolman, Texcoco, Zumpango, Cuautitlán, Tultepec, Huehuetoca, Tlalmanalco y Atenco) y un municipio de Hidalgo (Tizayuca) forman parte de la ZMVM. El resto se ubica fuera de la Cuenca; entre ellos destacan Toluca, Metepec, Lerma y Cuernavaca.

El área de estudio que se considera para este documento suma a los 26 municipios del Valle de México mayormente integrados a la Ciudad de México, otros 15 municipios de menor tamaño cuyas localidades están conurbadas a los municipios considerados en el primer rubro y que por su cercanía están expuestos a experimentar un mayor crecimiento: tres municipios localizados al noroeste (Tepotzotlán, Coyotepec y Teoloyucan); cuatro al norte (Nextlalpan, Jaltenco, Tonanitla y Melchor Ocampo); seis al noreste (Tezoyuca, Chiautla, Chiconcuac, Papalotla, Teotihuacán y Tepetlaoxtoc), y dos al sureste (Cocotitlán y Temamatla).

De esta forma, el área de estudio comprende un total de 57 demarcaciones: 16 delegaciones de la Ciudad de México (en proceso de reforma con la nueva Constitución de la Ciudad), 40 municipios del Estado de México y un municipio de Hidalgo. Un conjunto donde en 2015 residían casi 20.4 millones de personas; es decir 17% de la población nacional (ver cuadro 3 y figura 4).

Esta propuesta excluye a 19 municipios del Estado de México y 20 de Hidalgo que si bien forman parte del área de estudio del Programa de Ordenación de la Zona Metropolitana del Valle de México están más alejados y funcionalmente muy poco integrados a la Ciudad de México.

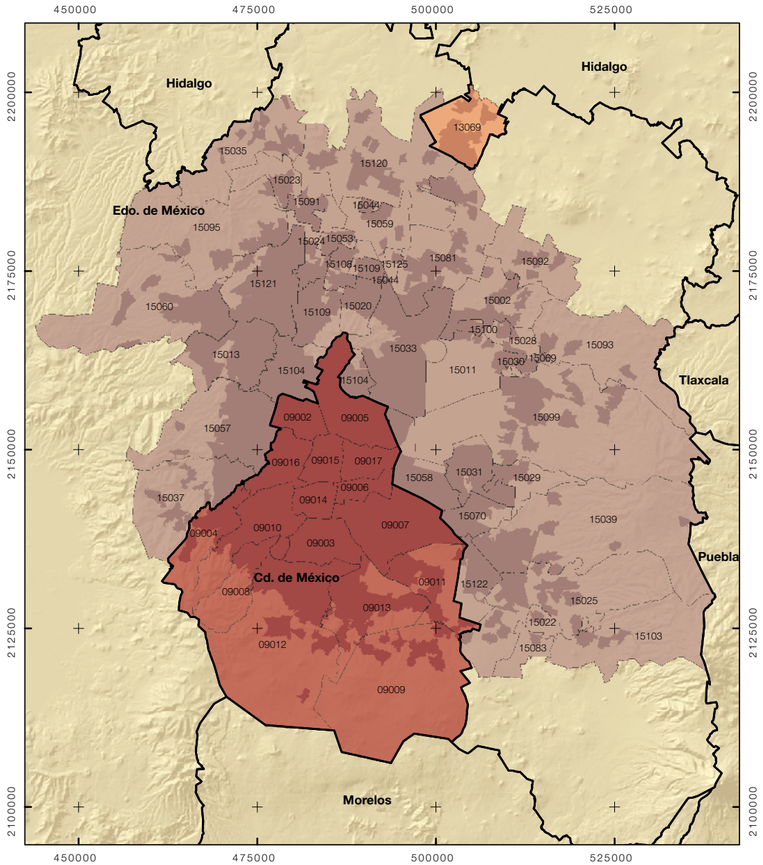
CUADRO **3.** Zona Metropolitana de la Ciudad de México. Población total, población ocupada residente y población que trabaja en la Ciudad de México por delegación y municipio, 2015

Entidad	Clave	Delegación/municipio	Población total	Población ocupada residente	Población ocupada que trabaja en la Ciudad de México		Participación en el total que reside en otra entidad y trabaja en la Ciudad de México (%)
					Total	%	
Total área de estudio			20 379 287	8 613 284	4 998 858	58.0	86.5
Ciudad de México	09002	Azcapotzalco	400 161	180 813	158 542	87.7	n.a.
	09003	Coyoacán	608 479	280 561	264 031	94.1	n.a.
	09004	Cuajimalpa de Morelos	199 224	91 063	82 950	91.1	n.a.
	09005	Gustavo A. Madero	1 164 477	498 501	445 144	89.3	n.a.
	09006	Iztacalco	390 348	175 194	163 776	93.5	n.a.
	09007	Iztapalapa	1 827 868	786 218	742 078	94.4	n.a.
	09008	La Magdalena Contreras	243 886	105 951	101 922	96.2	n.a.
	09009	Milpa Alta	137 927	55 323	53 174	96.1	n.a.
	09010	Álvaro Obregón	749 982	351 409	334 849	95.3	n.a.
	09011	Tláhuac	361 593	149 382	141 192	94.5	n.a.
	09012	Tlalpan	677 104	307 257	293 271	95.4	n.a.
	09013	Xochimilco	415 933	176 246	169 257	96.0	n.a.
	09014	Benito Juárez	417 416	223 843	214 727	95.9	n.a.
	09015	Cuauhtémoc	532 553	269 664	256 410	95.1	n.a.
	09016	Miguel Hidalgo	364 439	187 477	171 678	91.6	n.a.
	09017	Venustiano Carranza	427 263	194 371	182 052	93.7	n.a.
Hidalgo	13069	Tizayuca	119 442	46 376	8 047	17.4	0.6
Estado de México	15002	Acolman	152 506	58 327	11 552	19.8	0.8
	15011	Atenco	62 392	23 294	2 898	12.4	0.2
	15013	Atizapán de Zaragoza	523 296	213 054	34 341	16.1	2.4
	15020	Coacalco de Berriozábal	284 462	117 278	26 449	22.6	1.9
	15022	Cocotitlán	14 414	5 656	1 008	17.8	0.1
	15023	Coyotepec	41 810	15 498	575	3.7	0.0
	15024	Cuautitlán	149 550	60 850	9 812	16.1	0.7
	15025	Chalco	343 701	129 671	38 925	30.0	2.8
	15028	Chiautla	29 159	11 032	912	8.3	0.1
	15029	Chicoloapan	204 107	80 341	31 547	39.3	2.2
	15030	Chiconcuac	25 543	10 269	384	3.7	0.0
	15031	Chimalhuacán	679 811	262 343	89 845	34.2	6.4
	15033	Ecatepec de Morelos	1 677 678	662 037	194 140	29.3	13.7
	15035	Huehuetoca	128 486	47 375	5 135	10.8	0.4
	15037	Huixquilucan	267 858	114 436	34 187	29.9	2.4
	15039	Ixtapaluca	495 563	196 589	74 263	37.8	5.2
	15044	Jaltenco	27 825	10 921	1 730	15.8	0.1
	15053	Melchor Ocampo	57 152	21 852	1 426	6.5	0.1
	15057	Naucalpan de Juárez	844 219	346 719	84 845	24.5	6.0
	15058	Nezahualcóyotl	1 039 867	435 543	180 182	41.4	12.7
	15059	Nextlalpan	39 666	15 404	2 150	14.0	0.2
	15060	Nicolás Romero	410 118	161 523	20 150	12.5	1.4
	15069	Papalotla	3 963	1 638	106	6.5	0.0
	15070	La Paz	293 725	118 199	47 568	40.2	3.4
	15081	Tecámac	446 008	178 030	58 844	33.1	4.2
	15083	Temamatla	12 984	4 544	607	13.4	0.0
	15091	Teoloyucan	66 518	25 243	858	3.4	0.1
	15092	Teotihuacán	56 993	21 793	1 744	8.0	0.1
	15093	Tepetlaoxtoc	30 680	11 292	685	6.1	0.0
	15095	Tepotzotlán	94 198	37 061	1 945	5.2	0.1
	15099	Texcoco	240 749	97 437	10 803	11.1	0.8
	15100	Tezoyuca	41 333	14 878	2 072	13.9	0.1
	15103	Tlalmanalco	47 390	17 405	3 389	19.5	0.2
	15104	Tlalnepantla de Baz	700 734	292 515	95 737	32.7	6.8
	15108	Tultepec	150 182	60 467	9 046	15.0	0.6
	15109	Tultitlán	520 557	209 984	35 140	16.7	2.5
	15120	Zumpango	199 069	73 065	9 991	13.7	0.7
	15121	Cuautitlán Izcalli	531 041	212 970	28 913	13.6	2.0
	15122	Valle de Chalco Solidaridad	396 157	153 463	61 236	39.9	4.3
	15125	Tonanitla	9 728	3 639	618	17.0	0.0

n.a.: no aplica

Fuente: Cálculos propios con base en INEGI, Encuesta Intercensal 2015.

FIGURA **4.** Área de estudio: Zona Metropolitana de la Ciudad de México, 2015



Área de estudio

- Delegaciones Cd. de México
- Municipio de Hidalgo
- Municipios Edo. de México
- Entidad federativa
- Localidad urbana

Proyección: Universal Transversal de Mercator

Datum: WGS84

0 5 10 20
Kilómetros

Fuente:
INEGI, Cartografía geoestadística urbana. Cierre de la Encuesta Intercensal 2015.

Elaboró: Carlos Anzaldo Gómez

Bibliografía

Conapo (1997). *Escenarios demográficos y urbanos de la Zona Metropolitana de la Ciudad de México. Síntesis*. México, Consejo Nacional de Población.

Gobierno del Estado de Hidalgo (2011). Análisis para la incorporación de municipios hidalguenses a la Zona Metropolitana del Valle de México. México, Secretaría de Planeación y Desarrollo Regional Metropolitana.

Negrete, M. E. y H. Salazar (1986). Zonas metropolitanas en México, 1980. *Estudios demográficos y urbanos*, vol. 1, núm. 1, pp. 97-124.

Sedesol, Gobierno del Distrito Federal y Gobierno del Estado de México (1998). *Programa de Ordenación de la Zona Metropolitana del Valle de México. Proyecto*, México.

Sedesol, Gobierno del Distrito Federal, Gobierno del Estado de México y Gobierno del Estado de Hidalgo (2013). *Programa de Ordenación de la Zona Metropolitana del Valle de México. Actualización 2012. Síntesis ejecutiva*, México. En: <http://centro.paot.org.mx/documentos/gdf/pozmvm_digital.pdf>.

Sedesol, Conapo e INEGI (2004). *Delimitación de las zonas metropolitanas de México*, México.

Sedesol, Conapo e INEGI (2012). Delimitación de las zonas metropolitanas de *México 2010*, México. En: <http://www.conapo.gob.mx/work/models/CONAPO/zonas_metropolitanas2000/01.pdf>.

Sobrino, J. (1993), *Gobierno y administración metropolitana y regional*. México, Instituto Nacional de Administración Pública.

Unikel, L., C. Ruiz y G. Garza (1978). *El desarrollo urbano de México: diagnóstico e implicaciones futuras*, El Colegio de México, México.

MODELO ESPACIAL Y PRONÓSTICO DE LA EXPANSIÓN DE LA MANCHA URBANA, 1995-2030

NIRANI CORONA ROMERO*

Introducción

Históricamente, las grandes ciudades latinoamericanas se han caracterizado por concentrar la mayor parte de la industria en expansión, lo que conduce a un crecimiento acelerado de estos centros urbanos. En los últimos años esta dinámica ha cambiado, ya que los empleadores en las actividades de manufactura y comercio se han trasladado fuera del centro, con lo que favorecen el incremento de la población en los pueblos y ciudades aledaños. Esto se traduce en una mayor expansión de la zona periférica y menor de la urbe central (Aguilar, 1999).

La expansión metropolitana está tomando una nueva forma, en la que la tasa de crecimiento de las grandes ciudades disminuye, la concentración económica se mantiene y la incorporación de municipios contiguos continúa. Así, las zonas metropolitanas han pasado de ser espacios compactos a convertirse en unos más bien policéntricos, con límites y fronteras difusos, donde el patrón de expansión de las funciones centrales se caracteriza por la dispersión de la actividad económica a nivel metropolitano y regional, regido más bien por el desarrollo de las telecomunicaciones. Es decir, la metrópoli hoy se caracteriza por ser un espacio fragmentado por los procesos productivos, lo que favorece el establecimiento de la población y de los servicios en zonas más periféricas, que resulta en una estructura territorial compleja y en el importante crecimiento de las ciudades medias (Aguilar y Ward, 2003).

La Zona Metropolitana de la Ciudad de México es un ejemplo característico de esta dinámica. Al estar ubicada en la región central del país, se convirtió en un polo de atracción de la inversión nacional y extranjera, la cual se concentró principalmente en el Estado de México y el Distrito Federal (ahora Ciudad de México). Desde la década de los sesenta se reconoció su carácter metropolitano y fue en 1970 cuando se estableció su primera delimitación. que incluyó 15

* Investigadora del Centro de Investigación en Geografía y Geomática Ing. Jorge L. Tamayo, A.C.

delegaciones del Distrito Federal y ocho municipios del Estado de México (Aguilar, 2002: 137).

La expansión urbana de la ciudad no ha sido uniforme; se ha dado principalmente hacia el norte y oriente de la ciudad, donde condiciones físicas y económicas –como el relieve más plano, la presencia de industrias e infraestructura y disponibilidad de suelo para la construcción, entre otras– han favorecido su crecimiento. Esto ha creado un paisaje conformado por un mosaico de usos y coberturas de suelo extremadamente heterogéneo (Aguilar, 2002).

Una consecuencia de las ciudades fragmentadas, segregadas y dispersas, carentes de una zonificación definida, es el pronunciado desequilibrio regional que se deriva de la demanda de recursos, sobre todo de suelo per cápita, infraestructura y transporte para los habitantes (CMM, 2014; Iracheta y Bolio, 2012; Secretaría de Desarrollo Social, Conapo e INEGI, 2010). Esto las vuelve muy vulnerables a cualquier perturbación del ambiente, ya que los cambios en las condiciones ecológicas asociados con la urbanización afectan los servicios ecosistémicos locales y globales y, por ende, la habilidad del ecosistema para mantener a la población y su infraestructura. Esto, a su vez, reduce la capacidad de resilencia, que se puede determinar por los patrones espaciales de las actividades humanas y de los hábitats naturales de los moradores (Alberti y Marzluff, 2004).

En la actualidad los habitantes de la Ciudad de México y su zona metropolitana enfrentan múltiples problemas, como la contaminación atmosférica, la acumulación de residuos sólidos, la vulnerabilidad ante desastres (hundimientos, derrumbes e inundaciones) y riesgos sanitarios, entre otros (Romero *et al.*, 2014; GDF, 2003). En muchos casos la vulnerabilidad de la población se incrementa debido a la presencia de asentamientos humanos no planificados o ilegales en zonas que por sus características presentan un riesgo importante de exposición a alguno de los problemas anteriores o por la degradación de regiones con alto valor ecológico (el suelo de conservación, por ejemplo), que deben conservarse por los servicios ambientales que brindan a la ciudad (recarga de acuíferos, de los que se extrae el 57% del agua para consumo de la ciudad; regulación del ciclo hidrológico y del clima; captura de partículas suspendidas y de gases de efecto invernadero; producción de oxígeno, entre otros) (GDF, 2000b; GDF, 2003).

En este sentido, es de vital importancia conocer cuál ha sido la tendencia de ocupación del territorio en la Cuenca de México por la expansión de la mancha urbana de la Zona Metropolitana de la Ciudad de México (ZMCM) para posteriormente generar escenarios de crecimiento urbano que ayuden a identificar las zonas vulnerables al establecimiento de asentamientos humanos y a la consiguiente pérdida de recursos naturales.

Múltiples trabajos se han llevado a cabo para identificar la tendencia de la expansión física de la urbe del pasado al presente (Lemus, 2014; Aguilar, 2002; Aguilar y Ward, 2003; Velásquez *et al*., 2002), pero pocos se han abocado a entenderla hacia el futuro (Suárez y Delgado, 2007) y mucho menos en un contexto espacial. En ese sentido, el presente capítulo tiene como objetivo mostrar los resultados obtenidos del análisis de la tendencia de ocupación espacial de la mancha urbana de la Ciudad de México y su zona metropolitana en el pasado y hacia el futuro para así medir su impacto en zonas de importancia para el desarrollo y mantenimiento de la Ciudad, como son las destinadas a la conservación y protección estipuladas en los ordenamientos ecológico-territoriales.

Lo anterior, a partir de información tanto del Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI) como de generación propia, así como de la implementación de un modelo predictivo que genera escenarios futuros del avance de la mancha urbana y que emplea sistemas de información geográfica y de percepción remota. Se decidió utilizar este tipo de modelo ya que posibilita elaborar pronósticos y así anticipar, prevenir y mitigar las dinámicas insostenibles en ciudades de rápido crecimiento horizontal (Henríquez y Azócar, 2007), como es el caso de la Ciudad de México.

Además de los resultados que se presentan aquí, los modelos desarrollados sirven como insumo de los siguientes capítulos de este libro para brindar elementos que ayuden a dar luz sobre la vulnerabilidad de la Ciudad de México. Se analiza, así, el efecto que tiene y tendrá la mancha urbana en los sistemas productivos y el capital natural de la Cuenca de México, vista ésta como el ecosistema donde la Ciudad se encuentra inmersa. También se aborda la pérdida del arbolado como tema importante para la supervivencia de los ciudadanos y se identifican las zonas donde la invasión de la mancha urbana pone en riesgo y situación de vulnerabilidad a los habitantes de la metrópoli.

Área de estudio

El área de estudio es la Ciudad de México y su zona metropolitana (la ZMCM) y se emplea como zona de influencia la Cuenca de México generada por Bojórquez *et al.* (2009). Se decidió hacer esta parte del estudio a nivel cuenca ya que ésta es la unidad mínima en la que ocurren los procesos biofísicos que determinan el funcionamiento del ecosistema y, por lo tanto, la supervivencia y vulnerabilidad de la ciudad. Se le agregó un *buffer* de cinco kilómetros para considerar la influencia que los poblados externos a la cuenca pudieran tener en el escenario de crecimiento urbano. El conjunto abarca una superficie total de 12 185.68 kilómetros cuadrados (figura 1).

Modelaje de la expansión de la mancha urbana de la Ciudad de México y su zona metropolitana

La expansión urbana es un fenómeno complejo que obedece a la interacción de múltiples factores. Como consecuencia de esta dinámica, el crecimiento de una ciudad se puede dar en un sentido espacial y demográfico. Es decir, una urbe presenta tanto una extensión física horizontal como un incremento en las densidades de construcción y población en un espacio dado (Mora, 2003).

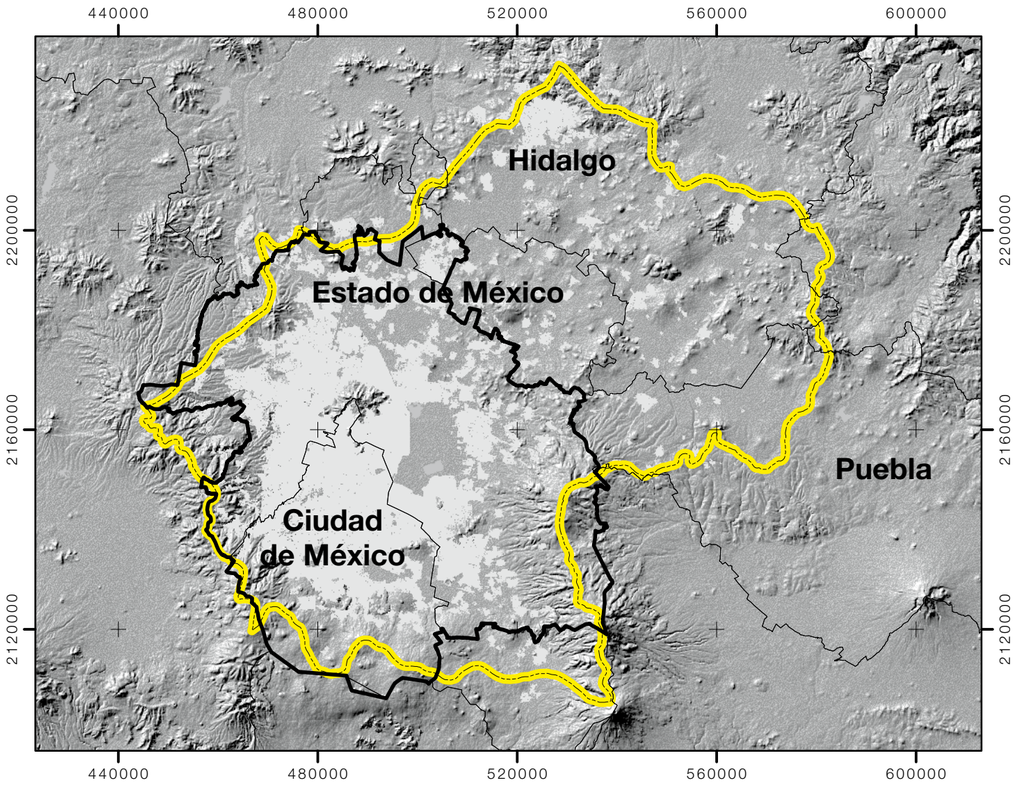
Cuando la expansión física de una urbe no ocurre de manera planificada, da lugar a ciudades fragmentadas, con acusados desequilibrios regionales que las hacen vulnerables a cualquier perturbación del ambiente (CMM, 2014; Iracheta y Bolio, 2012; Secretaría de Desarrollo Social, Conapo e INEGI, 2010; Alberti y Marzluff, 2004). En este sentido, a partir de la generación de modelos predictivos del crecimiento es posible evaluar el impacto que la tendencia de avance de la mancha urbana puede tener en una región.

Son varios los modelos de crecimiento urbano que se han desarrollado para este fin (Henríquez y Azocar, 2007); entre ellos, el modelo SLEUTH es uno de los que se emplean con mayor frecuencia. Para este estudio se decidió implementar ese modelo, por varias razones. En primer lugar porque se trata de un algoritmo de código abierto, es decir, no requiere un permiso específico o licencia. Esta accesibilidad, por otra parte, ha permitido su aplicación en diversas partes del mundo y ha dado buenos resultados ante condiciones de crecimiento muy diferentes. Por último, el modelo posibilita comparar y contemplar distintas tendencias del crecimiento de la mancha urbana a partir de varias corridas usando diferentes capas de exclusión, es decir, con diferentes restricciones al crecimiento (Dietzel y Clarke, 2007).

El modelo SLEUTH

El modelo fue creado en 1997 por Keith C. Clarke en la Universidad de Santa Bárbara, California, y simula el crecimiento urbano a partir de autómatas celulares,

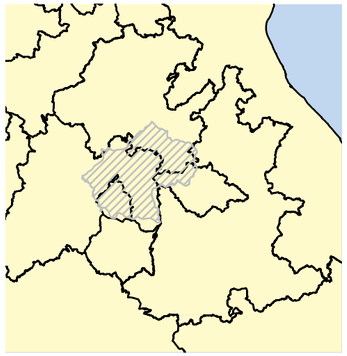
FIGURA **1.** Ubicación de la Cuenca de México



Límite de la Cuenca de México
Estados
Límite de la ZMCM
Mancha urbana 2015

Proyección: Universal Transversal de Mercator
Dátum: WGS84

0 5 10 20
Kilometros



Fuente:
Elaboración propia a partir de las capas del INEGI mencionadas en el texto, de vectoriailes de la misma institución, de la cuenca establecida en Bojórquez et al. (2009) y de las capas generadas en el presente estudio.

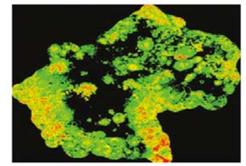
Elaboró: Nirani Corona Romero

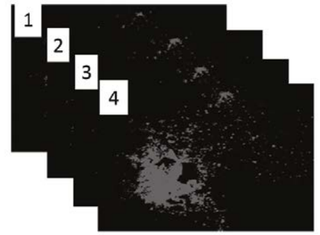
es decir, requiere diferentes tipos de datos geográfico-espaciales históricos en arreglo matricial. Toma su nombre de las iniciales de estos datos. Para su desarrollo se requiere: una capa de pendiente (*Slope*), pueden o no emplearse cuatro de cobertura y uso del suelo (*Land cover*), una de exclusión (*Exclusion*), cuatro de urbanización (*Urbanization*), dos de vías de transporte (*Transportation*) y una de sombreado (*Hillshade*), todas ellas en valores especificados por el modelo (figura 2) (Clarke *et al*., 1997).

El usuario establece los valores para cada una de las celdas (figura 2) a partir de la influencia que tienen las variables en el incremento de los asentamientos humanos. En este sentido, es importante poner especial atención en las capas de exclusión y de vías de transporte. En el caso de las primeras porque establecen aquellas zonas hacia donde no debe dirigirse la mancha urbana (áreas que los instrumentos de ordenamiento ecológico identifican como de conservación o protección, los cuerpos de agua y las áreas verdes, entre otros). Las vías de transportación, por su parte, determinan la accesibilidad de un área, o sea, la dirección hacia donde se dará la expansión de la urbe (Clarke *et al*., 1997).

FIGURA **2.** Tipo y número de capas de información en arreglo matricial que requiere el modelo SLEUTH para su implementación

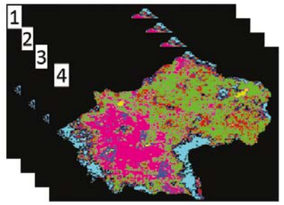
Slope
(pendiente)
0 - 100%

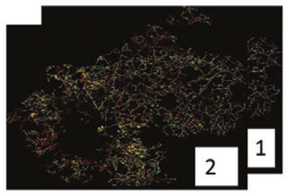




Urbanization
(urbanzación)
0 - ausencia
100 - presencia

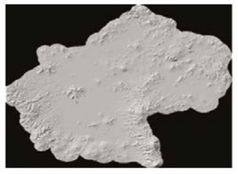
Land cover
(cobertura de suelo)
0 - 100





Transportation
(vías de transporte)
0 - no influyen
100 - influyen mucho

Exclusion
(zonas de exclusión)
0 - no impide crecimiento
100 - no puede crecer



Hillshade
(sombreado)

Fuente: elaboración propia

El SLEUTH modela el crecimiento a partir de la obtención de los valores de cinco coeficientes que mejor se ajustan al área de estudio en cuestión. Estos coeficientes son, de acuerdo con Clarke *et al.* (1997):

- Coeficiente de difusión o dispersión (*diffusion*). Determina la dispersión general de la red de celdas y el movimiento hacia el exterior de los nuevos asentamientos a través del sistema de caminos.
- Coeficiente de reproducción (*breed*). Determina la probabilidad de separación de un asentamiento de reciente generación para comenzar su propio ciclo de crecimiento.
- Coeficiente de propagación (*spread*). Controla con qué regularidad tiene lugar la expansión *orgánica* hacia el exterior.
- Factor resistencia-pendiente (*slope*). Influye en la probabilidad de que se den los asentamientos de acuerdo con el porcentaje de pendiente.
- Factor caminos-gravedad (*road-gravity*). Determina la atracción de nuevos asentamientos si caen a cierta distancia de los caminos existentes.

Estos coeficientes se usan posteriormente para regular la aplicación de las reglas de crecimiento, que son las que determinan el desarrollo del sistema. Dichas reglas son cuatro y se nombran de acuerdo con el tipo de crecimiento que controlan:

1. Crecimiento espontáneo. Define la probabilidad de que cualquier célula no urbanizada llegue a serlo en algún momento.
2. Nuevo centro de dispersión. Determina si alguna de las células de reciente urbanización puede llegar a ser un nuevo centro de dispersión.
3. Crecimiento de borde. Define la parte del crecimiento que se deriva de los centros de dispersión. Este crecimiento se propaga de los generados en la regla 2.
4. Crecimiento por influencia de caminos. Se determina por las vías de transporte y la urbanización que se desarrolló de las reglas 1, 2 y 3.

Para encontrar los valores de los cinco coeficientes que predicen de mejor manera el crecimiento en la zona en estudio, es necesario llevar a cabo una fase de calibración, que se desarrolla en cuatro etapas: bruta, fina, final y de predicción. En cada etapa, a partir de iteraciones Montecarlo se prueban todas las combinatorias posibles de dichos coeficientes, aplicando las cuatro reglas de crecimiento. Con cada combinación se simula una capa de crecimiento que después se compara con la capa real (el último año de los datos empleados para la implementación del modelo) a través del índice Leesalee. Los valores de los coeficientes se seleccionan de la corrida que arroja el mayor ajuste (el valor más alto del índice Leesalee). Para correr este proceso es necesario contar con todas las capas de entrada, que son las mismas que se emplearán para llevar a cabo la predicción (Clarke *et al*., 1997).

Dado que el propósito es identificar las zonas susceptibles de urbanizarse y que no se contó con el tiempo suficiente para correr varios modelos con diferentes capas de exclusión y así discernir los efectos que diversos factores pueden tener en la tendencia de la expansión de la ciudad (por ejemplo, los instrumentos de ordenación territorial), en este estudio sólo se tomaron como zonas de exclusión las áreas verdes y los cuerpos de agua para proyectar el crecimiento de la mancha urbana a futuro a partir de las tendencias observadas en el pasado. Para las vías de transporte, por su parte, se desarrolló un método para definir el peso que cada tipo de camino ha tenido en el crecimiento urbano de la cuenca de México. El resto de las capas se derivaron de datos del INEGI y de imágenes satelitales.

CUADRO **1.** Capas que requiere el modelo SLEUTH para su implementación, insumos y métodos por los cuales fueron creadas

Capas para el SLEUTH	Número de capas	Insumo	Método de elaboración
Slope (pendiente)	1	Modelo de elevación digital del INEGI.	Se generó en porcentaje
Land use (uso de suelo)	No se empleó		
Exclusion (zonas de exclusión)	1	Cuerpos de agua de los vectoriales del INEGI, 1995.	Se obtuvieron y juntaron los cuerpos de agua y áreas verdes de los vectoriales de las cartas topográficas del INEGI escala 1:50 000 que conforman la Cuenca de México.
Urbanization (urbanización)	4	Área urbana de 1995 de los vectoriales 1:50 000 del INEGI. Cartografía geoestadística urbana de la Encuesta Intercensal 2015. Imágenes satelitales.	Cuatro fechas: 1995, 2005, 2010 y 2015. Los años 1995 y 2015 se dejaron tal cual las reporta el INEGI. Los años 2005 y 2010 se obtuvieron de la edición de las capas generadas por Corona (2010) a partir de la interpretación de imágenes satelitales pancromáticas.
Transportation (vías de transporte)	2	Vías de transporte de 1999 y 2015 de los vectoriales del INEGI e INE.	Se crearon editando los vectoriales a partir del análisis de la influencia que tiene cada tipo de camino en el crecimiento.
Hillshade (sombreado)	1	Modelo de elevación digital del INEGI.	Se generó en niveles digitales.

Obtención de las diferentes capas de información para el modelaje del crecimiento urbano

Como ya se señaló, el modelo requiere al menos cinco capas de información para su implementación, que pueden obtenerse de fuentes cartográficas existentes o generarse a partir de insumos satelitales u otros datos espaciales. Los métodos que se aplicaron para derivar las capas empeladas en este estudio se enlistan en el cuadro 1. Además, se describe a detalle el proceso de creación de las vías de transporte, debido a que éste involucró diversos pasos para su desarrollo.

Todas las capas fueron transformadas a *grid* y posteriormente a formato *gif* (*graphic interchange format*) en escala de grises con la misma extensión (igual número de columnas y renglones) y con valores específicos para que el modelo pudiera usarlos.

Las vías de transporte

Las vías de transporte son un factor determinante en el crecimiento urbano metropolitano, ya que en muchos casos la expansión horizontal se da a lo largo de las vías de acceso a la ciudad central (Iracheta y Bolio, 2012). La Ciudad de México no es un caso ajeno a esta condición, pues su expansión se ha caracterizado por ser dispersa, dirigiéndose hacia las zonas rurales cercanas debido a las rutas de comunicación que existen entre estas áreas (Cruz, 2000).

Considerando lo anterior, aunado a la manera en que el SLEUTH urbaniza una celda,[1] se tomaron en cuenta

[1] El SLEUTH urbaniza una celda de la siguiente manera: si un camino se encuentra dentro de un radio máximo (determinado por el coeficiente de gravedad-caminos) de una celda seleccionada (la probabilidad está dada por el coeficiente de reproducción), se identifica aquella más cercana al camino y se urbaniza temporal-

en el análisis dos características para la obtención de los pesos que las diferentes vías de transporte han tenido en el crecimiento. La primera es el área urbana asentada de 1995 a 2015 a ambos costados por tipo de camino, y la segunda es el número de conexiones que guarda un tipo de camino con respecto a otros.

El área urbana a los costados se obtuvo a partir de un *buffer* de 100 metros que se generó a cada lado de los caminos resultantes de la fusión de los vectoriales del INEGI 2015 y de la Base Geográfica Digital del Instituto Nacional Electoral 2014. Estos últimos se unieron debido a que la base de datos del INEGI no contaba con las brechas, y en estudios anteriores éstas han demostrado tener influencia en el crecimiento metropolitano (Corona, 2010; Corona *et al*., 2015) (figura 3).

Una vez creados los *buffers*, se calculó el área total por tipo de vía y posteriormente se determinó el peso que cada camino tiene en la expansión urbana, mediante las ecuaciones 1 a 6:

$$P_c = \frac{A_{cam}}{I_c} \quad (1)$$

$$A_{cam} = \frac{100\,(A_{au*c})}{A_{au*\mathrm{cmax}}} \quad (2)$$

$$I_c = \frac{100\,(i_c)}{i_{cT}} \quad (3)$$

$$A_{au*c} = A_{au} * A_c \quad (4)$$

$$A_{au} = \frac{100\,(au_c)}{au_{cT}} \quad (5)$$

$$A_c = \frac{100\,(ab_c)}{ab_{cT}} \quad (6)$$

Donde:

P_c es el peso de un camino dado en el crecimiento urbano;

A_{cam} es la influencia al crecimiento urbano que tiene un camino dado, respecto al valor máximo de la influencia de todos los caminos;

I_c es el número de intersecciones de un camino dado, respecto al valor máximo de intersecciones de todos los caminos;

i_{cT} es la sumatoria del total de intersecciones de todos los caminos;

A_{au*c} es el área urbana que está dentro del *buffer* de un camino dado, pesado por la sumatoria del área de los *buffers* de todos los caminos;

A_{au} es el área urbana que está dentro del *buffer* de un camino dado, respecto a la sumatoria del área urbana de los *buffers* de todos los caminos;

A_c es el área del *buffer* de un camino dado respecto a la sumatoria de las áreas de los *buffers* de todos los caminos;

au_c es el área urbana que se encuentra dentro del *buffer* de un camino dado

au_{cT} es la sumatoria de las áreas urbanas que se encuentran dentro de los *buffers* de todos los caminos;

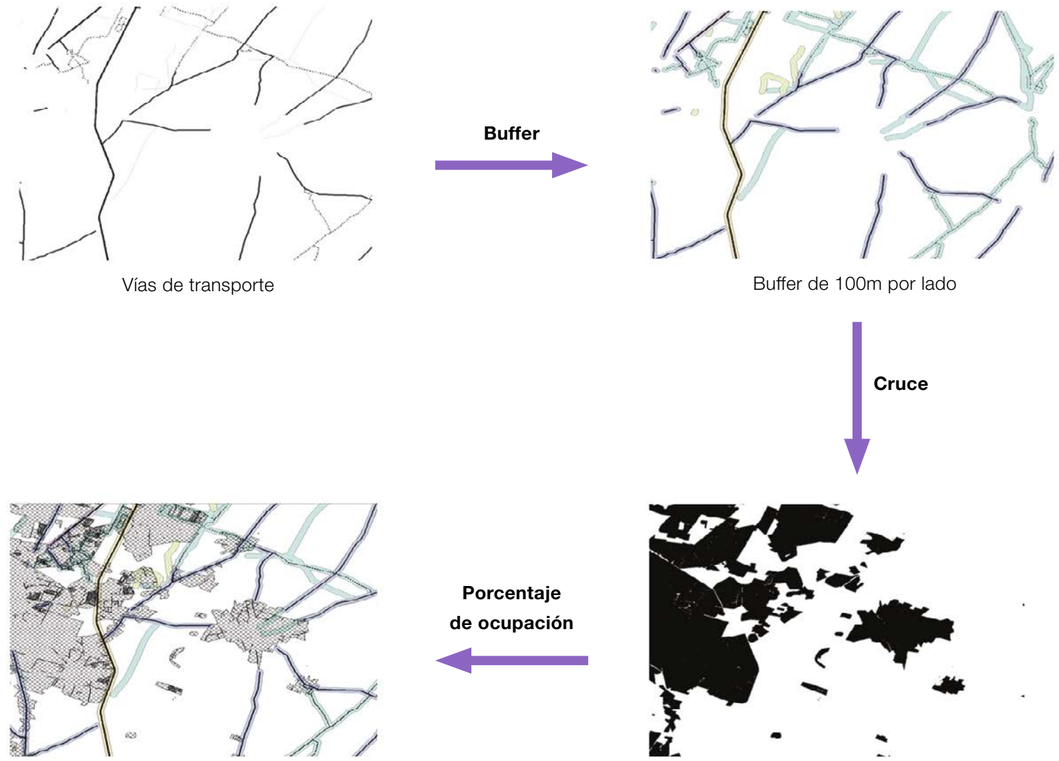
ab_c es el área del *buffer* de un camino dado, y

ab_{cT} es la sumatoria de las áreas de los *buffers* de todos los caminos.

En el análisis se decidió considerar sólo el incremento del área urbana de 1995 a 2015 pues lo que interesa medir es la influencia que cada tipo de vía de transporte ha tenido en la expansión urbana durante el periodo en estudio.

mente. Después, se lleva a cabo una "caminata" al azar a lo largo del camino o de los secundarios (el número de pasos lo fija el coeficiente de dispersión) en donde en cada paso se aplican las primeras tres reglas de crecimiento (crecimiento espontáneo, nuevo centro de dispersión y crecimiento de borde). Si se encuentra una celda que cumple con los parámetros para ser urbanizada, se "prende" y es considerada como un nuevo núcleo de propagación urbana. Si una o varias celdas vecinas de ésta (sobre el camino) son propensas a urbanización, se urbanizan (Clarke *et al*., 1997).

FIGURA **3.** Ilustración del análisis empleado para la obtención de los porcentajes de ocupación del área urbana por tipo de camino



Fuente: elaboración propia a partir de lo obtenido en este estudio.

CUADRO **2.** Valores obtenidos a partir del análisis de los pesos de las vías de transporte para la corrida del SLEUTH

Tipo de camino	Área buffer (m^2)	Área urbana (m^2)	A_{au}	A_c	A_{au*c}	A_{cam}	I	I_c	P_c	Valor SLEUTH
1 CCP	153 160	94 273.3	0.05	0.01	0	0	0	0	0	0
1 CSP	1 571 840	14 3160	0.08	0.11	0	0	0	0	0	0
2 CCP	77 574 500	12 064 800	6.88	5.52	37.97	1.12	310	6.47	0.17	12
2 CSP	48 2751 000	73 576 000	41.95	34.36	1441.17	42.56	1895	39.56	1.08	75
3 CCP	31 394 800	4 720 000	2.69	2.23	6.01	0.18	119	2.48	0.07	5
3 CSP	14 327 700	2 872 700	1.64	1.02	1.67	0.05	195	4.07	0.01	1
4 CCP	378 559	175 801	0.10	0.03	0	0	0	0	0	0
4 CSP	5 669 000	1 089 130	0.62	0.40	0.251	0.007	84	1.75	0.004	0
5 CCP	262 690	69 309	0.04	0.02	0	0	0	0	0	0
5 CSP	673 785	54 683	0.03	0.05	0	0	0	0	0	0
6 CCP	83 847.3	0	0.00	0.01	0	0	0	0	0	0
6 CSP	0	0	0.00	0.00	0	0	0	0	0	0
7 CCP	238 717	132 700	0.08	0.02	0	0	0	0	0	0
7 CSP	0	0	0.00	0.00	0	0	0	0	0	0
Brecha	167 173 000	7 194 000	4.10	11.90	48.80	1.44	370	7.72	0.19	13
Terracería	622 927 000	7 3206 000	41.74	44.33	1850.29	54.64	1817	37.93	1.44	100

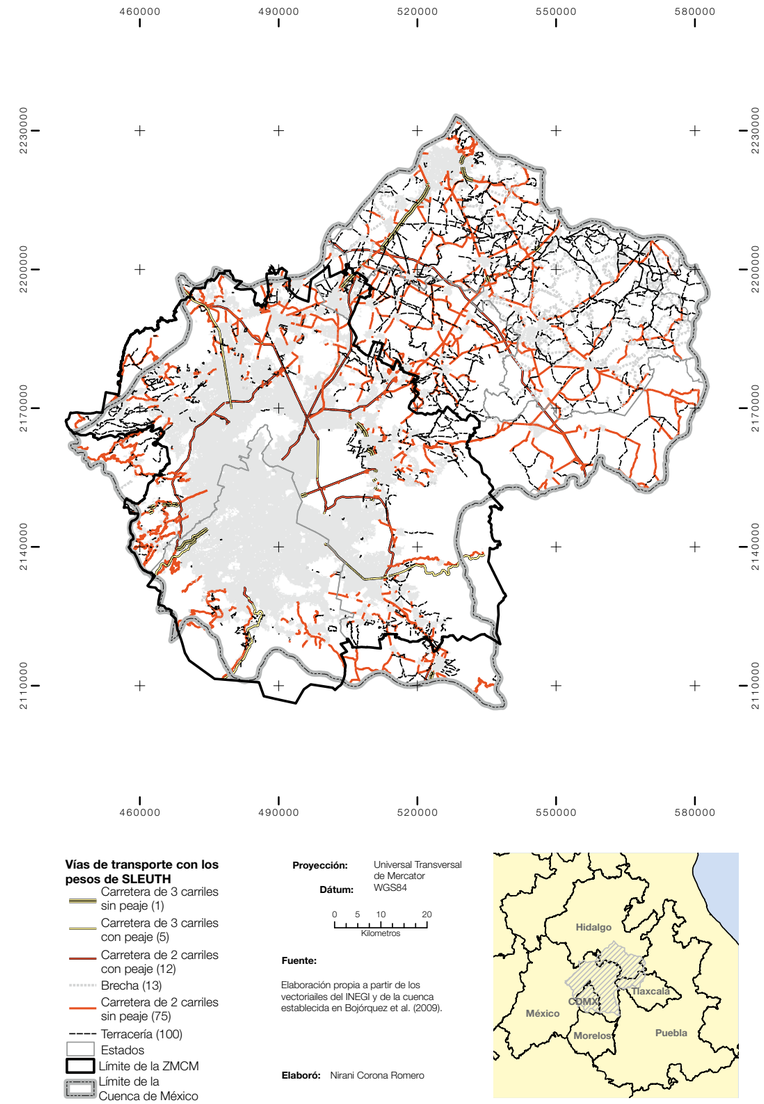
El número hace alusión al número de carriles de cada tipo de camino; CCP: carretera con peaje; CSP: carretera sin peaje.

Con respecto a las intersecciones, se decidió agregarlas al análisis a partir de la premisa de que entre mayor sea el número de éstas, mayor puede ser la influencia del camino en el crecimiento urbano. De esta manera, se consideraron todas las intersecciones entre los diferentes tipos de caminos (ver el Anexo al final de este capítulo).

Ya con los pesos calculados, se hizo una normalización para derivar los valores que se usarán para correr la fase de calibración y la predicción del modelo SLEUTH. Esto se hizo igualando el peso más alto a 100 (cuadro 2).

El análisis mostró que las terracerías tienen la mayor influencia en la expansión urbana en la Cuenca, seguidas por las carreteras de dos carriles sin peaje y luego por las brechas y las carreteras de dos carriles con peaje. Cabe destacar que las carreteras de tres carriles con peaje, correspondientes a las carreteras México-Querétaro, México-La Marquesa, México-Cuernavaca, México-Puebla y un tramo del Circuito Exterior Mexiquense Bicentenario, tuvieron valores bajos, al igual que las de dos carriles con peaje, entre las que está el Arco Norte de la Ciudad de México (cuadro 2, figura 4).

FIGURA **4.** Vías de transporte de la Cuenca de México que tienen la mayor influencia en la expansión de la mancha urbana



Nota: Entre paréntesis se muestra el peso que tuvo cada uno para correr el modelo SLEUTH.

En los próximos años

la **Zona Metropolitana** de la Ciudad de México probablemente **incorpore nuevos municipios** y se traslade hacia la **parte norte** de la **Cuenca de México**, e incluso podría llegar **hasta Pachuca**, en el estado de Hidalgo.

Corrida del modelo SLEUTH

Establecidos los pesos de las vías de transportación, así como las zonas de exclusión, se crearon las capas en el formato adecuado para el modelo y se implementó la fase de calibración para obtener el valor de los cinco coeficientes que requiere el SLEUTH para su funcionamiento (cuadro 3).

CUADRO **3.** Coeficientes obtenidos de la calibración del SLEUTH para correr la fase de predicción

Coeficiente	Valor
Difusión	1
Reproducción	13
Propagación	77
Resistencia-pendiente	57
Caminos-gravedad	58

Posteriormente se efectuó la corrida de la predicción y con ésta se analizó la tendencia del crecimiento de la mancha urbana al año 2030. Lo anterior se vinculó con la tendencia obtenida de 1995 al 2010 y se evaluó el papel que han desempeñado los ordenamientos ecológicos territoriales del Distrito Federal (GDF, 2000b), Estado de México (2003), Hidalgo (Salinas *et al*., 2001) y Tlaxcala (GET *et al*., 2002) en la expansión de la urbe y el impacto que puede tener el crecimiento al 2030 en las áreas destinadas a la conservación y a la protección de los recursos naturales. Para lo anterior se unieron los ordenamientos ecológicos territoriales y se reclasificaron de acuerdo con la política ambiental de usos[2] aplicada a las unidades de gestión ambiental (UGA),[3] para posteriormente identificar aquellas áreas que están siendo usadas y que serán empleadas para el establecimiento de los asentamientos humanos. Los resultados de estos análisis se presentan en el siguiente apartado, donde también se anotan algunas causas que podrían estar influyendo en estas tendencias.

Resultados

Tendencias de ocupación del territorio por la expansión del área urbana en la Cuenca de México

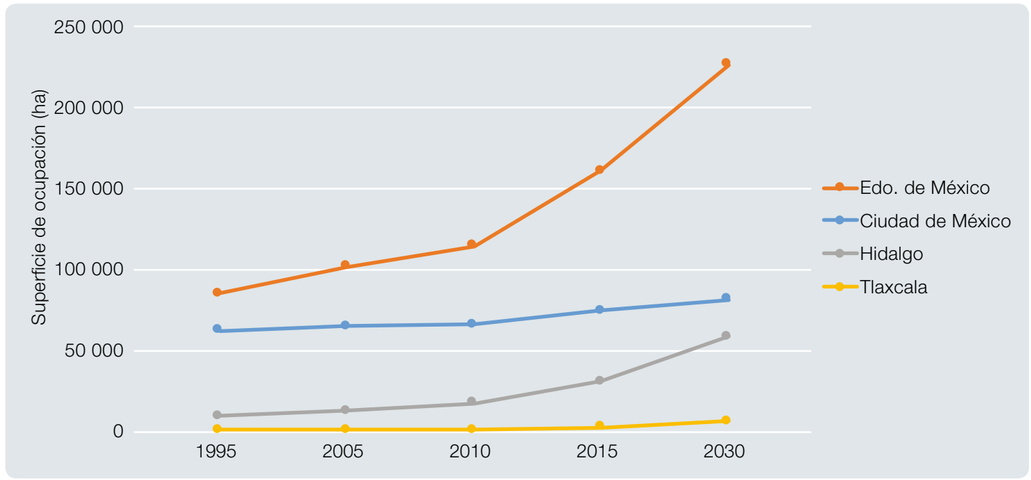
De acuerdo con la superficie total de la mancha urbana al año 2015 en la Cuenca de México (269 607 hectáreas), el Estado de México presenta la mayor área ocupada por asentamientos humanos (161 035 hectáreas), seguido de la Ciudad de México (74 846 hectáreas) e Hidalgo (31 096 hectáreas); Tlaxcala, por su parte, muestra cifras por debajo de las 3 000 hectáreas (gráfica 1).

A partir de lo modelado, la expectativa para el año 2030 es que la mancha urbana abarque un área de 373 061 hectáreas, equivalente al 38.8% de la superficie total de la Cuenca; nuevamente el Estado de México muestra el mayor incremento (65 597 hectáreas más que en 2015) hasta abarcar 226 632 hectáreas. Cabe destacar que Hidalgo es la demarcación donde se dará el segundo incremento más importante dentro de la Cuenca en el periodo; la mancha urbana avanzará 27 536 hectáreas, algo menos de una tercera parte del crecimiento en el Estado de México. La

[2] Aprovechamiento: permite la modificación de la estructura y funcionamiento de un ecosistema. Conservación: permite un manejo de los recursos naturales manteniendo la estructura y función de los ecosistemas. Protección: protege los recursos naturales del ecosistema; permite un manejo que mantiene la composición, estructura y los servicios ambientales del ecosistema. Restauración: promueve la recuperación de las zonas degradadas, con posibilidad de manejo a mediano plazo (Boege, 2004).

[3] Unidad de Gestión Ambiental (UGA): unidad mínima territorial donde se aplican tanto lineamientos como estrategias ambientales (de política ambiental) aunados con esquemas de manejo de recursos naturales orientados a un desarrollo que permita la sustentabilidad (Rosete, 2007).

GRÁFICA **1.** Superficie ocupada por la mancha urbana para cada entidad de la Cuenca de México



Fuente: elaboración propia a partir de lo obtenido en este estudio.

Ciudad de México, por su parte, estará en tercer lugar en expansión al extenderse hasta 6 710 hectáreas, la novena parte del aumento que tendrá el Estado de México (gráfica 1).

Esta expansión se ha dirigido hacia diferentes regiones a lo largo del periodo en estudio. De 1995 a 2005, el crecimiento más alto (superior a las 1 011 hectáreas) se reportó en los municipios de Ecatepec, Cuautitlán Izcalli, Tecámac e Ixtapaluca, todos ellos pertenecientes al Estado de México, mientras que en la mayor parte de la Cuenca el crecimiento no rebasó las 314 hectáreas. Para el 2010 se redujo la expansión en estos municipios y aumentó en Zumpango y Tecámac, del Estado de México, y en Tizayuca y Mineral de la Reforma, en Hidalgo, todos ellos con incrementos por arriba de las 1 011 hectáreas. En el 2015 comenzó un cambio en la tendencia, pues son pocos los municipios con incrementos menores a las 314 hectáreas: Texcoco tiene un crecimiento superior a las 3 169 hectáreas; en tanto, Nicolás Romero, Tepotzotlán, Cuautitlán Izcalli, Atizapán de Zaragoza, Tecámac y Zumpango, en el Estado de México, Tlalpan en la Ciudad de México y Zempoala en Hidalgo, registran uno mayor a 1 926 hectáreas (figuras 5 y 6).

De acuerdo con lo modelado, para el 2030 Zumpango, Tecámac, Texcoco y Chalco, en el Estado de México, y Zempoala en Hidalgo, tendrán una expansión superior a las 3 169 hectáreas, mientras municipios como Otumba, Axapusco y Temascalapa, en el Estado de México, y Mineral de la Reforma y Apan, en Hidalgo, que no pertenecen a la ZMCM, tendrán incrementos mayores a 1 926 hectáreas. Es importante destacar esto último, ya que varios de los municipios con mayores incrementos se encuentran fuera de la Ciudad de México y de la ZMCM, a diferencia de lo observado en periodos anteriores. Por lo tanto, es probable que en los años siguientes la ZMCM incorpore nuevos municipios y se traslade hacia la parte norte de la Cuenca, e incluso podría llegar hasta Pachuca de Soto (figuras 5 y 6).

FIGURA **5.** Expansión de la mancha urbana en la Cuenca de México, 1995-2030

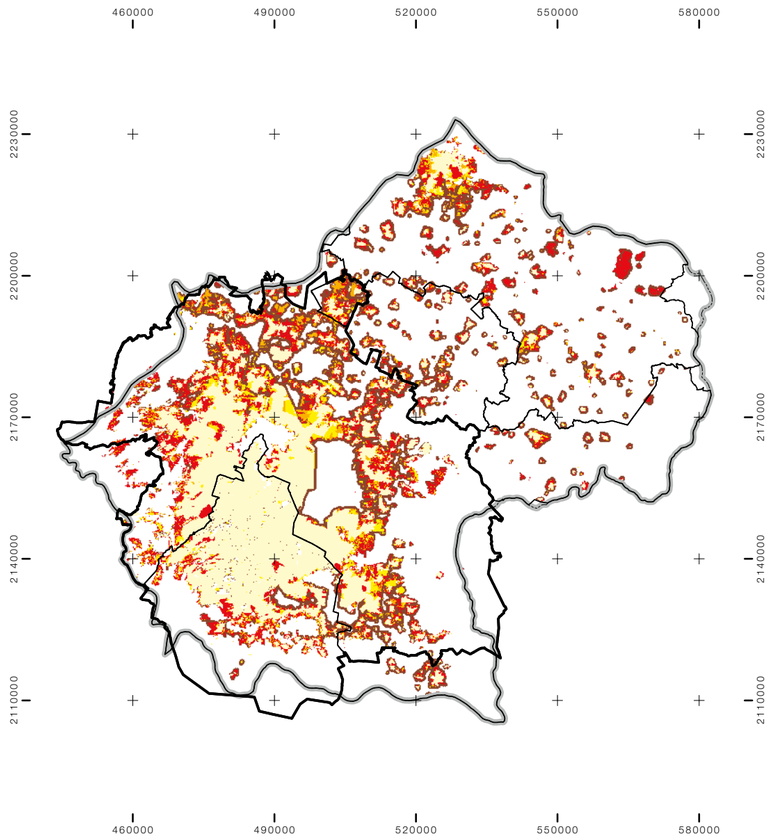
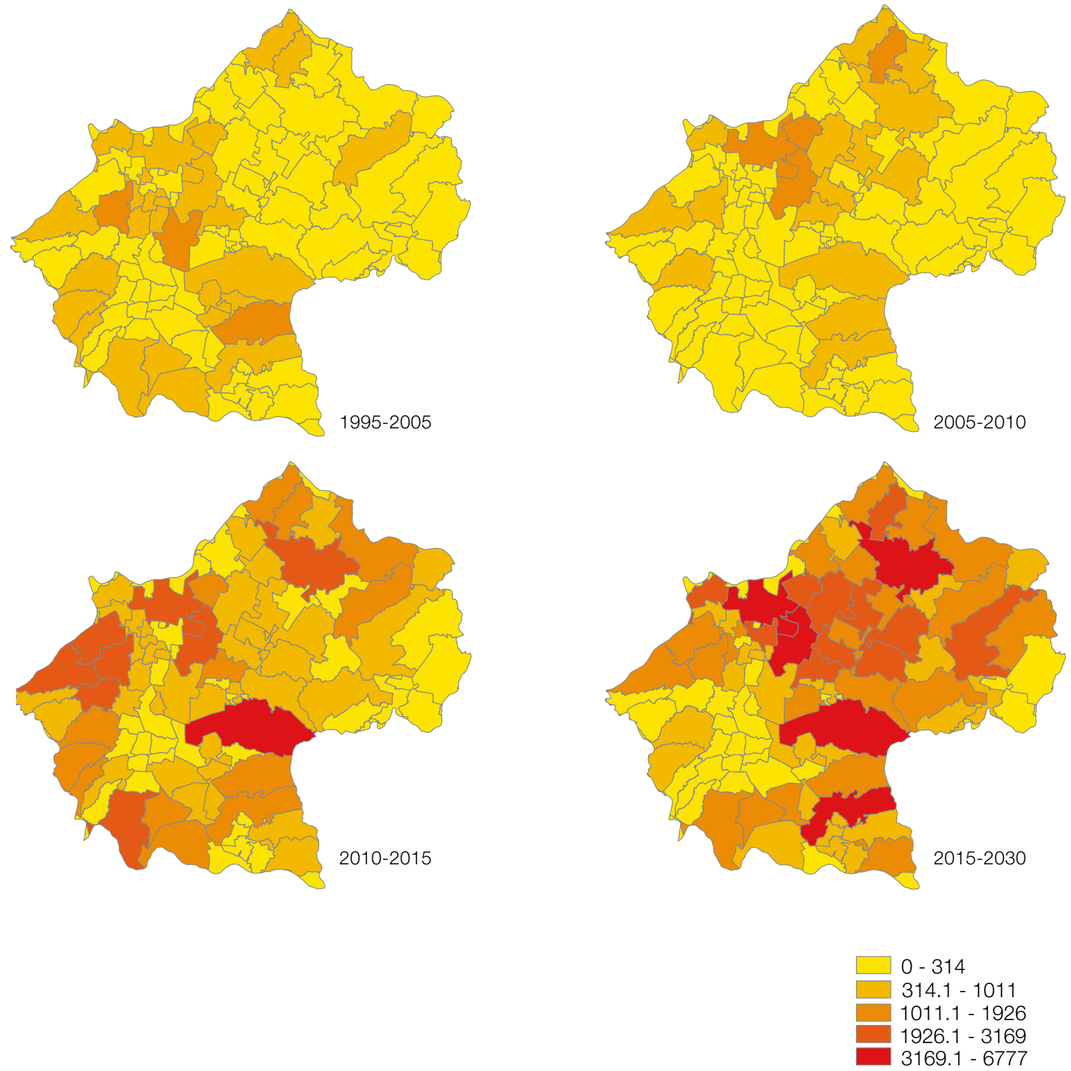
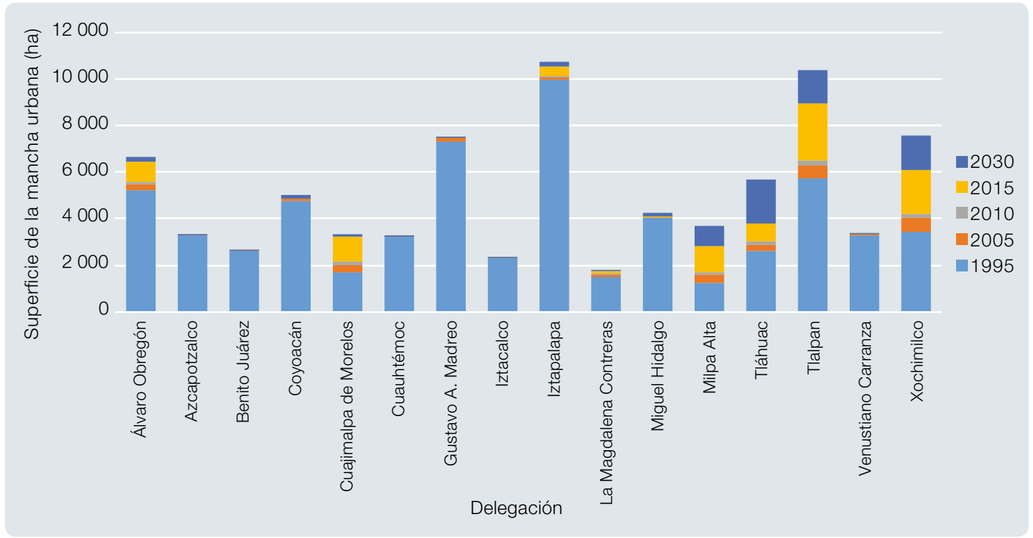


FIGURA **6.** Incremento de la mancha urbana por periodo en la Cuenca de México, 1995-2030



Fuente: elaboración propia a partir de lo obtenido en este estudio.

GRÁFICA **2.** Incremento de la mancha urbana en la Ciudad de México, 1995-2030



Fuente: elaboración propia a partir de lo obtenido en este estudio.

Tendencias de ocupación del territorio por la expansión del área urbana en la Ciudad de México

La expansión de la mancha urbana en la Ciudad de México ha pasado de tener un incremento generalizado en la mayoría de sus delegaciones, a concentrarse en la zona sur desde el 2005.

De 1995 al 2005, cuatro delegaciones (Azcapotzalco, Cuauhtémoc, Benito Juárez e Iztacalco) registraron incrementos menores a 29 hectáreas, mientras que en Tlalpan y Xochimilco fueron superiores a 428 hectáreas. Del 2005 al 2010, ocho demarcaciones tuvieron incrementos por debajo de 29 hectáreas (Azcapotzalco, Gustavo A. Madero, Miguel Hidalgo, Cuauhtémoc, Venustiano Carranza, Benito Juárez, Iztacalco y Coyoacán), en tanto que en la zona sur fueron superiores a 106 hectáreas, con Xochimilco a la cabeza (200 hectáreas de incremento). Para el 2015 las ocho delegaciones señaladas siguieron presentando bajos incrementos, a la vez que Tlalpan y Xochimilco tuvieron aumentos por arriba de 1 107 hectáreas (figuras 7 y 8, gráfica 2).

Lo anterior parece indicar que la disponibilidad de suelo para el establecimiento de la mancha urbana se ha agotado en la parte central y norte de la Ciudad de México, y que sólo queda la parte sur para la expansión de la mancha urbana. Esto se confirma al observar el porcentaje de ocupación de las diferentes delegaciones en 1995. Las zonas centro y norte (Azcapotzalco, Iztacalco, Venustiano Carranza, Coyoacán, Benito Juárez, Miguel Hidalgo, Gustavo A. Madero, Cuauhtémoc e Iztapalapa) ya tenían entre el 80 y el 100% de sus superficies cubiertas por asentamientos humanos; en el sur, la delegación Álvaro Obregón presentaba alrededor del 60% de su territorio ocupado por la mancha urbana (5 219 hectáreas),

FIGURA **7.** Expansión de la mancha urbana en la Ciudad de México, 1995-2030

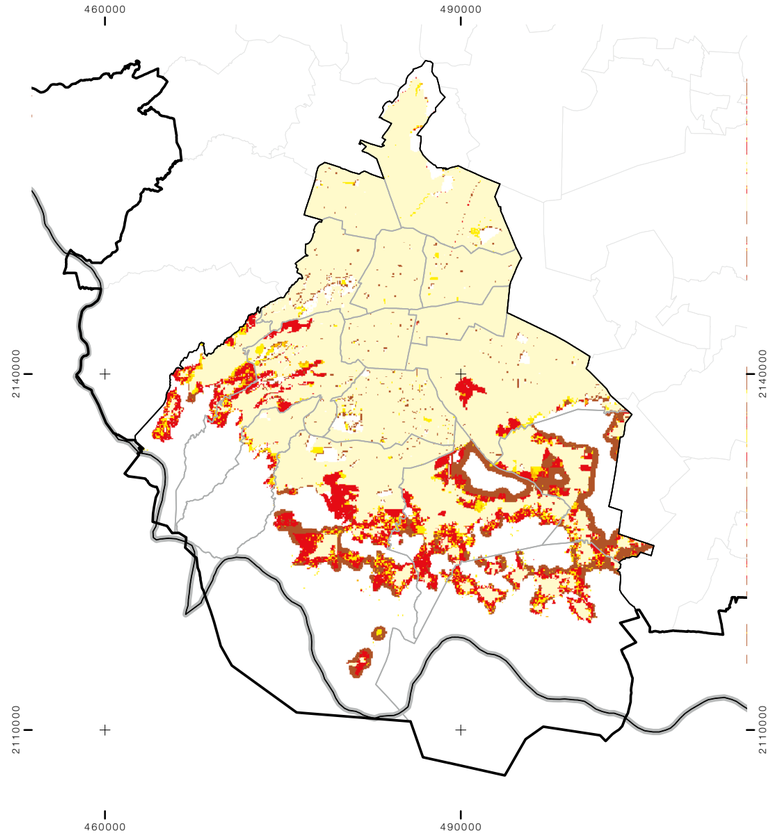
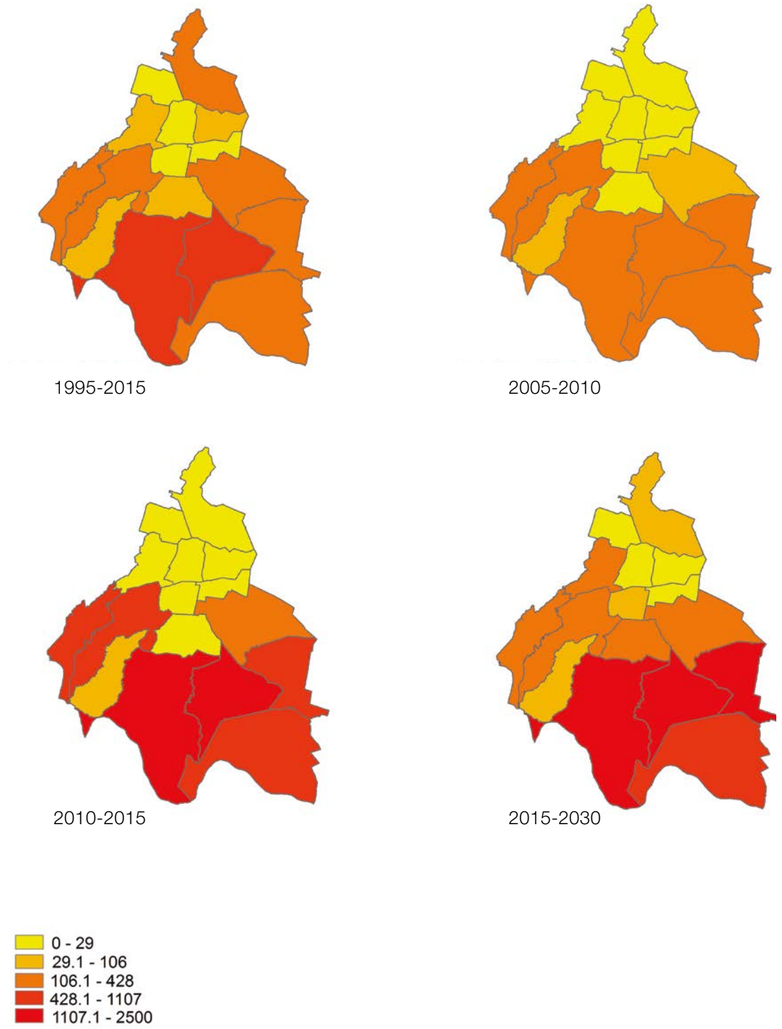
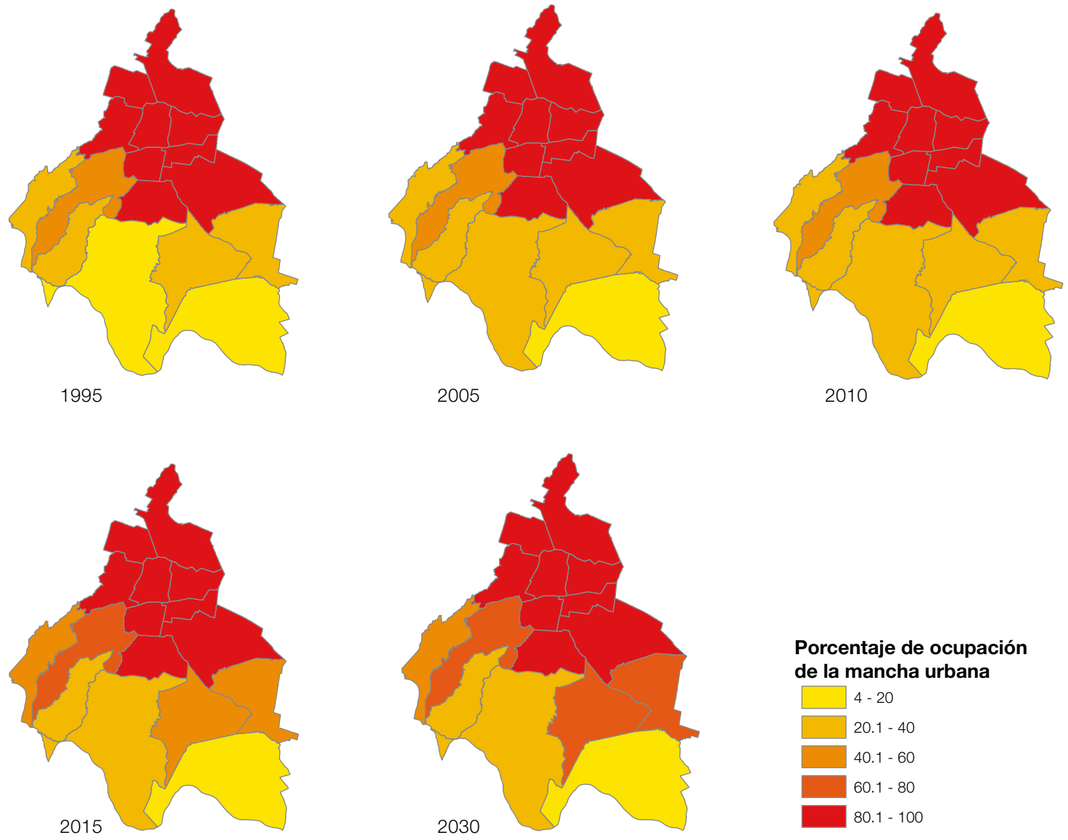


FIGURA **8.** Superficie e incremento de la mancha urbana en la Ciudad de México, 1995-2030



Fuente: elaboración propia a partir de lo obtenido en este estudio.

FIGURA **9.** Porcentaje del territorio de cada delegación de la Ciudad de México ocupado por la mancha urbana



Fuente: elaboración propia a partir de lo obtenido en este estudio.

seguida de Magdalena Contreras, Cuajimalpa, Xochimilco y Tláhuac, con 40% de ocupación. Tlalpan se agregó a este último grupo en el 2005. En el 2015, Álvaro Obregón alcanzó el 70% de ocupación, y Cuajimalpa, Xochimilco y Tláhuac entre el 40 y 60%. De este periodo cabe mencionar a Milpa Alta como la única delegación que se mantiene con una ocupación que no rebasa el 20% (figuras 8 y 9).

De acuerdo con Lemus (2014), de 1990 a 2000 Azcapotzalco tuvo una pérdida del 53.5% de su suelo habitacional para transformarse en un uso de suelo destinado a otra actividad.[4] Esto podría explicar el bajo crecimiento urbano; sin embargo, otras delegaciones, como Milpa Alta y Gustavo A. Madero, que tuvieron incrementos de superficie urbana superiores a las 106 hectáreas, también mostraron elevados decrementos en el uso habitacional, del 86 y 48.6%, respectivamente. Lo anterior pareciera indicar que en estas delegaciones se está dando un proceso de descentralización. En el caso de Azcapotzalco, la falta de vivienda está provocando que la población migre hacia otras demarcaciones, mientras que en Milpa Alta, y en general en las delegaciones del sur, este fenómeno propicia movimientos hacia la periferia. Esta delegación presenta la segunda tasa de crecimiento poblacional más alta, de 4.5% (figuras 8 y 9) (Aguilar, 2008).

Para el año 2030 se espera que Tláhuac y Xochimilco alcancen una ocupación de alrededor del 70%, ya que estas dos delegaciones, junto con Tlalpan, tendrán los mayores incrementos (superiores a las 1 000 hectáreas). Les sigue Milpa Alta, con 863 hectáreas, y después Iztapalapa, Álvaro Obregón, Coyoacán, Miguel Hidalgo y Cuajimalpa, con crecimiento arriba de las 100 hectáreas. Mientras que en 2015 Xochimilco ocupaba el segundo lugar en incremento y Tláhuac el sexto, en el pronóstico 2030 pasan a ocupar el primer y segundo lugares, dejando a Tlalpan en el tercero. En este sentido, también es importante apuntar la tendencia en Cuauhtémoc y Benito Juárez, que desde el 2005 dejaron de reportar expansión y de acuerdo con el modelo pueden presentar un crecimiento de alrededor de 30 hectáreas, que probablemente se dé en algún área verde, ya que es el único espacio que quedó *libre*; es decir, estas áreas se contemplaron dentro de las restricciones del modelo y son las únicas disponibles dentro de los territorios de estas delegaciones para el establecimiento de asentamientos humanos (figuras 7-9).

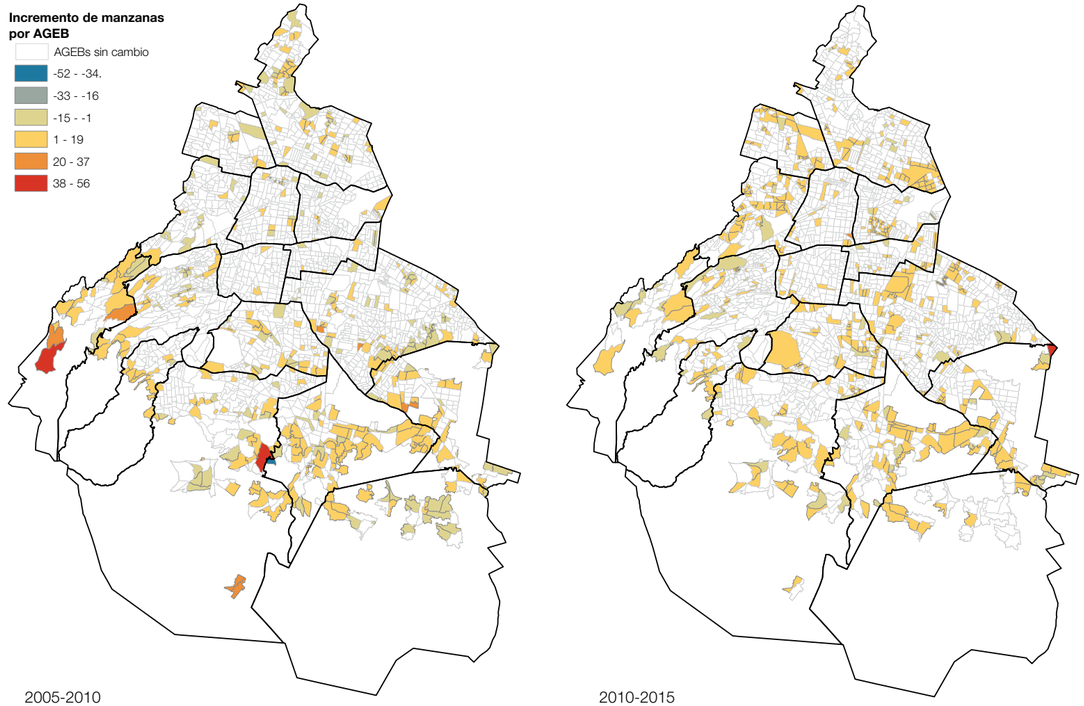
Dado lo anterior, se puede decir que de 1995 a 2030 la expansión de la ciudad ha ocurrido y ocurrirá principalmente en la parte sur de la Ciudad de México, pues las delegaciones Tlalpan, Xochimilco, Milpa Alta, Cuajimalpa, Álvaro Obregón y Tláhuac son las que registran incrementos mayores a las 1 000 hectáreas. Las delegaciones de la ciudad central y del primer contorno, como Gustavo A. Madero e Iztapalapa, muestran crecimiento pero en proporción menor a la región sur (196 y 788 hectáreas, respectivamente) (figura 8). Esta tendencia se confirma al observar el incremento de manzanas por área geoestadística básica (AGEB) en el periodo de 1995 a 2015; mientras la mayor parte de la zona central y norte se mantiene estable, en el sur sí ha habido un incremento, sobre todo en el lapso de 2010 a 2015 (figura 10). Algunas de las AGEB con mayor número de manzanas se encuentran en Cuajimalpa, Álvaro Obregón, Tlalpan y Xochimilco (figura 11).

El crecimiento de la mancha urbana en la Ciudad de México y los instrumentos de ordenamiento territorial

Las tendencias aquí mostradas sobre la expansión física de la urbe revelan que la Ciudad de México sigue demandando suelo y que la ocupación de éste se ha

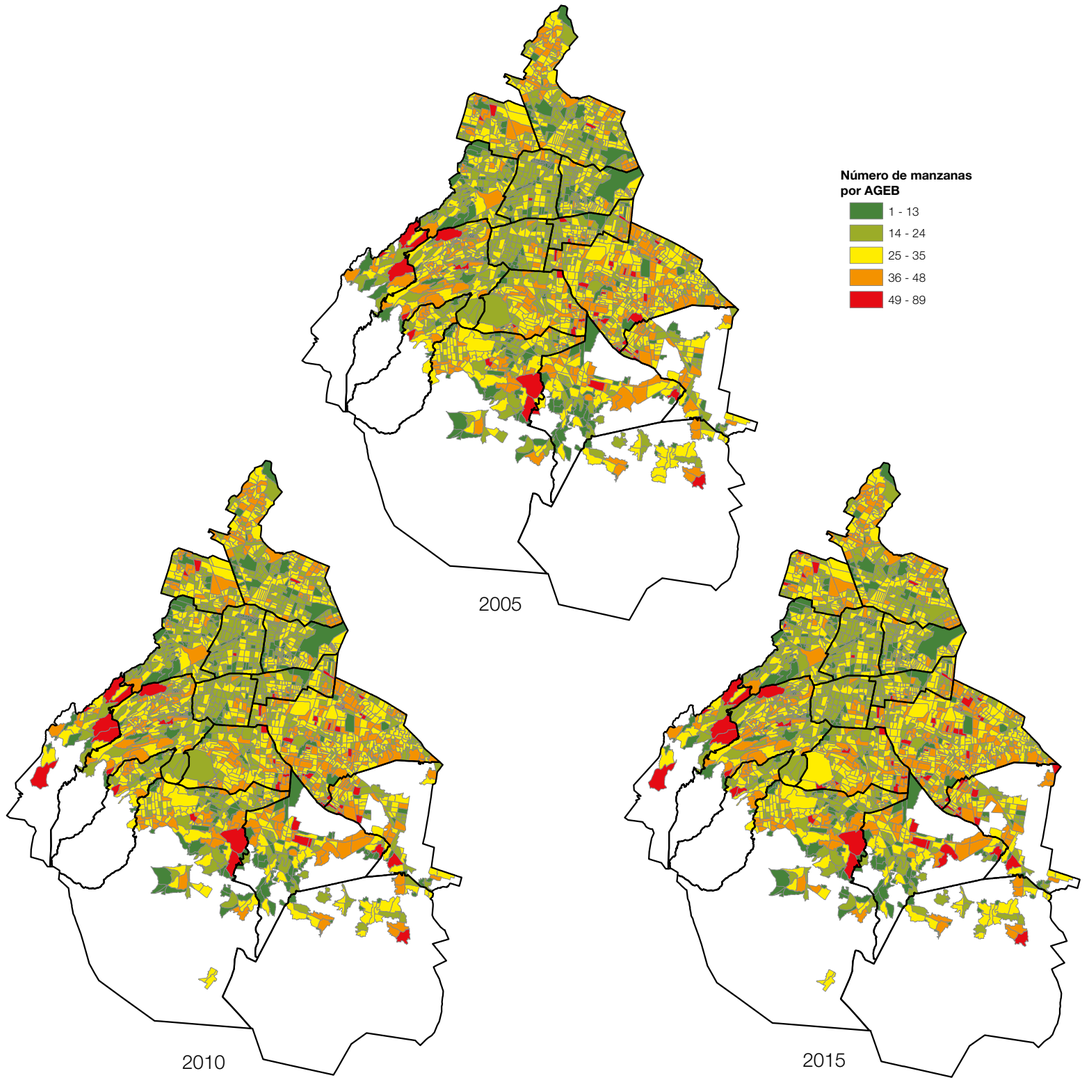
[4] Lemus (2014) llevó a cabo un estudio para entender la estructura urbana a partir de los patrones de localización de cuatro usos de suelo: habitacional, industrial, mixto (que comprende las actividades de intercambio y servicios) y otros usos (integra las actividades que ofrecen servicios educativos, salud, vigilancia, transporte, recreativos y zonas que tienen valor ambiental).

FIGURA **10.** Incremento de manzanas por área geoestadística básica en la Ciudad de México, 2005-2010 y 2010-2015



Fuente: elaboración propia a partir de la cartografía geoestadística urbana del INEGI de los años 2005, 2010 y 2015.

FIGURA **11.** Número de manzanas por área geoestadística básica en la Ciudad de México, 2005, 2010 y 2015



Fuente: elaboración propia a partir de la cartografía geoestadística urbana del INEGI de los años 2005, 2010 y 2015.

CUADRO **4.** Porcentaje de pérdida del área de los Parques Nacionales que se encuentran en la Cuenca de México, 1995-2030

Nombre	Entidad	Superficie total (ha)	Porcentaje de ocupación por asentamiento humanos				
			1995	2005	2010	2015	2030
El Chico	Hidalgo	528	0	0	0	0	0
Molino de Flores Nezahualcóyotl	Estado de México	48	0	0	0	52.08	100
El Tepeyac	Ciudad de México	248	35.5	35.5	35.9	37.5	38.3
Los Remedios	Estado de México	398	75.9	77.6	80.2	98	99.2
Iztaccíhuatl-Popocatépetl	Estado de México, Puebla y Morelos	11 566	0	0	0	0.04	0.04
El Histórico Coyoacán	Ciudad de México	41	19.5	19.5	19.5	19.5	39
Cerro de la Estrella	Ciudad de México	1 181	76.6	76.6	77.6	98.9	99.8
Desierto de los Leones	Ciudad de México	1 526	0	0	0	0	0
Insurgente Miguel Hidalgo y Costilla	Estado de México y Ciudad de México	345	0	2.6	2.6	3.2	7.5
Lomas de Padierna	Ciudad de México	9	44.4	44.4	44.4	44.4	44.4
Fuentes Brotantes de Tlalpan	Ciudad de México	9	100	100	100	100	100
Cumbres del Ajusco	Ciudad de México	310	0	0	0	0	0
Sacromonte	Estado de México	43	23.3	23.3	23.3	32.6	39.5

dado sobre todo en la periferia sur, que es donde aún hay suelo disponible para el avance de la mancha urbana. Sin embargo, la expansión ha ocurrido a costa de los recursos naturales, pues el crecimiento se ha llevado a cabo sobre la demarcación del suelo de conservación.[5]

El avance de la mancha urbana se ha registrado tanto en las UGA destinadas al aprovechamiento como en aquellas planteadas para la conservación y protección. Para el 2005, la delegación Gustavo A. Madero ya había cubierto el 100% de sus áreas de aprovechamiento, e Iztapalapa, Tláhuac y Álvaro Obregón rebasaron el 50%. En 2015, Álvaro Obregón, Cuajimalpa y Tláhuac alcanzaron el 90% y Magdalena Contreras el 60%. De entre éstas cabe destacar a Álvaro Obregón y Magdalena Contreras, ya que más del 60% de su superficie estipulada para la protección ha quedado invadida por los asentamientos humanos; lo mismo ha sucedido con la superficie de conservación, aunque en una proporción menor (alrededor del 10%). Iztapalapa muestra la mayor reducción, ya que sólo conserva el 40% de la superficie original; el Parque Nacional Cerro de la Estrella es una de las áreas más afectadas, al 2015 ha perdido el 90% de su área (cuadro 4). En la figura 12 y la gráfica 3 se observa la

[5] El suelo de conservación es un tipo de área creada el 5 de octubre de 1992 destinada a la conservación ecológica por los bienes y servicios ambientales que brinda a la ciudad; desde su creación se ha visto afectada por el crecimiento urbano (GDF, 2003). Abarca parte del territorio de las delegaciones Cuajimalpa, Álvaro Obregón, Magdalena Contreras, Tlalpan, Xochimilco, Tláhuac e Iztapalapa, y cubre totalmente a Milpa Alta. También comprende el Cerro de la Estrella y la Sierra de Guadalupe, así como partes de Gustavo A. Madero (CDH, 2005).

pérdida de unidades de gestión ambiental en la Ciudad de México por la expansión de la mancha urbana de 1995 a 2030.

La tendencia al 2030 no es muy diferente de la observada hasta el 2015; se sigue perdiendo un mayor porcentaje de las zonas de conservación y protección, excepto en Tlalpan, donde hay un detrimento de alrededor del 20% en las de restauración, y en Tláhuac, pues las áreas de protección no han sido ni serán invadidas (figura 12).

En esta tendencia el suelo de conservación pareciera más una reserva de suelo para el establecimiento de asentamientos humanos que una zona de conservación de recursos naturales, pues a pesar de que la mayoría de las delegaciones que poseen suelo de conservación todavía cuentan con zonas destinadas al aprovechamiento, la expansión urbana se está dando y seguirá hacia las regiones de conservación y protección y, en menor medida, hacia las de restauración, con excepción de Cuajimalpa, donde ya se agotó todo el suelo estipulado para este tipo de uso. En el suelo de conservación los usos que mostraron una tendencia a la disminución de 1970 a 1997 fueron los bosques y la agricultura (239 hectáreas y 173 hectáreas por año, respectivamente), en tanto que el suelo urbano se ha incrementado, ya sea por la expansión de los pueblos originales, por asentamientos irregulares o por la ocupación dispersa de las clases medias (Aguilar, 2008).

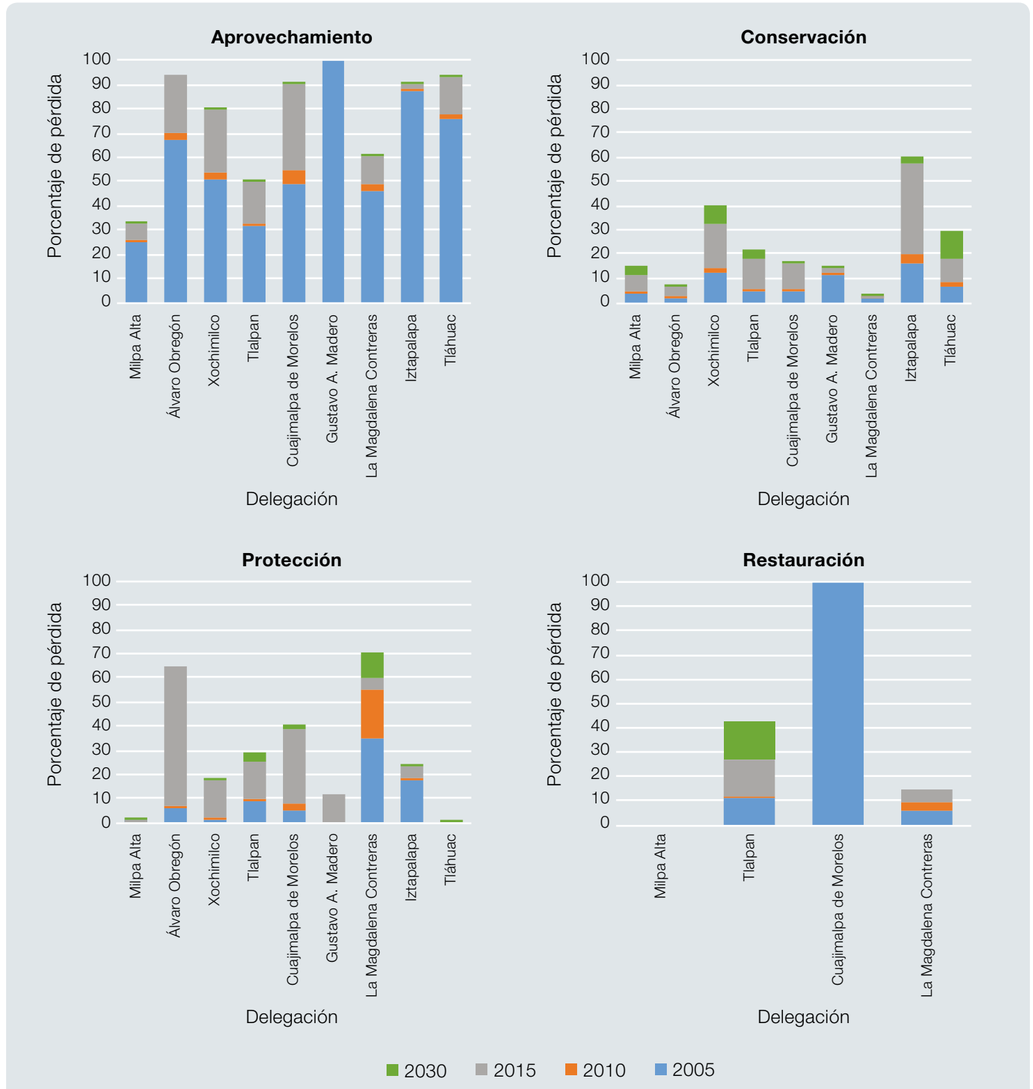
Los pueblos originales por lo general se encuentran en las pendientes de las montañas y algunos de ellos existen desde antes de la Colonia. Su expansión es lenta pero constante (con una tasa de 5.5% de 1975 a 1986, y de 3% de 1986 a 1995) y se debe de modo primordial al crecimiento demográfico de la población local que se establece en la periferia, aunque también se están convirtiendo en receptores de la población de la parte central de la ciudad, fenómeno que afecta el suelo agrícola y los recursos naturales (Aguilar, 2008).

Los asentamientos irregulares, por su parte, son invasiones u ocupaciones ilegales del suelo privado o público, que han realizado desde 1980[6] grupos de población de bajo poder adquisitivo. Habitualmente se registran en áreas de alto riesgo que no cuentan con servicios básicos, como agua o drenaje. Por lo general son regularizados después de 10 años de su establecimiento, lo que constituye un aliciente para que se sigan presentando. Aguilar (2008) observó una reducción de 857 hectáreas de 1995 al 2005 y señaló como posibles causas: la disminución de la tasa de crecimiento demográfico de la ciudad, el control más estricto sobre el uso de suelo instrumentado desde el año 2000 por parte del gobierno local y el establecimiento de políticas que estimulan el desarrollo de complejos habitacionales en la zona central de la ciudad (Cuauhtémoc, Benito Juárez, Miguel Hidalgo y Venustiano Carranza).[7] Se calcula que los asentamientos irregulares han ocasionado la pérdida de cientos de hectáreas de bosque; Milpa Alta, Tlalpan y Xochimilco son las delegaciones más afectadas ya que concentran el mayor número de ellos. Lo anterior debe de tomarse en consideración pues estas delegaciones son las que presentan los mayores incrementos

[6] En 1980 se estableció la estrategia general del Plan General del Plan Director del Distrito Federal, en la que se organizó a la ciudad en dos ámbitos, uno urbano y otro no urbano. Este último se planteó para la zona sur y se dividió en dos áreas: de amortiguamiento, que tuvo como finalidad separar la ciudad de las zonas por conservar, y de conservación, donde se aplicaría una política estricta de conservación para el mejoramiento, preservación y aprovechamiento de las zonas boscosas para el mejoramiento del medio ambiente; también se permitiría el desarrollo controlado de pueblos originarios y de actividades agropecuarias (DOF, 1980).

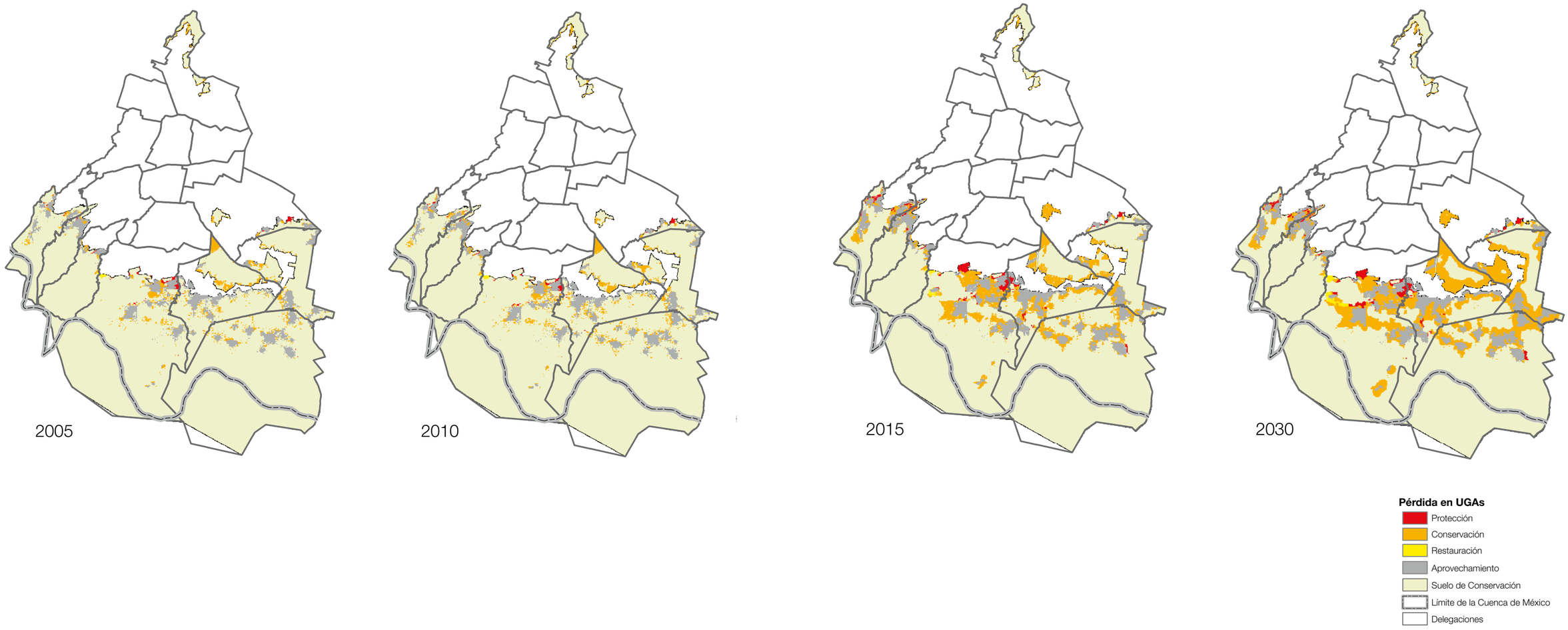
[7] En el año 2000 la Jefatura del Gobierno del Distrito Federal publicó el Bando Informativo número 2 que restringió la construcción de unidades habitacionales y desarrollos comerciales en las delegaciones Álvaro Obregón, Coyoacán, Cuajimalpa de Morelos, Iztapalapa, Magdalena Contreras, Milpa Alta, Tláhuac, Tlalpan y Xochimilco, con la intención de revertir el crecimiento desordenado de la ciudad y preservar el suelo de conservación del Distrito Federal (GDF, 2000c).

GRÁFICA **3.** Pérdida en porcentaje de las diferentes unidades de gestión ambiental por el crecimiento de la urbe, 2005-2030



Fuente: elaboración propia a partir de lo obtenido en este estudio y de la cartografía de GDF (2000b).

FIGURA **12.** Territorio de las diferentes unidades de gestión ambiental ocupado por los asentamiento humanos, 2005-2030



Fuente: elaboración propia a partir de lo obtenido en este estudio y de la cartografía de GDF (2000b).

de la mancha urbana y es probable que en gran medida esto se deba a asentamientos irregulares.

Por último, hay que considerar la ocupación de suelo por las clases medias, que se puede derivar de la adquisición de la tierra mediante una transacción directa con el propietario, ya sea privada o comunal, o por la construcción de pequeños grupos de viviendas, generalmente condominios privados horizontales. Debido al tamaño de estos tipos de construcciones, tienden a establecerse de manera dispersa, lo que resulta en la fragmentación del paisaje (Aguilar, 2008).

Posibles causas de la tendencia de la expansión de la mancha urbana en la Ciudad de México

A partir de lo expuesto en los apartados anteriores, se puede postular que los factores que han propiciado la expansión de la mancha urbana son múltiples. Uno de ellos, el ritmo del crecimiento demográfico, comenzó a descender a partir de 1970, para mostrar tres tendencias hasta el año 2000: la primera fue el desdoblamiento de la parte central de la ciudad, en la que algunas delegaciones alcanzaron tasas negativas (Villarreal y Aguirre, 2003); la segunda se caracterizó por la mayor concentración en el zona metropolitana del Estado de México, y la tercera fue el crecimiento acelerado de la periferia (Aguilar, 2002). Esto se observa también en la tendencia de expansión de la mancha urbana, que a partir de la década de los noventa muestra incrementos menores a los registrados en los años ochenta para la Ciudad de México, no así para el Estado de México (Corona, 2010).

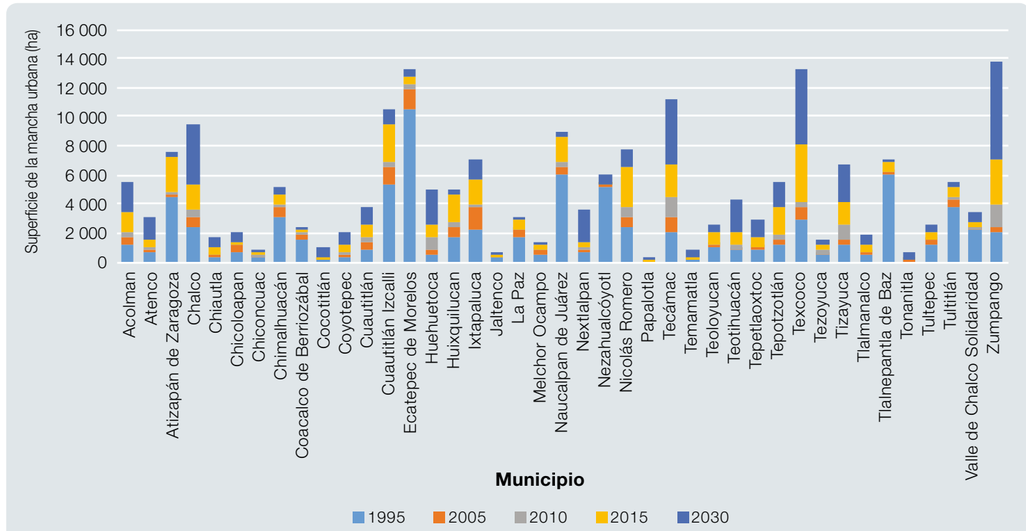
Villarreal y Aguirre (2003) señalan que el establecimiento del suelo de conservación puede ser una causa de la pérdida de población en la Ciudad de México, pues propició el encarecimiento de los terrenos en la zona sur y, aunado a la crisis económica, obligó a la población a migrar hacia el norte, ya que esta región cuenta con condiciones favorables para el establecimiento de asentamientos humanos: terreno más plano, presencia de instalaciones industriales, infraestructura carretera y de servicios, entre otros (Aguilar, 2002).

De acuerdo con Lemus (2014), la expansión de la mancha urbana no sólo obedece al crecimiento demográfico, sino también a la reorganización de las actividades económicas de la ciudad, cuya localización está determinada por diversos factores, como son el valor del suelo, el ingreso y la disponibilidad de servicios, entre otros. Parece ser que esto es lo que está influyendo más en la Ciudad de México. En su análisis, el autor encontró que de 1990 a 2000 los patrones de uso del suelo en esta entidad sufrieron una fuerte reorganización al aumentar la superficie de suelo mixto (abocado a actividades comerciales y de servicios). El suelo habitacional, que en 1990 ocupaba el 74.1% de la superficie urbana, se redujo a 58.5% en el año 2000, en tanto que el suelo mixto se incrementó de 5.3 a 13.9%. Esa pérdida de 15.6% del suelo habitacional tuvo que reubicarse en otra zona, probablemente en el Estado de México.

Lo anterior se confirma con los hallazgos de Villarreal y Aguirre (2003); las delegaciones Cuauhtémoc, Miguel Hidalgo, Benito Juárez, Venustiano Carranza, Gustavo A. Madero, Azcapotzalco e Iztacalco presentaron en este periodo tasas negativas, lo que implicó una pérdida de población, que pudo haber migrado al Estado de México por diversos factores. Entre ellos, el encarecimiento de los terrenos en la Ciudad de México, las políticas de desconcentración, los altos niveles de contaminación, el terremoto de 1985 y las crecientes tasas de delincuencia, que en conjunto conllevan al deterioro de la calidad de vida (Aguilar, 2002).

A partir 1950 la ciudad comienza un proceso de conurbación como consecuencia de su desdoblamiento; la mancha urbana empieza a abarcar regiones ajenas a la Ciudad de México al ocupar espacios municipales del Estado de México y constituye así la ZMCM, en la que hay cada vez una menor participación demográfica de la Ciudad de México. En 1960 esta

GRÁFICA **4.** Superficie ocupada por la mancha urbana en los municipios de la Zona Metropolitana de la Ciudad de México, 1995-2030



Fuente: elaboración propia a partir de lo obtenido en este estudio.

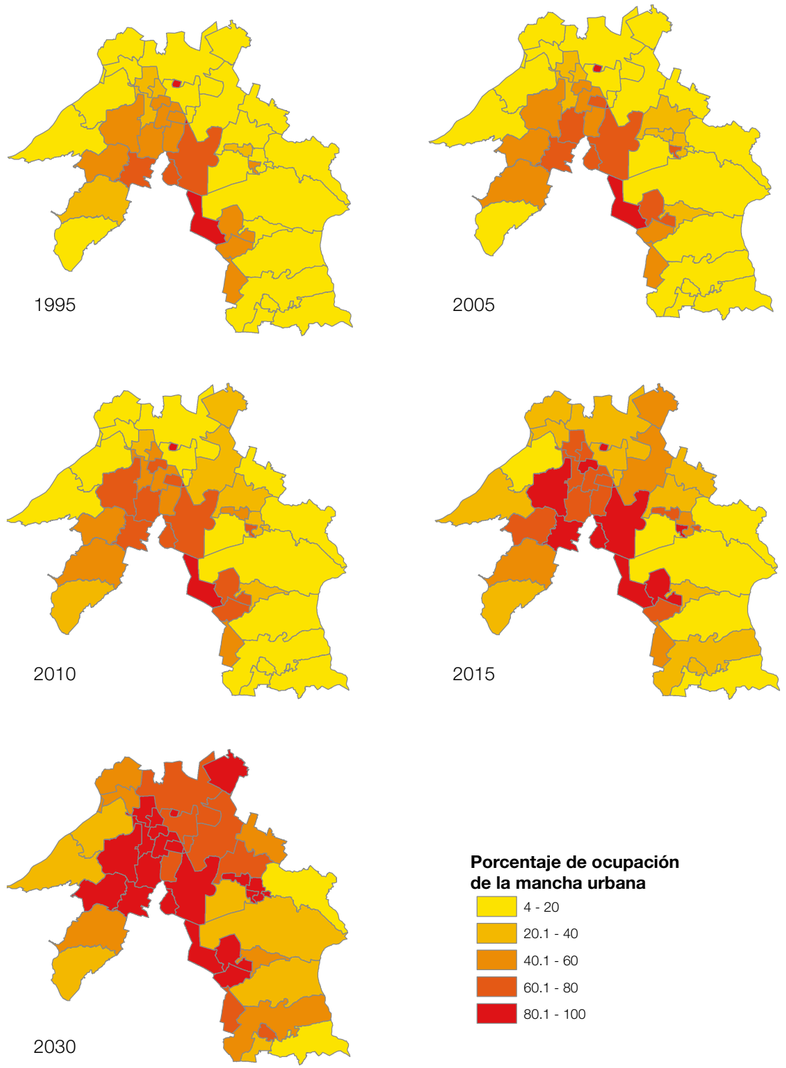
entidad albergaba el 94% de la población total de la ZMCM y en 2010, el 45.7%; en tanto, el Estado de México inicialmente aportaba el 4% y en 2010 el 54.3% (Garza, 2016).

Esta tendencia ha continuado su expansión para abarcar en la actualidad las 16 delegaciones de la Ciudad de México, 59 municipios del Estado de México y 21 de Hidalgo, como se indica en la actualización de 2012 del Programa de Ordenación de la Zona Metropolitana del Valle de México (Sedesol *et al.*, 2013). Debido a que en las investigaciones para este libro se trabajó con una nueva delimitación de la ZMCM, todo lo referente a ella en este estudio corresponde a la establecida en el primer capítulo de esta obra: "Funcionalidad territorial y delimitación de la Zona Metropolitana de la Ciudad de México desde la perspectiva de flujos laborales".

Tendencias de ocupación del territorio por la expansión del área urbana en la ZMCM

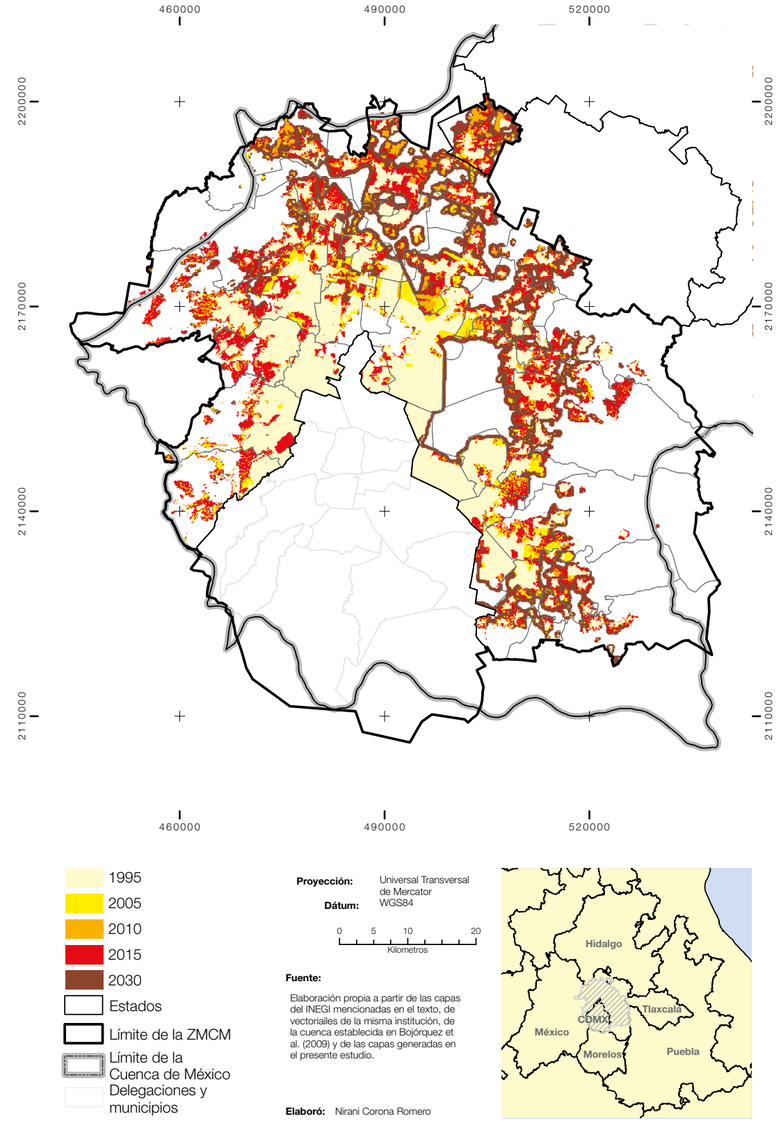
Desde 1950 la Ciudad de México ha experimentado un acelerado crecimiento demográfico que se vio reflejado en la expansión de la urbe. Ésta se ha dirigido desde entonces de manera prioritaria hacia el Estado de México. Para 1970 municipios como Atizapán y Ecatepec tuvieron crecimientos demográficos de 14.9% y 18.9%, respectivamente, lo que ayuda a explicar el porcentaje de ocupación de la mancha urbana de algunos municipios contiguos a la Ciudad de México. En 1995 más del 67% del territorio de Ecatepec estaba ocupado por los asentamientos humanos, (10 478 hectáreas), mientras que en Nezahualcóyotl era de más del 80% y en Atizapán superior al 40%. En este punto es importante mencionar a Jaltenco, pues

FIGURA **13.** Porcentaje del territorio de cada municipio de la Zona Metropolitana de la Ciudad de México ocupado por la mancha urbana, 1995-2030



Fuente: elaboración propia a partir de lo obtenido en este estudio.

FIGURA **14.** Expansión de la mancha urbana en la Zona Metropolitana de la Ciudad de México, 1995-2030



a pesar de no ser cercano a la Ciudad de México, mostró una ocupación por encima del 80% (figuras 13 y 14, gráfica 4).

En 2005 los municipios de Tultitlán y Chiconcuac se unieron al grupo que supera el 60% de ocupación, y Naucalpan de Juárez al del 40%. Asimismo, comienza a observarse el avance de la mancha urbana hacia Acolman, Tezoyuca y Chiautla: ocupa poco más del 20% de la superficie de estas demarcaciones (figuras 14 y 15). Con respecto al incremento observado en el periodo de 1995 a 2005, cuatro municipios muestran cifras superiores a las 900 hectáreas (Ixtapaluca, Ecatepec, Cuautitlán Izcalli y Tecámac); de ellos, Ecatepec y Cuautitlán Izcalli tienen más del 76% y 59%, respectivamente, de su territorio invadido por los asentamientos humanos (figuras 14 y 15).

En el 2010 Tecámac y Tizayuca ya tenían más del 60% de su superficie ocupada por asentamientos humanos. Pareciera que algo está provocando la expansión de la mancha urbana hacia la zona norte de la ZMCM: Zumpango, Tecámac y Tizayuca registran los mayores incrementos de 2005 a 2010, superiores a 853 hectáreas (figuras 13, 14 y 15; gráfica 5).

Esta tendencia se mantiene hasta el 2015: Zumpango presenta el segundo incremento más alto para el periodo (3 033 hectáreas), sólo por debajo de Texcoco (4 081 hectáreas) y por encima de Nicolás Romero (2 786). Tecámac tiene el sexto lugar (2 302 hectáreas), con más del 40% de su territorio ocupado por los asentamientos humanos.

También es importante resaltar que para el 2015 la urbe ya se había extendido a más del 80% del territorio de Tlalnepantla de Baz, Ecatepec, Melchor Ocampo y Cuautitlán Izcalli, y arriba del 60% en Atizapán, Coacalco, Cuautitlán, Tultitlán, Tultepec y Teoloyucan (figuras 13, 14 y 15; gráfica 5).

Estos patrones de crecimiento tal vez se puedan explicar con los estudios de Lemus (2014), quien para el año 2000 identificó un incremento en el porcentaje de suelo destinado al uso habitacional en los municipios de Atizapán, Coacalco, Cuautitlán, Chicoloapan, Chimalhuacán, Huixquilucan, Naucalpan, Tecámac y Tultitlán.

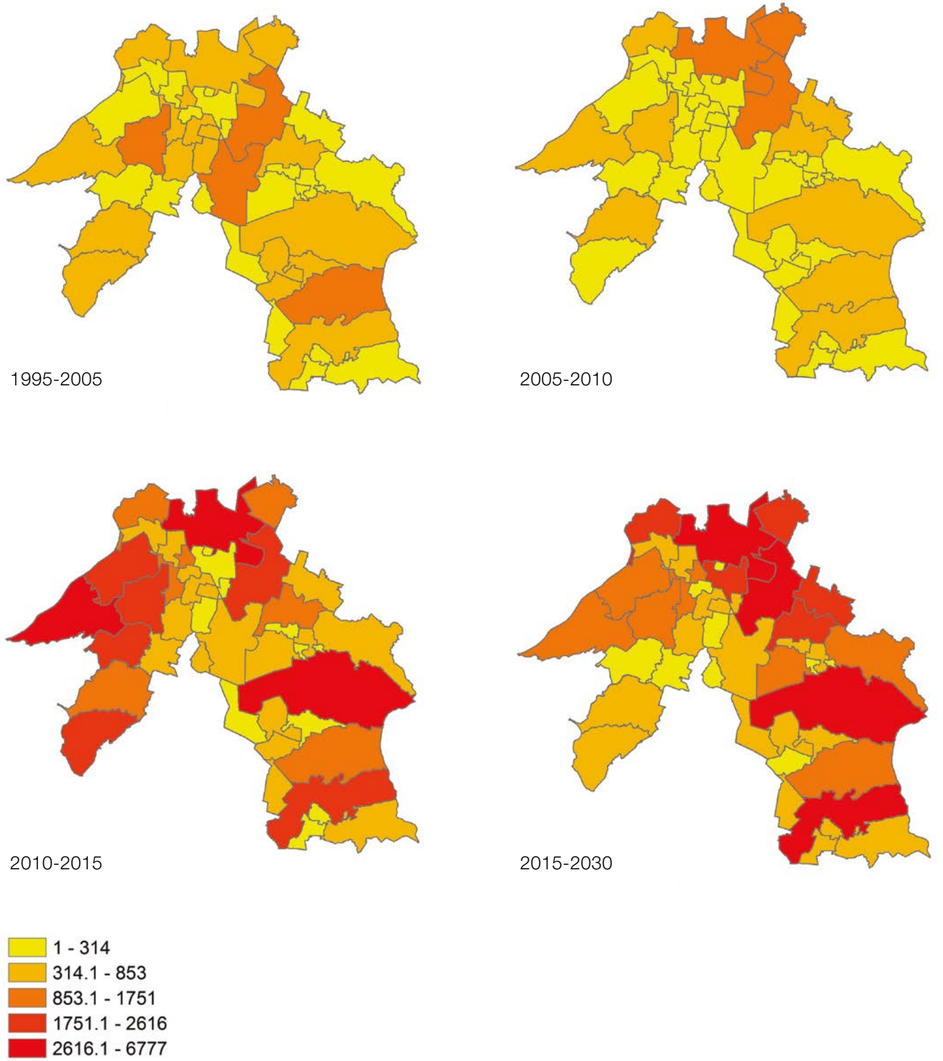
La expectativa para el 2030 es que la expansión de la mancha urbana continúe su dirección sobre todo hacia la parte norte de la ZMCM. Se destaca el incremento en los municipios de Texcoco, Zumpango, Tecámac y Tizayuca, que será de más de 2 000 hectáreas, con lo que para entonces casi el 90% del territorio de Tizayuca estará ocupado por asentamientos humanos (figuras 13, 14 y 15; gráfica 5).

Si se observa el incremento de manzanas en las AGEB urbanas de la ZMCM al 2015, es posible concluir que la expansión de la mancha urbana se ha dado principalmente en las zonas rurales de los municipios. En los municipios con mayores tasas de crecimiento las AGEB periféricas muestran un incremento en la densidad de manzanas no mayor a 24, mientras que en aquellos donde las tasas no son superiores a las 27 hectáreas por año se encontraron incrementos de manzanas mayores a 73, como los casos de Chimalhuacán, La Paz y Tlalnepantla (figura 16). También se aprecia que en pocos lados se registran densidades arriba de 79 manzanas por AGEB, lo que permite inferir que todavía hay suelo disponible para la expansión de la urbe y que seguramente ésta se dará hacia las zonas rurales (figura 17).

El crecimiento de la mancha urbana en la ZMCM y los instrumentos de ordenamiento territorial

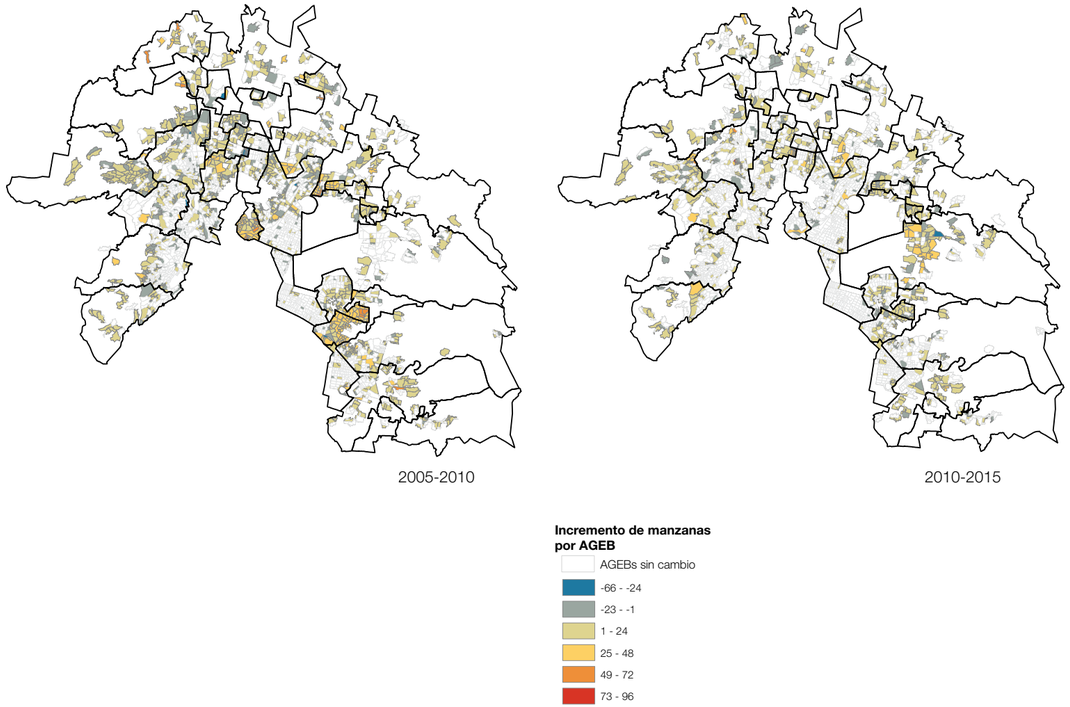
En la ZMCM la tendencia no es tan clara como en la Ciudad de México, pues el crecimiento de la mancha urbana se ha dirigido tanto hacia las zonas destinadas al aprovechamiento como hacia las de conservación. De esta manera, en el periodo de 1995 a 2005 Coacalco, Jaltenco, Tlalnepantla y Ecatepec ya habían agotado más del 80% de las áreas definidas como de aprovechamiento; en Nezahualcóyotl y Tultitlán el 100% de las áreas de conservación; en Ecatepec más del 98%. Tlalnepantla y Coacalco, por su parte,

FIGURA **15.** Incremento de la mancha urbana por periodo en la Zona Metropolitana de la Ciudad de México, 1995-2030



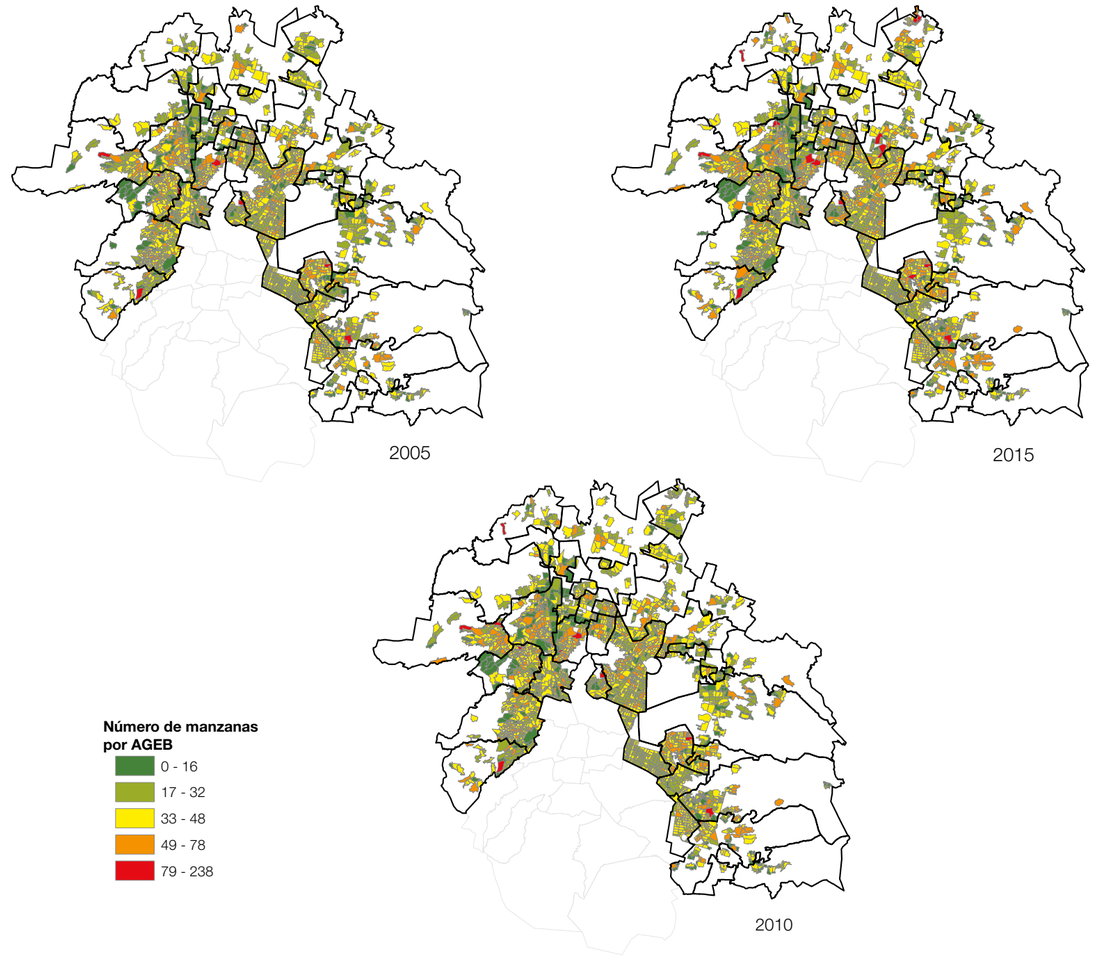
Fuente: elaboración propia a partir de lo obtenido en este estudio.

FIGURA **16.** Incremento de manzanas por área geoestadística básica en la Zona Metropolitana de la Ciudad de México, 2005-2010 y 2010-2015



Fuente: elaboración propia a partir de la cartografía geoestadística urbana del INEGI de los años 2005, 2010 y 2015.

FIGURA **17.** Número de manzanas por área geoestadística básica en la Zona Metropolitana de la Ciudad de México, 2005-2010 y 2010-2015

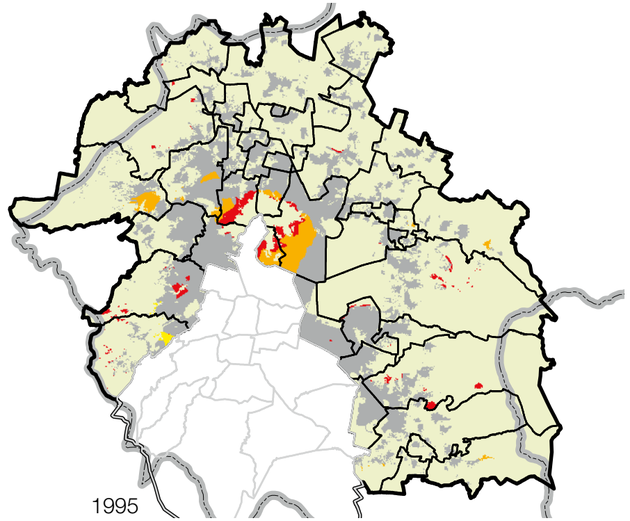


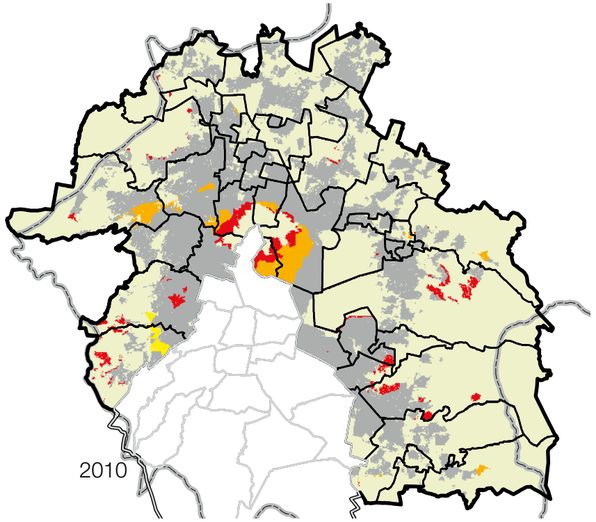
Fuente: elaboración propia a partir de la cartografía geoestadística urbana del INEGI de los años 2005, 2010 y 2015.

GRÁFICA **5.** Pérdida en porcentaje de las diferentes unidades de gestión ambiental en la Zona Metropolitana de la Ciudad de México por el crecimiento de la mancha urbana, 1995-2030

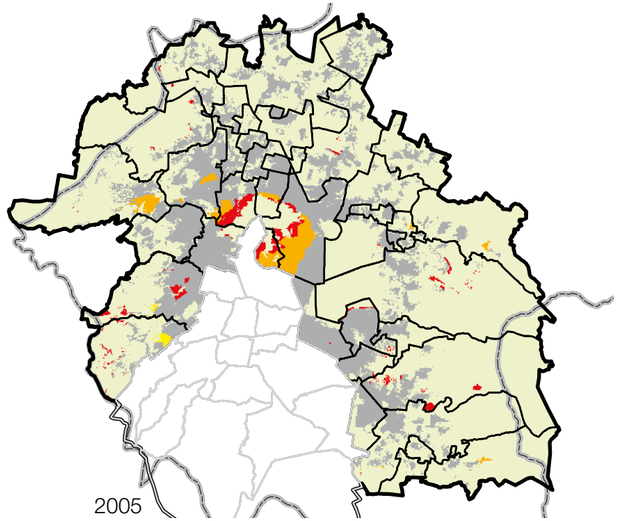
Fuente: elaboración propia a partir de lo obtenido en este estudio y de la cartografía de Estado de México (2003) y Salinas et al. (2001).

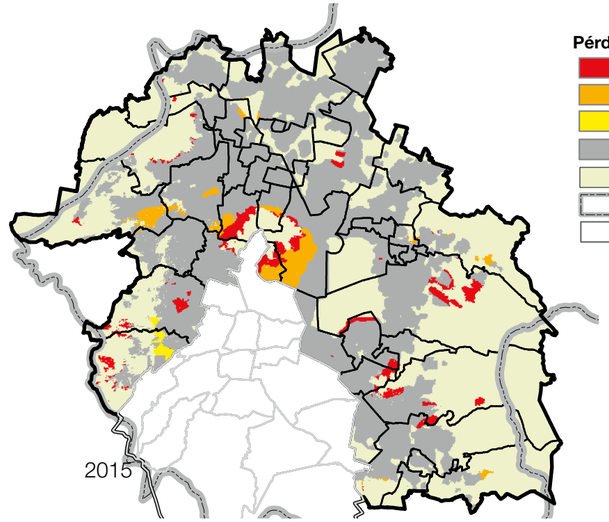
FIGURA **18.** Pérdida de unidades de gestión ambiental en la Zona Metropolitana de la Ciudad de México por la expansión de la mancha urbana, 1995-2030





Fuente: elaboración propia a partir de lo obtenido en este estudio y de la cartografía de Estado de México (2003), y Salinas et al. (2001).





presentaban una pérdida por arriba del 75% de estas áreas. Con respecto a las áreas de protección, cabe señalar que en Nezahualcóyotl el 100% se ha convertido en suelo urbano y Atenco registró una intrusión por arriba del 60%. En cuanto a la superficie dedicada a la restauración, Huixquilucan ha tenido un decremento por encima del 30% (figura 18, gráfica 5).

En 2015 más del 90% las zonas de aprovechamiento de Coacalco, Chiconcuac, Jaltenco, Tultitlán y Chimalhuacán ya habían sido ocupadas por asentamientos humanos. Para el caso de las áreas de conservación, destaca el caso de Atizapán, que perdió el 90% entre el 2010 y el 2015, y Tlalnepantla, que alcanzó el 90% de invasión de estas tierras. En las áreas de protección, nuevamente Atenco presenta un decremento de más del 20%, rebasando el 90% de ocupación. Llama la atención Chimalhuacán, pues al parecer la expansión de la urbe empieza a dirigirse hacia esta región, ya que el 20% de la superficie del suelo de aprovechamiento ha cambiado a asentamientos humanos y es uno de los municipios en los que este tipo de suelo prácticamente se ha agotado (figura 18 y gráfica 5).

Lo anterior se confirma al observar el crecimiento modelado al 2030 para este municipio: la mayor parte del crecimiento se dirige hacia las zonas de protección y se registra una pérdida a esa fecha de casi el 60%. Tecámac es la otra demarcación que presenta un decremento importante, hasta alcanzar el 30% de invasión de zonas de protección (figura 18, gráfica 5).

Conclusiones

La expansión de la mancha urbana de la Ciudad de México y la ZMCM es un fenómeno cuya tendencia ha variado a lo largo del tiempo. Mientras en el periodo de 1995 a 2015 las delegaciones Tlalpan y Xochimilco registraron los mayores incrementos, para el 2030 se espera que la urbe se dirija hacia Tláhuac y Xochimilco. Es importante resaltar que este crecimiento urbano ha ocurrido y seguirá avanzando principalmente en la zona sur de la Ciudad de México, invadiendo zonas de conservación y protección que son importantes para el buen vivir de los pobladores de la ciudad.

Todo parece indicar que los cambios de uso de suelo que se están dando en la Ciudad de México han propiciado el desdoblamiento de la ciudad hacia los municipios contiguos del Estado de México, lo que ha derivado en la formación de la ZMCM, que ha ido creciendo en superficie hasta abarcar incluso un municipio del estado de Hidalgo.

La expansión urbana en el Estado de México en el periodo de 1995 a 2015 ha ocurrido principalmente hacia la parte norte y noreste de la ZMCM y se prevé que este patrón continúe hacia el 2030, y llegue a cubrir alrededor del 80% del territorio de los municipios de Zumpango, Tecámac, Nextlalpan y Acolman, que no son contiguos a la Ciudad de México.

El crecimiento urbano en el Estado de México se ha dirigido sobre todo a zonas rurales, áreas destinadas al aprovechamiento que probablemente eran de uso agrícola, lo que es importante tomar en consideración, pues son zonas que quizá sirvieran para la captación de agua y recarga del acuífero o para la producción de alimentos. El pronóstico para el 2030, sin embargo, es que el crecimiento se seguirá dando en áreas de aprovechamiento, fenómeno que por sí mismo cuestiona el papel que los ordenamientos ecológicos desempeñan en el control de la dirección del crecimiento de los asentamientos. Sería conveniente, por ello, realizar estudios más profundos sobre la aptitud de suelo y los mecanismos que impiden o dificultan la aplicación y cumplimiento de los ordenamientos.

Con respecto al crecimiento observado en la Cuenca de México, es importante hacer notar que para el año 2030 es probable que su parte norte, correspondiente al estado de Hidalgo, tenga tasas de crecimiento que igualen algunas de las más altas del Estado de México, lo que conducirá a que ésta área termine por incorporarse a la ZMCM.

ANEXO

Matriz de intersecciones por tipo de camino para el año 2015

Tipo de cambio	1 Ccp	1 Csp	2 Ccp	2 Csp	3 Ccp	3 Csp	4 Ccp	4 Csp	5 Ccp	5 Csp	6 Ccp	6 Csp	7 Csp	Terracería	Brecha	Totales
1 Ccp	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1 Csp	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2 Ccp	0	0	0	154	58	4	0	2	0	0	0	0	0	78	14	310
2 Csp	0	0	154	0	49	132	0	56	0	0	0	0	0	1421	83	1895
3 Ccp	0	0	58	49	0	3	0	4	0	0	0	0	0	5	0	119
3 Csp	0	0	4	132	3	0	0	18	0	0	0	0	0	37	1	195
4 Ccp	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4 Csp	0	0	2	56	4	18	0	0	0	0	0	0	0	4	0	84
5 Ccp	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5 Csp	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
6 Ccp	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
6 Csp	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
7 Csp	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Terracería	0	0	78	1421	5	37	0	0	0	0	0	0	0	0	272	1817
Brecha	0	0	14	83	0	1	0	0	0	0	0	0	0	272	0	370

El número hace alusión al número de carriles de cada tipo de camino; Ccp: carretera con peaje; Csp: carretera sin peaje.

Bibliografía

Aguilar, A. G. (1999). Mexico City growth and regional dispersal: the expansion of largest cities and new spatial forms. *Habitat International*, vol. *23*, núm. 3, pp. 391-412.

_____ (2002). Las mega-ciudades y las periferias expandidas. *Eure*, vol. 28, núm. 85, pp. 121-149.

_____ (2008). Peri-urbanization, illegal settlements and environmental impact in Mexico City. *Cities*, vol. 25, núm. 3, pp. 133-145.

Aguilar, A. G. y P. M. Ward (2003). Globalization, regional development, and mega-city expansion in Latin America: analyzing Mexico City's peri-urban hinterland. *Cities*, vol. 20, núm.1, pp. 3-21.

Alberti, M. y J. M. Marzluff (2004). Ecological resilience in urban ecosystem: Linking urban patterns to human and ecological functions. *Urban Ecosystems*. núm. 7. pp. 241-265. En: <https://www.researchgate.net/profile/John_Marzluff/publication/268974987_Ecological_resilience_in_urban_ecosystems_Linking_urban_patterns_to_human_and_ecological_functions/links/556df77408aeccd7773f6819.pdf>.

Boege, E. (2004). *Manual para la gestión ambiental comunitaria, uso y conservación de la biodiversidad de los campesinos indígenas de América Latina*. Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente. Sitio web: <http://www.cdi.gob.mx/pnuma/c4_03.html>.

Bojórquez, L., G. Cruz-Bello, L. Luna-González, L. Juárez, y M. Ortiz-Pérez (2009). V-DRASTIC: Using visualization to engage policymakers in groundwater vulnerability assessment. *Journal of Hydrology*, vol. 373, núm. 1-2; pp. 242-245.

Centro Mario Molina para Estudios Estratégicos sobre Energía y Medio Ambiente A.C. (CMM). (2014). *Ciudades: Mérida. Escenarios de crecimiento. Modelos de desarrollo sustentable*. México, Banamex-Conacyt. En: <http://centromariomolina.org/wp-content/uploads/2014/07/1.-Ciudades-M%C3%A9rida-2014-reporte.pdf>.

Clarke, K.C., S. Hoppen y L. Gaydos (1997). A self-modifying cellular automaton model of historical urbanization in the San Francisco Bay area*. Environment and Planning B*: *Planning and Design*, vol. 24; pp. 247-261. En: <http://ncgia.ucsb.edu/projects/gig/Repository/references/Washington_Baltimore/clarkehoppengaydos.pdf>.

Sedesol, Gobierno del Distrito Federal, Gobierno del Estado de México y Gobierno del Estado de Hidalgo (2013). *Programa de Ordenació n de la Zona Metropolitana del Valle de México. Actualización 2012. Síntesis ejecutiva*, México. En: <http://centro.paot.org.mx/documentos/gdf/pozmvm_digital.pdf>.

Corona, N. (2010). Predicción de pérdida de cobertura natural y áreas de conservación por el crecimiento de los asentamientos humanos en la Cuenca de México. Tesis de licenciatura en Biología. México, Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México.

Corona, N., J. Núñez, A. Mohar y T. Ocampo (2015). Hacia una estrategia de políticas públicas para el territorio costero del estado de Yucatán que atienda las presiones de urbanización e infraestructura sobre zonas críticas, desde una perspectiva ambiental y de vulnerabilidad. Reporte técnico. México.

Cruz, M. (2000). Crecimiento urbano y doblamiento en la ZMCM. El perfil del nuevo milenio. *El cotidiano*, vol. 17, núm. 103, pp. 43-53. En: <http://www.redalyc.org/pdf/325/32510304.pdf>.

Diario Oficial de la Federación (1980). Acuerdo por el que se aprueba la actualización del Plan General del Plan Director del Distrito Federal. 18 de Marzo de 1980. México, Secretaría de Gobernación. En: <http://dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=4850256&fecha=18/03/1980>.

Dietzel, C. y K.C. Clarke (2007). Toward optimal calibration of the SLEUTH land use change model. *Transactions in GIS*, vol.11; núm. 1, pp. 29-45.

Garza, G. (2016). *La Ciudad de México como metrópoli mundial*. México, El Colegio de México.

Gobierno del Distrito Federal (GDF) (2000a). Reglamento Interior de la Administración Pública del Distrito Federal. *Gaceta Oficial del Distrito Federal*, 28 de diciembre. En: <http://www.cgma.df.gob.mx/work/sites/cgma/resources/LocalContent/81/3/RGTO_INTERIOR_ADMON_04_10_2010.pdf>.

_____ (2000b). Programa General de Ordenamiento Ecológico del Distrito Federal 2000-2003. México. En: <http://www.pgjdf.gob.mx/fedapur/DF/Programas/PGOEDF%20(con%20mas%20detalle%20en%20imagenes).PDF>.

_____ (2000c). Bando Número Dos. En: <http://www.invi.df.gob.mx/portal/transparencia/pdf/LEYES/Bando_informativo_2.pdf>.

_____ (2003). Decreto por el que se aprueba el Programa General de Desarrollo Urbano del Distrito Federal. *Gaceta Oficial del Distrito Federal*, 31 de diciembre. En: <http://www.invi.df.gob.mx/portal/transparencia/pdf/LEYES/PROGRAMA_GENERAL_DE_DESARROLLO_URBANO_DEL_DF.pdf>.

Gobierno del Estado de Tlaxcala (GET), Coordinación General de Ecología, Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales y Consultoría Productividad y Medio Ambiente, S.A. de C.V. (2002). Ordenamiento Ecológico de Tlaxcala.

Henríquez, C. y G. Azócar (2007). Propuesta de modelos predictivos en la planificación territorial y evaluación de impacto ambiental. *Scripta Nova. Revista Electrónica de Geografía y Ciencias Sociales*, vol. XI, núm. 245, p. 41. Barcelona, Universidad de Barcelona. En: <http://www.ub.es/geocrit/sn/sn-24541.htm>.

Iracheta, A. y J. Bolio (2012). *Mérida Metropolitana. Propuesta integral de desarrollo*. México, Grupo Impresor Unicornio S.A. de C.V.

INEGI (2015). Cartografía geoestadística urbana con corte a la planeación de la Encuesta Intercensal 2015. México, Instituto Nacional de Estadística y Geografía.

Lemus, R. (2014). Estructura urbana del AMCM: un enfoque ecológico. En Graizbord, B. (ed.) *Metrópolis. Estructura urbana, medio ambiente y política pública*. México, El Colegio de México.

Mora, J. (2003). Análisis del crecimiento urbano del Gran Área Metropolitana de Costa Rica. Periodo de 1983-2000. Tesis de maestría centroamericana en Geografía, Universidad de Costa Rica. En: <http://www.webdelambiente.com/pdf/test/indice.pdf>.

Romero-Lankao, P., S. Hughes, H. Qin, J. Hardoy, A. Rosas-Huerta, R. Borquez y A. Lampis (2014). Scale, urban risk and adaptation capacity in neighborhoods of Latin American cities. *Habitat International*, vol. 42, pp. 224-235.

Rossete, F. (2007). Unidades de gestión ambiental e instrumentos económicos. En Dirección General de Investigación en Política y Economía Ambiental (ed.) *Seminario sobre Instrumentos Económicos para Cuencas Ambientales*. México, INECC. En: <http://www.ine.gob.mx/publicaciones/estudios/397/rosete.html>.

Salinas, E., R. González, J. Quintela, R. Montiel, J. Domínguez, V. Escalante, A. Conde, F. Chávez, L. Serrano, A. Cuevas, A. Rodríguez, H. García, J. Pablo, J. Romo, F. Damián y A. Damián (2001). Ordenamiento Ecológico Territorial, Estado de Hidalgo. Hidalgo, *Periódico Oficial del Estado*, 2 de abril.

Suárez, M. y J. Delgado (2007). La expansión urbana probable de la Ciudad de México. Un escenario pesimista y dos alternativos para el año 2020. *Estudios Demográficos y Urbanos*, vol. 22, núm. 1, pp. 101-142. En: <http://www.redalyc.org/pdf/312/31222105.pdf>.

Velásquez A., F. Mas, J. Díaz, R. Mayorga, P. Alcántara, R. Castro, T. Fernández, G. Bocco, E. Ezcurra y J. Palacio (2002). Patrones y tasas de cambio de uso de suelo en México. *Gaceta Ecológica* núm. 62, pp. 21-37. Secretaría del Medio Ambiente. En: <http://www.redalyc.org/pdf/539/53906202.pdf>.

Villarreal, D.R. y F.A. Aguirre (2003). Dinámica demográfica y reestructuración económica en la zona metropolitana de la Ciudad de México 1988-1998. En Saleme, M. (comp.) *Integración y desarrollo regional*. México, Universidad Autónoma Metropolitana. En: <http://prodeco.xoc.uam.mx/web/libros/2003/dos/pdf/03-02-05.pdf>.

TENDENCIAS Y PROSPECTIVA DEMOGRÁFICA, 1990-2030

CARLOS ANZALDO GÓMEZ*

Antecedentes

Durante la segunda mitad del siglo XX México experimentó un intenso proceso de urbanización, expresado en el aumento sistemático del volumen y proporción de población residente en zonas urbanas y la multiplicación del número y tamaño de sus ciudades. En 1950 la nación contaba con 84 ciudades de 15 000 o más habitantes, en las que residían 7.2 millones de personas, 28% de la población total (Unikel *et al.*, 1978). En el año 2000 el número de ciudades de 15 000 habitantes o más había ascendido a 347, la población residente en ellas sumaba 66.6 millones y equivalía a 68.3% de la población nacional. En este periodo la población de la Zona Metropolitana de la Ciudad de México (ZMCM) pasó de 2.9 a 17.9 millones de personas, con lo que incrementó su participación en la población total del país de 11.1 a 18.4%.

Hasta los años setenta, las actividades económicas de base urbana exhibieron un patrón de localización excesivamente concentrado que favoreció en particular el crecimiento demográfico de la ZMCM; sin embargo, a partir de la década de los ochenta se observó un punto de inflexión en el proceso de urbanización a nivel nacional, cuyas principales características fueron la reducción importante del ritmo de crecimiento de la población urbana y la disminución del poder concentrador de las principales metrópolis del país (Garza y Rivera, 1994).

En este proceso es posible distinguir dos grandes etapas. La primera, de crecimiento acelerado y concentración ascendente, entre 1950 y 1980. En ese periodo, la ZMCM experimentó tasas de crecimiento extraordinariamente elevadas, del orden de 4.4% anual, mucho mayores a las del país, como resultado del efecto acumulado de su importancia como principal destino de la migración interna. Como consecuencia, su población ascendió a casi 13 millones en 1980; en ese año alcanzó su más alta participación en la población nacional, con 19.4%.

* Consultor de Red Geo.

CUADRO **1.** Zona Metropolitana de la Ciudad de México. Población y crecimiento medio anual por ámbito geográfico, 1990-2015

Ámbito	1990	2000	2010	2015
Población (millones)				
Nacional	81.250	97.483	112.337	119.531
Zona Metropolitana de la Ciudad de México	15.262	17.947	19.639	20.379
Ciudad de México	8.239	8.605	8.851	8.919
Municipios metropolitanos	7.022	9.342	10.788	11.461
Proporción (%)				
Zona Metropolitana / nacional	18.8	18.4	17.5	17.0
Ciudad de México / Zona Metropolitana	54.0	47.9	45.1	43.8
Municipios metropolitanos / Zona Metropolitana	46.0	52.1	54.9	56.2
Crecimiento medio anual (%)		**1990-2000**	**2000-2010**	**2010-2015**
Nacional		1.9	1.4	1.3
Zona Metropolitana de la Ciudad de México		1.6	0.9	0.8
Ciudad de México		0.4	0.3	0.2
Municipios metropolitanos		2.9	1.4	1.3

Fuente: Elaboración propia con base en INEGI, Censos de Población y Vivienda 1990, 2000 y 2010, y Encuesta Intercensal 2015.

La segunda etapa, de crecimiento moderado y concentración decreciente, se registró de 1980 a 2000, cuando hubo una notable reducción en el ritmo de crecimiento de la ZMCM derivado del descenso en los niveles de fecundidad y la pérdida de población asociada al cambio del saldo neto migratorio; se convirtió entonces en urbe de ligera expulsión (Conapo, 1998). En esta etapa los crecimientos de la ZMCM se ubicaron en alrededor de 1.6% anual, ligeramente por debajo de los promedios nacionales, de manera que si bien al inicio del presente siglo la población metropolitana ascendió a 17.9 millones, su participación en la población total del país disminuyó a 18.4%.

En la actualidad, la ZMCM es la sexta más grande del mundo, de acuerdo con estimaciones basadas en la Encuesta Intercensal 2015 (INEGI). Su población en ese año ascendió a 20.4 millones de habitantes y su tasa de crecimiento en el quinquenio reciente (2010-2015), de 0.8% anual, se ubicó medio punto por debajo del promedio del país (1.3%). Su participación en el total nacional continuó descendiendo, para situarse en 17.0% de la población total (cuadro 1).

Comportamiento y evolución futura de los componentes del cambio demográfico de la Ciudad de México y el Estado de México

Esta sección retoma los resultados de la conciliación demográfica y las proyecciones de población por entidad federativa publicados por el Consejo Nacional de Población (Conapo, 2103), los cuales se fundamentan en el análisis de diversas fuentes de datos (censos, encuestas y estadísticas vitales) sobre la evolución de la dinámica demográfica del país observada en las últimas décadas.

El tamaño, aumento, estructura y distribución territorial de la población es resultado de los componentes demográficos que determinan su crecimiento natural y social. Históricamente, la Ciudad de México ha sido la entidad federativa más avanzada en el proceso de transición demográfica; se ha definido por la disminución sistemática de los niveles de mortalidad y fecundidad. En el ámbito migratorio se distingue por ser el territorio con mayor pérdida neta de población, que año con año cambia de residencia para asentarse en otras entidades federativas del país. Por su parte, el Estado de México se encuentra ligeramente rezagado en la transición demográfica respecto a la Ciudad de México, con niveles de mortalidad y fecundidad mayores a los de la capital, al tiempo que participa con el volumen más importante de población que procede de alguna otra entidad federativa, particularmente de la Ciudad de México.

Mortalidad

Entre 1990 y 2010 la mortalidad infantil en la Ciudad de México descendió de 22.3 a 12 defunciones de menores de un año por cada 1000 nacidos vivos, con lo que se ubicó en el nivel más bajo de la nación; se espera que esta tasa disminuya a 9.8 defunciones en 2020 y a 8.5 en 2030. El Estado de México, por su parte, presenta niveles de mortalidad infantil superiores al promedio nacional; no obstante, éstos también se redujeron de manera importante en las últimas décadas, de 33.8 defunciones por cada 1000 nacidos vivos en 1990 a 16.5 defunciones en 2010. Las previsiones demográficas al respecto sugieren que la tasa de esta entidad descenderá a 12.4 defunciones en 2020 y a 10.0 defunciones en 2030. De cumplirse lo anterior, la brecha entre los niveles de mortalidad infantil de ambas entidades federativas se habrá reducido de más de 11 defunciones por cada 1000 nacidos vivos en 1990 a menos de cinco en 2010 y menos de dos defunciones 20 años después (gráfica 1).

Paralelamente, la esperanza de vida al nacimiento en la Ciudad de México aumentó de 73 años en 1990 a 75.5 años en 2010, la más alta del país. En tanto, en el Estado de México pasó de 70 a 74.4 años en el mismo periodo. Se prevé que en 2030 la esperanza de vida alcance 77.8 años en la Ciudad de México y 77.2 años en el Estado de México. De ser así, la distancia que separa a estas entidades en lo referente a la esperanza de vida se habrá reducido de tres años en 1990 a un año en 2010 y a poco más de medio año en 2030 (gráfica 2).

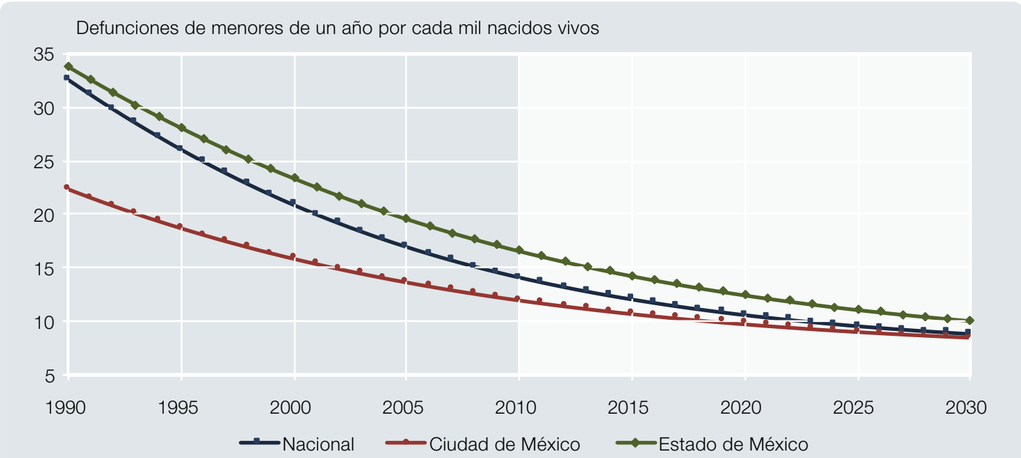
Fecundidad

La tasa global de fecundidad de un territorio expresa el número promedio de hijos que tendría una mujer a lo largo de toda su vida reproductiva, si ésta transcurriera conforme a las tasas de fecundidad por edad de un año dado.

Entre 1990 y 2010, la tasa global de fecundidad del país descendió de 3.4 a 2.3 hijos por mujer. En la Ciudad de México este indicador pasó de 2.2 a 1.8 hijos por mujer, el valor más bajo a nivel nacional, mientras que en el Estado de México disminuyó de 3.2 a 2.2 hijos por mujer. Así, en 2010, la Ciudad de México mostró una tasa global de fecundidad significativamente menor a la del nivel de reemplazo, establecida en 2.1 hijos por mujer, y el Estado de México estaba cada vez más cerca de alcanzar este valor.

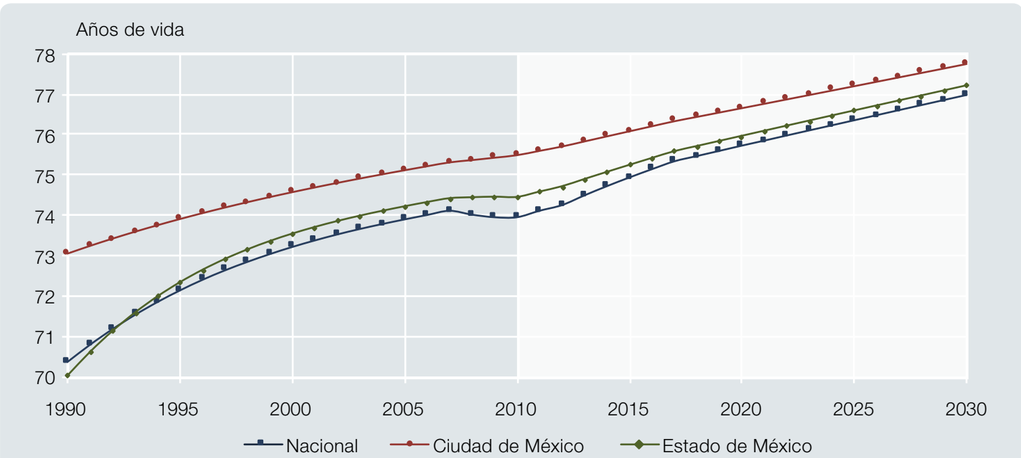
En este tenor, las proyecciones demográficas suponen que entre 2010 y 2030 la tasa global de fecundidad de la Ciudad de México permanecerá

GRÁFICA **1.** Tasa de mortalidad infantil, 1990-2030



Fuente: Estimaciones del Consejo Nacional de Población.

GRÁFICA **2.** Esperanza de vida al nacimiento, 1990-2030



Fuente: Estimaciones del Consejo Nacional de Población.

GRÁFICA **3.** Tasa global de fecundidad, 1990-2030

Fuente: Estimaciones del Consejo Nacional de Población.

prácticamente constante, en tanto que en el Estado de México continuará disminuyendo hasta situarse ligeramente por debajo del nivel de reemplazo generacional (gráfica 3).

Migración interna

Desde 1970, la Ciudad de México es la entidad federativa con los mayores niveles de expulsión de migración interestatal, cuyo monto máximo aconteció en la década de los ochenta, cuando la capital experimentó una pérdida neta migratoria de casi dos millones de habitantes (Corona, 1993). Este carácter expulsor se ha visto reforzado en las últimas décadas por las limitaciones ambientales y normativas que restringen el desarrollo de espacios habitacionales en la Ciudad de México. En este contexto, el Estado de México, con regulaciones ambientales y territoriales menos drásticas, se ha convertido en uno de los principales destinos de la migración interna del país. Si bien la pérdida neta de población de la Ciudad de México ya no es tan elevada como lo fue en las décadas pasadas (los años setenta y los ochenta), sigue siendo considerable, lo mismo que la ganancia neta de población del Estado de México. Ésta, no obstante, se ha reducido de manera importante en los últimos años como resultado de un ambiente socioeconómico menos atractivo para la migración y una mayor diversificación de los flujos migratorios hacia otros puntos del territorio nacional.

Entre 1990 y 2000 salieron de la Ciudad de México 1 768 000 personas para residir en otra entidad federativa; en tanto, llegaron a la Ciudad poco más de 912 000, lo que constituyó una pérdida neta de 856 000 habitantes. En relación con el total de migrantes internos del país, los emigrantes de la capital representaron 19.3% y los inmigrantes 9.9%; la pérdida neta, equivalente a la diferencia entre ambas proporciones, fue de 9.3 puntos porcentuales. En los primeros 10 años de este siglo los montos de la migración de la Ciudad disminuyeron en

más de 100 000 habitantes; la emigración descendió a 1 642 000 personas y la inmigración a 804 000, lo que dio como resultado un saldo neto migratorio de 838 000 habitantes menos, ligeramente más bajo del de la década 1990-2000. En cuanto al total de migrantes internos del país, las proporciones de emigrantes e inmigrantes descendieron un punto porcentual con respecto a la década previa, para ubicarse en 18.3 y 8.9%, respectivamente, en tanto que la diferencia o pérdida neta se mantuvo constante, en 9.3 puntos porcentuales.

Por su lado, en el Estado de México la emigración durante el periodo 1990-2000 fue de 948 000 personas y la inmigración de 1 770 000, lo que significó una ganancia neta de 822 000 habitantes. La emigración de la entidad mexiquense representó 10.3% de la migración interestatal del país, y la inmigración 19.3%, una proporción similar a la emigración de la Ciudad de México, con lo que la diferencia o ganancia neta se ubicó en 9 puntos porcentuales, cifra ligeramente menor a la pérdida neta de la capital. Entre 2000 y 2010 la emigración del Estado de México aumentó a 1 029 000 personas y la inmigración disminuyó a 1 611 000; la ganancia neta de la entidad se redujo, así, a 582 000 habitantes, cifra casi 30% menor respecto a la ganancia de la década anterior. En términos de su participación en el total nacional, la emigración del Estado de México para esta última década ascendió a 11.4% y la inmigración descendió a 17.9%, de tal forma que la ganancia neta se redujo a 6.5 puntos porcentuales, 2.5 puntos menos que la observada para los años noventa.

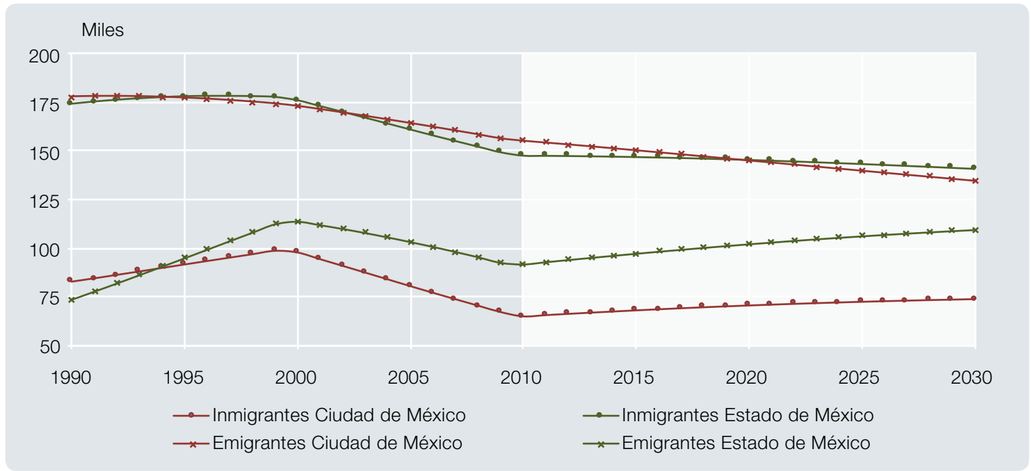
Las gráficas 4 y 5 muestran el comportamiento anual del total de inmigrantes y emigrantes interestatales de la Ciudad de México y del Estado de México (gráfica 4) y su participación en la migración interna del país (gráfica 5) para el periodo observado, 1990-2010, así como la proyección 2010-2030. Se advierte la gran similitud entre los altos niveles de emigración de la Ciudad de México y los de inmigración al Estado de México, los cuales varían casi a la par y se reducen sistemáticamente a lo largo del tiempo.

En 1990 el número de emigrantes desde la Ciudad de México fue de 178 000, descendió a 155 000 en 2010 y se espera que en 2030 llegue a 135 000. En tanto, la cantidad de inmigrantes al Estado de México pasó de 174 000 a 148 000 entre 1990 y 2010, y se prevé que continué disminuyendo hasta 141 000 en 2030. Esto representaría un disminución de la proporción de la emigración de la Ciudad de México en la migración total del país, de 20.4% en 1990 a 18.4% en 2010 y 14.5% en 2030; asimismo, una reducción en el peso relativo de la inmigración hacia el Estado de México de 19.9% en 1990 a 17.1% en 2010 y 15.2% 20 años después.

Por su parte, la trayectoria de la inmigración a la Ciudad de México mostró una ligera recuperación en el periodo 1990-2000 y se revirtió en la siguiente década. El supuesto de las proyecciones en este sentido es que las tasas de emigración 2010 de las entidades federativas permanecerán constantes, lo mismo que la distribución de los migrantes por entidad de destino (Conapo, 2012), lo que implicaría, de nuevo, un leve aumento en el número de migrantes que se dirigen a la Ciudad. En 1990 esta cifra fue de 82 500 personas, aumentó a 97 500 en 2000, y descendió a 64 700 en 2010. Se espera que en los 20 años del periodo de proyección el número de inmigrantes anuales a la Ciudad aumente ligeramente para ubicarse alrededor de 73 600 en 2030. De cumplirse lo anterior, la participación de la inmigración a la Ciudad de México en el total de la migración interestatal se habrá reducido de 9.5% en 1990 a 7.5% en 2010, para después aumentar a 7.9% en 2030.

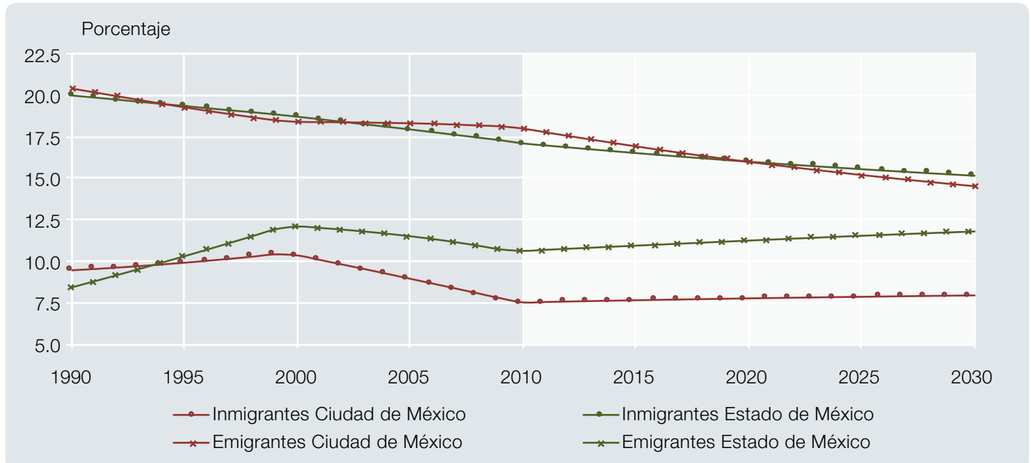
Finalmente, la emigración del Estado de México exhibe un comportamiento parecido al anterior, aunque en montos y proporciones mayores a los de la inmigración de la Ciudad. En esta entidad la población que cada año emigra aumentó de 73 400 personas en 1990 a 113 900 en 2000, y después disminuyó a 91 750 en 2010. Para el periodo de proyección se prevé que la emigración nuevamente crezca, aunque a una

GRÁFICA **4.** Inmigrantes y emigrantes interestatales, 1990-2030



Fuente: Estimaciones del Consejo Nacional de Población.

GRÁFICA **5.** Participación en el total de la migración interestatal, 1990-2030



Fuente: Estimaciones del Consejo Nacional de Población.

velocidad menor que en el pasado, para alcanzar cerca de 110 000 emigrantes en 2030. En este trayecto, la proporción de la emigración del Estado de México se habrá incrementado de 8.4% de la migración nacional en 1990, a 10.6% en 2000 y a 11.8% dos décadas después.

Migración internacional

En el ámbito de la migración internacional, el país presenta un saldo neto migratorio negativo con el exterior, cuyo monto en la década de los noventa fue de 5.5 millones de personas, para descender a poco más de cuatro millones entre 2000 y 2010. En esta cifra, la Ciudad de México tuvo una participación promedio de 3.7%, lo que significó una pérdida neta de 205 000 habitantes en el periodo 1990-2000 y 148 000 en 2000-2010. El Estado de México, por su lado, muestra una participación significativamente mayor en la migración internacional: su promedio de 8.8% es 5.1 puntos porcentuales mayor que el de la Ciudad. En términos absolutos esto representó una pérdida de 483 000 habitantes entre 1990 y 2000, y 360 000 entre 2000 y 2010.

En montos anuales, la Ciudad tuvo una pérdida neta de 16 000 habitantes en 1990, que alcanzó su máximo nivel en 1999 con 24 000. Desde entonces se fue reduciendo hasta ubicarse en 7 000 habitantes en 2010. Se espera que continúe descendiendo para llegar a menos de 6 000 en el 2020 y menos de 5 000 en 2030. En el Estado de México, la pérdida anual aumentó de 39 000 habitantes en 1990 a un valor extremo de 57 000 en 1999. A partir de ese momento se ha reducido, hasta ubicarse en 21 000 habitantes en 2010, el triple de la Ciudad. A diferencia de la capital, se espera que en el Estado de México la pérdida anual por migración internacional aumente ligeramente, a poco menos de 26 000 personas para 2020 y 28 000 personas para 2030, más de cinco veces el monto de la capital (gráfica 6).

Tamaño y crecimiento demográfico de la Ciudad de México y los municipios metropolitanos, 1990-2015

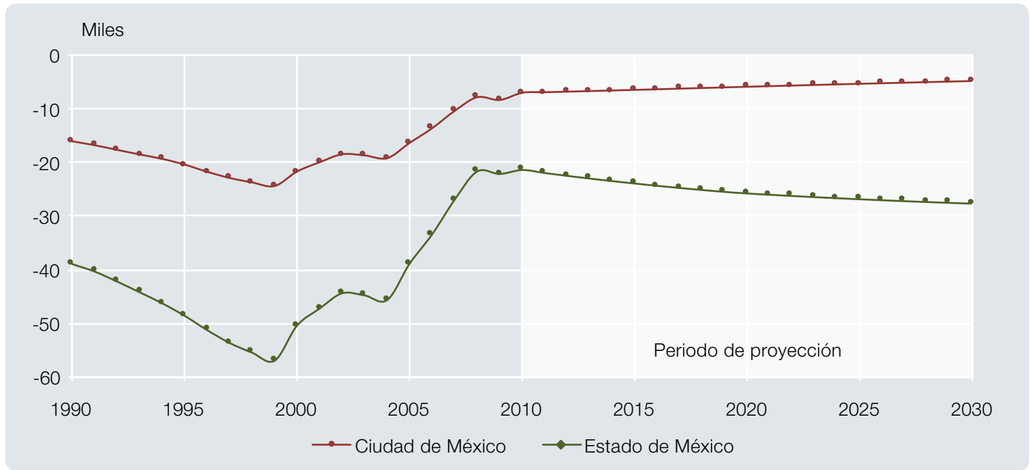
En los últimos 25 años la población de la Ciudad de México se incrementó en menos de 700 000 habitantes, al pasar de 8.2 millones en 1990 a 8.9 millones en 2015. En el mismo periodo, la población de los municipios metropolitanos ascendió de siete a casi 11.5 millones de habitantes, un aumento de 4.4 millones, que representa 87% del incremento demográfico registrado para toda la Zona Metropolitana (5.1 millones).

La Ciudad de México es la entidad federativa con menor tasa de crecimiento poblacional; su promedio descendió de 0.4% anual en el decenio 1990-2000, a 0.3% entre 2000 y 2010, y a 0.2% en el quinquenio 2010-2015. Por su parte, el conjunto de los municipios metropolitanos también ha reducido de manera importante su ritmo de crecimiento, de 2.9 a 1.4 y 1.3% anual en los periodos señalados, con lo que se ubica en un nivel similar al nacional (gráfica 7).

Como resultado de este crecimiento diferencial, el peso relativo de la Ciudad de México y los municipios metropolitanos dentro del conjunto de la ZMCM se ha invertido en más de 10 puntos porcentuales a favor de estos últimos, pues en los últimos 25 años la participación de la Ciudad de México descendió de 54.0 a 43.8% y, como complemento, la proporción de los municipios metropolitanos aumentó de 46.0 a 56.2%, de forma tal que actualmente éstos albergan a la mayor parte de la población de la metrópoli.

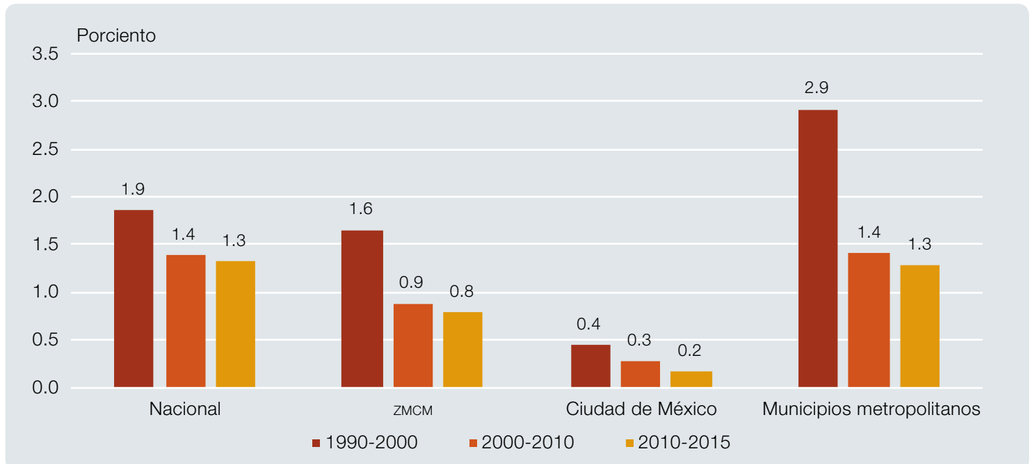
En general, las delegaciones y municipios de la ZMCM han experimentado una disminución importante de su ritmo de crecimiento. En las gráficas 8 y 9 se comparan las tasas de crecimiento de los tres periodos analizados; el eje horizontal corresponde a un periodo anterior (1990-2000 y 2000-2010) y el eje vertical a un periodo posterior (2000-2010 y 2010-2015). Se advierte que la mayoría de las observaciones, correspondientes a delegaciones y municipios,

GRÁFICA **6.** Migración neta internacional, 1990-2030



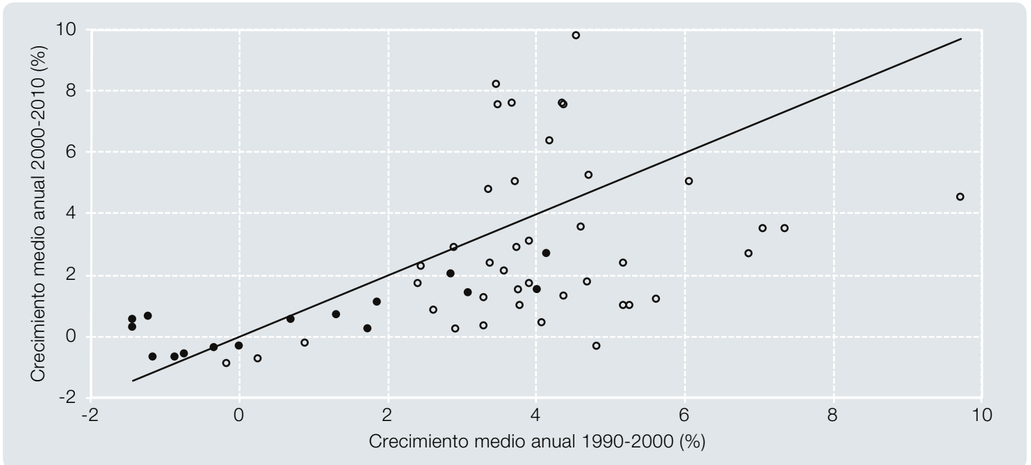
Fuente: Estimaciones del Consejo Nacional de Población.

GRÁFICA **7.** Tasa de crecimiento medio anual, 1990-2015



Fuente: Cálculos propios con base en INEGI, Censos de Población y Vivienda 1990, 2000 y 2010, y Encuesta Intercensal 2015.

GRÁFICA **8.** Crecimiento por delegación y municipio, 1990-2010



Las observaciones en negro corresponden a las delegaciones y las blancas a los municipios.
Fuente: Cálculos propios con base en INEGI, Censos de Población y Vivienda 1990, 2000 y 2010.

se ubican por debajo de la recta de identidad, lo que representa una disminución de su tasa de crecimiento en una distancia en puntos porcentuales igual a la vertical imaginaria hacia la diagonal.

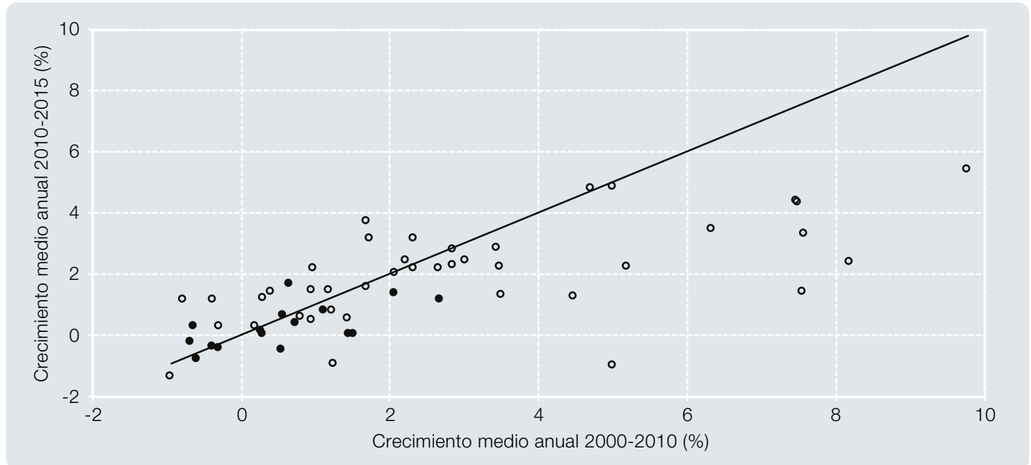
Entre 1990-2000 y 2000-2010, 10 delegaciones disminuyeron su ritmo de crecimiento. En particular, las delegaciones situadas en el suroriente de la Ciudad: Tláhuac, Xochimilco y Milpa Alta, con diferencias entre 1.5 y 2.5 puntos porcentuales. En tanto, seis delegaciones lo aumentaron; destacan las delegaciones centrales: Benito Juárez, Miguel Hidalgo y Cuauhtémoc, con incrementos de entre 1.7 y 2.0 puntos porcentuales.

Por su parte, 31 municipios redujeron sus tasas, con Ixtapaluca, Chalco y Chimalhuacán, al oriente de la Ciudad, como los casos más notables, con diferencias entre 3.9 y 5.2 puntos porcentuales. A su vez, 10 municipios las aumentaron, entre los que sobresalen Huehuetoca, Acolman, Chicoloapan, Cuautitlán y Tizayuca, con incrementos de entre 3.1 y 5.2 puntos porcentuales.

Entre 2000-2010 y 2010-2015, 10 delegaciones mostraron diferencias en sus tasas de crecimiento de no más de seis décimas de punto; cuatro delegaciones –Milpa Alta, Tláhuac, Xochimilco y Miguel Hidalgo– experimentaron disminuciones entre 1.0 y 1.5 puntos porcentuales, y dos delegaciones –Benito Juárez e Iztacalco– exhibieron los mayores incrementos, de un punto porcentual.

Paralelamente, 23 municipios registraron incrementos o decrementos inferiores a un punto porcentual, 13 municipios mostraron disminuciones mayores de este nivel (destacan Cuautitlán, Tonanitla, Acolman, Huehuetoca y Chicoloapan, con diferencias de entre 4.3 y 6.2 puntos porcentuales) y cinco municipios experimentaron aumentos por arriba de un punto (en particular Cocotitlán, Tlalnepantla y Teoloyucan, con aumentos de entre 1.5 y 2.0 puntos porcentuales).

GRÁFICA **9.** Crecimiento por delegación y municipio, 2000-2015



Las observaciones en negro corresponden a las delegaciones y las blancas a los municipios.
Fuente: Cálculos propios con base en INEGI, Censos de Población y Vivienda 2000 y 2010, y Encuesta Intercensal 2015.

En síntesis, en los últimos 25 años las diferencias en los niveles de crecimiento demográfico entre las delegaciones y municipios de la ZMCM se han reducido de manera notable. En particular, en la Ciudad de México las tasas de cambio demográfico de las delegaciones y sus diferencias son cada vez menores, tal y como se puede apreciar en los valores promedio, máximo, mínimo, rango y desviación estándar de cada periodo. Esta tendencia general también es válida para los municipios metropolitanos; no obstante, los parámetros que describen su crecimiento resultan significativamente mayores a los de la capital (cuadro 2).

En términos espaciales, la tendencia convergente de las delegaciones y municipios se puede apreciar al comparar los mapas de las tasas de crecimiento, manteniendo fijos los intervalos de clase entre un periodo de tiempo y otro (figura 1). En éstos se advierte un incremento notable en el número de delegaciones y municipios con menores tasas de crecimiento y, en consecuencia, una disminución del número de unidades con mayores ritmos de crecimiento entre 1990 y 2015.

La convergencia en el tiempo de la dinámica demográfica de las delegaciones y municipios también se expresa en una disminución de sus niveles de autocorrelación espacial; es decir, del grado de asociación observado entre los ritmos de crecimiento de delegaciones y municipios vecinos, medidos a través de la I de Moran. Conforme el valor de este índice tiende a 1, el patrón espacial de la variable en cuestión está más agrupado (concentrado); en cambio, cuando tiende a -1, el patrón es más disperso, mientras que un valor cercano a cero es reflejo de un patrón aleatorio, donde la correlación de la variable de interés entre unidades vecinas es mínima o nula.

En los tres periodos analizados se obtuvieron indicadores I de Moran estadísticamente significativos y estadísticos de prueba (z) que permiten afirmar que

CUADRO **2.** Resumen de las tasas de cambio demográfico por ámbito geográfico, 1990-2015

Ámbito y periodo	Promedio	Máximo	Mínimo	Rango	Desviación estándar
Delegaciones					
1990-2000	0.8	4.1	-1.4	5.6	2.0
2000-2015	0.6	2.7	-0.7	3.4	1.0
2010-2015	0.3	1.7	-0.7	2.4	0.7
Municipios metropolitanos					
1990-2000	4.1	9.7	-0.2	9.9	1.8
2000-2015	3.0	9.8	-0.9	10.7	2.7
2010-2015	2.0	5.4	-1.4	6.8	1.6

Fuente: Cálculos propios con base en INEGI, Censos de Población y Vivienda 1990, 2000 y 2010, y Encuesta Intercensal 2015.

la distribución espacial de la tasa de crecimiento está más agrupada de lo que se esperaría de un patrón o proceso completamente aleatorio. Sin embargo, la disminución de la I de Moran también nos indica que este patrón espacial de agrupamiento es cada vez menos pronunciado en el tiempo (figura 2).

Adicionalmente, los valores de las I de Moran locales permiten identificar agrupamientos de delegaciones y municipios al interior de la ZMCM, donde predominan valores altos o bajos, así como observaciones *atípicas*, es decir, unidades con bajas tasas de crecimiento junto a valores altos, y viceversa, unidades con tasas altas junto a valores bajos.

En el periodo de 1990 a 2000 se aprecian dos agrupamientos de municipios con tasas elevadas de crecimiento. El primero, en el norte del área de estudio, formado por Cuautitlán, Melchor Ocampo y Tultepec, y el segundo, en el oriente, integrado por Chalco, Chicoloapan, Ixtapaluca y Valle de Chalco Solidaridad. En tanto, 11 delegaciones centrales y del primer contorno de la Ciudad (Cuauhtémoc, Miguel Hidalgo, Benito Juárez, Venustiano Carranza, Azcapotzalco, Gustavo A. Madero, Coyoacán, Cuajimalpa, Álvaro Obregón, Iztacalco e Iztapalapa) y un municipio (Naucalpan) forman un extenso agrupamiento de unidades con bajos ritmos de crecimiento.

Entre 2000 y 2010, cinco municipios (Melchor Ocampo, Nextlalpan, Tecámac, Zumpango y Tizayuca) reconfiguran el agrupamiento de alto crecimiento hacia el extremo norte de la zona metropolitana; el conglomerado del oriente ya no aparece, mientras que el agrupamiento de bajo crecimiento muestra algunos cambios, con la desincorporación de las delegaciones Coyoacán, Cuajimalpa y Álvaro Obregón, y la incorporación de los municipios de Nezahualcóyotl y Tlalnepantla.

En el quinquenio reciente, el conglomerado de alto crecimiento en el norte de la zona metropolitana se restringe a tres municipios (Tecámac, Zumpango y Tizayuca), al tiempo que el agrupamiento de bajo crecimiento se extiende hacia el sur de la Ciudad, con la salida de Benito Juárez, Miguel Hidalgo y Naucalpan, y el ingreso de Tlalpan y Xochimilco. En este periodo la delegación Benito Juárez se constituye como un caso *atípico*, al experimentar un crecimiento demográfico relativamente elevado, el cual contrasta con las bajas tasas de crecimiento prevalecientes en las delegaciones vecinas.

FIGURA **1.** Zona Metropolitana de la Ciudad de México. Crecimiento medio anual por delegación y municipio, 1990-2015

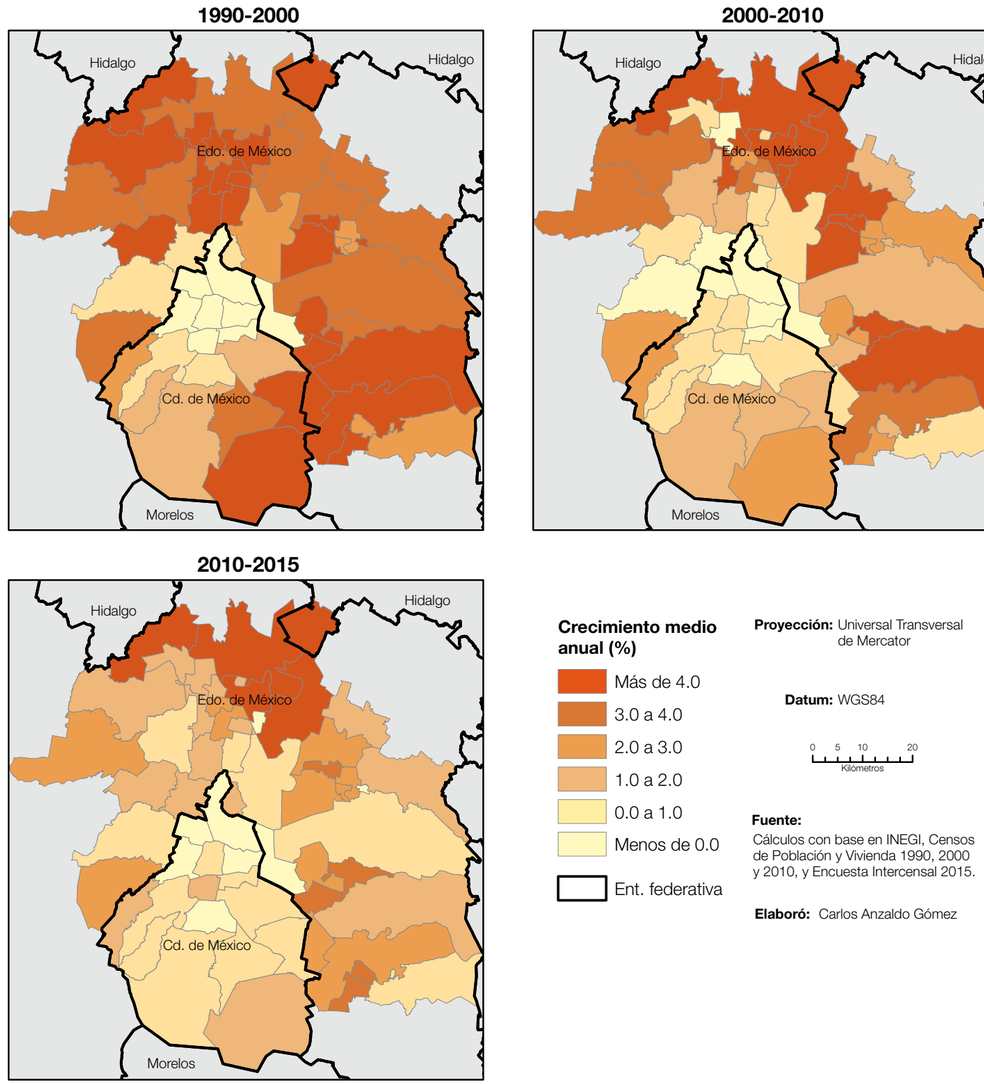
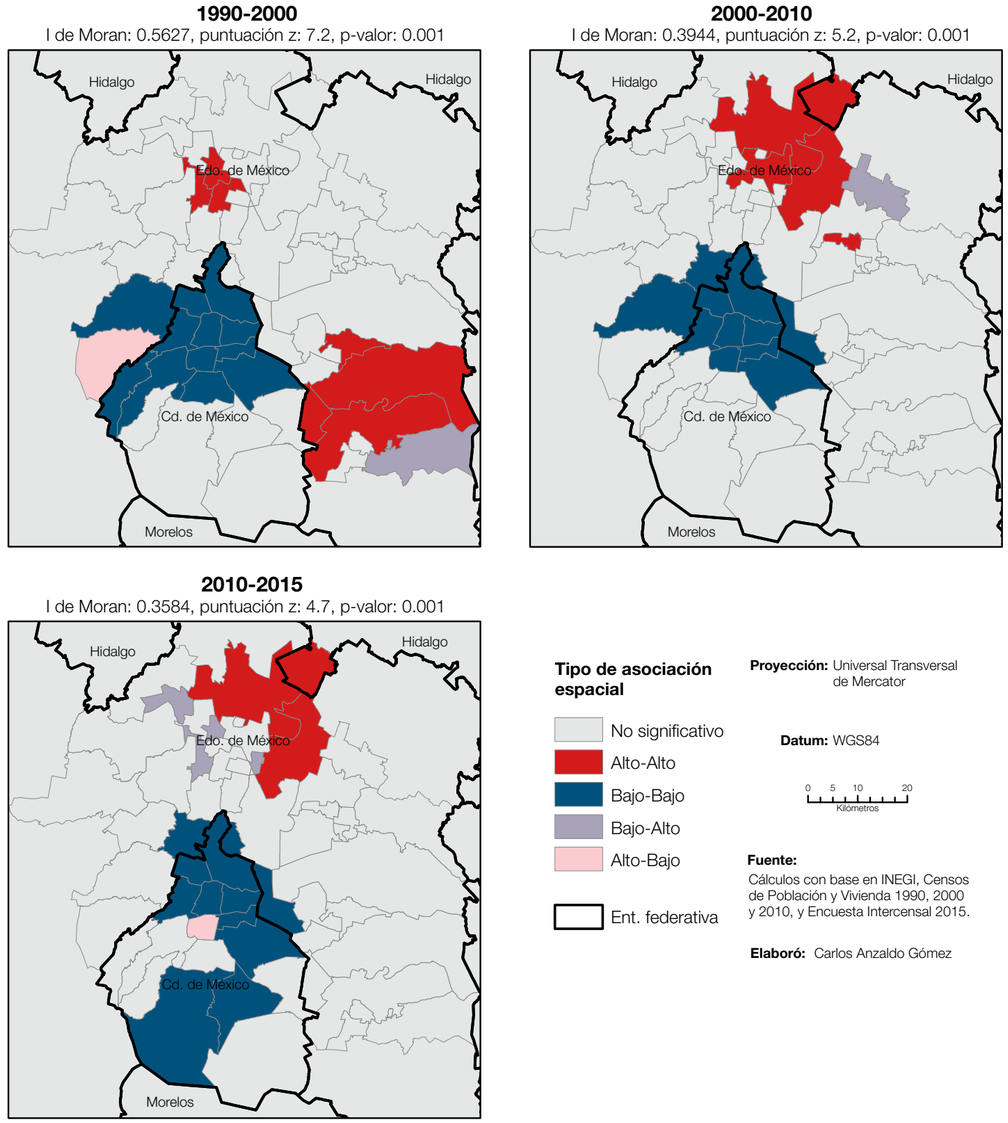
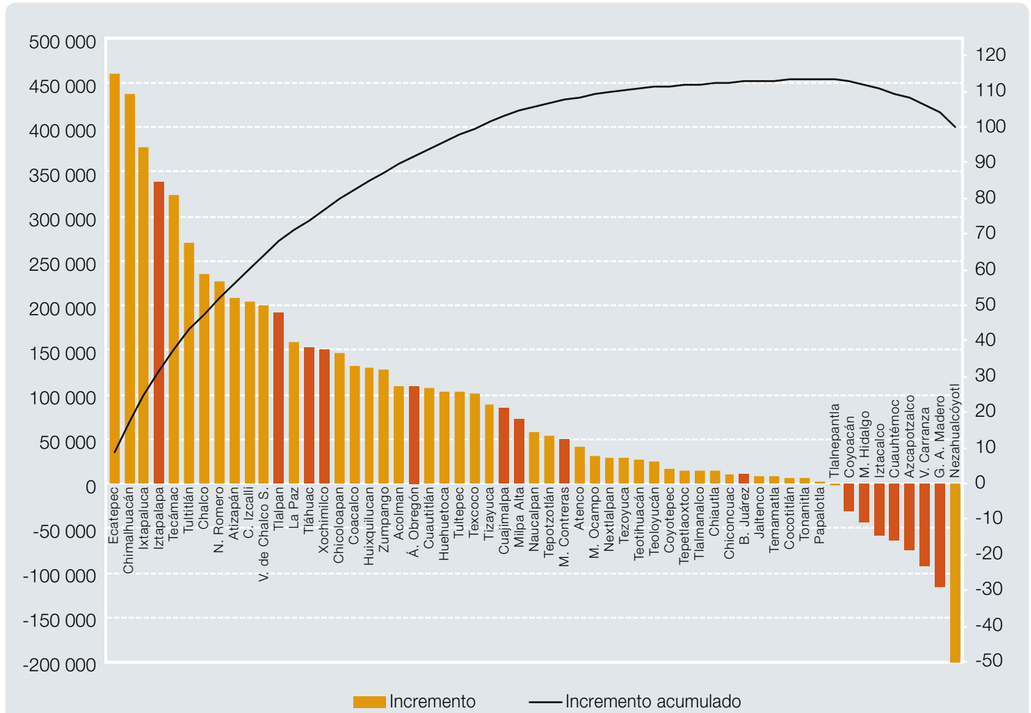


FIGURA **2.** Zona Metropolitana de la Ciudad de México. Autocorrelación espacial de la tasa de crecimiento por delegación y municipio, 1990-2015



GRÁFICA **10.** Incremento demográfico y porcentaje acumulado por delegación y municipio, 1990-2015



Fuente: Cálculos propios con base en INEGI, Censo de Población y Vivienda 1990, y Encuesta Intercensal 2015.

El análisis de las tasas de crecimiento se complementa con el estudio del incremento demográfico en términos absolutos. Como ya se mencionó, entre 1990 y 2015 la población de la ZMCM aumentó en más de cinco millones de personas. Sin embargo, más de tres cuartas partes de este incremento (3.9 millones) se concentró en tan sólo cuatro delegaciones de la Ciudad de México (Iztapalapa, Tlalpan, Tláhuac y Xochimilco) y 11 municipios del Estado de México (Ecatepec, Chimalhuacán, Ixtapaluca, Tecámac, Tultitlán, Chalco, Nicolás Romero, Atizapán de Zaragoza, Cuautitlán Izcalli, Valle de Chalco Solidaridad y La Paz), cuyas poblaciones crecieron en más de 150 000 y hasta 460 000 habitantes. En contraste, y considerando también todo el periodo, siete delegaciones (Gustavo A. Madero, Venustiano Carranza, Azcapotzalco, Cuauhtémoc, Iztacalco, Miguel Hidalgo y Coyoacán) y dos municipios (Nezahualcóyotl y Tlalnepantla) registraron pérdidas netas de población de entre 2 000 y poco más de 200 000 personas, que en conjunto suman casi 685 000, monto equivalente a 13.4% del incremento demográfico total (gráfica 10).

La población

más joven de la Ciudad de México **disminuyó** de **30.6%** en **1990**, a **21.7%** en **2015**; en cambio, la proporción de población en edades activas —**de 15 a 64 años**— aumentó de 64.6 a 68.7%, y la de adultos mayores de **65 años** y más creció de 4.8 a 9.6%.

Comportamiento de la migración reciente

En el quinquenio 2010-2015, en México cambiaron de entidad federativa de residencia un total de 3.2 millones de personas, que representan el 2.9% de la población nacional de cinco y más años. De ellas, 545 000 (17.1%) salieron de la Ciudad de México, al tiempo que llegaron a ésta 323 000 (10.1%), lo que resulta en una pérdida neta de 222 000 habitantes, que equivale a la tercera parte de las pérdidas acumuladas por las 14 entidades federativas que durante este periodo experimentaron un saldo neto migratorio negativo (cuadro 3).

La mayor pérdida poblacional de la Ciudad de México, 143 000 habitantes (64.5%), ocurre en el intercambio con el Estado de México, entidad de donde llegaron 158 000 personas (49.0% de la inmigración), y hacia la que se dirigieron 301 000 (55.3% de la emigración). El intercambio de la Ciudad con el estado de Hidalgo también muestra una pérdida neta, de casi 19 000 habitantes, ya que el flujo migratorio en esa dirección fue de 29 000 personas, y en el sentido contrario, de cerca de 11 000. A su vez, la pérdida de la capital con respecto al resto del país asciende a más de 60 000 habitantes, producto de una inmigración de 154 000 personas y una emigración de 214 000.

Por su parte, los cambios de residencia entre los estados de México e Hidalgo significaron una pérdida neta para el primero y una ganancia para el segundo de más de 31 000 habitantes, pues en el quinquenio reciente 52 000 personas migraron en esa dirección y 20 000 lo hicieron en el sentido contrario. Ambas entidades experimentaron pérdidas menores respecto al resto del país de menos de 14 000 y menos de 1 000 habitantes, respectivamente.

La gráfica 11 muestra las delegaciones de la Ciudad de México y los municipios de los estados de México e Hidalgo que captaron la mayor cantidad de migrantes interestatales entre 2010 y 2015. Estas 32 unidades experimentaron volúmenes de inmigración mayores de 10 000 habitantes y en conjunto fueron el destino de más de la quinta parte (22.6%) del total de movimientos migratorios observados en el territorio nacional. Con excepción de Toluca, Pachuca y Mineral de la Reforma, todas ellas forman parte de la ZMCM. Destacan, en la Ciudad de México, las delegaciones Iztapalapa, Gustavo A. Madero, Cuauhtémoc, Miguel Hidalgo, Benito Juárez y Coyoacán, con montos de inmigración mayores de 25 000 habitantes. Las tres primeras delegaciones recibieron del Estado de México la mayor cantidad de migrantes y las tres últimas, del resto del país. En el Estado de México sobresalen los municipios de Tecámac, Ecatepec, Chalco, Tlalnepantla, Naucalpan y Nezahualcóyotl, que captaron una proporción significativamente mayor de su migración de la Ciudad de México, con excepción de Naucalpan. En Hidalgo, el municipio de Tizayuca recibió un total de 28 000 migrantes, de los cuales 18 300 provinieron del Estado de México, 7 300 de la Ciudad de México y 2 300 del resto del país.

Cambios en la estructura por edad

La transición demográfica –el descenso sostenido en el tiempo de los niveles de mortalidad y de fecundidad– se ha traducido en un incremento importante de la esperanza de vida, una reducción sistemática del peso relativo de los grupos de edad más jóvenes, un aumento significativo de la población en edades activas y un crecimiento de la población de adultos mayores.

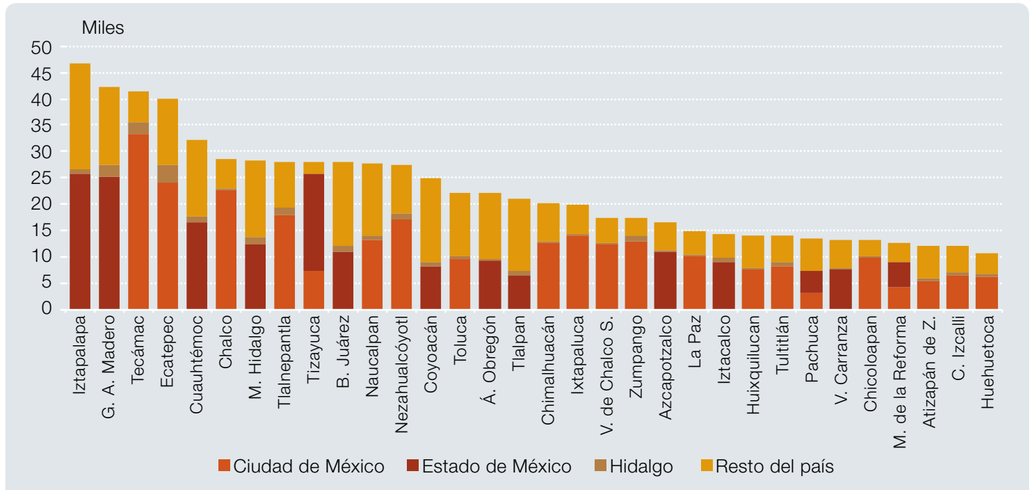
Como resultado de este proceso, la proporción de población más joven –de 0 a 14 años– de la Ciudad de México disminuyó de 30.6% en 1990 a 21.7% en 2015; en cambio, la proporción de población en edades activas –de 15 a 64 años– aumentó de 64.6 a 68.7%, y la de adultos mayores –de 65 años y más– creció de 4.8 a 9.6%. La misma tendencia se presenta en los municipios metropolitanos, pero con

Cuadro 3. Migración interestatal y saldo neto migratorio, 2010-215

Migración reciente	**Entidad de residencia en 2015 (destino)**				
Entidad de residencia en 2010 (origen)	Ciudad de México	Estado de México	Hidalgo	Resto del país	Total de emigrantes
Ciudad de México	0	301 603	29 434	214 247	545 284
Estado de México	158 226	0	51 804	191 353	401 383
Hidalgo	10 877	20 429	0	40 011	71 317
Resto del país	153 725	177 684	39 387	1 808 839	2 179 635
Total de inmigrantes	322 828	499 716	120 625	2 254 450	3 197 619
Saldo neto migratorio	Ciudad de México	Estado de México	Hidalgo	Resto del país	Total
Ciudad de México	0	-143 377	-18 557	-60 522	-222 456
Estado de México	143 377	0	-31 375	-13 669	98 333
Hidalgo	18 557	31 375	0	-624	49 308
Resto del país	60 522	13 669	624	0	74 815

Fuente: Cálculos propios con base en INEGI, Encuesta Intercensal, 2015.

GRÁFICA **11.** Migrantes interestatales por entidad de origen y municipio de destino, 2010-2105



Fuente: Cálculos propios con base en INEGI, Encuesta Intercensal, 2010-2015.

CUADRO **4.** Estructura poblacional por grandes grupos de edad, 1990-2015

Grupo de edad y ámbito	1990	2000	2010	2015
Población de 0 a 14 años (%)				
Nacional	38.6	34.1	29.3	28.3
Zona Metropolitana de la Ciudad de México	33.5	29.2	25.3	24.2
Ciudad de México	30.6	26.5	22.4	21.7
Municipios metropolitanos	36.8	31.9	27.7	26.1
Población de 15 a 64 años (%)				
Nacional	57.3	60.9	64.4	64.7
Zona Metropolitana de la Ciudad de México	62.7	66.1	68.4	68.2
Ciudad de México	64.6	67.6	69.7	68.7
Municipios metropolitanos	60.5	64.6	67.4	67.8
Población de 65 años y más (%)				
Nacional	4.2	5.0	6.3	7.1
Zona Metropolitana de la Ciudad de México	3.8	4.7	6.2	7.6
Ciudad de México	4.8	5.9	7.9	9.6
Municipios metropolitanos	2.7	3.5	4.8	6.1

Fuente: Cálculos propios con base en INEGI, Censos de Población y Vivienda 1990, 2000 y 2010, y Encuesta Intercensal 2015.

proporciones mayores en edades jóvenes, y menores en edades activas y de adultos mayores, respecto a las de la Ciudad. Así, en los municipios la proporción de jóvenes de 0 a 14 años pasó de 36.8 a 26.1%, la de personas de 15 a 64 años aumentó de 60.5 a 67.8% y la de mayores de 64 años creció de 2.7 a 6.1% (cuadro 4).

La composición de la población por grandes grupos de edad se sintetiza en la razón de dependencia demográfica, que expresa el número de personas en edades dependientes, de 0 a 14 años y de 65 años y más, por cada 100 personas en edades activas, de 15 a 64 años. La disminución sistemática de esta razón de dependencia, a la que en el ámbito de los estudios de población se alude como "bono demográfico", se ha visto como una ventana de oportunidad para que las sociedades que atraviesan por este proceso aprovechen la relación etaria ventajosa con el fin de disminuir la proporción de recursos económicos destinados al consumo e incrementar la parte correspondiente al ahorro y la inversión, con el objeto de tener mejores condiciones para encarar el aumento previsto en la misma razón de dependencia como resultado ahora del mayor crecimiento de la población longeva. Sin embargo, la posibilidad de lograrlo depende fundamentalmente de una inserción adecuada –es decir, no precaria– de la población en edades activas al mercado laboral, a fin de contar con niveles de ingreso suficiente y seguridad social para cuando llegue la edad del retiro. En este contexto, la disminución de la población en los grupos de edad más jóvenes también se ve como una oportunidad para que éstos accedan y completen una educación de calidad que les permita obtener empleos formales, más productivos y mejor remunerados.

CUADRO **5.** Razones de dependencia demográfica total, juvenil y de la tercera edad, 1990-2015

Razón de dependencia y ámbito	1990	2000	2010	2015
Dependencia total (%)				
Nacional	74.7	64.3	55.2	54.6
Zona Metropolitana de la Ciudad de México	59.4	51.4	46.2	46.6
Ciudad de México	54.8	48.0	43.6	45.5
Municipios metropolitanos	65.3	54.7	48.4	47.5
Dependencia juvenil (%)				
Nacional	67.4	56.1	45.5	43.7
Zona Metropolitana de la Ciudad de México	53.3	44.3	37.0	35.4
Ciudad de México	47.3	39.2	32.1	31.6
Municipios metropolitanos	60.9	49.3	41.2	38.5
Dependencia de la tercera edad (%)				
Nacional	7.3	8.2	9.7	10.9
Zona Metropolitana de la Ciudad de México	6.1	7.1	9.1	11.2
Ciudad de México	7.4	8.8	11.4	13.9
Municipios metropolitanos	4.4	5.4	7.2	9.1

Fuente: Cálculos propios con base en INEGI, Censos de Población y Vivienda 1990, 2000 y 2010, y Encuesta Intercensal 2015.

En 1990, la razón de dependencia demográfica de la Ciudad de México era de 58.8 dependientes por cada 100 activos; desde entonces se ha reducido en más de nueve unidades para ubicarse en 2015 en 45.5 personas por cada 100. Esta disminución es resultado de una reducción aún mayor de la razón de dependencia juvenil –esto es, del número de jóvenes de 0 a 14 años por cada 100 personas en edades activas–, la cual descendió de 47.3 a 31.6, y del aumento importante de la razón de dependencia de la tercera edad, cuyo nivel pasó de 7.4 por cada 100 activos en 1990, a 13.9 en 2015 (cuadro 5).

En el caso de los municipios metropolitanos, la razón de dependencia total se redujo de 65.3 a 47.5 personas, casi 18 unidades. Es una cantidad significativamente mayor a la que se registró en la Ciudad, de forma que actualmente su nivel de dependencia total es sólo dos personas por arriba del de la capital. En los municipios la razón de dependencia juvenil disminuyó de 60.9 a 38.5 y la razón de dependencia de la tercera edad aumentó de 4.4 a 9.1. Así, en 2015, con respecto a la Ciudad de México, en los municipios metropolitanos había siete dependientes jóvenes más y cinco dependientes de la tercera edad menos por cada 100 personas en edades activas.

En la capital, las mayores razones de dependencia juvenil se ubican en las delegaciones Milpa Alta, Xochimilco, Tláhuac, Iztapalapa y Magdalena Contreras, con niveles entre 32 y 40 jóvenes por cada 100 habitantes activos. En tanto, las mayores razones de dependencia de la tercera edad se encuentran en las delegaciones Benito Juárez, Coyoacán, Azcapotzalco, Miguel Hidalgo, Venustiano Carranza y Gustavo A. Madero, con valores de entre 16 y 19 dependientes mayores por cada 100 habitantes activos.

Por su parte, en los municipios metropolitanos los niveles más elevados de dependencia juvenil se registran en Huehuetoca, Nextlalpan, Tizayuca, Coyotepec y Temamatla, con razones de entre 45 y 50 dependientes, cifras significativamente superiores a las de la Ciudad, mientras que los índices de dependencia de la tercera edad más elevados corresponden a Tlalnepantla, Naucalpan, Nezahualcóyotl y Tlalmanalco, con niveles entre 12 y 14 adultos mayores por cada 100 habitantes activos.

Prospectiva demográfica

En general, las proyecciones de población publicadas por el Conapo para el año 2015 son consistentes con los resultados de la Encuesta Intercensal del INEGI. En la gráfica 12 se puede observar que en 51 de las 57 demarcaciones territoriales que forman la ZMCM la proyección de población se encuentra dentro del intervalo de confianza al 90%, estimado con base en la Encuesta Intercensal. Las únicas excepciones corresponden a seis municipios del Estado de México: Papalotla,[1] Tonanitla, Acolman, Tultitán, Tultepec y Nezahualcóyotl.

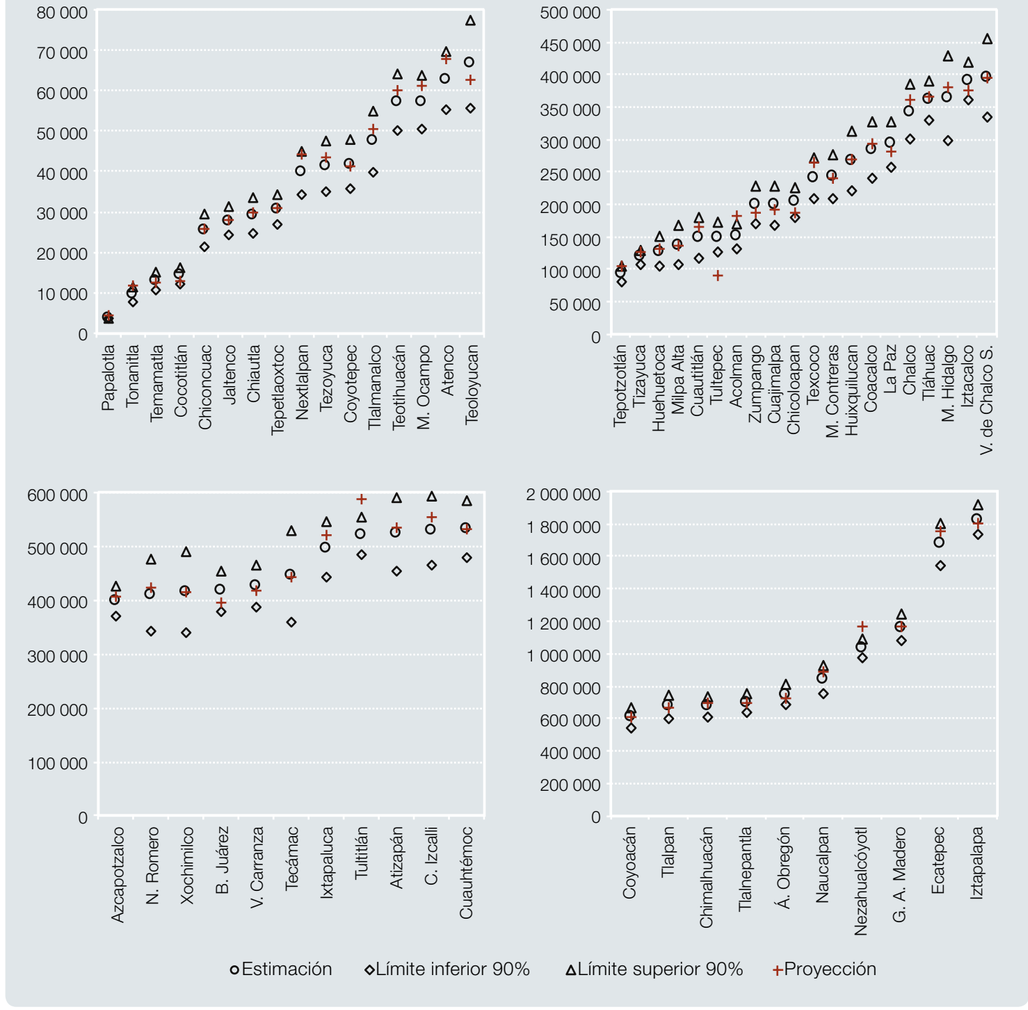
[1] Este municipio no tiene un intervalo de confianza como tal, ya que por el tamaño de su población fue de hecho censado en 2015, y la diferencia con respecto a la proyección de población es mínima.

De acuerdo con las proyecciones del Conapo, se prevé que la población de la ZMCM ascienda a 21.5 millones de habitantes en 2020, y a 22.6 millones en 2030. Para los mismos años, se espera que la cantidad de habitantes de la Ciudad de México disminuya de 8.7 a 8.4 millones, y la de los municipios metropolitanos aumente de 12.8 a 14.2 millones. Esto significaría un descenso en la participación de la Ciudad en el total de la zona metropolitana, de 40.6 a 37.3%, y un incremento en el peso relativo de los municipios, de 59.4 a 62.7% (gráfica 13).

En términos absolutos, la composición por edad de la Ciudad de México continuará experimentando una reducción de sus poblaciones más jóvenes. Los niños y adolescentes menores de 15 años disminuirán de 1.79 millones en 2020 a 1.59 millones en 2030. Para los mismos años, la cantidad de jóvenes de 15 a 29 años descenderá de 1.96 millones a 1.73 millones, y los adultos de 30 a 44 años, de 1.94 millones a 1.73 millones. Simultáneamente, los adultos de 45 a 64 años mostrarán un ligero aumento, de 2.11 a 2.15 millones, en tanto que los de 65 años y más pasarán de 940 000 a 1.24 millones. Estos cambios implicarán un aumento en la razon de dependencia demográfica de la Ciudad, que pasará de 45.5 personas en edades dependientes por cada 100 personas en edades activas en 2020, a 50.3 dependientes por cada 100 activos en 2030 (gráfica 14).

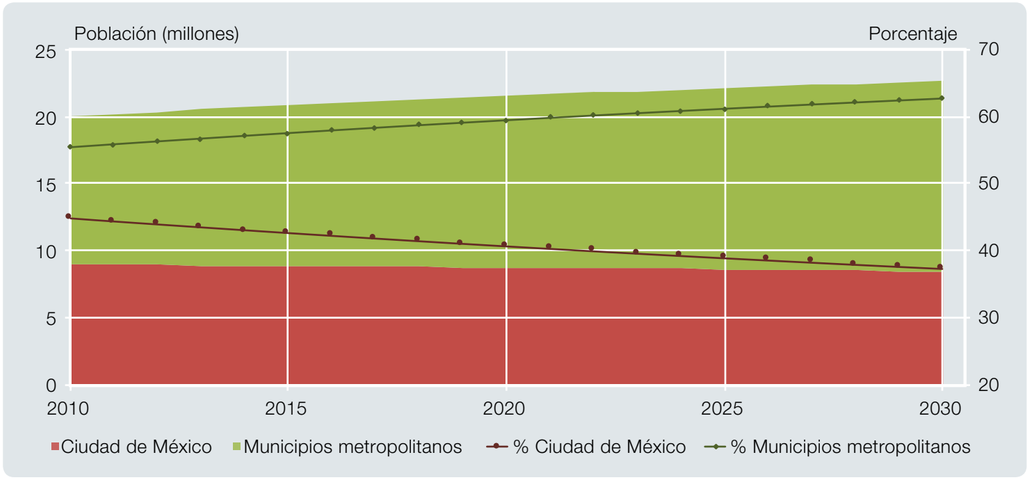
Por su parte, en los municipios metropolitanos las poblaciones de niños y adolescentes menores de 15 años y de jóvenes de 15 a 29 años se mantendrán prácticamente constantes: alrededor de 3.2 millones y 3.1 millones, respectivamente. Los adultos de 30 a 44 años tendrán un aumento, de 2.83 millones en 2020 a 3.01 millones en 2030, mientras que los adultos de 45 a 64 años y los de 65 años y más se incrementarán significativamente, al pasar los primeros de 2.74 a 3.34 millones, y los segundos de 906 000 a 1.48 millones. En consecuencia, la razón de dependencia demográfica en los municipios metropolitanos

GRÁFICA **12.** Comparación entre las proyecciones de población del Conapo y las estimaciones de la Encuesta Intercensal por delegación y municipio, por rangos de población, 2015



Fuente: Cálculos propios con base en Conapo, Proyecciones de población de México 2010-2030, e INEGI, Encuesta Intercensal 2015.

GRÁFICA **13.** Tamaño de la población y participación en la ZMCM, 2010-2030



Fuente: Cálculos con base en Conapo, Proyecciones de la población de México 2010-2030.

aumentará de 47.4 personas en edades dependientes por cada 100 personas en edades activas en 2020, a 49.5 dependientes por cada 100 activos 10 años después. Para el conjunto de la ZMCM, la razón de dependencia pasará de 46.6 a 49.9 dependientes por cada 100 activos.

La gráfica 15 muestra el incremento esperado en el número de habitantes de las delegaciones y municipios de la ZMCM entre 2020 y 2030. Se advierte ahí que 13 municipios (Ecatepec, Chimalhuacán, Nezahualcóyotl, Naucalpan, Ixtapaluca, Tultitlán, Tecámac, Nicolás Romero, Chalco, Valle de Chalco, Tlalnepantla, Atizapán de Zaragoza y Cuautitlán Izcalli) registrarán aumentos mayores de 50 000 habitantes, para llegar a concentrar, en conjunto, más del 70% del incremento demográfico previsto para los municipios metropolitanos. En contraste, decrecerá la población en las delegaciones de la Ciudad de México, con excepción de Milpa Alta.

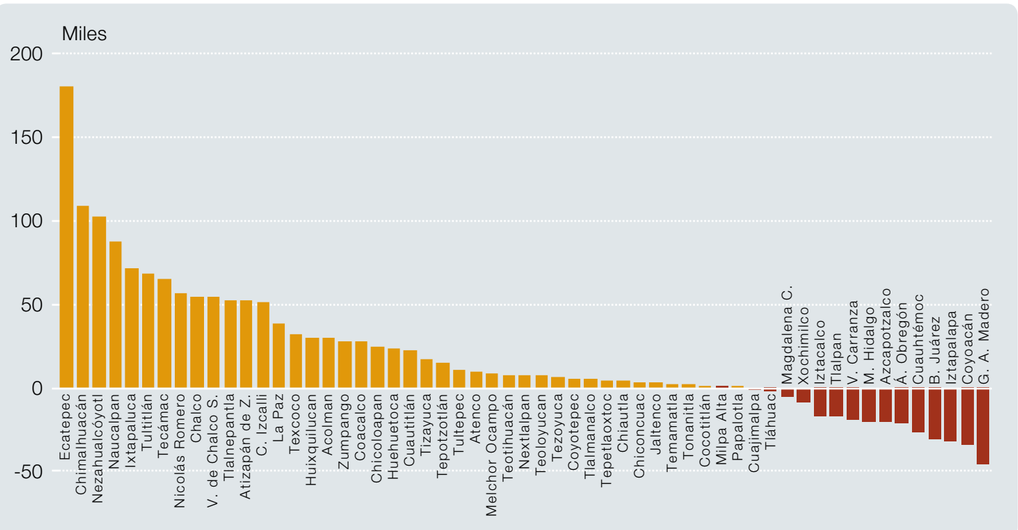
Evolución del número de viviendas

Los cambios en la estructura por edad asociados al proceso de transición demográfica también se manifiestan en un incremento importante de la población en edad de formar un hogar y, por ende, en un mayor ritmo de crecimiento del número de viviendas comparado con el de la población total. Entre 1990 y 2000, las viviendas particulares habitadas de la ZMCM crecieron a una tasa promedio de 2.7% anual, más de un punto porcentual por arriba del promedio de la población (1.6%). Esta diferencia se ha incrementado en los años recientes, a pesar de la importante disminución observada en el ritmo de crecimiento del parque habitacional. En la década 2000-2010, el número de viviendas se incrementó a un promedio de casi 2.1% anual, 1.2 puntos por encima del crecimiento de la población (0.9%), mientras que en el quinquenio 2010-2015 esta distancia se amplió a casi 1.5 puntos porcentuales,

GRÁFICA **14.** Población por grupos de edad y razón de dependencia demográfica, 2010-2030

Fuente: Cálculos propios con base en Conapo, Proyecciones de la población de México 2010-2030.

GRÁFICA **15.** Incremento demográfico previsto por delegación y municipio, 2020-2030



Fuente: Cálculos propios con base en Conapo, Proyecciones de población 2010-2030.

como resultado de un crecimiento ligeramente mayor de las viviendas (2.2%) y uno ligeramente menor de la población (0.8%) (gráfica 16).

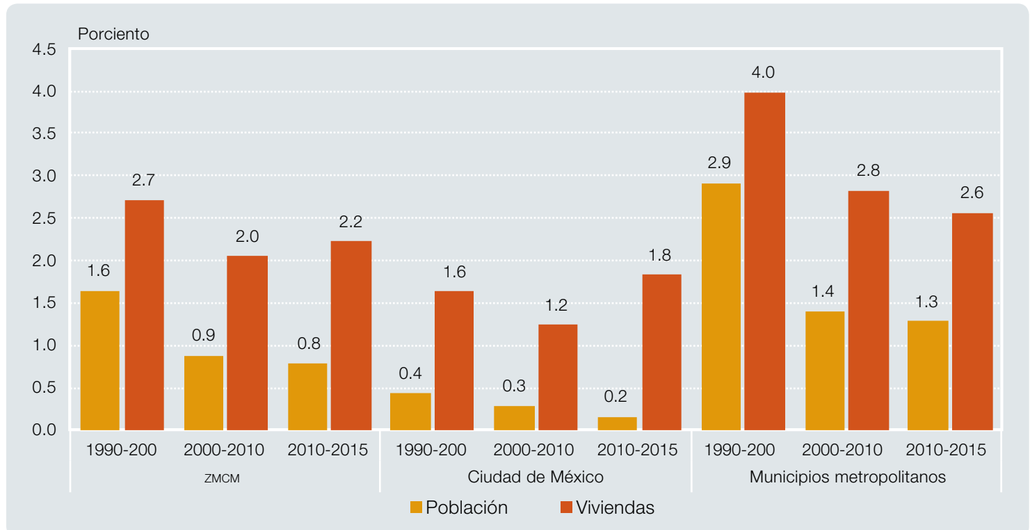
Por su parte, en la Ciudad de México la diferencia de 1.2 puntos porcentuales entre el mayor ritmo de crecimiento de las viviendas (1.6%) y el menor rirmo de crecimiento de la población (0.4%), observada en el periodo 1990-2000, disminuyó a menos de un punto porcentual en el periodo 2000-2010 como resultado del descenso de ambas tasas de crecimiento a niveles de 1.2 y 0.3% anual, respectivamente. No obstante, en el quinquenio reciente esta diferencia se incrementó a casi 1.7 puntos porcentuales, derivado de un aumento de las viviendas significativamente mayor (1.8%) y un crecimiento de la población ligeramente menor (0.2%) a los registrados en la primera década de este siglo.

Los municipios metropolitanos son, por mucho, el ámbito que experimenta los mayores ritmos de crecimiento habitacional; entre 1990 y 2000, las viviendas aumentaron a una tasa extaordinariamente alta, de 4.0% anual, más de un punto por arriba del crecimiento, también elevado, de su población (2.9%). Si bien en periodos recientes el crecimiento habitacional de éstos se ha reducido de modo significativo, a 2.8% entre 2000 y 2010, y a 2.6% entre 2010 y 2015, estos incrementos se sitúan en niveles dos veces mayores a los de su población (1.4% y 1.3%, respectivamente).

Expansión del área urbana y comportamiento de las densidades en el periodo 2010-2015

De acuerdo con las estimaciones de Corona, que se presentan en el capitulo “Modelo espacial y pronóstico de la expansión de la mancha urbana, 1995-2030” de este libro, el área urbanizada de la ZMCM pasó de

GRÁFICA **16.** Tasas de crecimiento medio anual por ámbito geográfico, 1990-2015



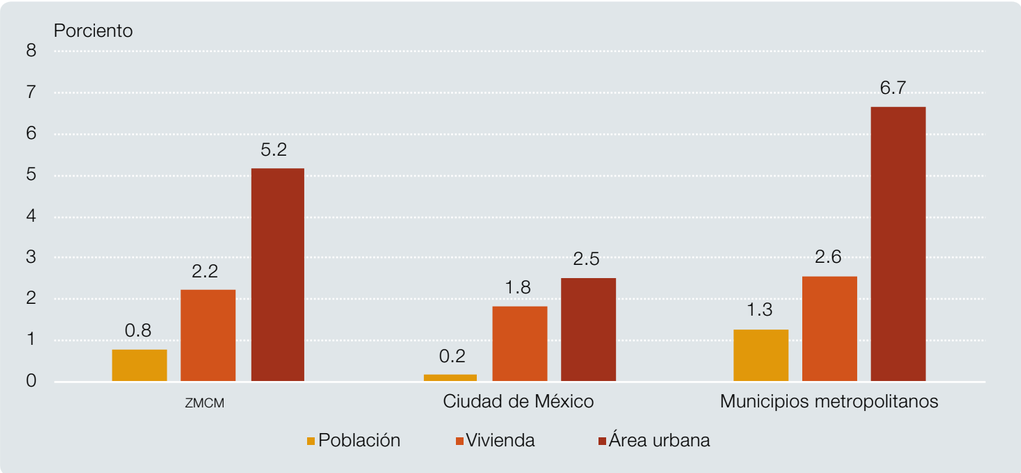
Fuente: Cálculos propios con base en INEGI, Censos de Población y Vivienda 1990, 2000 y 2010, y Encuesta Intercensal 2015.

174 000 hectáreas en 2010 a 224 000 hectáreas en 2015, lo que implica una tasa de crecimiento promedio sumamente elevada, de 5.2% anual, significativamente mayor al crecimiento promedio del número de viviendas observado durante este periodo (2.2%). Esta diferencia de tres puntos porcentuales se reduce a menos de un punto (0.7) en la Ciudad de México, cuya área urbanizada creció a una tasa promedio de 2.5% anual, menos de la mitad que la propia ZMCM, en tanto que en viviendas creció al 1.8%. Por su parte, el área urbanizada de los municipios metropolitanos aumentó a un ritmo ostensiblemente mayor: 6.7% anual, más de cuatro puntos porcentuales por arriba del crecimiento observado en vivienda (2.6%) (gráfica 17).

Este crecimiento desproporcionado del área urbana se traduce en una disminución generalizada de la densidad de población y de vivienda. En la ZMCM, la densidad de población descendió de 113 a 91 habitantes por hectárea entre 2010 y 2015, mientras que la densidad habitacional bajó de 29 a 25 viviendas por hectárea. El acelerado crecimiento del área urbana en los municipios metropolitanos implicó un descenso aún mayor de su densidad de población, la cual pasó de 100 a 77 habitantes por hectárea, en tanto su densidad habitacional disminuyó de 25 a 20 viviendas por hectárea. En el mismo periodo, la Ciudad de México vió disminuir su densidad de población de 134 a 119 habitantes por hectárea, mientras que su densidad habitacional se mantuvo en alrededor de 35 viviendas por hectárea (gráfica 18).

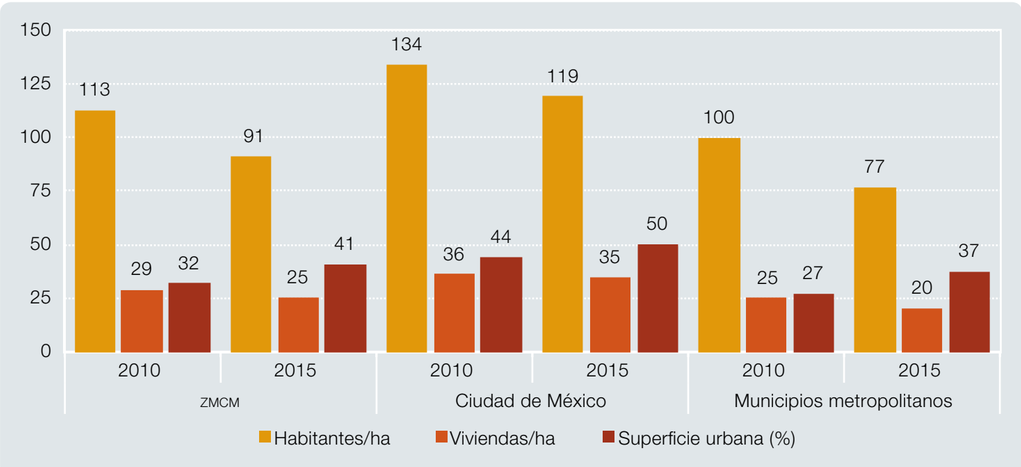
El estudio simultáneo de las tasas de crecimiento de la población, las viviendas y el área urbana, a través de un análisis de conglomerados de tipo jerárquico, permite identificar cuatro grupos de delegaciones y municipios con comportamientos diferenciados dentro de la ZMCM (figura 3). El primero corresponde a

GRÁFICA **17.** Tasas de crecimiento medio anual por ámbito geográfico, 2010-2015



Fuente:Cálculos con base en INEGI, Censo de Población y Vivienda 2010 y Encuesta Intercensal 2015.

GRÁFICA **18.** Densidades y superficie urbanizada, 2010-2015



Fuente:Cálculos con base en INEGI, Censo de Población y Vivienda 2010 y Encuesta Intercensal 2015.

11 delegaciones[2] y nueve municipios,[3] entre los cuales están los más poblados y los de urbanización más temprana, con los menores ritmos de crecimiento en los tres conceptos. En estas demarcaciones, en promedio, la tasa de crecimiento de las viviendas (1.9% anual) supera ampliamente a las de población (0.4%) y área urbana (1.3%). Esto significa que experimentaron densificación habitacional a pesar de su bajo crecimiento demográfico. En este grupo, la densidad de población promedio disminuyó de 137 a 132 habitantes por hectárea entre 2000 y 2015, mientras que la densidad habitacional aumentó de 37 a 38 viviendas por hectárea.

El segundo grupo, formado por cuatro delgaciones[4] y 14 municipios del Estado de México,[5] se distingue por el marcado contraste entre los menores ritmos de crecimiento de población (0.9%) y viviendas (2.1%), y el crecimiento notable del área ubanizada (11.2%). Este patrón de crecimiento notoriamente extensivo y ambientalmente ineficaz se tradujo en una pronunciada disminución entre 2010 y 2015 de la densidad tanto de población (de 73 a 47 habitantes por hectárea) como de habitación (de 18 a 12 viviendas por hectárea).

El tercer grupo, constituido por la delegación Cuajimalpa y 13 municipios del Estado de México,[6] corresponde en general a demarcaciones territoriales de urbanización más reciente, con ritmos acelerados de crecimiento, sobre todo del área urbana (7.9% en promedio anual) y de las viviendas (4.1%), y en menor medida de la población (2.7%). La densidad promedio de población disminuyó de 76 habitantes por hectárea en 2010 a 61 en 2015, en tanto la densidad de vivienda pasó de 18 a 16 viviendas por hectárea para los mismos años.

Finalmente, el cuarto grupo, formado por el municipio de Tizayuca, Hidalgo, y los municipios de Huehuetoca, Nextlalpan, Tecámac y Zumpango, en el Estado de México, es, por mucho, el de mayor dinamismo ubano en los años recientes. Este conglomerado, localizado en el extremo norte de la ZMCM, experimentó los más vertiginosos ritmos de crecimiento poblacional (4.7% promedio anual) y de vivienda (6.1%), así como un incremento por demás significativo del área urbana (8.8%). El mayor crecimiento de esta última determinó una disminución de las densidades de población y habitacional de 49 a 40 habitantes por hectárea, y de 12 a 11 viviendas por hectárea en el quinquenio 2010-2015.

Conclusiones

A manera de colorario, cabe señalar que la desproporción entre el elevado crecimiento del área urbana de la ZMCM y los menores niveles de crecimiento poblacional y habitacional que se observan en años recientes es una tendencia que puede dar lugar a situaciones desfavorables desde los puntos de vista ambiental y social.

Entre las consecuencias negativas de este proceso están la pérdida de entornos ecológicos que prestan servicios ambientales de suma importancia para el desarrollo de la metrópoli; un mayor desajuste espacial entre los lugares de residencia y de empleo; el requerimiento de viajes más largos y costosos y, en consecuencia, mayores niveles de contaminación, consumo de energía y producción de gases de efecto invernadero; la demanda de redes de infraestructura más largas y costosas, y el incremento de la segregación residencial socioeconómica en una población con bajos niveles de seguridad social y en proceso de envejecimiento.

---

[2] Álvaro Obregón, Azcapotzalco, Benito Juárez, Coyoacán, Cuauhtémoc, Gustavo A. Madero, Iztacalco, Iztapalapa, Magdalena Contreras, Miguel Hidalgo y Venustiano Carranza.

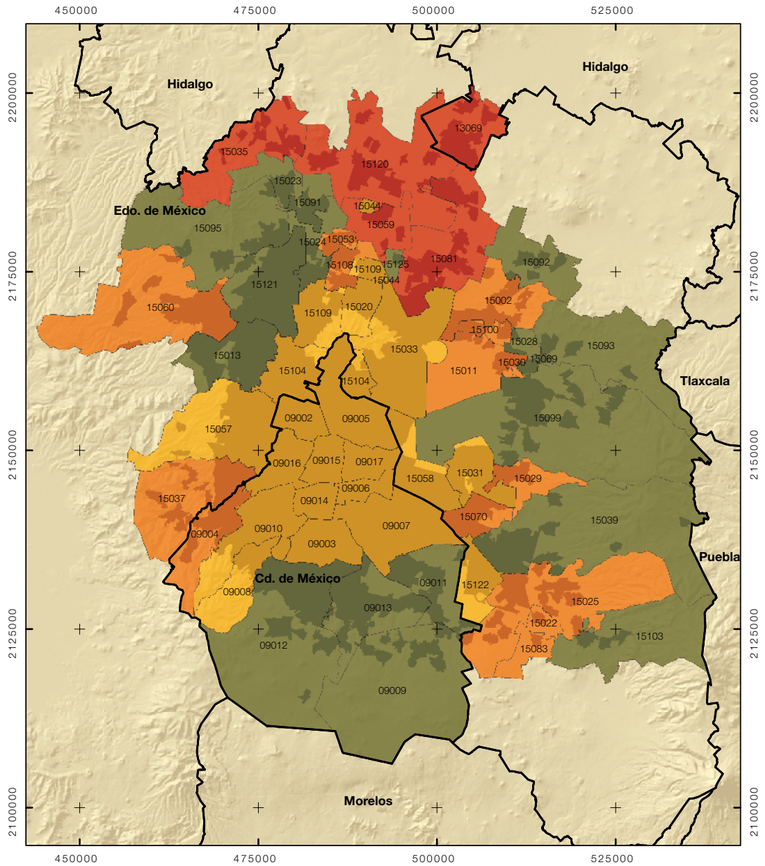
[3] Coacalco, Chimalhuacán, Ecatepec, Jaltenco, Naucalpan, Nezahualcóyotl, Tlalnepantla, Tultitlán y Valle de Chalco Solidaridad.

[4] Milpa Alta, Tláhuac, Tlalpan y Xochimilco.

[5] Atizapán, Chiautla, Coyotepec, Cuautitlán, Cuautitlán Izcalli, Ixtapaluca, Papalotla, Teoloyucan, Teotihuacán, Tepetlaoxtoc, Tepotzotlán, Texcoco, Tlalmanalco y Tonanitla.

[6] Acolman, Atenco, Cocotitlán, Chalco, Chicoloapan, Chiconcuac, Huixquilucan, Melchor Ocampo, Nicolás Romero, La Paz, Temamatla, Tezoyuca y Tultepec.

FIGURA **3.** Conglomerados de delegaciones y municipios por dinámica urbana, 2010-2015



Crecimiento medio anual (%)

	Cong.	Pob.	Viv.	Á. urb.
	1	0.4	1.9	1.3
	2	0.9	2.1	11.2
	3	2.7	4.1	7.9
	4	4.7	6.1	8.8

Entidad federativa

Localidad urbana

Proyección: Universal Transversal de Mercator

Datum: WGS84

0 5 10 20
Kilómetros

Fuente:
Cálculos con base en INEGI, Censo de Población y Vivienda 2010 y Encuesta Intercensal 2015.

Elaboró: Carlos Anzaldo Gómez

Bibliografía

Conapo (1998). *Escenarios demográficos y urbanos de la Zona Metropolitana de la Ciudad de México, 1990-2010*. Síntesis, México, Consejo Nacional de Población.

_____(2012). *Proyecciones de la población de México 2010-2050*. Documento metodológico, Consejo Nacional de Población, México.

_____(2013). *Proyecciones de la población de México 2010-2050*, México, Consejo Nacional de Población.

Corona, R. (1993). Migración permanente interestatal e internacional, 1950-1990, en *Comercio Exterior*, vol. 43, núm. 8, México. En: <http://revistas.bancomext.gob.mx/rce/magazines/250/11/RCE6.pdf>.

Garza, G. y S. Rivera (1994). *Dinámica macroeconómica de las ciudades en México*, Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática, El Colegio de México y Universidad Nacional Autónoma de México, México.

Unikel, L., C. Ruiz y G. Garza (1978). *El desarrollo urbano de México. Diagnóstico e implicaciones futuras*, México, El Colegio de México.

DE LA CASA AL TRABAJO, EVOLUCIÓN DE LA MOVILIDAD LABORAL

CAMILO CAUDILLO COS*

Introducción

En su famoso discurso inaugural del congreso de la asociación de ciencia regional europea de 1970, el geógrafo escandinavo Törsten Hägerstrand centró su participación en cuestiones sobre la calidad de vida. En esta conferencia, precisamente, se comenzó a delinear el enfoque que después se conocería como la *geografía-tiempo*.

Uno de los elementos importantes del enfoque son las restricciones espacio-temporales de la vida cotidiana, que se clasifican en tres tipos: 1) restricciones biológicas: el movimiento terrestre que configura los días y las noches; 2) restricciones de accesibilidad: la facilidad de acceder a diferentes lugares depende de la disponibilidad de infraestructura de transporte, y 3) restricciones de autoridad: el sistema productivo se configura de manera tal que estructura y sincroniza las actividades productivas e impone horarios dominantes para el trabajo, el estudio y las demás actividades. Estas restricciones se expresan de acuerdo con cada sociedad; implican leyes y reglas económicas, o están determinadas por principios morales (Hägerstrand, 1970: 11-12). Independientemente de la diversidad de opiniones sobre cuáles son los componentes de la calidad de vida y cuál es el peso particular de cada uno, la alineación de las tres restricciones antes mencionadas deberían satisfacer las necesidades básicas de la población. Esto implicaría:

> … acceso a aire y vivienda de forma continua, comida varias veces al día, algo de recreación diaria y semanalmente, al juego y entrenamiento a lo largo de la infancia, a la seguridad del trabajo y la continuación de la educación a intervalos irregulares a lo largo de la carrera de cada quien, a asistencia durante la vejez, y todo el tiempo acceso aleatorio a medios de transporte, información relevante y cuidado médico (Hägerstrand, 1970: 19).

* Profesor investigador asociado en Centro Geo.

La definición de estos mínimos satisfactores toma en cuenta al individuo en todo su ciclo vital –del nacimiento a la vejez— y establece que el transporte debe ser accesible todo el tiempo de forma aleatoria. La cuestión del transporte siempre ha tenido un carácter desigual: aquellos de poseen un automóvil tienen la posibilidad de combinar actividades que requieran el movimiento entre lugares separados por distancias mayores que quienes caminan o utilizan transporte público, y esta diferencia en algunos casos no es sólo una cuestión de la velocidad sino conlleva, ante todo, la pérdida de tiempo debido a los intercambios modales.

El discurso de Hägerstrand implica que los miembros de la sociedad tienen múltiples adscripciones; es decir, los individuos se desenvuelven todos los días en campos sociales diferenciados. No existe ninguna actividad profesional, de recreación, estudio, vida familiar, amistosa, asociativa o cultural que pueda realizarse sin la necesidad de movimiento. Casi todas las formas de vida e interacción social involucran indispensables combinaciones de proximidad y distancia que demandan diversas formas de movilidad.

Durante mucho tiempo, la movilidad estuvo asociada al término de transporte, y el énfasis se ponía sobre el análisis del movimiento de vehículos en las vialidades y en la gestión de flujos, tránsito, etcétera, lo que habla indirectamente de las necesidades de las personas. Desde este enfoque, se colocó el acento principal en el descongestionamiento de los flujos, la velocidad, la capacidad de carga de los sistemas de transporte. El cambio en la perspectiva del análisis desde el transporte hacia la movilidad implica un exhaustivo conocimiento de las dinámicas sociales de la población, lo que es todavía un objetivo por cumplir. Las fuentes tradicionales para abordar el movimiento cotidiano de la población –encuestas origen-destino– fueron concebidas para hacer un análisis del transporte y desarrollar modelos de transporte, no necesariamente de la movilidad de la población; si bien nos dan cuenta de algunos de sus elementos básicos –generación de viajes, distribución de viajes, elección modal y asignación de viajes–, dichas dimensiones se vinculan con las siguientes propiedades de los individuos que pueden plantearse en forma de cuatro preguntas: ¿por qué nos movemos?, ¿a dónde nos movemos?, ¿cómo nos movemos? y ¿por dónde nos movemos?

Por la encuesta origen-destino de 2007 se sabe que la Zona Metropolitana del Valle de México (ZMVM) en un día laboral promedio hay alrededor de 22 millones de viajes, de los cuales poco más de dos tercios se llevan a cabo en trasporte público y el tercio restante en automóvil particular. Si omitimos los viajes de regreso al hogar, que representan 45% del total –todo el que sale de un hogar debe regresar a él–, la cantidad de viajes es de 12 millones. Debido a la estructura poblacional, el propósito principal de esos viajes es acudir a la escuela, que acumula 27%; en segundo lugar está el trabajo, con 18%, y en tercero las compras, con 16%. La gran mayoría de la población informó que hace dos viajes al día (IIIGECEM, s/f). Este breve panorama pone de manifiesto dos asuntos importantes: por un lado el transporte público es el medio de transporte principal en la ZMVM; por otro, los viajes productivos son los que sostienen a la población.

Alcances del capítulo

Centraremos el análisis en los flujos laborales y en una serie de indicadores asociados: evolución de los flujos laborales, autocontención laboral, concentración espacial de los flujos laborales y detección de comunidades en redes de flujos laborales.[1] La razón de esto es que las fuentes censales únicamente permiten el seguimiento de este tipo de movimiento cotidiano con tres momentos comparables: 2000, 2010 y, en fecha más reciente, la Encuesta Intercensal 2015, que además de movilidad laboral indaga sobre movilidad escolar, tema que queda fuera del alcance de este capítulo. Toda vez que nos fijaremos en los flujos laborales trataremos de enfatizar sus características cruzando la información con un criterio regional muy básico: la dicotomía Ciudad de México-resto de los municipios conurbados, y un criterio asociado al mercado laboral que constituye una variable fundamental para entender las desigualdades en el comportamiento de viajes: la informalidad en el mercado laboral.

La segunda sección de este capítulo aborda algunos fundamentos teóricos sobre el comportamiento espacial de la distribución de la población y de sus actividades, así como la relación entre forma urbana y comportamiento de viajes. La tercera sección se ocupa de los resultados empíricos del seguimiento de los flujos laborales en cuatro apartados: en el primero se revisa brevemente la evolución de los viajes laborales y algunos indicadores asociados; el segundo aborda la evolución y tendencias en la autocontención laboral; en el tercero se exploran los patrones de concentración-dispersión espacial de los orígenes y destinos de los viajes laborales, mientras el último apartado muestra los resultados del ejercicio empírico de regionalización a partir de la detección de comunidades en los flujos laborales. La última parte del capítulo se dedica a las conclusiones.

[1] El concepto de comunidades que utilizamos proviene de los métodos de análisis de grafos o redes y consiste en la generación de una partición o clasificación; en este contexto, intentamos probar si los resultados tienen un componente espacial importante. Para fines prácticos se puede decir que es un análisis de conglomerados en el que el objetivo es obtener grupos de nodos lo más fuertemente comunicados entre sí y con menos interacciones entre los grupos. La diferencia fundamental con el análisis de conglomerados convencional es que el criterio de similitud se basa en las interacciones entre los elementos, no en las propiedades asociadas a cada uno de ellos. Se sugiere revisar el anexo metodológico para revisar la definición de los indicadores y otros detalles.

Fundamentos teóricos de la relación entre forma urbana y comportamiento de viajes

En la actualidad hay una concentración importante de la población en las ciudades, y éstas comparten una serie de rasgos comunes; entre ellos, el crecimiento extendido en superficie, la baja densidad y los límites difusos. Aunado a esto, uno de los retos más desafiantes es develar la distribución de la población en el espacio y el tiempo; es decir, el comportamiento de la movilidad de la población y su impacto en el territorio.

Existe un proceso concurrente en el que la estructura urbana modifica la distribución de la población y, a su vez, la distribución de la población modifica la estructura, las políticas de vivienda han desempeñado un papel preponderante en la dinámica de migración al forzar a la población de menores ingresos a trasladarse a las zonas lejanas donde el precio del suelo es bajo. De ahí que algunos autores en lugar del término *suburbanización* prefieran el de *periurbanización*, estilo de desarrollo urbano con consecuencias negativas evidentes, responsable del crecimiento extendido, la baja densidad y la falta de accesibilidad al trabajo.

Desde la economía, la tradición del análisis locacional tiene orígenes en Von Tünen, quien en su libro *La ciudad aislada,* publicado en la primera mitad del siglo XIX, desarrolla un modelo conjunto de uso de suelo y renta en la zona de influencia de una ciudad. El economista alemán supuso que los cultivos diferirían tanto en rendimiento como en sus costos de transporte: los costos de transporte aumentan en función de la distancia del centro. Von Tünen demostró que la competencia entre los granjeros conduciría a un gradiente de renta de tierra decreciente a partir del centro de la ciudad hasta un valor de casi cero en los límites de su zona de influencia (Fujita, 2010: 5).

Más de un siglo después, en su teoría de la localización, Alonso (1964) establece que el elemento determinante para la decisión del lugar de residencia es la concentración de la actividad económica, que

tiende a aglutinarse en el centro de la ciudad. La población tiende a localizarse lo más cerca del centro dentro de las posibilidades de su presupuesto, esto es, en el punto en que su función de utilidad se maximiza. El mercado, entonces, cubre una función discriminante, una porción de la población queda excluida de ciertas zonas por los precios del suelo más altos. En otras palabras, es la segregación residencial que se podría atribuir a la operación del mercado inmobiliario. A medida que la distancia del centro se incrementa, la renta de la tierra disminuye inversamente a los costos de transporte. Sin embargo, en el caso de las ciudades estadounidenses los hogares pobres tienden a localizarse en el centro de la ciudad debido a que las propiedades tienden a ser más pequeñas y viejas; en consecuencia, más baratas y asequibles. En el caso de la Zona Metropolitana de la Ciudad de México (ZMCM) las viviendas de precios bajos tienden a localizarse en las zonas periféricas, particularmente después de la década del año 2000, en la que hubo un impulso sin precedentes en el desarrollo de vivienda social; paradójicamente, la vorágine de edificación de vivienda condujo a tasas de desocupación preocupantes (Infonavit, 2006: 35). La principal limitación de la teoría de Alonso es que presupone que las ciudades son monocéntricas; en el caso de la emergencia de un policentrismo, la estructura urbana misma se ve modificada y el modelo monocéntrico resulta insuficiente para explicar la organización de las ciudades contemporáneas. Otra limitación de esta teoría radica en su ajuste parcial a la realidad de las ciudades latinoamericanas, donde la periurbanización se relaciona con los grupos de menores ingresos y no con los más pudientes, como ocurre en la sociedad estadounidense.

Es posible que Vickery (1971) sea el primer autor que postuló un modelo de localización general de morfología urbana sin la necesidad de hacer el supuesto de la existencia de un centro único en una ciudad, en su lugar el estado inicial es la llamada ciudad unidimensional (ciudad plana alargada o lineal). Modelos posteriores complejizan la situación al incorporar además de la localización de los negocios, la localización de la población, es decir el uso de suelo residencial, Beckmann (1976) encuentra que la necesidad de comunicación genera fuerzas de concentración mientras que el deseo de consumo y expansión en zonas de renta del suelo menores actúa como una fuerza de dispersión.

Por otro lado, Kain (1968) en su artículo sobre segregación residencial de la población afroamericana encuentra que la salida de los trabajos del centro hacia la periferia conduce a una paradoja espacial: los empleos intensivos en mano de obra, ocupación de suelo y salarios bajos salen de la ciudad, mientras los trabajadores de bajos ingresos permanecen en el centro de la ciudad y se ven en la necesidad de realizar viajes más largos hacia el trabajo y, en el peor escenario, enfrentan el desempleo. También hay evidencia de que la salida de los trabajos de baja calificación hacia la periferia podría beneficiar a la población de escasos recursos pues en esas zonas es en donde se localiza el suelo más barato, con la consecuencia de la reducción de los tiempos de viaje vía la mejora de accesibilidad al empleo. Este segundo mecanismo de evolución de las ciudades podría ser más adecuado para describir la dinámica de la ciudad de México.

Una tradición diferente al análisis de localización se ha ocupado del análisis del comportamiento de viajes de la población. A partir de los años ochenta, dentro del campo de la planeación se incorpora el uso de información espacial de los viajes de la población, no sólo como herramienta de predicción, sino también como herramienta de política pública (Boarnet, 2011). En la siguiente década aumenta la preocupación por los procesos de expansión urbana y suburbanización que generan una gran dispersión de las ciudades y, por ende, cada vez mayores tiempos y distancias de traslado en los viajes pendulares hogar-trabajo (Berry, 1976, Calthorpe, 1993, Garreau, 1991). Calthorpe propuso el re-desarrollo de los suburbios como una forma de reducir la movilidad motorizada a través de la conectividad con las redes de transporte público, su *pedestrian pocket* debía tener como base el desarrollo de espacios de 20 a 40 hectáreas, con distancias caminables de 400 metros como radio máximo para alcanzar alguna estación de transporte. En resumen, el objetivo era replicar los rasgos de la ciudad compacta en territorios exurbanos. La intuición detrás de este modelo de planeación es que a mayor mezcla de uso de suelo en conjunción con la presencia adecuada de medios de transporte masivos, la población podría reducir la distancia de sus viajes y además tendría más opciones de modos de desplazamiento.

Ewing y Cervero (2010), realizan un metanálisis de estudios tanto cualitativos como cuantitativos; en ambos casos hay un esfuerzo por vincular las llamadas variables “D” de diseño con el comportamiento de viajes. Las variables de forma urbana originalmente propuestas eran tres “D”: densidad, diversidad y diseño (Cervero y Kockelman, 1997).

En el contexto de la ZMVM existen dos artículos sobre el comportamiento de viajes y entorno construido. Con la encuesta origen-destino 2007 (Montejano *et al.*, 2013) realizan un análisis de los viajes no laborales y encuentran una asociación negativa entre tiempo viajado y mezcla de uso de suelo; en tanto, Guerra (2014) realiza dos modelos para comparar los cambios en la distancia viajada en automóvil entre las encuestas origen-destino de 1994 y 2007. En primera instancia encuentra que hay una cierta estabilidad en las correlaciones entre las variables de diseño y la distancia viajada en auto, es decir, que hay evidencia que apunta a que las intervenciones en el espacio público –en el sentido de promover mayor mezcla de usos de suelo– tienen un potencial modesto para reducir la distancia de viajes en auto en la ZMVM.

La relación teórica entre centralidad y comportamiento de viajes tiene que ver con la localización del empleo y la población. Según varios autores, la ZMCM es aún monocéntrica, con una leve tendencia al policentrismo (Aguilar y Alvarado, 2005; Suárez y Delgado, 2009). El ejercicio empírico final de este capítulo apunta a la identificación de comunidades de municipios de acuerdo con los flujos laborales. Este ejercicio, similar al análisis de conglomerados, nos indicará si hay un componente geográfico evidente en los flujos y posiblemente abonará pruebas para sustentar esta tendencia al policentrismo.

Tendencias territoriales de la movilidad laboral en la Zona Metropolitana de la Ciudad de México, 2000-2015

Esta sección contiene los resultados del estudio empírico de la movilidad laboral de la ZMCM. Se exploran aquí los distintos indicadores propuestos y se acompañan de gráficos y mapas con el propósito de facilitar la interpretación de los datos. La intención es dar seguimiento a la evolución de los indicadores y señalar relaciones y tendencias cuando éstas aparezcan de forma nítida.

En el apartado teórico se han visitado diferentes modelos que vinculan a la forma urbana con los patrones de localización de la actividad económica, la vivienda y el comportamiento de viajes. En el caso de la ZMCM el cambio en la forma urbana se relaciona con dos fenómenos: por un lado, la expansión de la malla urbana, y por el otro, la integración de los diversos pueblos originarios; ambos, desencadenados por la evolución de las vías de comunicación, los sistemas de transporte y el mercado laboral. Quizá un hecho clave de la dinámica de localización del empleo es la salida de la industria de la Ciudad de México. Desde el punto de vista de la accesibilidad permite la integración de la población con baja calificación residente en los municipios conurbados y en cierto grado abona a la autocontención municipal. Sin embargo, constituye también una trampa que perpetúa el desarrollo regional desigual de la metrópoli. Junto con la

terciarización, el patrón de concentración del empleo se ha mantenido relativamente estable. Montejano *et al.* (2016) encuentran que las unidades económicas medianas y grandes son más selectivas en su localización, mientras que los micronegocios son prácticamente ubicuos, constituyen la base económica de una parte importante de la población. Por otro lado, la dinámica demográfica, en particular el componente migratorio, ha tenido un gran peso en la reconfiguración de la ciudad; la tendencia a la expulsión de población de la Ciudad, que se inició en la década de los ochenta, se ha mantenido. El mercado inmobiliario ha desempeñado un papel fundamental en la expansión urbana: entre 2000 y 2010 se construyeron más de un centenar de desarrollos de vivienda social en las zonas periféricas de la urbe; en algunos casos han configurado zonas monofuncionales alejadas de las fuentes de empleo.

Evolución y tendencias generales de los flujos laborales

Desde el año 2000 se incluyó en el Censo de Población y Vivienda el tema de la movilidad laboral; a todos quienes declaran tener algún trabajo se les pregunta por el municipio en donde lo realizan. A partir de esta información y del municipio de residencia es posible calcular matrices de origen-destino. El cuadro 1 muestra la evolución de los flujos de trabajo de los años 2000, 2010 y 2015. Para resaltar los movimientos que existen entre la Ciudad de México (las 16 delegaciones) respecto a los municipios conurbados (es decir, la ZMCM) se excluyeron los valores de autocontención —aquellos que viven y trabajan en un mismo municipio o delegación—; es decir, la diagonal de la matriz de flujos municipales.

A lo largo del periodo ha ido en aumento la cantidad de trabajadores que tienen que salir de su municipio: de 2.68 millones a 3.01 millones en 2015; sin embargo, se registra una fuerte disparidad entre aquellos que viven dentro de los límites de la Ciudad y quienes residen en los municipios conurbados. Las últimas dos filas del cuadro 1 muestran los porcentajes que representan los flujos; para las tres fechas el porcentaje de quienes viven y trabajan en una delegación es cercano al 92%, es decir, menos del 10% de los que viven en la Ciudad de México van a trabajar a algún municipio conurbado. En el caso de los pobladores del resto de la ZMCM el porcentaje que trabaja en la Ciudad ronda el 57%, lo que significa que hay una cantidad cada vez mayor de población que tiene la necesidad de atravesar los límites estatales para trabajar.

A escala municipal, las delegaciones centrales (Cuauhtémoc, Miguel Hidalgo y Benito Juárez) son las unidades territoriales con los valores más altos de entrada. Estos datos muestran dónde se localiza la porción más importante del empleo: estas tres delegaciones acumulan el 30% del empleo de toda la ZMCM. Los municipios o delegaciones que más población ocupada expulsan son: Iztapalapa, Ecatepec de Morelos y Gustavo A. Madero. Las cifras de salida se vinculan con el tamaño de la población (representan el 28% del total de la población de la ZMCM). La diferencia entre atracción y expulsión arroja el flujo neto de cada municipio; a lo largo del periodo de estudio el patrón de los flujos netos positivos ha tendido hacia una mayor concentración en las delegaciones centrales y valores negativos en más municipios periféricos.

Suárez, Murata y Delgado (2015) han argumentado que la informalidad es un mecanismo determinante de la movilidad laboral. En este capítulo hemos optado por una definición operativa de la informalidad,[2] si bien estamos conscientes de que constituye un fenómeno mucho más complejo (hay evidencia de que la informalidad atraviesa todos los estratos sociales). En la Ciudad de México la informalidad entre los trabajadores por cuenta propia podría llegar hasta el 14%, sin embargo, no es posible realizar estimaciones tan detalladas de las matrices origen-destino sin comprometer la confiabilidad de la muestra. La relación entre comportamiento de viajes e informalidad se podría resumir de la siguiente forma: la población inserta en el circuito informal tiende a viajar menos que aquellos que tienen un empleo formal. Si nos fijamos en la porción de los flujos que habíamos excluido previamente –aquellos que viven y trabajan en un mismo municipio– podemos dividir a los trabajadores en dos grandes grupos: empleo formal y empleo informal, y a cada grupo, a su vez, dividirlo en dos: quienes tienen que moverse a un municipio de trabajo diferente al de residencia y aquellos que permanecen dentro de su municipio de residencia, clasificados por la región en la que viven. La tercera columna del cuadro 2 es el ratio de los que no se mueven respecto de los que sí se mueven. Como era de esperar, la población inserta en el empleo formal exhibe ratios menores que quienes se desempeñan en el empleo informal. Adicionalmente, la población con empleo formal que no se mueve y que radica en la Ciudad de México es sistemáticamente menor a la población con empleo informal y que sí se mueve. En cuanto al empleo informal, podemos ver la enorme desproporción entre aquellos que viven en la ZMCM: el ratio es de cinco a siete veces mayor, con una ligera tendencia a aumentar.

La Encuesta Intercensal 2015 incluye una batería de preguntas específica para determinar el reparto modal y el tiempo de traslado de la movilidad laboral en un levantamiento de información nacional. Agrupamos las categorías originales del medio de transporte principal en sólo tres clases: no motorizados, transporte público y automóvil (cuadro 3). Nuevamente emergen las disparidades entre la Ciudad y su zona metropolitana, así como las diferencias entre los trabajadores con empleos informales. Casi un cuarto de los viajes de este grupo de la población se realizan

CUADRO **1.** Flujos laborales generales

		Destino (trabajo)					
		2000		2010		2015	
		Ciudad de México	Zona Metropolitana	Ciudad de México	Zona Metropolitana	Ciudad de México	Zona Metropolitana
Origen (residencia)	CM	1 367 323	115 177	1 399 094	103 599	1 485 028	116 976
	ZMCM	693 377	510 727	713 609	602 921	865 602	614 301
% por fila	CM	92.23	7.77	93.11	6.89	92.70	7.30
	ZMCM	57.58	42.42	54.20	45.80	58.49	41.51

CM: Ciudad de México
ZMCM: Zona Metropolitana de la Ciudad de México
Fuente: Construcción propia con los microdatos de los censos de población y vivienda de los años 2000 y 2010 y la Encuesta Intercensal 2015.

[2] Siguiendo la propuesta de Suárez, Murata y Delgado (2015) los residentes informales fueron identificados como aquellos que son autoempleados o jornaleros, pero que no desempeñan ninguna de las siguientes actividades: actividades profesionales, educación, finanzas, telecomunicaciones, gobierno o sectores fuertemente regulados por el Estado. Subsectores y sectores excluidos de la definición de informalidad: 211, 221, 222, 3254, 481, 482, 517, 52, 54, 61 y 62. De acuerdo con las prestaciones establecidas por la ley, informales son aquellos empleados que no reciben servicios de salud o pensión.

CUADRO **2.** Flujos por tipo de empleo

		Empleo formal			Empleo informal		
		Cambian de municipio			Cambian de municipio		
		Sí	No	Ratio	Sí	No	Ratio
2000	CM	670 209	907 419	0.74	1 125 515	459 904	2.45
	ZMCM	532 788	297 978	1.79	1 242 509	212 749	5.84
2010	CM	868 901	953 688	0.91	1 282 956	445 406	2.88
	ZMCM	761 934	355 304	2.14	1 616 798	247 617	6.53
2015	CM	933 178	1 025 473	0.91	1 319 967	459 555	2.87
	ZMCM	828 190	370 620	2.23	1 737 466	243 681	7.13

CM: Ciudad de México
ZMCM: Zona Metropolitana de la Ciudad de México
Fuente: Construcción propia.

CUADRO **3.** Distribución modal de los viajes laborales 2015

		No motorizado	Transporte público	Automóvil	Total
Empleo formal	CM	8.1%	59.3%	32.6%	100%
	ZMCM	8.2%	66.5%	25.3%	100%
Empleo informal	CM	25.3%	59.0%	15.7%	100%
	ZMCM	29.9%	56.7%	13.4%	100%

CM: Ciudad de México
ZMCM: Zona Metropolitana de la Ciudad de México
Fuente: Construcción propia.

caminando o en bicicleta, con una diferencia de poco más de 4% entre los municipios conurbados y las delegaciones. La población informal de la Ciudad de México usa más el transporte público y el automóvil (con apenas una diferencia cercana al 2% respecto al resto de los municipios).

Por su parte, la población con empleo formal realiza prácticamente la misma proporción de viajes en modo no motorizado, independientemente de la región en la que viva. Se observan mayores diferencias en el uso del transporte público (lo emplea más la población de los municipios conurbados: 66.5% frente a 59.3% de las delegaciones) y en el uso del automóvil. En la Ciudad de México el 32.6% de los viajes de este grupo se realizan en automóvil, en la ZMCM son casi un cuarto de los viajes.

En términos del tiempo de traslado (cuadro 4) la evidencia soporta la hipótesis de que la población en situación de informalidad tiende a viajar menos, independientemente de la región de residencia. Más de la

CUADRO **4.** Distribución de los tiempos de viaje al trabajo, 2015

		Menos de 15 minutos (%)	De 16 a 30 minutos (%)	De 30 a 60 minutos (%)	De 1 a 2 horas (%)	Más de 2 horas (%)	Total (%)
Empleo formal	CM	13.5%	24.9%	37.1%	21.0%	3.4%	100%
	ZMCM	11.3%	21.0%	29.6%	28.4%	9.7%	100%
Empleo informal	CM	25.9%	27.0%	27.6%	15.8%	3.7%	100%
	ZMCM	26.6%	28.0%	21.6%	17.1%	6.6%	100%

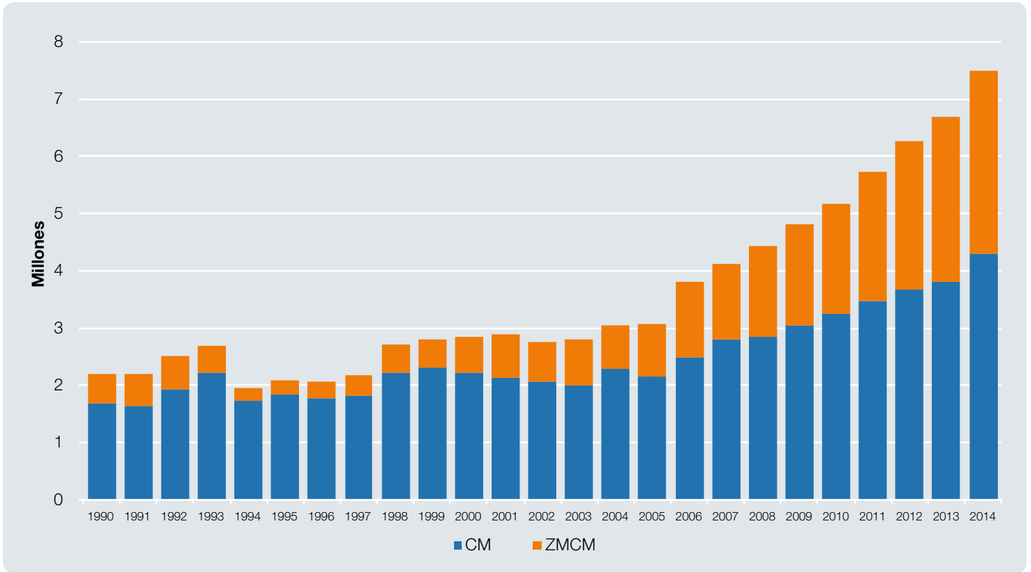
CM: Ciudad de México.
ZMCM: Zona Metropolitana de la Ciudad de México.
Fuente: Construcción propia.

mitad de los trabajadores en dicha condición tienen tiempos de viaje de menos de media hora (con una diferencia de 1% más en los municipios conurbados); en la siguiente clase hay una proporción mayor de trabajadores dentro de la Ciudad que tardan entre 30 y 60 minutos en llegar a su trabajo (27%); esto es, 6% más que sus pares del resto de la metrópoli. En los viajes más largos de los que se encuentran en la informalidad (de una a dos horas y dos horas o más) la relación entre regiones se invierte: casi 24% de los viajes de quienes viven en los municipios toman esa cantidad de tiempo, mientras que para aquellos que viven dentro de los límites de las delegaciones es casi el 20%. Al revisar los datos del empleo formal vemos que en general en esta población los viajes tienden a ser más largos, posiblemente porque está dispuesta a pagar el costo de un tiempo de traslado mayor a cambio de tener un empleo formal. Esto también implica que hay mayores distancias entre las viviendas y los trabajos.

Las disparidades en los flujos y la informalidad se ven acentuadas al añadir un ingrediente más: la tendencia en la proporción del gasto de los hogares que se destina al transporte. María Eugenia Negrete (2015) encuentra que para el periodo 1998-2010 el gasto en comunicaciones y transporte ha ido en aumento en todo el país y se incrementa en función del grupo de ingreso; sin embargo, el impacto –medido como la proporción del ingreso del hogar destinado a dicho fin– es mayor para los hogares de menores ingresos. También el impacto es diferenciado regionalmente. En los municipios del Estado de México el gasto promedio es mayor que en las delegaciones de la Ciudad de México: 8.4% y 4.3%, respectivamente. Esto tiene implicaciones relevantes. Parte importante de la fuerza productiva que tiene que atravesar cotidianamente hacia la capital del país está expuesta a incurrir en gastos mayores para aportar al sistema productivo de la zona metropolitana. Una de las políticas de costos de transporte que tienen un efecto altamente nocivo es que la cuota de los taxis al atravesar la frontera estatal entre los municipios conurbados y las delegaciones centrales se duplica.

La disponibilidad del automóvil permite una mayor movilidad de la población aunque, por supuesto, está clara la consecuencia negativa del crecimiento del parque vehicular en lo referente a la congestión y la contaminación. En el periodo de 1990 a 2014 se multiplicó 3.4 veces la cantidad de vehículos registrados –pasó de 2.18 a 7.49 millones–, con una tendencia convergente entre la Ciudad de México y su zona metropolitana (gráfica 1). En 1990 la cantidad de vehículos registrados en las delegaciones era 3.3 veces mayor a los registrados en el resto de la ZMCM; para

GRÁFICA **1.** Evolución de los vehículos registrados en la Zona Metropolitana de la Ciudad de México



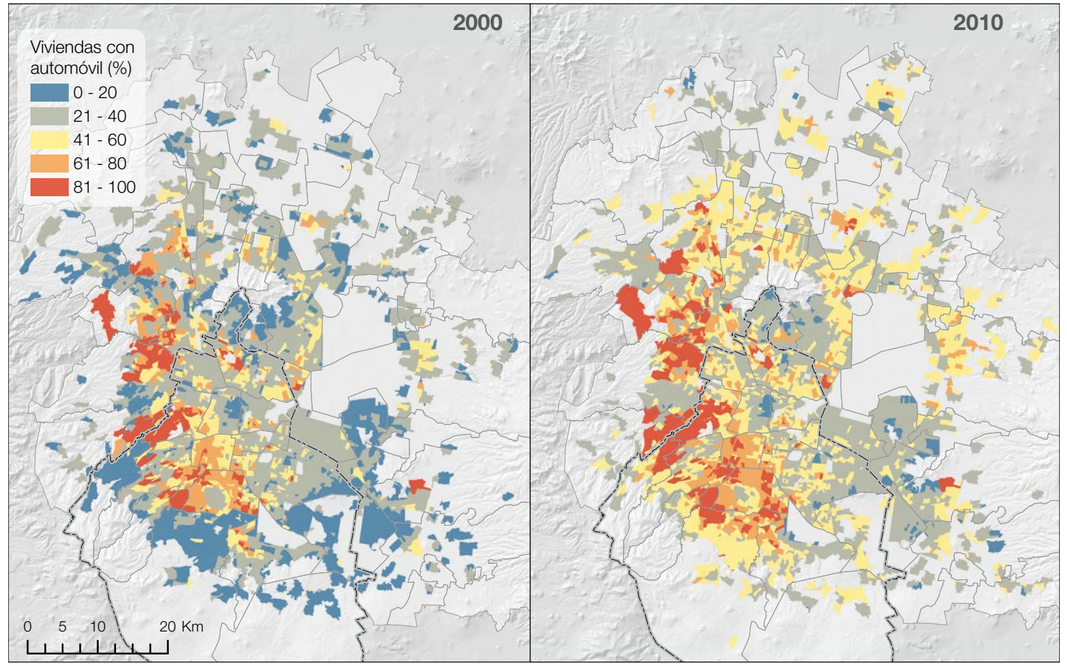
CM: Ciudad de México.
ZMCM: Zona Metropolitana de la Ciudad de México.
Fuente: Construcción propia con base en INEGI (s/f).

2014 esta brecha se ha cerrado significativamente, el ratio es ahora únicamente 1.33. Una distorsión en esta fuente seguramente se relaciona con el hecho de que desde 2012 el pago de la tenencia vehicular se eliminó en todo el Estado de México, si bien a partir de 2006 se comienza a notar la disminución entre la cantidad de autos registrados en cada región de la metrópoli.

Si revisamos la variable censal del porcentaje de viviendas que disponen al menos de un automóvil encontramos un patrón de alta concentración. Las áreas geoestadísticas básicas (AGEB) con más del 80% de las viviendas con automóvil se tienden a localizar en la región poniente de la metrópoli. A lo largo del periodo intercensal 2000-2010 en el arco nororiental de la ciudad la brecha en la disponibilidad de autos se fue cerrando para generar una zona casi continua con porcentajes del 40 al 60% de viviendas que disponen de algún vehículo (figura 1). El crecimiento disperso de la ciudad ha convertido en una necesidad imperante el uso del automóvil en detrimento del transporte público –sin dejar de tener en mente que el transporte público mantiene funcionando la vida cotidiana de la mayor parte de la población–. El vertiginoso crecimiento del parque vehicular es un indicador de que las políticas que debían promover el uso del transporte público no han cumplido con su cometido. Una vez que un hogar adquiere un coche difícilmente va a abandonar su uso sin alternativas de transporte rápido, seguro y asequible.

El círculo vicioso entre el crecimiento del parque vehicular y la congestión, y su solución temporal con

FIGURA **1.** Porcentaje de viviendas que disponen de automóvil



Fuente: Construcción propia con base en los Censos de Población y Vivienda 2000 y 2010.

CUADRO **5.** Estadísticos descriptivos de autocontención laboral e informalidad (porcentajes)

		CM			ZMCM		
		Media	**Mínimo**	**Máximo**	**Media**	**Mínimo**	**Máximo**
Autocontención laboral	2000	51.58	42.24	61.88	53.79	37.49	82.41
	2010	55.50	42.44	63.78	55.22	39.27	80.76
	2015	55.53	40.69	69.45	55.74	41.94	78.63
Porcentaje de residentes con empleo informal	2000	49.96	37.99	67.30	60.19	41.85	81.04
	2010	48.14	34.73	70.81	59.00	41.99	82.06
	2015	46.80	30.02	69.19	58.39	35.51	81.77

CM: Ciudad de México.
ZMCM: Zona Metropolitana de la Ciudad de México.
Fuente: Construcción propia.

las enormes inversiones en vialidades exclusivas para autos –que además son monofuncionales, cuando se podría aprovechar la infraestructura para el uso de transporte público, captación de agua pluvial, etcétera– rebasa por mucho los esfuerzos de mejora en el transporte público. En pocas palabras, se cierra la posibilidad de que el transporte público sea una alternativa para el bienestar social y la eficiencia económica y energética de la Ciudad. La disponibilidad de vehículos puede ser un indicador de bienestar económico, pero la planeación orientada a solucionar la congestión suele soslayar los viajes inhibidos. Éstos son una porción de los viajes potenciales que no se efectúan por el cálculo de las consecuencias negativas de los atascos de tránsito. Si se observan mejoras en la capacidad de la red vial, en poco tiempo se vuelve a saturar, a menudo superando las proyecciones de su uso.

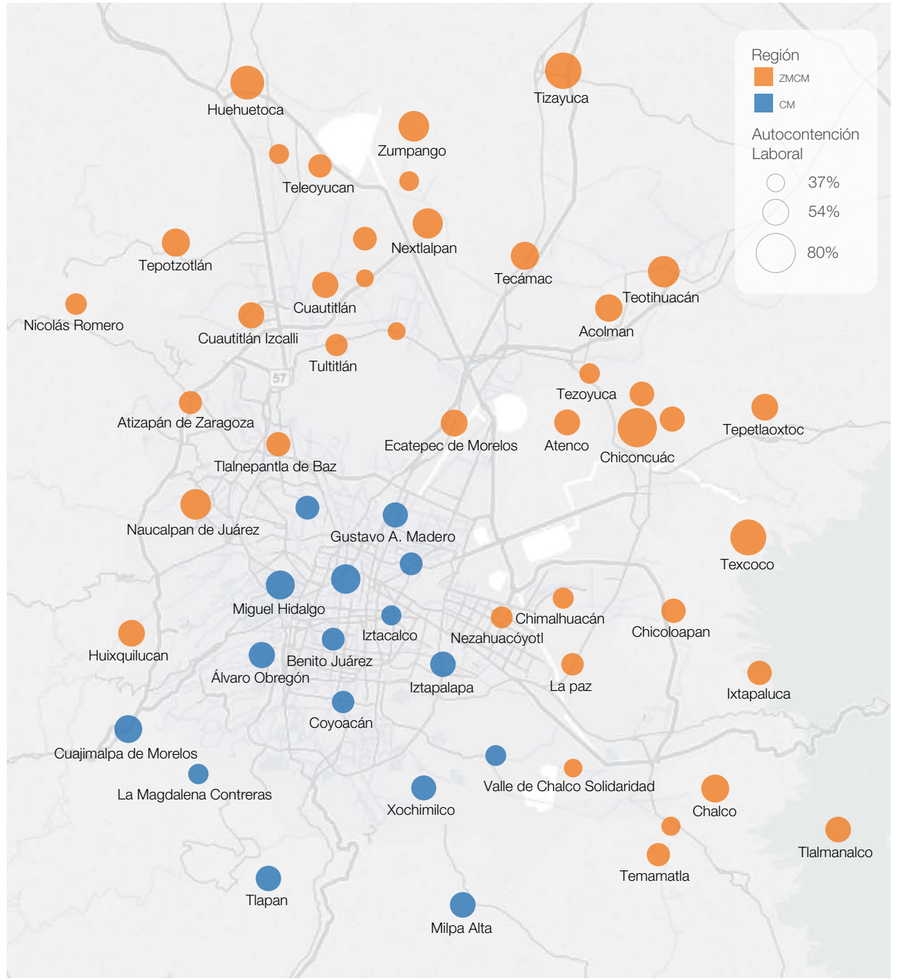
Evolución de la autocontención laboral

En el apartado anterior hemos expuesto las características generales de la movilidad laboral; en términos absolutos vimos cómo la informalidad está presente con mayor intensidad en los municipios conurbados y que efectivamente hay una asociación positiva entre la informalidad y la menor necesidad de movilidad. En este apartado exploraremos la evolución del índice de autocontención laboral expresado como el porcentaje de la población ocupada que trabaja en el mismo municipio donde reside. La utilidad de este indicador es que informa sobre las pautas de movilidad poblacional; si la accesibilidad a los puestos de trabajo es menor en una unidad territorial, mayor será su movilidad obligada (RRDLS, 2010: 28).

Como se puede observar en el cuadro 5, los valores promedio del índice de autocontención laboral por región tuvieron un pequeño aumento entre 2000 y 2010; sin embargo hay una ligera tendencia convergente entre regiones. En la Ciudad de México el valor máximo va en aumento mientras en la ZMCM el máximo disminuye levemente.

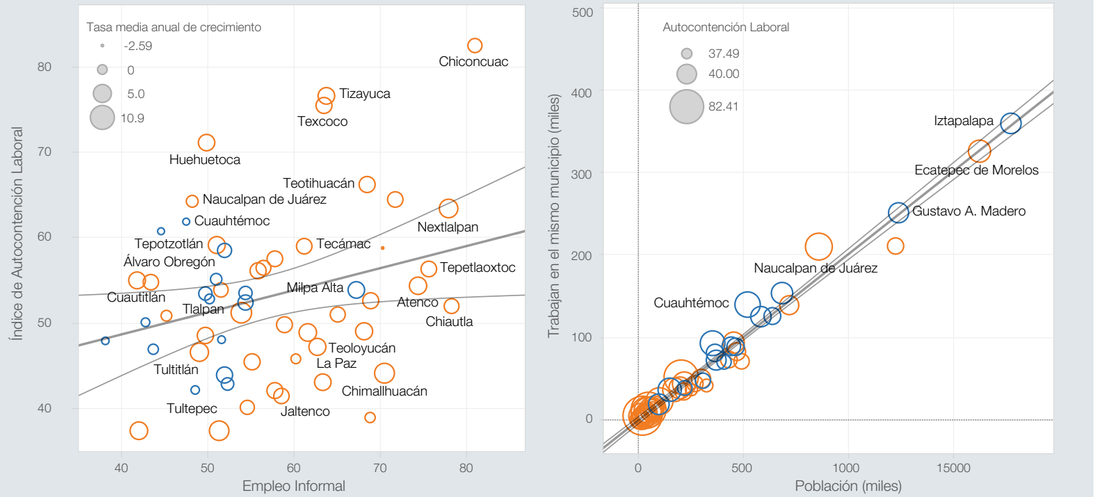
En términos del patrón espacial encontramos que la distribución de 2000 se mantiene relativamente estable a lo largo del tiempo, las delegaciones con los valores más altos son Cuauhtémoc y Miguel Hidalgo, mientras que en la ZMVM hay una relativa dispersión

FIGURA **2.** Autocontención laboral en el año 2000



Fuente: Construcción propia. Tablero de datos interactivo, disponible en: <https://public.tableau.com/views/AutocontencinLaboralMunicipal2000-2015/Dashboard1?:embed=y&:display_count=yes&:showTabs=y>.

GRÁFICA **2.** Autocontención laboral en el año 2000



Fuente: Construcción propia. Tablero de datos interactivo disponible en: <https://public.tableau.com/views/AutocontencinLaboralMunicipal2000-2015/Dashboard1?:embed=y&:display_count=yes&:showTabs=y>.

de los municipios con los valores más altos: Chinconcuac, Tizayuca, Huehuetoca, Teotihuacán, Texcoco y Naucalpan de Juárez. En torno a estos municipios se aglutinan los que tienen valores más pequeños de autocontención; esto puede ser indicio de que los municipios con valores altos pueden brindar oferta laboral a los municipios cercanos menos poblados (figura 2).

La asociación entre el porcentaje de residentes con empleo informal y autocontención laboral (gráfica 2, izquierda) es positiva. Sin embargo, se va debilitando a lo largo del tiempo. La única relación que se mantiene durante todo el periodo de estudio es la que hay entre el tamaño de la población y la cantidad de personas ocupadas que viven y trabajan en el mismo municipio (en valores absolutos). Esta relación es lineal y podría ayudar a estimar de forma indirecta el índice de autocontención laboral con las proyecciones de población (gráfica 2).

La concentración de los flujos laborales

El primer elemento a tomar en cuenta es que los valores de los índices de Gini sin normalizar son relativamente altos, aunque hay ciertas diferencias en las distribuciones por región y grupo de población. Los

GRÁFICA **3.** Diagramas de cajas y bigotes de los índices de Gini de flujos (valores crudos)

Fuente: Construcción propia. Tablero interactivo de datos disponible en: <https://public.tableau.com/views/Ginideflujoslaborales2000-2015/Tablerocajas?:embed=y&:display_count=yes&:showTabs=y>.

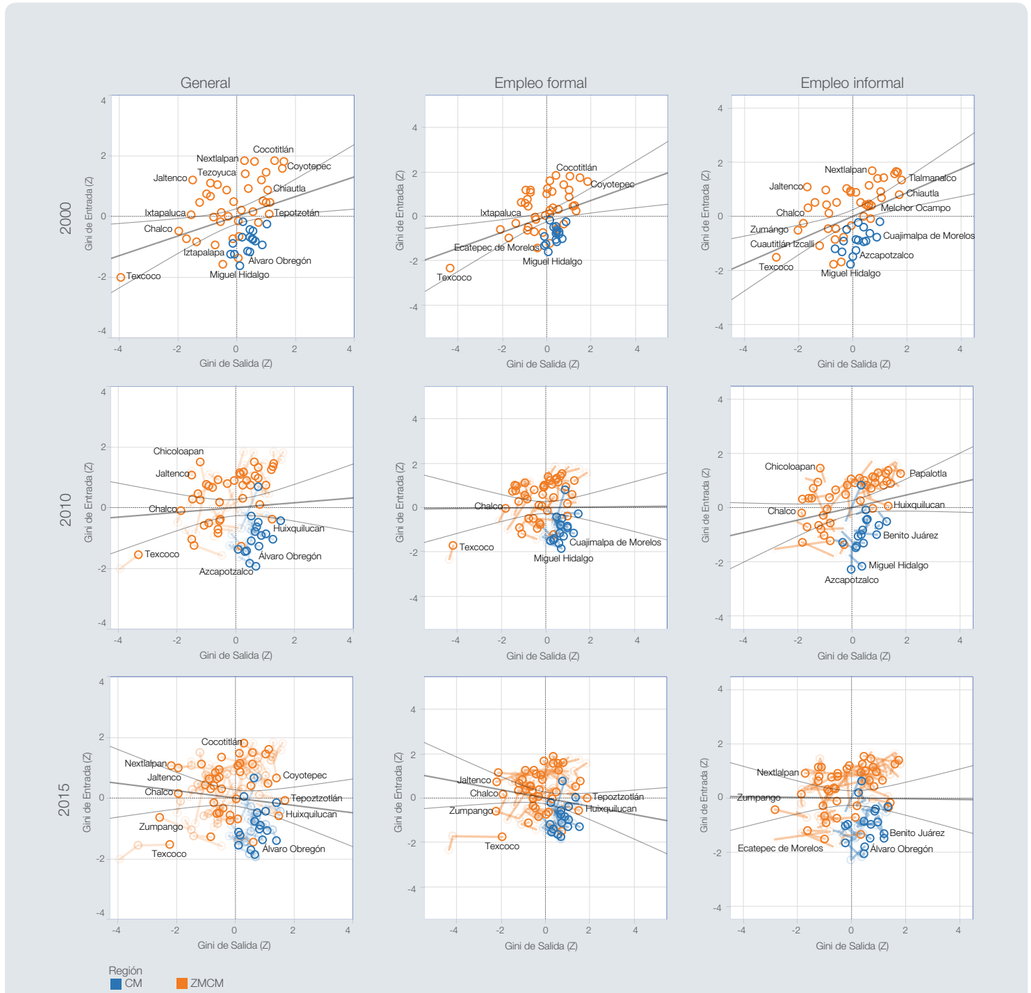
índices de concentración promedio de entrada son sistemáticamente menores en la Ciudad de México y tienen un menor rango. Milpa Alta es la única observación anómala con valores cercanos al 0.90. En las matrices de los tres grupos poblacionales se observa una ligera tendencia a la dispersión a lo largo del tiempo (valores menores). En la ZMCM no es posible identificar con claridad alguna tendencia; más bien se podría decir que hay pequeñas modificaciones caóticas. Para los índices de salida, hay una diferencia aún más marcada entre la Ciudad de México y la ZMCM, con valores sistemáticamente más altos y menos dispersos en la primera –el valor mediano es relativamente estable en torno al 0.86–; es decir, las delegaciones tienden a ser mucho más selectivas en los destinos de los flujos laborales. Para la ZMCM se observa una ligera tendencia hacia la dispersión en los destinos con rangos más amplios (gráfica 3).

Los gráficos del campo de flujos muestran la relación que guardan los índices de Gini de salida y entrada normalizados de una matriz origen-destino (sin los valores de la diagonal, es decir, el interés se centra únicamente en los que efectivamente se mueven para trabajar). En la gráfica 4 se muestran los diagramas de campo de flujo para las matrices general, de empleo formal e informal, así como su evolución a lo largo del

Las delegaciones

centrales –Cuauhtémoc, Miguel Hidalgo y Benito Juárez– acumulan el **30% del empleo** de toda la Zona Metropolitana de la Ciudad de México. A su vez, los municipios o delegaciones que **más población ocupada expulsan** son Iztapalapa, Ecatepec y Gustavo A. Madero.

GRÁFICA **4.** Diagramas de campos de flujos laborales



Fuente: Construcción propia. Tablero de datos interactivo disponible en: <https://public.tableau.com/views/Ginideflujoslaborales2000-2015/Campodeflujoslaborales?:embed=y&:display_count=yes&:showTabs=y>.

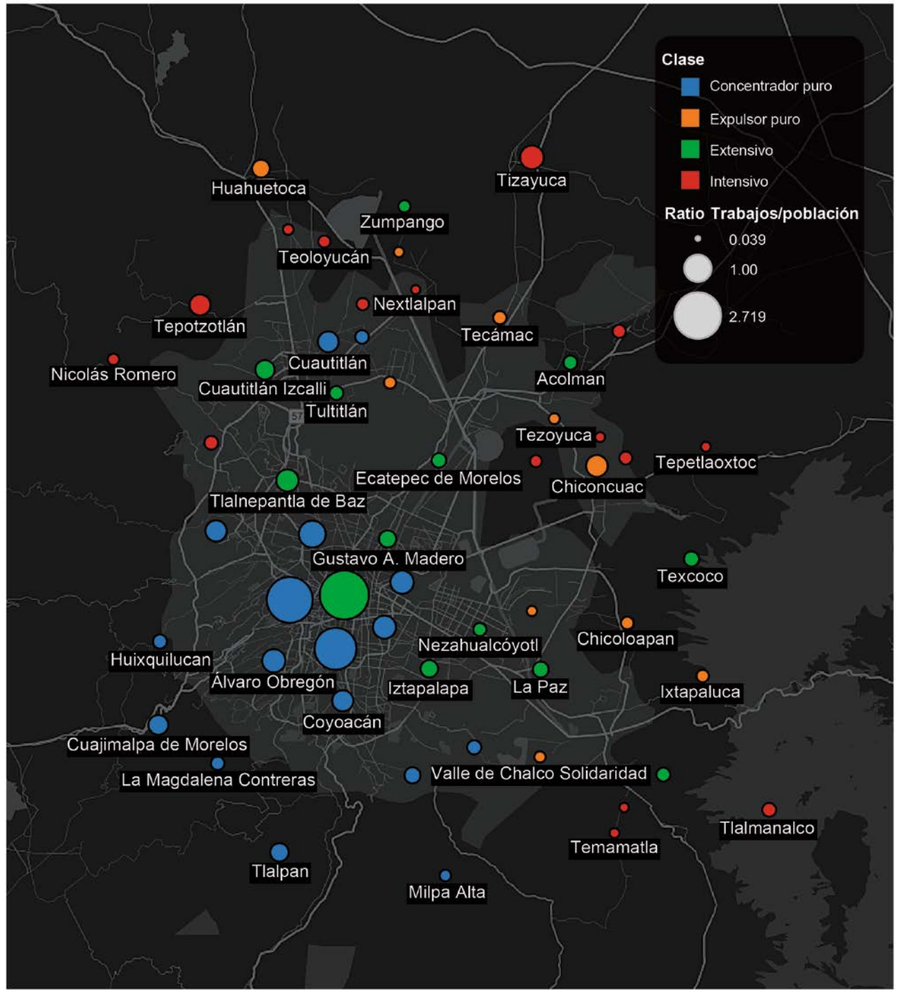
tiempo (para facilitar la identificación de los cambios se añadió la trayectoria con transparencia). La posición de los municipios se modifica en diferentes magnitudes, pero el cuadrante al que pertenecen parece bastante estable. Siguiendo a Pane y Mulligan (1998: 256), una forma complementaria de clasificar los puntos dentro del diagrama de dispersión es trazar una línea ascendente de 45°; aquellas observaciones por debajo de dicha línea se podrían llamar distribuidores de atracción y tienen valores relativamente equilibrados de todos sus orígenes, mientras que los valores de salida son concentrados de una forma más selectiva. Este es el caso para todas las delegaciones de la Ciudad de México, con la excepción de Milpa Alta y Tláhuac, que han tenido una trayectoria ascendente. En el año 2000 se clasificaban como "concentradores puros" y para 2015 como "intensivos", es decir, para 2010 y 2015 aumentó la concentración tanto de sus orígenes como de sus destinos. Por su parte, la mayor proporción de los municipios conurbados se localizan en los restantes tres cuadrantes.

Por los resultados de los diagramas de dispersión nos podríamos dar una idea del patrón espacial de la distribución de las cuatro clases en el territorio. La figura 3 muestra dicho patrón resultado de la clasificación para el año 2000. Hay una clara agrupación de los "concentradores puros" en la Ciudad; es decir, dispersión de los orígenes y concentración de los destinos. Los municipios "intensivos" (alta concentración tanto de orígenes como destinos) tienden a localizarse en las zonas más periféricas. Esto podría relacionarse con la menor diversificación de los mercados laborales en los que participan. Los "expulsores puros" presentan una situación similar en su localización. La situación de los "extensivos" podría verse como periférica y dispersa, son municipios que tienen acceso relativamente fácil a las vías de comunicación importantes periféricas que les permiten diversificar tanto orígenes como destinos de los flujos laborales. En el mapa el tamaño de los centroides representa el ratio entre trabajo (del Censo Económico) y población (del Censo de Población y Vivienda). Los únicos municipios/delegaciones con más empleos que población son Cuauhtémoc, Miguel Hidalgo y Benito Juárez.

Detección de comunidades de los flujos laborales de la Zona Metropolitana de la Ciudad de México

Las matrices origen-destino de los flujos laborales tienden a mostrar una gran dispersión; al transformar las matrices de flujos de los tres momentos (2000, 2010 y 2015) en una red, la cantidad de nodos permanece constante –59 municipios en total– y se obtiene una cantidad variable de arcos. La densidad de una red es la comparación de la cantidad de arcos observada en una red en relación con un grafo completo (aquel que tiene arcos desde cada nodo hacia todos los demás nodos). Las redes crudas resultantes tienen densidades medias, aunque con una gran cantidad de flujos pequeños. Para mejorar la capacidad de discriminación del algoritmo de detección de comunidades, eliminamos todos los arcos con pesos menores de 30 personas; con el proceso de filtrado se excluyó entre 23 y 34% de los arcos de las redes. En el cuadro 6 se muestran las características de las redes crudas y filtradas, además de los parámetros de resolución y calidad de la clasificación (columna vos). El parámetro de resolución se modificó de forma tal que la cantidad de comunidades resultara fija en 11. El estadístico de la calidad de la partición alcanzó valores altos, lo que implica que hay una proporción importante de flujos dentro de cada comunidad y una proporción menor entre las distintas comunidades. La última columna registra la V de Cramer, un estadístico no paramétrico similar al índice de correlación de Pearson, diseñado para captar el grado de asociación entre variables categóricas. Podemos constatar que el grado de asociación entre las particiones (comuni-

FIGURA **3.** Mapa del patrón espacial de la clasificación de los flujos generales en el año 2000



Fuente: Construcción propia. Tablero de datos interactivo disponible en: <https://public.tableau.com/views/Ginideflujoslaborales2000-2015/Mapaclasificacin?:embed=y&:display_count=yes&:showTabs=y>.

CUADRO **6.** Características de las redes y comunidades detectadas

Grupo	Año	Red cruda		Red con flujos ≥ 30 personas				V de Cramer		
		Arcos	Densidad	Arcos	Densidad	Resolución	VOS			
General	2000	2030	0.647	1461	0.466	0.80	0.967	2000	2010	0.927
	2010	2026	0.646	1545	0.493	0.72	0.961	2000	2015	0.957
	2015	2212	0.705	1586	0.506	0.76	0.959	2010	2015	0.892
Empleo formal	2000	1804	0.583	1256	0.401	1.20	0.965	2000	2010	0.918
	2010	1850	0.590	1360	0.434	1.16	0.961	2000	2015	0.832
	2015	1923	0.620	1264	0.403	0.53	0.967	2010	2015	0.821
Empleo informal	2000	1738	0.554	1159	0.370	0.57	0.974	2000	2010	0.967
	2010	1666	0.531	1198	0.382	0.46	0.971	2000	2015	0.908
	2015	1923	0.620	1264	0.403	0.49	0.968	2010	2015	0.886

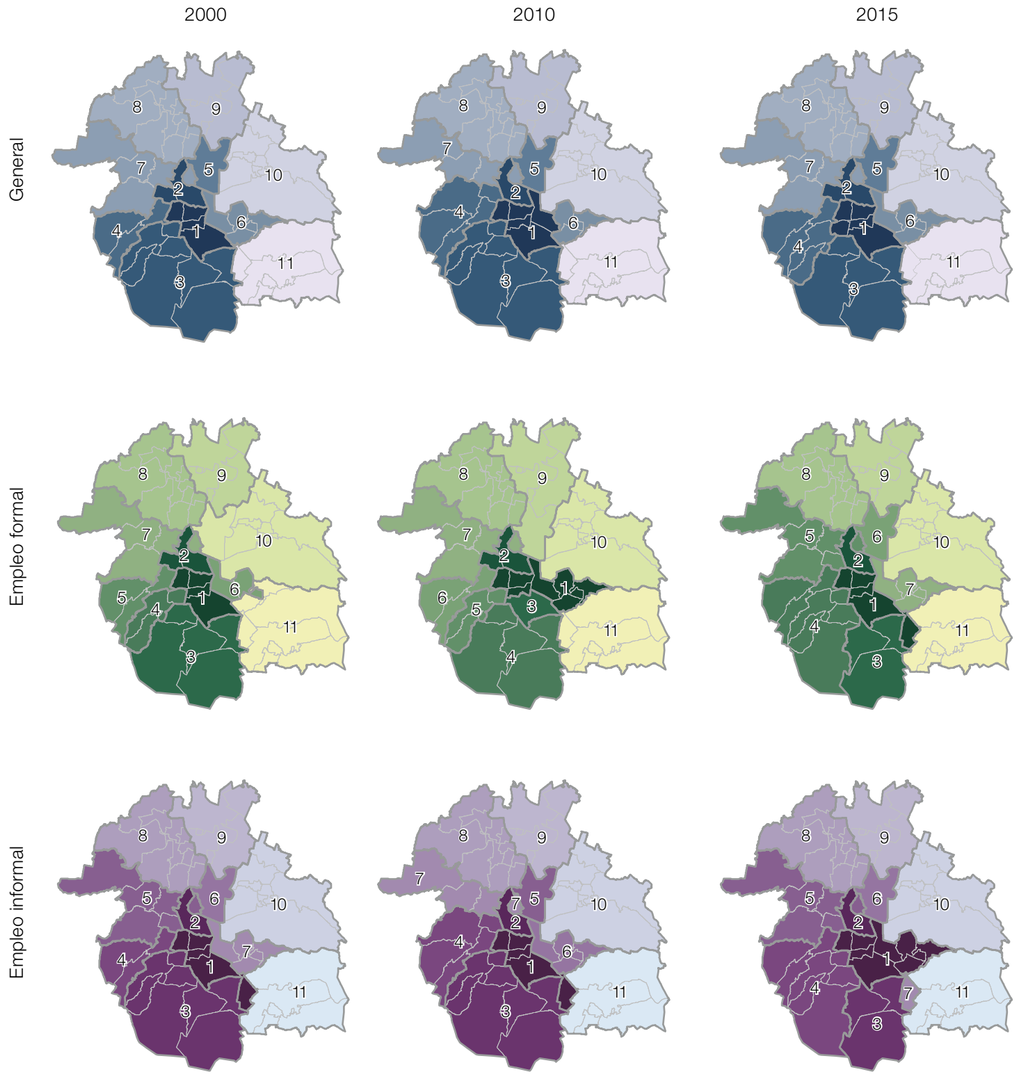
Fuente: Construcción propia.

dades) de los nodos es elevado. Las redes del grupo con empleo formal exhiben valores de asociación más bajos pero no menores al 83%.

La figura 4 muestra en mapas el resultado de las comunidades (recordemos que por consistencia utilizaremos el término *comunidades*, que podemos asociar en el contexto geográfico a regionalización funcional de acuerdo con los flujos laborales). Es evidente que el componente espacial es fortísimo. Como en el caso de la leyes de la migración, postuladas por Ravenstein en el siglo XIX, hay una gran cantidad de flujos entre municipios vecinos que van disminuyendo en función de la distancia. El resultado del ejercicio de detección de comunidades tiene la ventaja adicional de ofrecer mayor precisión que los métodos multivariados de análisis de conglomerados. Así, por ejemplo, los municipios con el mercado laboral más grande se mantuvieron en comunidades diferentes (Cuauhtémoc, Miguel Hidalgo y Benito Juárez), mientras que al intentar generar conjuntos más homogéneos el resultado más probable sería que estas delegaciones se aglutinaran en un grupo.

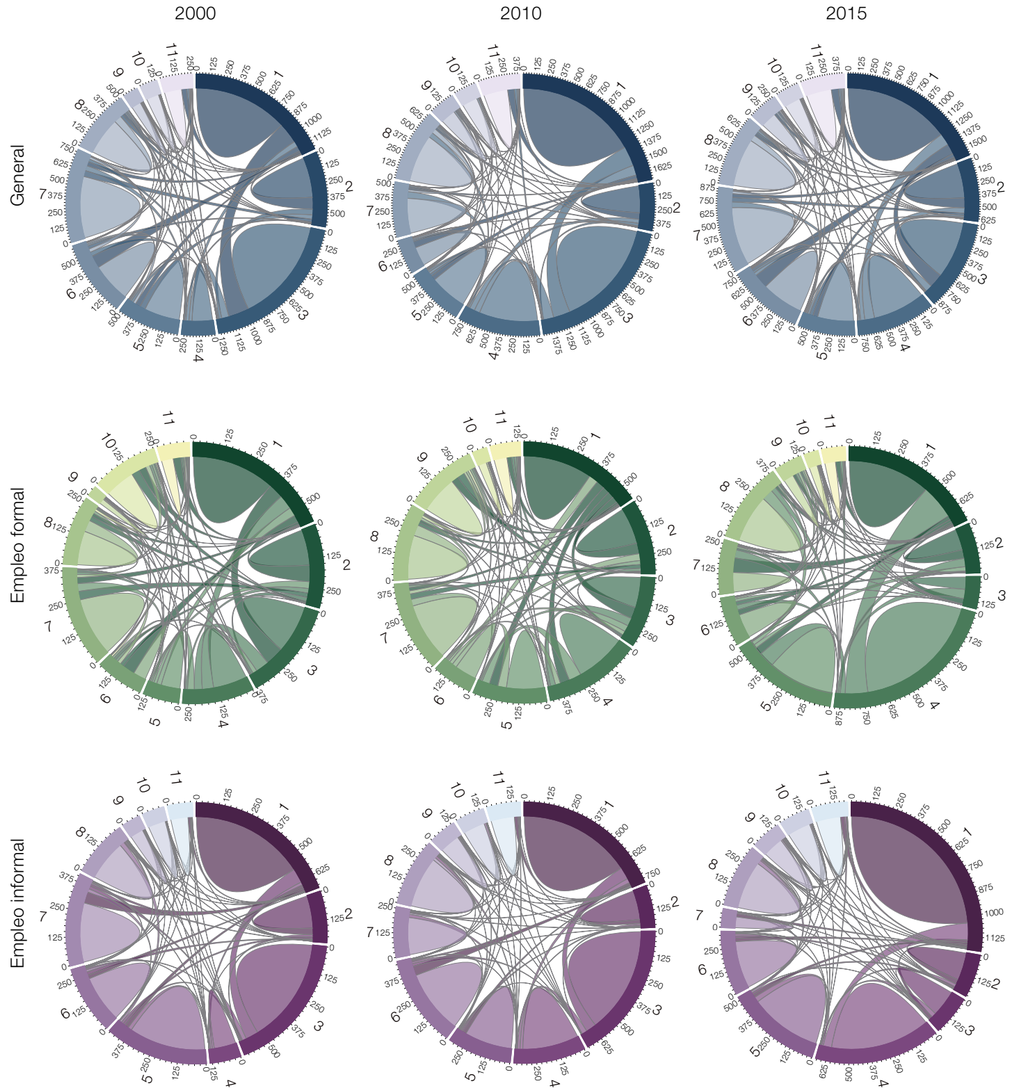
La gráfica 5 muestra los diagramas de cuerdas resultantes de las matrices reducidas (que no son otra cosa más que la matriz origen-destino entre comunidades). En todos los casos se puede constatar que los conglomerados exhiben la propiedad deseable de tener una proporción de autocontención alta (representada por las parábolas dentro de cada grupo) y una proporción baja de flujos entre comunidades (las líneas entre las distintas comunidades que atraviesan el centro del gráfico; su grosor es proporcional al tamaño de los movimientos entre orígenes y destinos). En algunos casos la heterogeneidad de los flujos de diversos municipios impidió que se asignaran a una comunidad, es decir, conforman una comunidad por sí mismos; así ocurre con Azcapotzalco (en la red general en 2010, empleo formal en 2015 y las tres

FIGURA **4.** Mapas de las comunidades resultantes por fecha y población



Fuente: Construcción propia.

GRÁFICA **5.** Diagramas de cuerdas de las matrices de flujos laborales reducidas por comunidad (miles)



Fuente: Construcción propia.

fechas de las redes de empleo informal), Ecatepec de Morelos (en todas las fechas de la red general y empleo informal, así como en la red de flujos de empleo formal de 2015) y Valle de Chalco Solidaridad (en la red de empleo informal de 2015). Al explorar el gráfico de cuerdas podemos comprobar que estos municipios aislados representan flujos más importantes que algunas de las comunidades más periféricas. En todo caso, el mapa municipal puede distorsionar la importancia relativa de cada comunidad. Los municipios más alejados presentan patrones de desarrollo disperso; en otras palabras, las zonas pobladas constituyen proporciones pequeñas del territorio. En términos de la integración metropolitana, los flujos laborales muestran indicios de cohesión entre algunos municipios conurbados y las delegaciones. En prácticamente todos los resultados hay comunidades donde se combinan municipios con delegaciones; sin embargo, los flujos laborales de empleo informal exhiben una mayor integración de los municipios con las delegaciones. Otro elemento a destacar es que casi la mitad de las comunidades de cada población y año (con las etiquetas de 7 al 11) son prácticamente idénticas.

Índice compuesto de centralidad

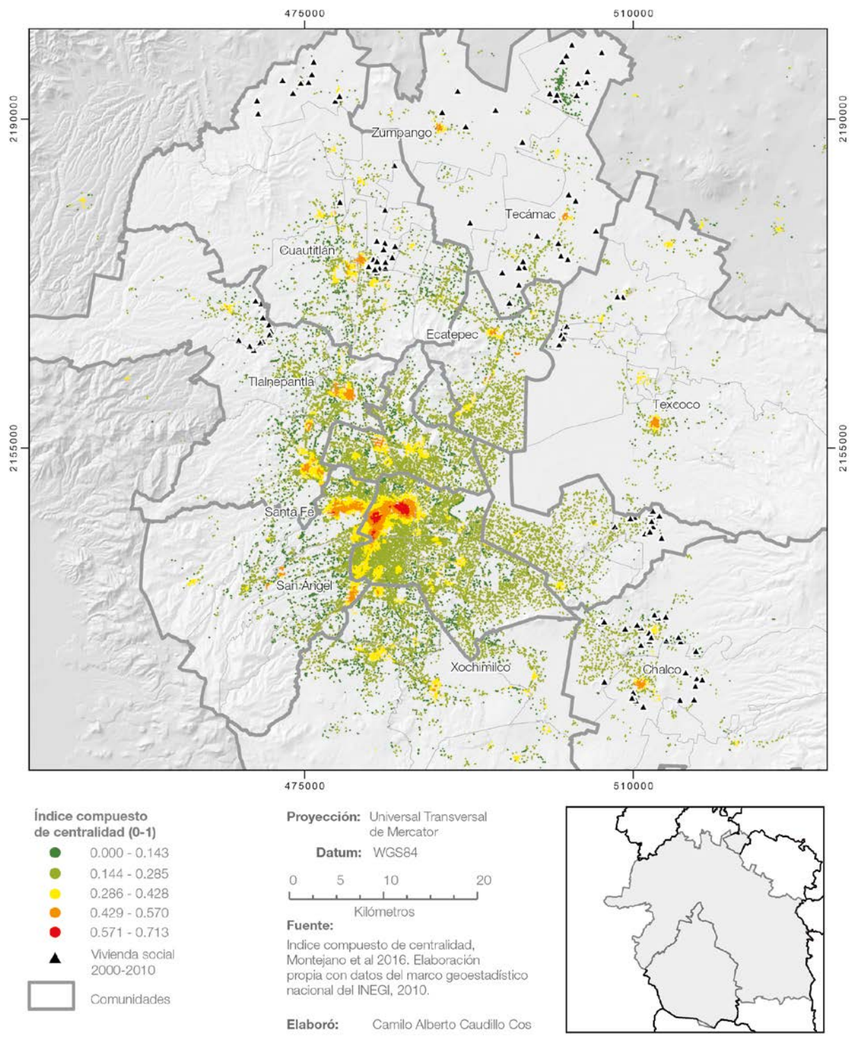
Una conclusión central de este capítulo es la referente a la regionalización funcional de la ZMCM y la tendencia hacia un incipiente policentrismo. La detección de comunidades tiene como objetivo explorar la posibilidad de crear agrupamientos que se originen a partir de los flujos laborales entre municipios y que además tengan un componente espacial importante, en lugar de optar por otra perspectiva que combine diversos indicadores para dar lugar a conglomerados en el espacio de las variables. Ejemplos de estos ejercicios los podemos encontrar en Aguilar y Alvarado (2005), que utilizan conglomerados jerárquicos con algunas variables de forma urbana (densidad de población, densidad de personal ocupado, ratio entre población económicamente activa y población ocupada, y ratio entre viajes atraídos netos y viajes generados netos). Estos autores realizaron un análisis de conglomerados no supervisado (*k-means*) y encontraron una estructura urbana centralizada dominada por un centro y su centro ampliado, e identificaron polos primarios, polos secundarios, polos periféricos y subpolos periféricos.

A su vez, Suárez y Delgado (2009) proponen una metodología para detectar subcentros de empleo en la ZMCM, basada en la identificación de picos en el gradiente de densidad de empleo en combinación de áreas que tienen un ratio de atracción/generación de viajes mayor que 1. Sus conclusiones apuntan a que la ZMCM tiene una estructura híbrida aunque predominantemente monocéntrica. En su propuesta identifican el distrito central de negocios junto con otras categorías de aglomeración del empleo: corredores adyacentes, corredores segmentados, una combinación de los dos anteriores y subcentros.

Otro trabajo, más reciente (Montejano *et al.,* 2016), proponen un índice compuesto de centralidad que combina el análisis de redes con una medida de relevancia teórica que no se había utilizado antes en un ejercicio empírico: la mezcla de usos de suelo.[3] La planeación tradicionalmente se ha preocupado por la dotación de algunos servicios básicos (escuelas, clínicas, hospitales), pero el mundo laboral se incorpora sólo de forma abstracta –a través de la cantidad de empleos, sin importar la composición sectorial–; la mezcla de usos de suelo implica la diversidad en una escala local. En su propuesta también concluyen que la estructura urbana continúa siendo monocéntrica de manera predominante, con algunos subcentros potenciales.

[3] Calculan *el índice de entropía*, un indicador que mide concentración con cuatro categorías de usos de suelo: vivienda, comercio, servicios y ocio.

FIGURA **5.** Mapa del índice compuesto de centralidad con las comunidades de la matriz general de 2015 y la producción de conjuntos de vivienda social durante el periodo 2000-2010



Fuente: Construcción propia, Índice compuesto de centralidad, Montejano *et al.*, 2016.

La identificación de subcentros en regiones que muestren un grado elevado de cohesión territorial y que satisfagan la necesidad básica del empleo es un criterio que debería ser de utilidad para promover políticas que mejoren la calidad de vida de la población a través de controlar el tiempo invertido para la movilidad laboral. En la figura 5 se muestra el índice compuesto propuesto por Montejano *et al*. (2016) con las comunidades resultantes de la matriz de flujos generales para 2015, y se indica también la localización de 125 desarrollos de vivienda social construidos en el periodo 2000-2010. Las políticas de vivienda implementadas en la ZMCM no son de la competencia de las autoridades de la Ciudad de México; sin embargo, éstas sí pueden impulsar la construcción de vivienda social dentro de los límites de la Ciudad con el fin de revertir la tendencia al crecimiento extendido y disperso.

En el mapa se puede apreciar que hay un gran centro ampliado (que siguen los ejes de las avenidas Constituyentes-Reforma en el trayecto este-oeste y parte de la avenida Insurgentes) y la emergencia incipiente de algunos subcentros en diferentes estados de consolidación dentro de los límites de cada comunidad. A medida de que aumenta la distancia del gran centro, los subcentros son cada vez más pequeños y dispersos.

Conclusiones

En este capítulo exploramos la evolución de algunos indicadores vinculados con la movilidad laboral. La carencia de datos más detallados y de levantamientos más frecuentes dificulta la labor de ofrecer una visión más completa sobre la movilidad. Sólo hemos podido explorar algunas relaciones entre variables y los cambios observados en tres momentos. En aras de promover la cohesión metropolitana decidimos utilizar de modo recurrente la comparación entre el núcleo de la Ciudad de México, compuesta por las 16 delegaciones, y el resto de la ZMCM (los 40 municipios conurbados). Las grandes tendencias que se identifican a lo largo del capítulo son:

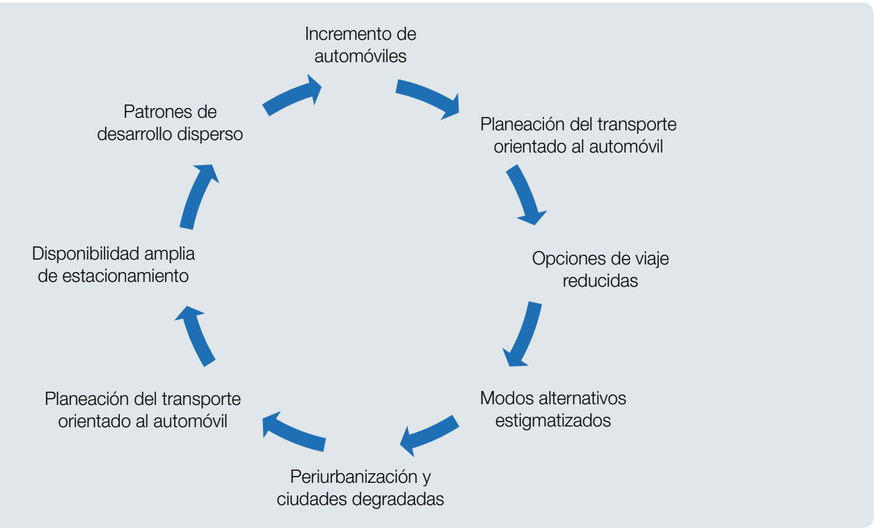
1. La *direccionalidad de los flujos muestra una notable asimetría*, favoreciendo siempre a la Ciudad de México, lo que muestra, más que una tendencia, la estabilidad de la estructura productiva. Más de la mitad de la población que debe salir de su municipio a trabajar desde la ZMCM se dirige a alguna de las 16 delegaciones.
2. Si bien no abordamos propiamente los problemas asociados al sistema de transporte, vimos cómo *ha aumentado el tamaño del parque vehicular registrado*, así como la convergencia en la disponibilidad de automóviles en las viviendas de la metrópoli. El escenario inercial implica un crecimiento rápido en la cantidad de vehículos en un sistema vial que en horas pico ya está saturado. El automóvil marca una diferencia sustancial en la autonomía de movimiento de la población, pero tiene una serie de externalidades negativas que deberían combatirse a través de la mejora del transporte público.
3. La exploración del índice de *autocontención laboral* y *la concentración de los flujos* en las matrices de origen-destino no permitieron identificar alguna tendencia de forma contundente. En su lugar se podría concluir que *el patrón en el tiempo es más bien estable*, pequeños cambios caóticos sin una consecuencia grave que marque una modificación de los flujos. Hemos constatado que, efectivamente, hay alguna relación entre el mercado laboral informal y la autocontención, que como índice puede ser que cumpla el cometido de medir una dimensión de la calidad de vida; sin embargo, consideramos que se deberían tomar en cuenta otros elementos, como la evolución en la pobreza de los hogares. De esa manera podríamos probar la hipótesis de que el desarrollo disperso tiende a dotar a la población de vivienda, pero los costos de transporte aumentan y el empleo accesible tiende a ser extensivo de mano de obra con baja calificación y, por ende, con salarios bajos.
4. La aplicación de los métodos de análisis de redes para la detección de comunidades rindió frutos interesantes. El componente espacial de las comunidades demostró que es posible obtener particiones de una red con alta cohesión en su interior y mayor heterogeneidad entre las partes, y que esas interacciones muestran una distancia funcional acorde con la geografía de la metrópoli. Lo esperado es que los patrones en la red de flujos mostraran el grado de cohesión entre las zonas de residencia y de trabajo. Una de las leyes de la migración de Ravenstein dice que la gran mayoría de los movimientos de la población tienden a ser locales; esto también se podría generalizar a los patrones de movilidad laboral en la ZMVM, si bien existe una proporción de la población, de entre el 3 y el 9%, que tarda más de dos horas en llegar a su lugar de trabajo. Esto implica prácticamente media jornada laboral en tránsito.
5. La regionalización producto del análisis de los flujos (las comunidades) muestra diferencias entre los grupos de población con empleo formal e informal. No obstante, existe evidencia de la presencia de incipientes centralidades en cada comunidad. Si se fortaleciera la mezcla de usos de suelo se podría promover el empleo local y la accesibilidad a satisfactores básicos de consumo cotidiano, con una consecuente reducción del tiempo de viaje de la población.

Las comunidades obtenidas también mostraron cierta estabilidad, el grado de similitud medido a través de la V de Cramer dio resultados de más del 83%, lo que implica que hay cambios marginales en los diferentes años y poblaciones analizadas. Otro elemento que cabe resaltar es que en la mayoría de los resultados hay un grado de cohesión importante entre los municipios conurbados y las delegaciones de la Ciudad de México, lo que hace necesaria la promoción de políticas de transporte para facilitar el diario ir y venir entre la ZMCM y las delegaciones citadinas.

Desde finales del siglo pasado la política de transporte de la ciudad de México se orientó al mantenimiento y ampliación de la infraestructura vial, favoreciendo el uso del transporte privado con soluciones parciales de corto plazo. La polémica en torno al segundo piso no finalizó con su construcción; estudios previos advertían que la solución a la congestión duraría de uno y medio a tres años (Delgado, *et al.*, 2003: 52). En la actualidad la velocidad promedio de los traslados en la ciudad es de apenas 17 kilómetros por hora. Una política de salud que había demostrado su eficacia –el programa Hoy No Circula– también mostró un retroceso, pues una consecuencia no prevista en su diseño fue el rápido aumento del parque vehicular, el Institute for Transportation and Development Policy (ITDP, 2012) señala que entre 1990 y 2009 los viajes en automóvil aumentaron en una tasa promedio anual del 5.2%, mientras que la población se incrementó sólo 1.3 (entre el año 2000 y 2010) y en promedio el producto interno bruto de la ciudad únicamente creció a un ritmo de 0.5% anual entre 2003 y 2010.

Las políticas de transporte y las decisiones de planeación tienen muy diversos efectos y en diferentes órdenes: económicos, sociales y ambientales. En la planeación del transporte hay una larga y documentada evidencia del ciclo de dependencia del automóvil. Litman (2015) observó que el incremento del

FIGURA **6.** Ciclo de dependencia del automóvil



Fuente: Adaptación de Litman (2015: 7).

ingreso de la población conducía a un aumento en el número de automóviles en una ciudad; la planeación se orientaba entonces a solucionar los problemas del crecimiento del parque vehicular, que provoca problemas de congestión en el sistema entero, con los consecuentes retrasos, que a su vez conllevan el aumento en los costos de operación y, por lo tanto, también en los precios del transporte público. Otros factores que abonan a la dependencia del automóvil son la periurbanización, la disponibilidad amplia de estacionamiento barato o sin costo, y los patrones de desarrollo disperso (figura 6).

Las nuevas administraciones han emprendido importantes políticas que modifican el rumbo de la movilidad en la ciudad; entre ellas, el lanzamiento del Programa Integral de Movilidad, que incluye el diagnóstico y las propuestas de acciones para atacar las áreas de oportunidad de los sistemas de transporte de la Ciudad de México. En particular, el área que mayores retos implica es la gestión del transporte concesionado. Muchas de las nuevas políticas ya están operando: la implementación del Metrobús (en inglés, Bus Rapid Transit, BRT),[4] la edificación de los Centros de Transferencia Modal (Cetram), los corredores Emisiones Cero –por los que circula sólo transporte eléctrico– el programa Ecobici, entre otras. Todas ellas son políticas que cambian la prioridad del automóvil al transporte público, en beneficio del peatón.

[4] La implementación de este tipo de transporte en el Estado de México no ha logrado ceñirse a las condiciones óptimas de operación, el transporte concesionado local continúa circulando junto con el Metrobús, lo que produce congestión debido a las paradas no controladas; además, existen serios problemas de integración de las estaciones y su entorno, lo que dificulta seriamente su accesibilidad.

Sin embargo, dada la evidencia de la fuerte interacción de la ZMCM con la ciudad central es necesaria la implementación de políticas de cohesión territorial en la escala metropolitana y accesibilidad en la escala local; en particular, la intervención en corredores de transporte, que son fundamentales para los flujos de trabajo. Cada vez más, la competitividad y la prosperidad dependen de la capacidad de las personas y las empresas ubicadas ahí para hacer el mejor uso de todos los activos territoriales. La competitividad depende también de la construcción de vínculos con otros territorios para asegurar que los bienes comunes se utilicen de una manera coordinada y sostenible. En el caso de la ZMCM, la estructura predominantemente monocéntrica puede haber sido esencial para generar una economía de escala; no obstante, el tamaño de la metrópoli está generando congestión que va en detrimento de la calidad de vida de la población. La notable separación entre el empleo formal y la vivienda implica tiempos de traslado cada vez mayores; las acciones para mejorar la calidad de vida en la zona metropolitana deben promover la cooperación de todos los órdenes de gobierno para combatir las disparidades.

En otro orden de ideas, las iniciativas para generar información pública que permita mejores evaluaciones de los sistemas de transporte deberían ser una prioridad del Estado. Una de las principales dificultades para la evaluación integral de la ZMCM es la ausencia total de datos espaciales detallados sobre las rutas de transporte. Las mejores prácticas en planeación de transporte están orientadas no sólo a facilitar el tránsito (el movimiento de los vehículos en general) o la movilidad (el movimiento de personas y bienes) sino a mejorar la accesibilidad, entendida como la capacidad de la población de alcanzar bienes, servicios, actividades y destinos. Los factores que afectan la accesibilidad son muchos, entre los que se cuentan: la necesidades de transporte y la capacidades de la población, la calidad y asequibilidad de diferentes opciones de transporte, el grado de conectividad entre diferentes modos de transporte, los patrones de uso de suelo y la calidad de los sustitutos de movilidad.

Sitios de interés

Para finalizar, unos cuantos ejemplos de herramientas de exploración de la accesibilidad al empleo, resultado de la cooperación entre gobierno y academia. En su mayoría son esfuerzos vinculados con la planeación urbana y la gestión del transporte público, que no podrían existir sin la información espacial detallada adecuada.

Accesibilidad a destinos. Access to Destinations es un programa interdisciplinario de investigación del Centro para Estudios del Transporte de la Universidad de Minnesota, que está desarrollando herramientas y datos para cuantificar la accesibilidad total, tomando en cuenta múltiples modos (a pie, en bicicleta, transporte público y automóvil) y patrones de uso de suelo. En: <http://access.umn.edu/>.

Sistema de mapeo de acceso al empleo. Access to Jobs es un sistema interactivo de mapeo que muestra la cantidad de trabajos disponibles en varias categorías sectoriales desde un punto de origen dado en un tiempo de viaje y varios modos de transporte. En: <http://fragile-success.rpa.org/maps/jobs.html>.

Explorador de accesibilidad urbana. Urban Accessibility Explorer es un sistema de mapeo que mide la cantidad de actividades –incluyendo diversos tipos de empleo, escuelas, parques, tiendas y bibliotecas– que son accesibles desde algún vecindario particular de Chicago dado un tiempo de viaje determinado, algún modo de transporte y especificando día y hora de partida. Esta herramienta fue desarrollada por el Departamento de Planeación y Política Urbana de la Universidad de Illinois en Chicago para ayudar a los tomadores de decisiones, planeadores y el público en general a evaluar de qué manera los cambios en el sistema de transporte y uso de suelo pueden alterar la accesibilidad. En: <http://urbanaccessibility.com/>.

ANEXO METODOLÓGICO

El concepto central que permite vincular el estudio de la estructura urbana con el transporte es, sin duda, el de movilidad urbana. Sin embargo, resulta conveniente definir en primera instancia el concepto de viaje.

Viaje es el desplazamiento de una persona asociado a un origen y un destino preestablecidos con un propósito determinado (Islas, 2000: 526). Un viaje se realiza entre dos lugares; el sujeto o carga se localiza inicialmente en un sitio (el origen del viaje) y necesita trasladarse a otro sitio (lugar de destino). La estructura (localización y propósito) de los viajes es la consecuencia de la interacción económica y social entre las zonas de la ciudad dadas sus actividades, expresada a través de los usos de suelo; es decir, el patrón de los viajes está determinado por la propia estructura urbana. Los propósitos se relacionan con la satisfacción de diferentes necesidades de la población, y pueden ser por motivos de producción, consumo o sociales.

De la matriz origen-destino a la red de flujos laborales

La herramienta fundamental para el análisis de los viajes laborales es la matriz origen-destino, que no es otra cosa que un cruce de información con los orígenes de los viajes en las filas y los destinos en las columnas. Este insumo básico ayuda a construir los indicadores de movilidad laboral. El panel a) de la figura A.1 muestra un ejemplo básico de la matriz origen-destino, la diagonal de la matriz es gris y corresponde a la cantidad de personas que se movieron dentro de la misma unidad territorial; es decir, es la cantidad de personas que viven en el mismo municipio en el que trabajan. El panel b) muestra la transformación de la matriz de flujos en un grafo o gráfico que puede ser sujeto de análisis, como se explica más adelante.

Autocontención laboral en la Zona Metropolitana de la Ciudad de México

El primer indicador que exploraremos es la evolución de la autocontención laboral (AL); es decir, el

$$AL = \frac{po_{i=j}}{po_t}$$

porcentaje de la población ocupada que vive y trabaja en su mismo municipio. Está dado por la siguiente expresión:
Donde:

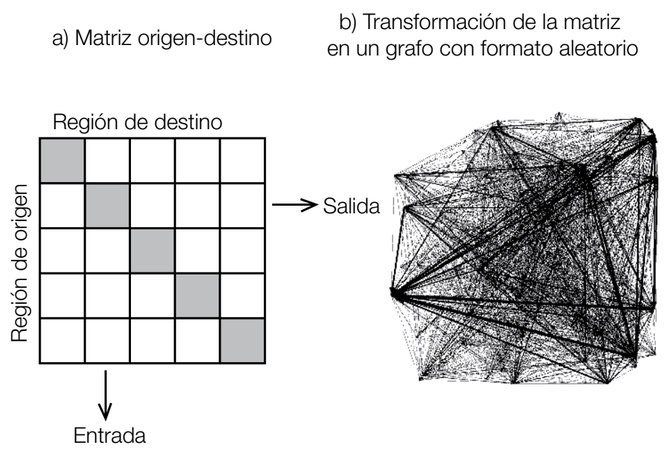
$po_{i=j}$ es la población ocupada que vive y trabaja en el mismo municipio y
po_t es el total de la población ocupada de la que conocemos origen y destino de cada municipio.

El índice de autocontención laboral es un indicador utilizado típicamente como un componente de la calidad de vida. A falta de mediciones sistemáticas de los costos de viaje de la población –en términos de tiempo, distancia o dinero– es uno de los indicadores de movilidad más sencillos de calcular.

Concentración espacial de los flujos laborales

Los índices de concentración se pueden utilizar en contextos geográficos para determinar el grado de agrupación en un sistema migratorio –en este caso, de movimiento– o bien de las salidas y entradas de regiones específicas. El índice de Gini migratorio como indicador de la concentración de flujos en una matriz

FIGURA **A.1.** Matriz origen-destino y su transformación en grafo



Fuente: Construcción propia.

origen-destino fue originalmente propuesto por Plane y Mulligan (1997) y posteriormente modificado por Bell *et al.* (2002). El índice de Gini varía de 0 a 1; 0 indica equilibrio perfecto o dispersión, y 1 concentración absoluta. El gráfico de campo migratorio es un diagrama de dispersión en el que se contrasta el valor del índice de Gini de salida estandarizado en el eje de las X con el índice de Gini de entrada estandarizado en el eje de las Y. Este gráfico permite la clasificación de las unidades espaciales en cuatro categorías de acuerdo con el cuadrante en el que se localizan.

El cuadrante superior izquierdo contiene a las unidades territoriales que tienen un valor en el índice de Gini de entrada por arriba del promedio del sistema de flujos y un valor por debajo del promedio del índice de Gini de salida es decir los valores del índice de Gini muestran concentración en la entrada y dispersión en la salida de ahí que este cuadrante se llame “expulsor puro”; el cuadrante superior derecho es llamado intensivo, pues tiene valores por arriba del promedio (tiende a la concentración) tanto del índice de entrada como de salida; el cuadrante inferior izquierdo es “extensivo” dado que tiene valores por debajo del promedio tanto de entrada como de salida (mayor dispersión) y por último el cuadrante inferior derecho, que tiene valores por arriba del promedio del índice de Gini de salida (tiende concentrar flujos en pocos destinos) y por debajo del promedio en la entrada (mayor dispersión que el promedio). En la figura A.2 se ilustra el gráfico con las categorías correspondientes.

Detección de comunidades en las redes de flujos migratorios

El mapeo de los flujos laborales entre municipios puede ser concebido como un grafo o gráfico ponderado en el que los nodos (*n*) son los municipios y los arcos

FIGURA **A.2.** Diagrama de campo de flujos. Clasificación por cuadrante

Fuente: Construcción propia, con base en Plane y Mulligan (1997).

(*m*) los flujos entre éstos. Dentro de la literatura de análisis de transporte se encuentran diversos métodos para caracterizar los gráficos, el más utilizado es el filtrado de los flujos dominantes que resulta en un grafo con máximo m-n arcos, o puede flexibilizarse la cantidad de flujos dominantes dependiendo de las restricciones que se impongan a su definición (Nystuen y Dacey, 1961; Suárez y Delgado, 2010; Graizbord, 2008).

Bender-deMoll (2008) menciona en su informe sobre mapeo de redes que un campo de aplicación clásico del análisis de redes sociales es la caracterización de flujos de bienes y personas. También permite la identificación de estructuras especiales en los patrones de los flujos. Una forma de caracterizar los flujos es la detección de comunidades. La detección de comunidades dentro de una red es un ejercicio similar al análisis de conglomerados, si se tiene una red binaria este tipo de análisis sólo se puede realizar si no hay gran diferencia entre la cantidad de arcos (*m*) y nodos (*n*). Si *m*>*n*, la distribución de los arcos entre los nodos es tan homogénea que las comunidades carecen de sentido. Sin embargo, la detección de comunidades es posible si la red tiene pesos y los pesos poseen una distribución heterogénea (Fortunato, 2010).

Pretendemos utilizar el método de Louvain con el algoritmo Visualization of Similarities (VOS) para la detección de las comunidades.

La detección de comunidades requiere la partición de una red en comunidades de nodos densamente comunicados, en las que los nodos que pertenezcan a diferentes comunidades se conecten únicamente de forma dispersa. La calidad de las particiones resultantes de algunos métodos se mide por la llamada modularidad de la partición. sLa modularidad de la partición (Q) es un valor escalar entre -1 y 1, que mide la densidad de los vínculos dentro de las comunidades comparados con los vínculos entre las comunidades, en el caso de las redes ponderadas:

$$Q = \frac{1}{2m}\sum_{ij}\left[A_{ij} - \frac{k_i k_j}{2m}\right]\delta(c_i, c_j)$$

Donde:

A_{ij}	representa el peso del arco entre $i-j$
$k_i = \sum_j A_{ij}$	es la suma de los pesos de los arcos del nodo i
c_i	es la comunidad a la que el nodo i es asignado
$\delta(c_i, c_j)$	es una función que tiene el valor de 1 si u = v, y 0 de otro modo

$$m = \frac{1}{2}\sum_{ij} A_{ij}$$

El método de Louvain optimiza la función de modularidad, y consiste en unir de manera recurrente comunidades que optimizan la producción de modularidad y terminan con una solución en donde la partición resultante produzca comunidades de nodos lo más densamente comunicados.

Alternativamente se podría utilizar otro método de detección de comunidades: la aglomeración de Visualización de las Similitudes (Visualization of Similarities, VOS), que fue propuesto originalmente por Van Eck y Waltman (2006), las comunidades obtenidas pueden ser parecidas a las que se obtienen por el Método de Louvain, pero en lugar de optimizar la modularidad, se optimiza la función de calidad VOS:

$$V = \frac{1}{2m}\sum_{ij}[s_{ij} - \gamma]\delta(c_i, c_j)$$

Comparación de las particiones. Para determinar la relación de similitud/disimilitud entre dos particiones (aglomeración o clasificación discreta de nodos) se dispone de estadísticos no paramétricos de asociación como la V de Cramer, que se interpreta como la proporción de información que comparten dos particiones.

Bibliografía

Aguilar, A. y C. Alvarado (2005). La reestructuración del espacio urbano de la Ciudad de México, hacia la metrópoli multimodal. En: A. G. Aguilar (ed.), *Procesos metropolitanos de grandes ciudades: dinámicas recientes en México y otros países*. México, Porrúa, pp. 265-308.

Alonso, W. (1964). *Location and land use*. E.U.A., MIT Press.

Bell, M., M. Blake, P. Boyle, O. Duke-Williams, P. Rees, J. Stillwell y G. Hugo (2002) Cross-National comparison of internal migration. Issues and measures. *Journal of the Royal Statistical Society. Series A (Statistics in Society)*. vol. 165, núm.3, pp. 435-464.

Bender-deMoll, S. (2008). *Potential human rights uses of network analysis and mapping. A report to the Science and Human Rights Program of the American Association for the Advancement of Science*.

E.U.A., AAAS Science and Human Rights Program. Network Analysis and Mapping Report.

Berry, B. (1976). The counter urbanization process: urban America since 1970. En: B. J. L. Berry, (ed.), *Urbanization and counterurbanization*. E.U.A., Sage.

Boarnet, M. (2011). A broader context for land use and travel behavior, and a research agenda. *Journal of the American Planning Association*, vol. 77, núm. 3, pp. 197-213.

Calthorpe, P. (1993). *The next American metropolis: ecology, community, and the American dream*. E.U.A., Princeton Architectural Press.

Cervero, R. y K. Kockelman (1997). Travel demand and the 3Ds: density, diversity, and design. *Transportation Research Part D: Transport and Environment*, vol. 2, núm. 3, pp. 199-219.

Delgado, J., L. Chías, M. Ricárdez, A. Martínez y T. Suárez (2003). Vialidad y vialidades en la Ciudad de México. *Ciencias*, núm. 70, pp. 52-74.

Ewing, R. y R. Cervero (2010). Travel and the built environment. *Journal of the American Planning Association*, vol. 76, núm. 3, pp. 265-294.

Fortunato, S. (2010). *Community detection in graphs*. Italia, Complex Networks and Systems Lagrange Laboratory. Report.

Fujita, M. (2010). The evolution of spatial economics: From Thünen to the New Economic Geography. *Japanese Economic Review*, vol. 61, núm.1, pp. 1-32. En: <http://doi.org/10.1111/j.1468-5876.2009.00504.x>.

Garreau, J. (1992). *Edge city: life on the new frontier*. E.U.A., Doubleday.

Giuliani, G. y K. Small (1991). Subcenters in The Los Angeles region. *Regional Science and Urban Economics*, vol. 21, núm. 2, pp. 1485-1500.

Gobierno del Distrito Federal (2014). Programa Integral de Movilidad. En: *Gaceta Oficial del Distrito Federal*, 15 de octubre de 2014, pp. 49-64.

Gould, R.V. y R.M. Fernández (1989). Structures of mediation: a formal approach to brokerage in transaction networks. *Sociological Methodology*, vol. 19, pp. 89-126.

Graizbord, B. (2008). *Geografía del transporte de la Ciudad de México*. México, El Colegio de México.

Grupo de trabajo de Indicadores de Sostenibilidad de la Red de Redes de Desarrollo Local Sostenible (2010). *Sistema Municipal de Indicadores de Sostenibilidad*. IV Reunión del grupo de trabajo de Indicadores de Sostenibilidad de la Red de Redes de Desarrollo Local Sostenible. España, Ministerio de Medio Ambiente, Medio Rural y Marino, Ministerio de Fomento. En: <http://www.magrama.gob.es/es/calidad-y-evaluacion-ambiental/temas/medio-ambiente-urbano/sistema_municipal_indicadores_sostenibilidad_tcm7-177732.pdf>.

Guerra, E. (2014). The built environment and car use in Mexico City. Is the relationship changing over time? *Journal of Planning Education and Research*, vol. 34, núm. 4, pp. 394-408. En: <http://doi.org/10.1177/0739456X14545170>.

_____ (2015). The geography of car ownership in Mexico City: a joint model of households' residential location and car ownership decisions. *Journal of Transport Geography*, vol. 43, pp. 171-180. En: <http://doi.org/10.1016/j.jtrangeo.2015.01.014>.

Hägerstrand, T. (1970). What about people in regional science? *Papers of the Regional Science Association*, vol. 24, núm. 1, pp. 7-21. En: <http://courses.washington.edu/cee500/What%20about%20people%20in%20regional%20science.pdf>.

IIIGECEM (s/f). *Encuesta Origen-Destino 2007. Principales resultados*. Instituto de Información e Investigación Geográfica, Estadística y Catastral del Estado de México. En: <http://iiigecem.edomex.gob.mx/descargas/estadistica/ENCUESTADEORIGEN/EOD2007.pdf>.

Infonavit (2006). *Plan Financiero 2011-2015*. México, Instituto del Fondo Nacional de la Vivienda para los Trabajadores.

Islas Rivera, V. (2000). *Llegando tarde al compromiso. La crisis del transporte en la Ciudad de México*. México, El Colegio de México.

Kain J. (1968). Housing segregation, negro employment and metropolitan decentralization. *Quarterly Journal of Economics*, vol. 82, núm. 2, pp. 175-197. En: <http://sites-final.uclouvain.be/econ/DW/DOCTORALWS2004/bruno/Haroldo/qje%2074.pdf>.

Litman, T. (2015). *Towards a more comprehensive and multi-modal transport evaluation*. Canadá, Victoria Transport Policy Institute.

Maier, G. y M. Vyborny, (2005). *Internal migration between US-states. A social network analysis*. Working paper. Austria, Universidad de Viena.

McMillen, D.P. (2003). Identifying Sub-centres using contiguity matrices. *Urban Studies*, vol. 40, núm. 1, pp. 57-69.

Medina, S. (2012). *La importancia de la reducción del uso del automóvil en México: tendencias de motorización, del uso del automóvil, y de sus impactos*. México, Institute for Transportation and Development Policy. En: <http://mexico.itdp.org/wp-content/uploads/Importancia-de-reduccion-de-uso-del-auto.pdf>.

Montejano, J. A., C. A. Caudillo y J. L. Silván (2016). Contesting Mexico City's alleged polycentric condition through a centrality-mixed land-use composite index. *Urban Studies,* vol. 53, núm. 11, pp. 2380-2396.

Montejano, J. A., P. López y C. A. Caudillo (2013). Hacia barrios auto-contenibles en la zona metropolitana del Valle de México. Marco metodológico para identificar características sociodemográficas y de estructura urbana con potencial para reducir la cantidad de viajes no laborales en automóvil. *Revista Iberoamericana de Urbanismo*, núm. 10, pp. 53-72. En: <http://www.riurb.com/n10/10_04_Montejano.pdf>.

Negrete, M. E. (2015). El aporte de la movilidad a la desigualdad socioespacial en la ciudad de México. En: H. R. Eibenschutz y B. R. Ramírez (coords.), *Repensar la metrópoli II. Políticas e instrumentos para la gestión metropolitana*, t. I, México, Universidad Autónoma Metropolitana, pp. 356-370.

Nooy de, W., A. Mrvar y V. Batagelj (2005). *Exploratory Social Network Analysis with Pajek*. E.U.A., Cambridge University Press.

Nyusten, J. y M. Dacey (1961). A graph theory interpretation of nodal regions. *Papers and proceedings of the regional science association*, vol. 7, núm. 1, pp. 29-40.

Plane, D. A. y G. F. Mulligan (1997). Measuring spatial focusing in a migration system. *Demography*, vol. 34, núm. 2, pp. 251-262. En: <http://www.jstor.org/stable/2061703>.

Rogers A. y S. Sweeney (1998). Measuring the spatial focus of migration patterns. *The Professional Geographer*, núm. 50, pp. 232-242.

Suárez M. y J. Delgado (2007). Estructura y eficiencia urbanas: accesibilidad a empleos, localización residencial e ingreso en la ZMCM 1990-2000. *Economía, Sociedad y Territorio*, vol. VI, núm. 23, pp. 693-724.

_____ (2009). Is Mexico City polycentric? A trip attraction capacity approach. *Urban Studies*, vol. 46, núm. 10, pp. 2187-2211.

_____ (2010). Patrones de movilidad residencial en la Ciudad de México como evidencia de co-localización de población y empleos. *EURE*, vol. 36, núm. 107, pp. 67-91.

Suárez, M., M. Murata y J. Delgado (2015). Why do the poor travel less? Urban structure, commuting and economic informality in Mexico City. *Urban Studies*, vol. 52, núm. 12, pp. 1-19.

Van Eck, N. J. y L. Waltman (2007). VOS: A new method for visualizing similarities between objects. En: R. Decker y H. J. Lenz (eds.), *Advances in data analysis: Proceedings of the 30th Annual Conference of the German Classification Society,* Berlín, Springer, pp. 299-306.

Información en línea

INEGI. *Estadísticas de vehículos de motor registrados en circulación*. Sitio: <http://www.inegi.org.mx/est/contenidos/proyectos/registros/economicas/vehiculos/default.aspx>.

TENDENCIAS ESPACIO-TEMPORALES EN LA SEGREGACIÓN

CAMILO ALBERTO CAUDILLO COS*
SOCORRO FLORES GUTIÉRREZ**

Introducción

El propósito de este capítulo es identificar las principales tendencias territoriales asociadas a la segregación socioespacial en la Zona Metropolitana de la Ciudad de México (ZMCM) a través del análisis de un conjunto de variables censales de los años 2000 y 2010 en una escala geográfica de área geoestadística básica (AGEB).

Los estudios de la ciudad se pueden volcar sobre distintas temáticas, desde las que se refieren a las características físicomateriales hasta las que abordan aspectos sociales, económicos y culturales.

Tanto Rubalcava y Schteingart (2012) como González Arellano (2011) coinciden en que el enfoque dual utilizado para representar la división socioespacial de las ciudades latinoamericanas es insuficiente y reduccionista. Apuntan que se trata de un fenómeno más complejo y de interés para la agenda pública por las implicaciones que tiene en la vida de los ciudadanos que habitan el espacio urbano.

De acuerdo con la revisión bibliográfica previa a este estudio, se sabe que el auge de las investigaciones sobre segregación se dio a partir de los años cincuenta del siglo pasado en Estados Unidos, cuando se hizo notar la separación de las minorías afroamericanas respecto de la mayoría blanca. Sin embargo, los patrones de la segregación racial en Estados Unidos difieren sustancialmente de los que se observan en ciudades latinoamericanas. En este último caso el patrón de asentamiento de los grupos de bajos ingresos tiene a concentrase en zonas periféricas, mientras que los grupos de ingresos altos se agrupan en regiones céntricas en torno a corredores de servicios, lo que Sabatini (2003) llama “cono de alta renta”. En el caso de las ciudades estadounidenses hay un patrón

* Profesor investigador asociado en Centro Geo.
** Técnica académica en el Laboratorio de Análisis Socioterritorial de la Universidad Autónoma Metropolitana, unidad Cuajimalpa. Investigadora en el Instituto de Estudios Criminológicos Transdisciplinarios.

inverso: los centros contienen por lo general las zonas de negocios y las más antiguas de las ciudades y, por lo tanto, las más deterioradas. De ahí que los grupos de bajos ingresos se concentren cerca del centro, mientras lo grupos pudientes se van a los suburbios periféricos.

Pérez-Campuzano (2011: 405) señala que en sus acepciones más generales la segregación "plantea la forma en que se organiza la ciudad, mientras que las particulares hacen referencia a la construcción en el espacio de fenómenos de diferenciación social, económica, política, educacional, delictiva, entre otros". Por su parte, Mera (2014) argumenta que la segregación espacial es una categoría utilizada por quien analiza la distribución *desigual* de la población en las ciudades. La misma autora refiere que dependiendo del enfoque, se puede tratar de un concepto de carácter geográfico que supone la posibilidad de identificar patrones de asentamiento asociados con los grupos de población y que pueden dar lugar a la diferenciación o segmentación del espacio urbano.

Ambos autores coinciden en que se trata de un fenómeno que se distribuye en el espacio urbano y da lugar a una diferenciación desigual en la distribución de grupos de población. Más allá de los patrones de ocupación del espacio, se asocia con prácticas, usos y apropiación del espacio. Al respecto, surgen las siguientes preguntas: ¿por qué sucede?, ¿qué efectos tiene? y, fundamentalmente, ¿cómo se mide?

En este orden de ideas, Sabatini (2003: 7) afirma que la segregación requiere una definición compuesta:

> ... para dar cuenta de aspectos diferenciables que tienen distintas implicancias, tanto en términos de sus impactos sociales y urbanos como en lo relativo a la política pública […] diferenciaremos tres dimensiones en la segregación: a) El grado de concentración espacial de los grupos sociales; b) La homogeneidad social que presentan las distintas áreas internas de las ciudades; y c) El prestigio (o desprestigio) social de las distintas áreas o barrios de cada ciudad.

Básicamente, la segregación espacial se considera como resultado del modelo económico predominante en el sistema mundial, es decir, el capitalismo, y esencialmente como un efecto de la globalización. En este sentido, se habla de las consecuencias. En general, "estas constataciones son medulares para una mejor comprensión de la ciudad y de las desigualdades sociales: se confirma que la posición geográfica de su lugar de residencia estructura en gran medida la vida de las personas". (Aguiar, 2011: 57)

Particularmente, como bien lo apuntan Dávila, Constantino y Pérez Llanas (2007), las características particulares del proceso de metropolización de la Ciudad de México son factores fundamentales en la distribución socioespacial de los niveles de segregación que presenta la ciudad en la actualidad. Por tanto, se podrá comprender de mejor manera la segregación socioespacial en la medida en que en su análisis, concurran las transformaciones económicas, demográficas e incluso culturales de la ciudad.

En suma, a partir de la revisión bibliográfica realizada se puede decir que diversos autores coinciden en que se trata de la manifestación espacial de las diferencias sociales, producto del modelo económico predominante. Finalmente, la segregación socioespacial tiene efectos en la vida de las personas, los cuales pueden ser de índole diversa, tanto negativos, como positivos.

Tendencias conocidas

En las líneas siguientes se describen dos investigaciones realizadas en el contexto de la ZMCM, ambas abarcan el periodo 1990-2000 con datos a nivel de AGEB y en marco de la ecología factorial.

La primera, Dávila Ibáñez, Constantino Toto, y Pérez Llanas, (2007) reportan haber realizado una investigación sobre segregación en la ZMCM a nivel de AGEB; utilizaron variables semejantes a las aplicadas por el Consejo Nacional de Población (Conapo) para medir la marginación y evaluar el grado de exclusión de los beneficios del proceso de desarrollo entre determinados grupos sociales ubicados en un espacio definido, mediante el contraste de indicadores referentes a carencias socioeconómicas y acceso a los servicios públicos. El método usado para obtener el coeficiente de cuantificación de los niveles de segregación fue el análisis factorial, en particular el de componentes principales que permite asociar ponderaciones a cada variable en correspondencia a su contribución a la varianza. Se utilizó el método de estratos óptimos para definir cinco grandes estratos.

Para el año 2000, los grupos de población con marginación alta y muy alta se localizaron principalmente en la periferia oriente y norte de ciudad, en municipios del Estado de México. Por su parte, el centro histórico y las delegaciones vecinas fueron las que presentaron menores coeficientes de marginación. Los autores plantean que se trata de una transformación del tradicional modelo de segregación centro-periferia y la conformación de un modelo de división de la ciudad mediante un eje inclinado que la separa en dos grandes zonas: la norte-oriente en donde se ubica la población con condiciones más precarias; y la zona sur-poniente con las mejores condiciones. En su texto, los autores plantean una serie de factores que explican ésta conformación espacial. Explican que en la década de los noventa del siglo pasado, tanto en AGEB como en volumen, la población que se encuentra en los extremos se incrementó significativamente. El estrato con marginación muy alto se expandió en espacio, población y vivienda, principalmente a los municipios del Estado de México ubicados en la parte este y norte del área urbana.

Concluyen que la confluencia de factores como un lento crecimiento, mayor población y recorte del gasto social en el periodo 1990-2000 trajo como consecuencia que el proceso de metropolización la ZMCM condujera a una mayor segregación. Por otra parte, la dinámica de poblamiento fue mucho más acelerada que el proceso de acceso a servicios e infraestructura, lo que incrementó significativamente el porcentaje de población excluida de los servicios básicos, mas no del proceso de metropolización. Finalmente, la desigualdad más intensa se registró más en las comunidades del Estado de México que en la Ciudad de México. (Dávila Ibáñez *et al*., 2007)

En la segunda investigación, Rubalcava y Schteingart en el libro *Ciudades divididas: Desigualdad y segregación social en México* (2012) presentan una metodología para la caracterización de las ciudades mexicanas en función de la división social del espacio, vista como segregación de diferentes grupos sociales de la población. Para las autoras, el término segregación no sólo implica al segmento de población más pobre, sino a los de grupos de similares más concentrados, sin importar el estrato social al que pertenezcan. Llaman *segregación pasiva*, aquella dada por el rechazo de los sectores dominantes hacia los más desfavorecidos; y *segregación activa*, al tipo auto-segregación que aparece entre los grupos de mayores ingresos.

Para el análisis de la caracterización, se utilizó el método de análisis factorial y una estratificación por el método de Dalenius-Hodges. La metodología fue aplicada en cuatro de las ciudades más grandes del país: Ciudad de México, Guadalajara, Monterrey y Puebla; en diferentes cortes de tiempo (1950, 1960, 1970, 1980, 1990, 2000) a nivel de desagregación municipal. Para 1990 y 2000 se instrumentó una desagregación a nivel de AGEB; con datos obtenidos de los censos de población y vivienda del Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI).

Las variables empleadas fueron:

- Nivel de salario.
- Nivel de educación y trabajo.

- Disponibilidad de agua.
- Ocupantes por vivienda o cuarto.
- Propiedad de la vivienda (si es propia o no).

Para 1990 se apreció una preponderancia de los estratos de marginación alto y medio alto en las zonas centrales de la Ciudad de México, aunque también se observó un número no despreciable de AGEB de esos estratos en zonas más alejadas del centro, en las direcciones norponiente, sur y surponiente de la Zona Metropolitana del Valle de México. Si bien las áreas correspondientes a los estratos bajo y muy bajo predominan hacia el sector oriente de la metrópoli, también se pueden encontrar algunas unidades de estos estratos hacia el poniente.

Para el año 2000, se nota un crecimiento muy disperso de la zona urbana hacia la periferia, dispersión no observada para 1990. Ese crecimiento tan fragmentado e insular en la periferia, sobre todo en la dirección oriente, se explica por la incorporación, de gran cantidad de municipios muy poco urbanizados en los que se pueden apreciar pequeñas zonas urbanas alejadas de la ciudad propiamente dicha, y en general, con niveles muy bajos en la estratificación construida por las autoras. En cuanto a la parte más consolidada de la ciudad, los cambios generales no son muy evidentes entre 1990 y 2000; es decir se mantiene una centralidad de los estratos alto en la zona poniente, una disminución del estrato más alto y un aumento del medio alto (Rubalcava y Schteingart, 2012).

En suma, se intuye a partir de ambas investigaciones que existe cierta estabilidad en los patrones de segregación en la Ciudad de México y su zona metropolitana; si bien en un periodo de 10 años la zona urbana creció, los espacios de concentración de segregación se fueron consolidando en la periferia, aunque muchas de las AGEB que estaban en una posición de alta y muy alta segregación en 1990, disminuyeron cualitativamente ésta condición; y para el año 2000 la segregación fue mayor en las AGEB más periféricas. Como apuntan Dávila Ibáñez *et al.* (2007), la dinámica de poblamiento es mucho más acelerada que el proceso de acceso a servicios e infraestructura, lo que incrementa significativamente el porcentaje de población que queda excluida durante el proceso de metropolización. Dicho en otras palabras, primero se asienta la población, luego llegan los servicios que satisfacen las necesidades básicas; a la par se va dando un proceso de sucesión en las condiciones de precariedad. El mismo proceso de expansión de los núcleos de los pueblos originarios –que la metrópoli ha ido engullendo– hacia las vías de comunicación permite cierto acceso al empleo, pero aumenta la dispersión y el crecimiento extendido de la ciudad.

Metodología

En las líneas anteriores se retomaron algunos conceptos fundamentales para abordar la segregación socioespacial. Corresponde a esta sección describir los aspectos metodológicos con los que se analizó el grado de segregación socioespacial en la Ciudad de México y su zona metropolitana para los años 2000 y 2010.

Área de estudio

A partir de la justificación general del proyecto se establece el área de estudio, que contempla las 16 delegaciones de la Ciudad de México, un municipio del estado de Hidalgo y 40 municipios del Estado de México. En total, 57 demarcaciones territoriales.

Unidad de análisis territorial

Se trabajó con las AGEB desarrollada por el INEGI. La AGEB es la extensión territorial que corresponde a la subdivisión de las áreas geoestadísticas municipales. Dependiendo de sus características, se clasifica en dos tipos: AGEB urbana o AGEB rural. Una AGEB urbana es un área geográfica ocupada por un conjunto de manzanas perfectamente delimitadas por calles, avenidas, andadores o cualquier otro rasgo de fácil identificación en el terreno y cuyo uso del suelo es principalmente habitacional, industrial, de servicios, comercial, etcétera, y sólo se asignada al interior de las localidades urbanas. (INEGI, 2016).

Fuentes de información

- XII Censo General de Población y Vivienda, INEGI, 2000.
- Censo de Población y Vivienda, INEGI, 2010.

Variables utilizadas

- Porcentaje de población de 6 a 14 años que no asiste a la escuela.
- Porcentaje de población de 15 años o más sin educación básica completa.
- Porcentaje de población sin derechohabiencia a los servicios de salud.
- Porcentaje de hijos fallecidos de las mujeres de 15 a 49 años.
- Porcentaje de viviendas particulares sin agua entubada dentro de la vivienda.
- Porcentaje de viviendas particulares sin drenaje conectado a la red pública o fosa séptica.
- Porcentaje de viviendas particulares con algún nivel de hacinamiento.[1]
- Porcentaje de viviendas particulares sin refrigerador.

[1] Esta variable se retomó de las estimaciones realizadas por el Conapo para los años 2000 y 2010.

Métodos y técnicas

Para realizar la primera de las dos tareas comprendidas en la identificación de las tendencias territoriales en segregación socioespacial en la ZMCM se recurrió al análisis factorial, particularmente por componentes principales. Pérez-Campuzano (2011: 420) argumenta que dos de las técnicas más usadas en las ciencias sociales son el análisis factorial y la regresión. En este caso, la técnica consiste en una combinación lineal de variables (generalmente censales) y las reduce a uno o varios índices denominados factores. Éstos son el resumen de las variables introducidas al modelo. Además de la reducción de las variables, el método arroja puntuaciones estandarizadas para cada uno de los sujetos (en este caso áreas), para los cuales hay datos.

El análisis factorial busca definir si un conjunto de variables observadas puede ser explicado por un pequeño número de variables latentes o no observadas, que se llaman factores (Peña, 2002: 355). El análisis factorial está relacionado con los componentes principales, pero existen ciertas diferencias. En primer lugar, los componentes principales se construyen para explicar las varianzas, mientras que los factores se construyen para explicar las covarianzas o correlaciones entre las variables. En segundo lugar, los componentes principales constituyen una herramienta descriptiva, mientras que el análisis factorial presupone un modelo estadístico formal generado a partir de la muestra dada (Peña, 2002: 355). En resumen, se pude decir que el análisis factorial consta de cuatro fases: a) el cálculo de una matriz (de correlación) que expresa la variabilidad conjunta de todas las variables; b) la extracción del número óptimo de factores; c) la rotación de la solución para facilitar su interpretación, y d) la estimación de las puntuaciones de los casos en las nuevas dimensiones (Pantaleón, 2012: 43).

La segunda tarea que comprende el presente estudio implica el ejercicio de análisis de componentes

principales ponderados geográficamente. Al respecto, la familia de métodos de estadística espacial no estacionaria, conocida como modelos ponderados geográficamente, se desarrolló para situaciones en las que un conjunto de datos espaciales no puede describirse correctamente por algún modelo global, pero una calibración local podría ofrecer una mejor descripción (Brunsdon y Forethingham, 1996).

En términos generales, estos métodos se basan en la aplicación de una ventana móvil de pesos que ajusta un modelo local a cada unidad espacial objetivo. La ventana móvil, también llamada *kernel*, pondera el peso de las observaciones vecinas y por lo general asume una función decreciente con la distancia (gaussiana, bicuadrada, exponencial negativa, tricúbica, etcétera). La forma funcional puede variar de acuerdo con el supuesto básico del carácter de la influencia entre las observaciones objetivo y sus vecinos. El otro parámetro –quizá con mayor influencia en los resultados– es el ancho de banda de la función. Los anchos de banda pequeños conducen a una mayor variación local; en la medida en que el ancho de banda aumenta, el resultado se asemeja cada vez más a un modelo global.

La propuesta original de los modelos ponderados geográficamente se diseñó para su aplicación en el análisis de regresión. En tiempos recientes se han desarrollado adecuaciones para extender los modelos ponderados regionalmente hacia otras aplicaciones de estadística espacial; es de especial interés cómo la variación de la distribución espacial de un conjunto de atributos permite la aplicación de técnicas de reducción de dimensiones –en particular el análisis de componentes principales– que capten las variaciones locales de los factores que explican una proporción importante de la varianza en las variables de entrada. Gollini *et al.* (2015) publicaron una biblioteca del paquete estadístico R, en la que desarrollan un amplio conjunto de modelos ponderados geográficamente.

Planteamiento y resultados de la línea de investigación

Sobre el análisis factorial, en particular por componentes principales, se realizó un ejercicio con las mismas variables censales para los años 2000 y 2010 en las AGEB comprendidas en la zona de estudio. En el cuadro 1 se detallan los indicadores utilizados para los años 2000 y 2010.

Respecto al porcentaje de viviendas particulares con algún nivel de hacinamiento, se retomaron los datos estimados por el Conapo para 2000 y 2010 a fin de determinar el índice y grado de marginación urbana. Como se puede observar, algunas variables indagan los atributos de los individuos residentes, mientras que otras se asocian con las características de las viviendas.

En el cuadro 2 se muestran los estadísticos descriptivos por variable para el año 2000, que contemplan el valor mínimo, máximo, media y desviación estándar, en porcentaje respecto al total por AGEB.

En el cuadro 3 se puede observar el comportamiento de los estadísticos descriptivos de cada variable utilizada, tanto en la Ciudad de México como en los municipios que conforman la ZMCM. Estos estadísticos comprenden el mínimo, máximo, media y desviación estándar en porcentaje con respecto al total por AGEB.

En el cuadro A.1 del anexo estadístico se indican las comunalidades de las variables utilizadas en el análisis del año 2000. Se puede ver ahí que en siete de las ocho variables, el valor fue superior a 0.5, lo que implica que existe una relación estrecha entre la mayoría de los indicadores analizados. Sólo en el caso de la variable "viviendas sin drenaje" el valor fue de 0.367.

En el cuadro A.2 del anexo estadístico se puede ver el porcentaje de varianza explicada por componente. En este caso, el componente 1 agrupa el 71.310% del total de la varianza total explicada.

CUADRO **1.** Descripción de los indicadores utilizados para el análisis de componentes principales

Indicador	Descripción
Servicio de salud	Porcentaje de población sin derechohabiencia a los servicios de salud.
Mortalidad infantil	Porcentaje de hijos fallecidos de las mujeres de 15 a 49 años de edad.
Exclusión de educación básica	Porcentaje de la población de 6 a 14 años que no asiste a la escuela.
Rezago educativo	Porcentaje de la población de 15 años y más sin instrucción posprimaria.
Viviendas sin drenaje	Porcentaje de viviendas particulares sin drenaje.
Viviendas sin agua	Porcentaje de viviendas particulares sin agua entubada dentro de la vivienda.
Viviendas sin refrigerador	Porcentaje de viviendas sin refrigerador.
Viviendas con hacinamiento	Porcentaje de viviendas particulares con algún nivel de hacinamiento.

Fuentes: INEGI y Conapo, información en línea.

CUADRO **2.** Estadísticos descriptivos por variable para el año 2000

Indicador	Mínimo	Máximo	Media	Desviación estándar
Servicio de salud	.54	99.17	46.85	13.03
Mortalidad infantil	.00	16.95	4.43	1.65
Exclusión de educación básica	.00	31.03	4.47	2.47
Rezago educativo	2.39	78.30	31.23	12.86
Viviendas sin drenaje	.00	100.00	4.86	13.68
Viviendas sin agua	.00	100.00	32.59	28.89
Viviendas sin refrigerador	.00	95.53	20.33	15.74
Viviendas con hacinamiento	.00	80.95	19.29	14.92

Fuente: Elaborado a partir de INEGI, información en línea.

CUADRO **3.** Estadísticos descriptivos por variable y zona para el año 2000

	Variables sobre las personas							
	Servicio de salud		Mortalidad infantil		Exclusión de educación básica		Rezago educativo	
	CM	ZMCM	CM	ZMCM	CM	ZMCM	CM	ZMCM
Mínimo	1.21	0.54	0	0	0	0	3.13	2.39
Máximo	99.17	97.12	11.67	16.95	21.21	31.03	67.53	78.3
Media	45.16	48.50	3.88	4.97	3.83	5.10	26.44	35.92
Desviación estándar	11.80	13.93	1.37	1.73	2.00	2.72	10.7	13.07
	Variables sobre las viviendas							
	Viviendas sin drenaje		Viviendas sin agua		Viviendas sin refrigerador		Viviendas con hacinamiento	
	CM	ZMCM	CM	ZMCM	CM	ZMCM	CM	ZMCM
Mínimo	0	0	0	0	0	0	0	0
Máximo	93.62	100.00	100.00	100.00	95.53	90.91	74.57	80.95
Media	1.83	7.83	21.96	42.97	14.35	26.17	14.66	23.81
Desviación estándar	6.07	17.79	23.40	29.95	12.00	16.74	12.26	15.88

CM: Ciudad de México.
ZMCM: Zona Metropolitana de la Ciudad de México.
Fuente: Elaborado a partir de INEGI, 2000.

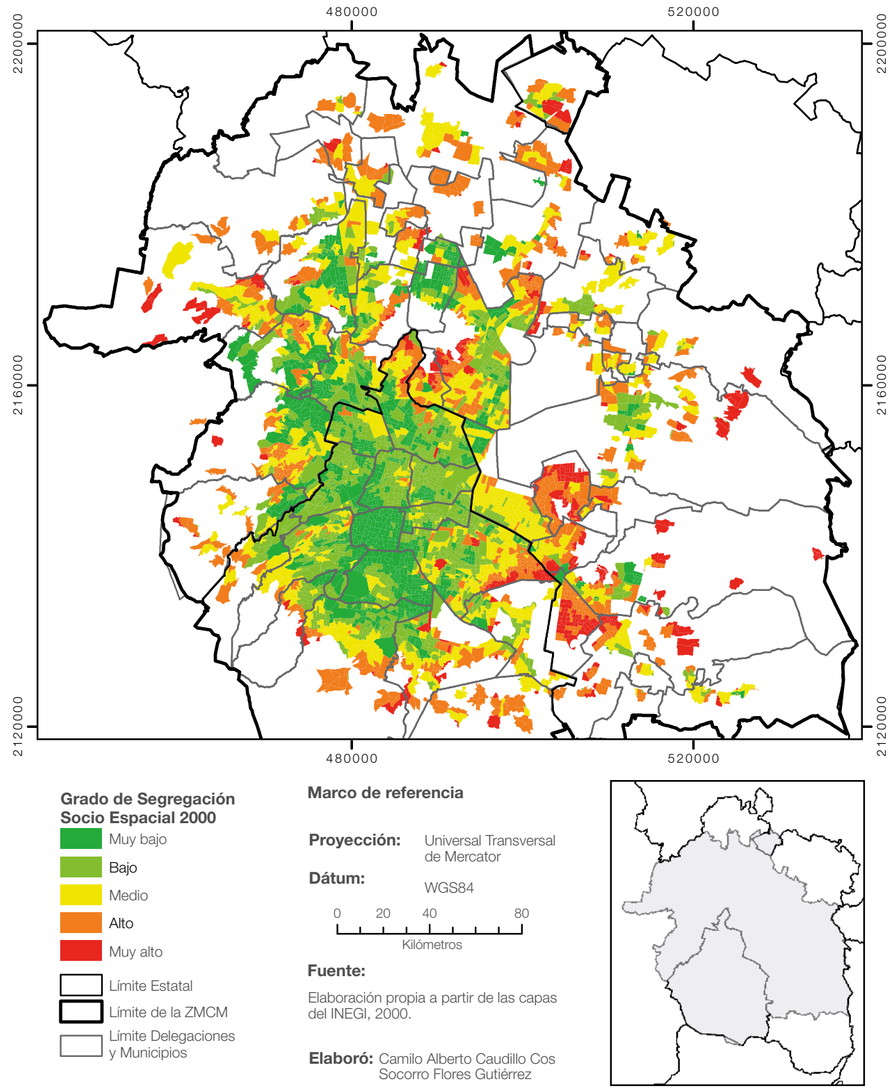
Siguiendo con los resultados del análisis para el año 2000, en el cuadro A.3 del anexo estadístico se observan las variables que integran el componente 1.

A partir de los resultados del análisis factorial por componentes principales para el año 2000 las cargas fueron equiparadas con los resultados del año 2010 y se realizó una estratificación utilizando el método Dalenius-Hodges con el fin de hacer comparables los resultados de ambos años. De este procedimiento resultaron cinco estratos: muy bajo, bajo, medio, alto y muy alto.

En la figura 1 se observan los resultados del grado de segregación socioespacial para el año 2000. Ahí se aprecia espacialmente que los estratos alto y muy alto se ubican en la periferia de la ZMCM, en los municipios del Estado de México e Hidalgo. Los estratos bajo y muy bajo, por su parte, se localizan en las delegaciones centrales de la Ciudad de México y en los municipios del Estado de México al noroeste de la Ciudad de México, lo que se explica por la continuidad de la zona urbana consolidada en aquella región.

Sin embargo, es posible identificar visualmente la presencia de los estratos alto y muy alto de segregación en la zona periférica de la Ciudad de México, en las delegaciones del surponiente, particularmente Xochimilco, Tláhuac e Iztapalapa.

FIGURA **1.** Grado de segregación socioespacial en el año 2000



Fuente: Elaborado a partir de INEGI, 2000.

En el cuadro 4 se anotan los estadísticos descriptivos por variable para el año 2010, que contemplan los valores mínimo, máximo, media y desviación estándar en porcentaje respecto al total por AGEB.

En el cuadro 5 se muestra el comportamiento de los estadísticos descriptivos de cada variable utilizada, tanto en la Ciudad de México como en el resto de los municipios que conforman la ZMCM. Estos estadísticos comprenden el mínimo, máximo, media y desviación estándar en porcentaje con respecto al total por AGEB.

En el cuadro A.4 del anexo de resultados estadísticos se observan las comunalidades de las variables utilizadas en el análisis del año 2010. Se puede ver que en cinco de las ocho variables este valor es superior a 0.5, y en tres casos el valor es menor. Esto sucede en las variables mortalidad infantil, exclusión de educación básica y viviendas sin drenaje. En el cuadro A.5 del anexo estadístico se puede ver el porcentaje de varianza explicada por componente; en este caso, el componente 1 agrupa el 60.57% del total de la varianza total explicada.

En la figura 2 se muestran los resultados del grado de segregación socioespacial para el año 2010. Aquí podemos ver espacialmente la agudización del grado de segregación en la periferia de la ZMCM con los estratos alto y muy alto en los municipios del Estado de México e Hidalgo. Los estratos bajo y muy bajo, por su parte, se ubican en las delegaciones centrales de la Ciudad de México y en los municipios del Estado de México que se localizan al noroeste de la Ciudad, lo que se explica por la continuidad de la zona urbana consolidada. Esta última condición coincide con el año 2000.

De la comparación entre los resultados observados en el año 2000 y los del 2010 podemos inferir que existe cierta *estabilidad* en el espacio urbano consolidado, lo que no ocurre en la periferia, donde se da la aparición de nuevas unidades de análisis territorial. Se deduce que muchas de las AGEB que en el año 2000 presentaban condiciones de alto y muy alto grado de segregación socioespacial, avanzaron al estrato medio o incluso al bajo.

Si comparamos los resultados del grado de segregación de los años 2000 y 2010 podemos observar algunos cambios. Mientras el estrato muy alto disminuyó en 0.5%, el estrato alto aumentó en 1.8%. Por su parte, el estrato medio se redujo en 0.8%, el estrato bajo creció en 0.7% y el estrato muy bajo descendió en 1.2% (cuadro 6).

Si reagrupamos en tres grandes estratos los resultados de la comparación entre los resultados de los años 2000 y 2010 con fines analíticos, el estrato de alta segregación aumentó en 0.9% (744 192 habitantes), mientras que el estrato de baja segregación, disminuyó en 0.9% (888 420); por su parte, el estrato de media segregación disminuyó en 1.0% (743 692).

En un ejercicio un tanto burdo, si las condiciones de segregación socioespacial se mantuvieran en el tiempo, de acuerdo con las estimaciones de población al 2030 realizadas por la Conapo, para ese año habría en la ZMCM una población de 22 600 950 habitantes. Si trasladamos los porcentajes rescatados en el análisis aquí expuesto, al año 2010 en números totales en el estrato muy alto habría 838 393 habitantes, mientras que en el estrato alto serían 4 094 686 habitantes. El estrato medio, por su parte, estaría compuesto por 8 284 875 habitantes. En el estrato bajo serían 4 038 841 y, finalmente, en el estrato muy bajo habría 5 344 155 habitantes.

A continuación se exponen los resultados del análisis de componentes principales ponderados geográficamente con las mismas variables que utilizamos para el análisis global. El objetivo de este ejercicio es resaltar las variaciones locales de las cargas del primer factor, es decir, qué variable tiene el mayor peso en el primer componente, así como su heterogeneidad espacial.

Para el cálculo local se utilizó una ventana móvil de 4.5 kilómetros –no obstante, algunas observaciones aisladas no alcanzaron el número mínimo de vecinos

CUADRO **4.** Estadísticos descriptivos por variable y zona para el año 2010

Indicador	Mínimo	Máximo	Media	Desviación estándar
Servicio de salud	0.00	88.31	38.95	11.94
Mortalidad infantil	0.00	14.43	2.98	1.36
Exclusión de educación básica	0.00	23.15	3.22	1.82
Rezago educativo	0.71	80.21	28.68	11.80
Viviendas sin drenaje	0.00	97.47	2.28	7.60
Viviendas sin agua	0.00	100.00	20.37	25.12
Viviendas sin refrigerador	0.00	91.49	12.00	11.13
Viviendas con hacinamiento	0.00	86.96	31.28	16.74

Fuente: Elaborado a partir de INEGI, 2010.

CUADRO **5.** Estadísticos descriptivos por variable y zona para el año 2010

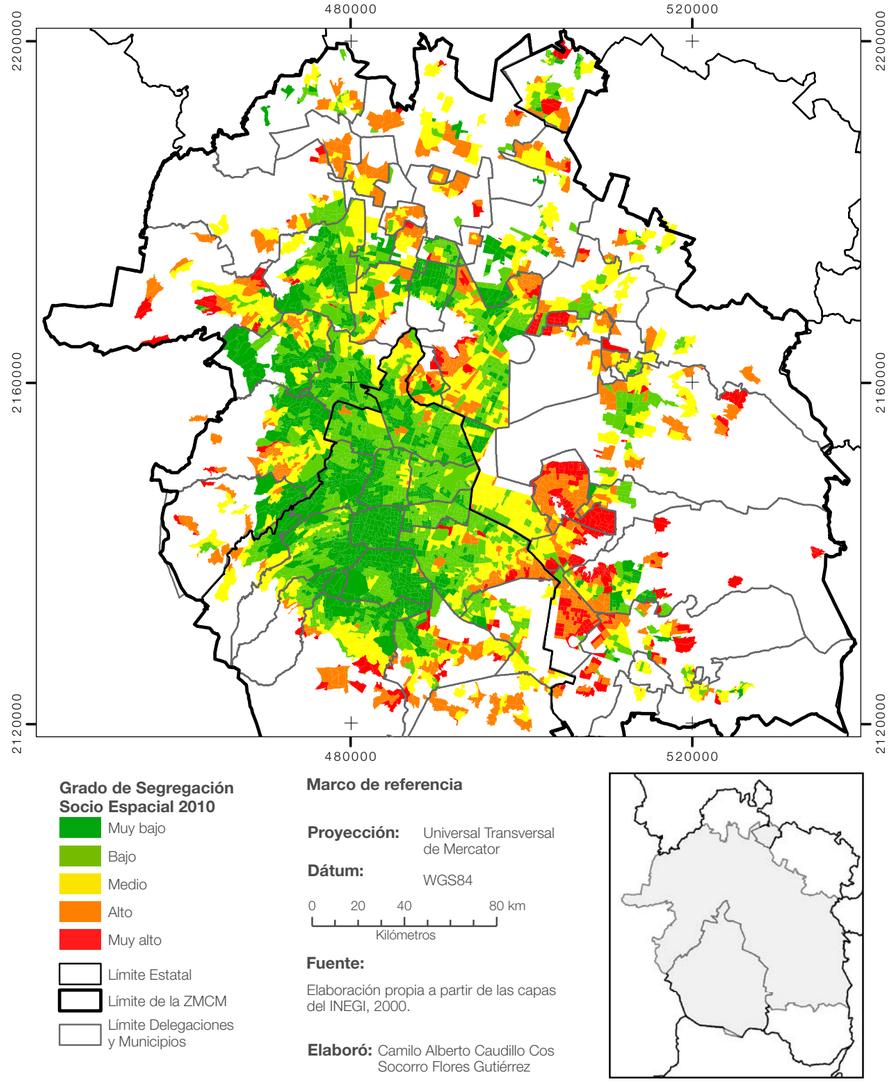
	Variables sobre las personas							
	Servicios de salud		Mortalidad infantil		Exclusión de educación básica		Rezago educativo	
	CM	ZMCM	CM	ZMCM	CM	ZMCM	CM	ZMCM
Mínimo	0.57	0	0	0	0	0	2.22	0.71
Máximo	77.53	88.31	14.43	12.96	16.67	23.15	60.16	80.21
Media	33.81	43.16	2.62	3.28	2.92	3.47	24.65	31.99
Desviación estándar	9.37	12.17	1.26	1.37	1.61	1.94	10.24	11.97
	Variables sobre las viviendas							
	Viviendas sin drenaje		Viviendas sin agua		Viviendas sin refrigerador		Viviendas con hacinamiento	
	CM	ZMCM	CM	ZMCM	CM	ZMCM	CM	ZMCM
Mínimo	0	0	0	0	0	0	0.5319	0
Máximo	88.95	97.47	100.00	100.00	74.74	91.49	69.70	86.96
Media	0.88	3.43	11.95	27.26	8.23	15.10	24.69	36.68
Desviación estándar	3.29	9.65	18.78	27.45	7.75	12.44	14.09	16.80

Fuente: Elaborado a partir de INEGI, 2010.

En los municipios

del Estado de México y el municipio de Hidalgo que conforman la **Zona Metropolitana** de la Ciudad de México se observan **estratos de segregación** alto y muy alto.

FIGURA **2.** Grado de segregación socioespacial en el año 2010



Fuente: Elaborado a partir de INEGI, 2010.

CUADRO **6.** Comparación grado de segregación socioespacial en 2000 y 2010

	2000			2010			Diferencia		
Grado de segregación	**AGEB**	**Población**	**%**	**AGEB**	**Población**	**%**	**%**	**AGEB**	**Población**
Muy alto	302	706 788	4.2	352	711 735	3.7	**-0.5**	50	4 947
Alto	766	2 736 846	16.3	918	3 476 091	18.1	**1.8**	152	739 245
Medio	1 333	6 289 566	37.4	1 604	7 033 258	36.7	**-0.8**	271	743 692
Bajo	717	2 893 548	17.2	886	3 428 683	17.9	**0.7**	169	535 135
Muy bajo	1 353	4 183 515	24.9	1 495	4 536 800	23.6	**-1.2**	142	353 285
Total	4 471	16 810 263	100	5 255	19 186 567	100			

Fuente: Elaborado a partir de INEGI, 2000 y 2010.

para poder definir sus cargas– con una función bi-cuadrada. Los resultados de las variables con las *cargas absolutas máximas locales*[2] se muestran en la figura 3 y los mapas de la varianza explicada por los primeros dos componentes, en la figura 4.

Para ambos periodos la distribución del cruce entre las variables con las cargas absolutas máximas del primer componente y la región de estudio muestran evidencia para rechazar la hipótesis de independencia entre región y variable más importante localmente.[3]

Es decir, las variables más importantes localmente dependen de la región analizada, situación que se evidencia si observamos los datos del cuadro 7.

El primer elemento a resaltar es el cambio en la heterogeneidad de los resultados. Hacia 2010 hay zonas de mayor amplitud homogéneas, tanto en las variables concernientes a las características de las viviendas como en las relativas a las características de la población. Lo anterior se puede observar en la figura 3. El mapa *a* corresponde a las variables relacionadas con las características de la población en el año 2000 y el mapa *b* al año 2010. En el mapa *c* se pueden observar las variables relativas a las características de la vivienda para el año 2000, mientras en el mapa *d*, para el año 2010 en el mismo rubro.

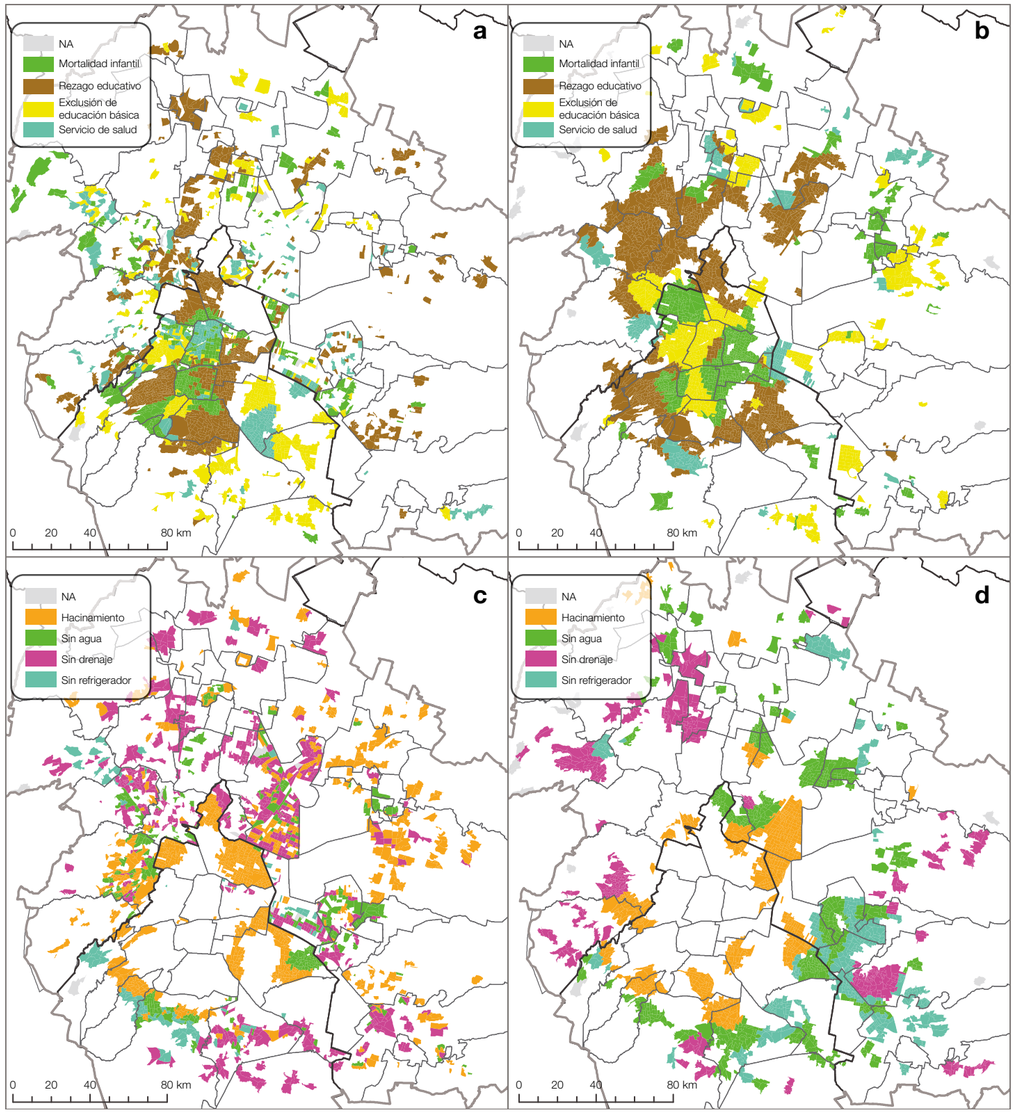
En el año 2000 la variable más importante en la ZMCM fue el porcentaje de viviendas que carecen de drenaje, mientras que para la Ciudad de México fue la educación. Esto se puede observar en el cuadro 8, donde se agrupan los datos por variable, región y año de análisis.

En la figura 4 se muestran los mapas del porcentaje de la varianza explicada por los dos componentes principales ponderados geográficamente para los años 2000 y 2010; este comportamiento es un indicador de la validez de los resultados. Para ambos periodos el valor mínimo de las AGEB en las que se obtuvieron resultados va de casi el 60% a poco más del 70% de la varianza explicada. Es interesante notar

[2] Las cargas absolutas máximas locales no son otra cosa que la variable más importante localmente para el primer componente principal. En adelante sustituiremos el término estadístico (el primero) por el más coloquial (el segundo).

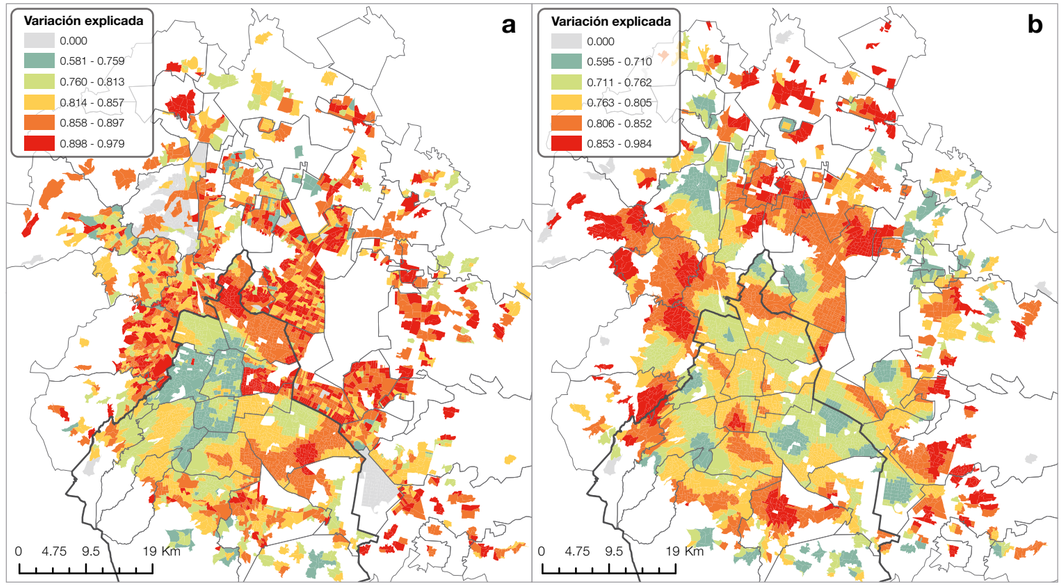
[3] Prueba Chi cuadrada con 7 grados de libertad para el año 2000 = 577.655, p<0.001 y para 2010 = 794.460, p<0.001.

FIGURA **3.** Variables más importantes localmente del primer componente



Fuente: Elaborado a partir de INEGI, 2010.

FIGURA **4.** Proporción de la variación explicada localmente por los primeros dos componentes principales, 2000 y 2010



Fuente: Elaborado a partir de INEGI, 2000 y 2010.

CUADRO **7.** Frecuencia de las áreas geoestadísticas básicas de acuerdo con las variables más importantes por región, 2000 y 2010

Variables	2000			2010		
	Región		Total	Región		Total
	CM	ZMCM		CM	ZMCM	
Servicio de salud	274	161	435	614	151	765
Mortalidad infantil	624	363	987	628	693	1,321
Exclusión de educación básica	348	146	494	368	320	688
Rezago educativo	255	161	416	76	148	224
Viviendas sin drenaje	519	424	943	324	336	660
Viviendas sin agua	111	232	343	229	439	668
Viviendas sin refrigerador	110	585	695	23	403	426
Viviendas con hacinamiento	65	40	105	101	317	418
Total	2 306	2 112	4 418	2 363	2 807	5 170

Fuente: Elaborado a partir de INEGI, 2000 y 2010.

CUADRO **8.** Población residente por la variable más importante y región, 2000 y 2010.

Variables	2000			2010		
	Región		Total	Región		Total
	CM	ZMCM		CM	ZMCM	
Servicio de salud	966 780	719 310	1 686 090	2 134 902	437 780	2 572 682
Mortalidad infantil	2 266 549	1 264 446	3 530 995	2 307 640	2 422 480	4 730 120
Exclusión de educación básica	1 055 143	524 221	1 579 364	1 242 338	1 130 020	2 372 358
Rezago educativo	955 770	646 258	1 602 028	286 493	714 696	1 001 189
Viviendas sin drenaje	2 269 629	1 493 188	3 762 817	1 409 450	1 591 107	3 000 557
Viviendas sin agua	433 263	1 082 675	1 515 938	909 062	1 586 911	2 495 973
Viviendas sin refrigerador	350 721	2 373 877	2 724 598	67 970	1 265 039	1 333 009
Viviendas con hacinamiento	267 858	262 575	530 433	384 195	1 155 483	1 539 678

CM: Ciudad de México.
ZMCM: Zona Metropolitana de la Ciudad de México.
Fuente: Elaborado a partir de INEGI, 2000 y 2010.

que en el año 2000 los valores menores de la varianza explicada tendían a concentrarse en tres de las delegaciones centrales: Miguel Hidalgo, Cuauhtémoc y Benito Juárez, lo que implica que en esas demarcaciones prevalecía una mayor heterogeneidad en las variables utilizadas. Por otro lado, en las AGEB de los municipios conurbados hay una sucesión de parches de valores entre el 85% y el 97% de la varianza explicada, resultados notables para únicamente dos componentes. Para el año 2010 el patrón de la varianza explicada se conforma de parches de mayor tamaño que en el primer periodo; en términos generales, el método captura mejor el patrón de variación local en los municipios conurbados.

Tendencias identificadas

Respecto de los niveles de segregación, en 2010 el 3.7% de las AGEB se ubicaron en el estrato muy alto, espacio en que habitan 711 735 personas. La población de la ZMCM se asienta de manera mayoritaria en áreas con un estrato medio de segregación socioespacial.

De acuerdo con los análisis realizados para los años 2000 y 2010, se observa una tendencia de centralidad de los estratos altos y una presencia de los bajos en la periferia, sobre todo hacia el oriente de la ciudad. Comparativamente, las AGEB que se ubicaban en estratos de segregación socioespacial alto y muy alto en el año 2000 mejoraron su condición en 2010, al consolidarse el espacio urbano en ese periodo de 10 años.

Con base en la evidencia de investigaciones previas y en lo que nuestro análisis ha mostrado se puede afirmar que la tendencia territorial de la segregación socioespacial se mantuvo de forma relativamente estable desde 1990 hasta 2010. Las delegaciones centrales presentan un grado de segregación muy bajo y bajo, mientras que en las delegaciones periféricas se observan niveles de segregación medio y alto y, en menor proporción, muy alto. La diferencia fundamental entre los años 2000 y 2010 es la aparición de nuevas unidades de análisis territorial y la consolidación del continuo urbano.

Por su parte, en los municipios del Estado de México y el municipio de Hidalgo que conforman la ZMCM, se observan los estratos de segregación alto y muy alto; de forma tendencial y con el crecimiento del área urbana, sobre todo en el nororiente, se identifica un cambio positivo pero no satisfactorio en las condiciones de segregación socioespacial. Y es precisamente en esta zona, donde se tiene que poner atención a la agenda de las políticas públicas de desarrollo urbano y territorial.

Conclusiones

De acuerdo con los resultados observados en el desarrollo del presente estudio, de manera general se observa un proceso de sucesión en las condiciones de segregación socioespacial principalmente en las zonas periféricas de la ZMCM. Este patrón se mantiene de acuerdo con la revisión de estudios previos que exploran la condición para los años 1990 y 2000.

Durante el periodo transcurrido entre los años 2000 y 2007 en la Ciudad de México se impulsó un plan de densificación, el llamado Bando 2, que imponía restricciones a la construcción en 12 de las 16 delegaciones y permitía la construcción de vivienda únicamente en las cuatro delegaciones centrales, donde prevalecía la subutilización de la infraestructura de servicios, según el diagnostico del Gobierno del DIstrito Federal. Esta política fue eficaz en términos restrictivos; se ralentizó el crecimiento de la vivienda, pero también tuvo un efecto nocivo a escala de la metrópoli; hubo un crecimiento desmesurado de vivienda social en los municipios conurbados en zonas dispersas y alejadas de empleos y servicios, lo que para algunos autores se denomina *periurbanización*.

El resultado de la aplicación de estas políticas de vivienda fue un importante aumento de la segregación en los municipios conurbados, pues el mercado inmobiliario impone condiciones que facilitan o dificultan el establecimiento de ciertos grupos de población en ciertas zonas de la ciudad.

En el capítulo sobre movilidad laboral que se encuentra en este mismo libro se indica que desde 2006 se identificaron a nivel nacional preocupantes tasas de desocupación de vivienda. En el caso de la metrópoli, la vivienda vacante no es un fenómeno que se concentre en la periferia de forma exclusiva; en el eje que va de avenida Juárez a Polanco por el Paseo de la Reforma hay una concentración muy importante de vivienda desocupada. La vivienda deshabitada exhibe dos patrones complementarios que se relacionan con la segregación socioespacial de formas distintas:

1. El centro de la ciudad, la zona consolidada y una de las zonas destinadas a la construcción de nueva vivienda en el Bando 2 tienen altos niveles de desocupación por exclusión: la renta del suelo es muy cara y la fiebre de edificación estimula aún más el aumento del precio. Esto implica que la autosegregación de los grupos sociales de altos ingresos inducida por el mercado inmobiliario aumente.
2. La desocupación de vivienda social en la periferia. En este caso también vemos el resultado de la acción de los desarrolladores junto con la administración estatal que facilitó la construcción de vivienda social asequible pero desconectada de elementos citadinos vitales: el trabajo y el transporte. Bajo esta modalidad de urbanización se van generando barrios socialmente homogéneos que refuerzan la segregación socioespacial y la exclusión de los grupos más vulnerables. Éstos se establecen en regiones alejadas, lo que los obliga a realizar viajes laborales de mayor duración, e incluso para satisfacer las necesidades de consumo básicas tienen que recorrer grandes distancias.

La diferenciación social territorial es, posiblemente, un elemento que se presenta en las ciudades de todo el mundo. Una parte de esta diferenciación es promovida por las fuerzas del mercado; sin embargo, el Estado debe reconocer su papel en el aumento de la segregación tanto de los grupos de alta renta como de los grupos de bajos ingresos. Después de todo, los gobiernos locales definen las políticas de uso de suelo y son los que aprueban los proyectos de nuevos desarrollos inmobiliarios. Las grandes unidades habitacionales periféricas con subsidios estatales configuran un paisaje homogéneo en términos sociales y funcionales que no construyen ciudad. No se debe pasar por alto que la vida urbana implica no sólo el tamaño y permanencia de un asentamiento humano, sino sobre todo su heterogeneidad.

Si bien este estudio apuntó a identificar las principales tendencias territoriales de la segregación socioespacial en la Ciudad de México, hay que señalar la urgente necesidad de indagar sobre las causas de la organización social del espacio urbano, aspecto que en el largo plazo permitirá la identificación de zonas prioritarias de especial atención para políticas focalizadas. Otro aspecto a considerar es la vinculación de este tipo de trabajos con otros de corte e incidencia social, como podrían ser el análisis del acceso y dotación de servicios urbanos y la situación de la inseguridad urbana, por citar sólo dos ejemplos.

ANEXO. Resultados estadísticos del análisis de componentes principales

CUADRO **A.1.** Comunalidades de las variables para el año 2000

Variable	Inicial	Extracción
Servicio de salud	1.000	.655
Mortalidad infantil	1.000	.573
Exclusión de educación básica	1.000	.539
Rezago educativo	1.000	.882
Viviendas sin drenaje	1.000	.367
Viviendas sin agua	1.000	.877
Viviendas sin refrigerador	1.000	.915
Viviendas con hacinamiento	1.000	.897

Fuente: Elaborado a partir de INEGI, 2000.

CUADRO **A.2.** Varianza total explicada para el año 2000

Componente	Autovalores iniciales			Sumas de las saturaciones al cuadrado de la extracción	
	Total	% de la varianza	% acumulado	Total	% de la varianza
1	5.705	71.310	71.310	5.705	71.310
2	.736	9.195	80.506		
3	.531	6.633	87.139		
4	.455	5.690	92.829		
5	.306	3.824	96.653		
6	.120	1.494	98.147		
7	.082	1.030	99.177		
8	.066	.823	100.000		

Fuente: Elaborado a partir de INEGI, 2000.

CUADRO **A.3.** Matriz de componentes para el año 2000

Variable	Componente
	1
Servicio de salud	.809
Mortalidad infantil	.757
Exclusión de educación básica	.734
Rezago educativo	.939
Viviendas sin drenaje	.605
Viviendas sin agua	.936
Viviendas sin refrigerador	.957
Viviendas con hacinamiento	.947

Fuente: Elaborado a partir de INEGI, 2000.

CUADRO **A.4.** Comunalidades de las variables para el año 2010

Variable	Inicial	Extracción
Servicio de salud	1.000	.714
Mortalidad infantil	1.000	.380
Exclusión de educación básica	1.000	.254
Rezago educativo	1.000	.854
Viviendas sin drenaje	1.000	.189
Viviendas sin agua	1.000	.761
Viviendas sin refrigerador	1.000	.848
Viviendas con hacinamiento	1.000	.847

Fuente: Elaborado a partir de INEGI, 2010.

CUADRO **A.5.** Varianza total explicada para el año 2010

Componente	Autovalores iniciales			Sumas de las saturaciones al cuadrado de la extracción	
	Total	% de la varianza	% acumulado	Total	% de la varianza
1	4.846	60.578	60.578	4.846	60.578
2	.915	11.437	72.015		
3	.760	9.496	81.512		
4	.657	8.208	89.720		
5	.309	3.859	93.579		
6	.278	3.479	97.058		
7	.147	1.838	98.897		
8	.088	1.103	100.000		

Fuente: Elaborado a partir de INEGI, 2010.

CUADRO **A.6.** Matriz de componentes para el año 2010

Variable	Componente
	1
Servicio de salud	.845
Mortalidad infantil	.616
Exclusión de educación básica	.504
Rezago educativo	.924
Viviendas sin drenaje	.435
Viviendas sin agua	.872
Viviendas sin refrigerador	.921
Viviendas con hacinamiento	.920

Fuente: Elaborado a partir de INEGI, 2010.

Bibliografía

Aguilar, S. (2011). Dinámicas de la segregación urbana. Movilidad cotidiana en Montevideo. *Revista de Ciencias Sociales*, vol. 24, núm. 28, pp. 57-75.Uruguay, Universidad de la República.

Brunsdon, C., S. Fotheringham y M. Charlton (1996). Geographically weighted regression: a method for exploring spatial nonstationarity. *Geographical Analysis*, vol. 28, núm. 4, pp. 281-298. E.U.A. Ohio State University.

Dávila Ibáñez, H. R., R. M. Constantino Toto y C. V. Pérez Llanas (2007). Metropolización y segregación en la ciudad de México. En: D. R. Villarreal, D. Mignot (coords.), *Metropolización, concentración económica y desigualdades espaciales en México y Francia*. México, Universidad Autónoma Metropolitana, Unidad Xochimilco, pp. 181-208.

Gollini, I., B. Lu, M. Charlton, C. Brunsdon y P. Harris (2015). GWmodel: An R package for exploring spatial heterogeneity using geographically weighted models. *Journal of Statistical Software*, vol. 63. núm. 17, pp. 1-50. E.U.A., Foundation for Open Statistics.

González Arellano, S. (2011). *Ciudad desigual. Diferenciación sociorresidencial en las ciudades mexicanas.* México, Editorial Plaza y Valdés y Universidad Autónoma Metropolitana, Unidad Cuajimalpa.

Mera, G. (2014). De la localización a la movilidad: propuestas teórico-metodológicas para abordar la segregación espacial urbana. *Cuaderno Urbano*, vol. 17, núm. 17, pp. 25-46.

Pantaleón, N. (2012). *Segregación residencial en la Zona Metropolitana del Valle de México, 2000-2010, un análisis espacial.* Tesis de maestría en Población y Desarrollo. México, Facultad Latinoamericana de Ciencias Sociales.

Peña, D. (2002). *Análisis de datos multivariantes*. España, Mc Graw Hill.

Pérez-Campuzano, E. (2011). Segregación socioespacial urbana. Debates contemporáneos e implicaciones para las ciudades mexicanas. *Estudios Demográficos y Urbanos*, vol. 26, núm. 2, pp. 403-432.

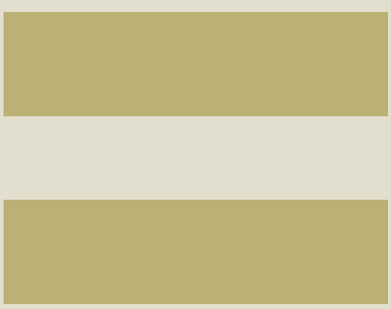
Rubalcava, R. M. y M. Schteingart (2012). *Ciudades divididas: desigualdad y segregación social en México*. México, El Colegio de México.

Sabatini, F. (2003). *La segregación social del espacio en las ciudades de América Latina* (Documentos de Trabajo del Instituto de Estudios Urbanos y Territoriales). Chile, Banco Interamericano de Desarrollo. En: <http://publications.iadb.org/handle/11319/5324>.

Información en línea

Consejo Nacional de Población. Base de datos del índice de marginación por AGEB 2000-2010. Sitio: <http://www.conapo.gob.mx/es/CONAPO/Datos_Abiertos_del_Indice_de_Marginacion>.

INEGI. Censos y conteos de población. Sitio: <http://www.inegi.org.mx/sistemas/consulta_resultados/ageb_urb2010.aspx?c=28111&s=est>.



UNA MIRADA A LA ECONOMÍA DE LA CIUDAD DE MÉXICO

Lorena Galindo Arizpe*
Alejandro Burgos Dzib**

Introducción

Además de ser uno de los principales centros generadores de riqueza del país, la Ciudad de México y su zona metropolitana se cuentan entre los territorios en los que se concentran las mayores oportunidades de empleo, y buena parte de los beneficios asociados al desarrollo urbano nacional.

No obstante, el dinamismo promedio de su economía ha tendido a disminuir en los últimos años y con ello su capacidad de mantener los mismos ritmos y parámetros de ocupación de otros tiempos. Se ha modificado, asimismo, la dinámica territorial tanto de la Ciudad como de toda la Zona Metropolitana de la Ciudad de México (ZMCM). Estos cambios forman parte de los nuevos retos de la metrópoli en relación con la competitividad económica y urbana, el desarrollo social y la sostenibilidad en el corto y mediano plazo.

En este capítulo se hace un breve recuento de estos cambios a partir de la identificación de las principales tendencias registradas en el ritmo del crecimiento, la estructura sectorial y la productividad de la economía de la Ciudad de México, desde una perspectiva territorial.

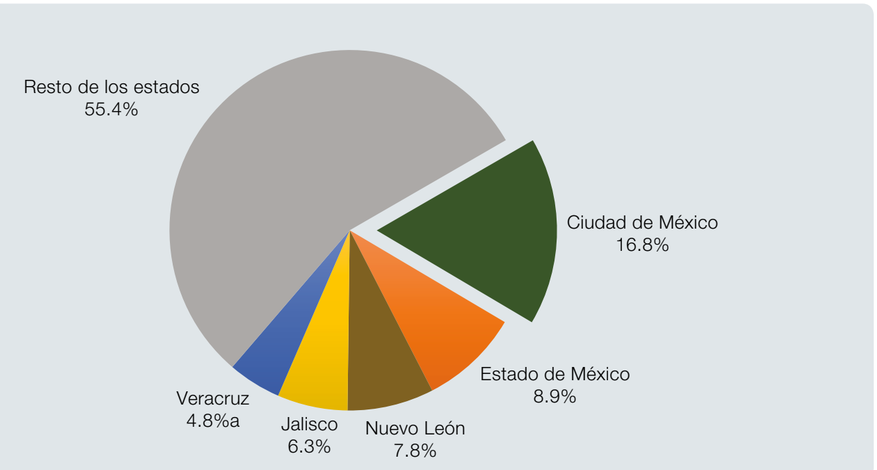
Importancia de la economía de la Ciudad

La Ciudad de México forma parte aún de una de las metrópolis más grandes y pobladas del país y del mundo. Su economía sigue siendo la más grande de la República: en 2015 su contribución representó prácticamente el 17% del total del producto interno bruto (PIB) nacional (gráfica 1). Se trata de una economía que sigue creciendo y generando, también, la mayor parte del PIB de la ZMCM (gráfica 2).

En comparación con otras zonas metropolitanas del país, la de la Ciudad de México ha sido, por décadas, la

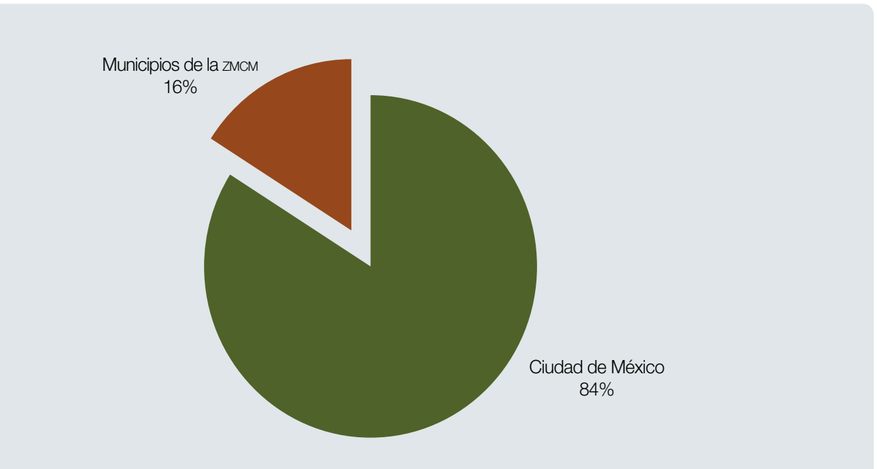
* Investigadora del Centro de Investigación y Geografía y Geomática Ing. Jorge L. Tamayo, A.C.
** Consultor de Red Geo.

GRÁFICA **1.** Contribución de la Ciudad de México y otras entidades al PIB nacional, 2015 (porcentajes)



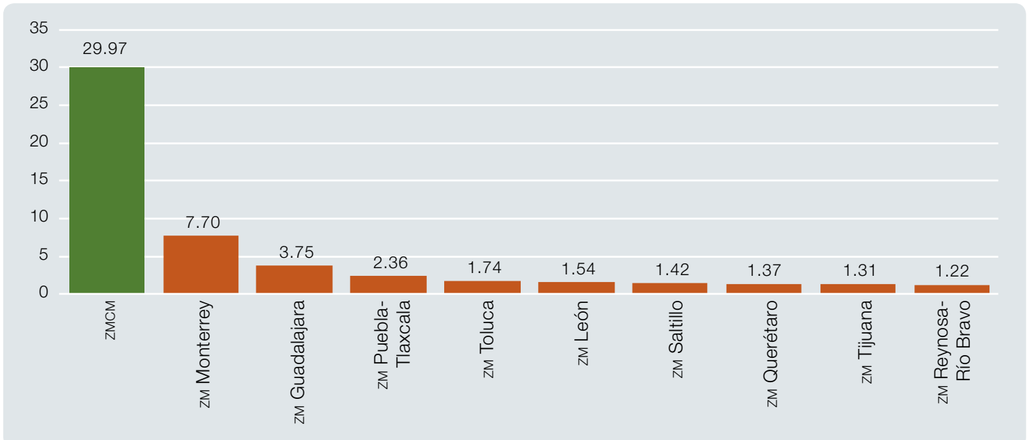
Fuente: Elaboración propia con base en datos de INEGI, Banco de Información Económica (BIE).

GRÁFICA **2.** Composición del valor agregado censal bruto de la Zona Metropolitana de la Ciudad de México, 1998-2013 (porcentajes)



Fuente: Elaboración propia con base en datos de INEGI, Censos Económicos. Resultados definitivos, varios años (SAIC).

GRÁFICA **3.** Contribución relativa de la Zona Metropolitana de la Ciudad de México en el PIB nacional 2013 y comparación con otras zonas metropolitanas del país (porcentajes)



Fuente: Elaboración propia con base en datos de INEGI, Banco de Información Económica (BIE).

que más ha aportado a la economía nacional: en 2013 su contribución representó el 30% del PIB nacional, mientras que la de la zona metropolitana de Monterrey fue cercana al 8% y la de la zona metropolitana de Guadalajara, de casi 4% (gráfica 3).

En la Ciudad se concentran, junto a los niveles más elevados de actividad económica, las mayores capacidades productivas del país para la generación de riqueza. Aquí se encuentra desde fines de los años noventa alrededor de la quinta parte de la inversión total en el país, así como la cuarta parte tanto de la formación bruta de capital fijo como del acervo total de activos fijos del país (gráfica 4).

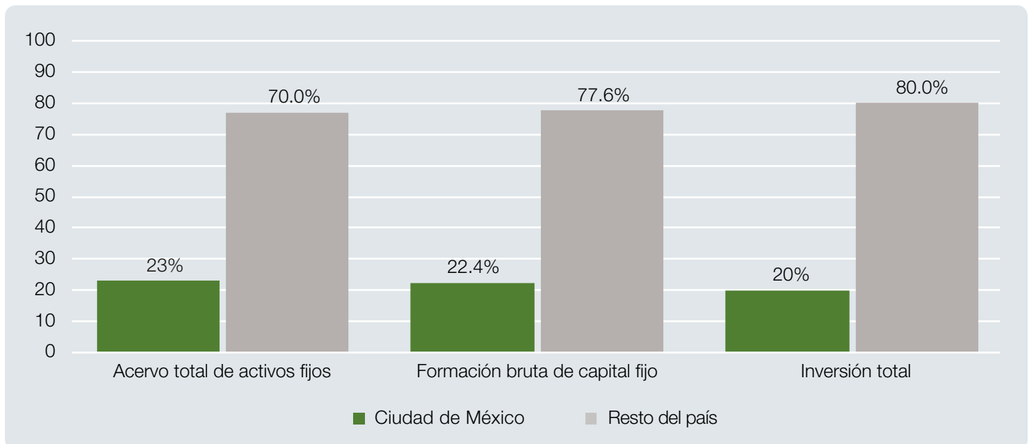
De la mayor importancia es su capacidad de generar empleo.[1] Desde finales de la década de los noventa hasta la fecha, en promedio cerca de la quinta parte del personal ocupado a escala nacional se ha concentrado en la capital. En conjunto, el personal ocupado en la ZMCM ha constituido la cuarta parte del rubro en el país (gráfica 5). Su relevancia en la economía nacional se refleja en el paralelismo que se ha registrado todos estos años entre la trayectoria de la tasa media de crecimiento anual (TMCA) del PIB de la Ciudad y la del PIB nacional (gráfica 6).

La Ciudad de México realiza una importante contribución sectorial al PIB nacional en actividades relacionadas particularmente con los servicios. Entre estas actividades destacan los servicios corporativos; los servicios profesionales, científicos y técnicos; los servicios financieros y de seguros, y los servicios de apoyo a negocios y manejo de desechos y servicios de remediación. En esos cuatro rubros aportó en promedio 77.2%, 50.1%, 45.4% y 44.8%, respectivamente, del PIB sectorial del país entre 2003 y 2014 (gráfica 7).

También es relevante que, de acuerdo con mediciones representativas de la competitividad en el

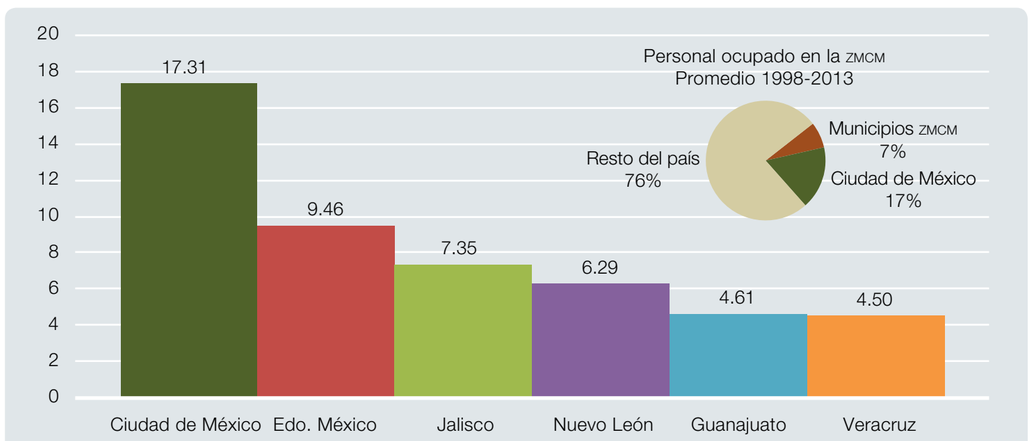
[1] Ver el siguiente capítulo de este libro: "Tendencias territoriales del empleo en la Ciudad de México".

GRÁFICA **4.** Peso relativo de los factores de la producción de la Ciudad de México en el total nacional promedio, 1998-2013 (porcentajes)



Fuente: Elaboración propia con base en datos de INEGI, Censos Económicos. Resultados definitivos, varios años (SAIC).

GRÁFICA **5.** Personal ocupado: peso relativo de la Ciudad de México, la Zona Metropolitana de la Ciudad de México y estados seleccionados en el total nacional, promedio 1998-2013

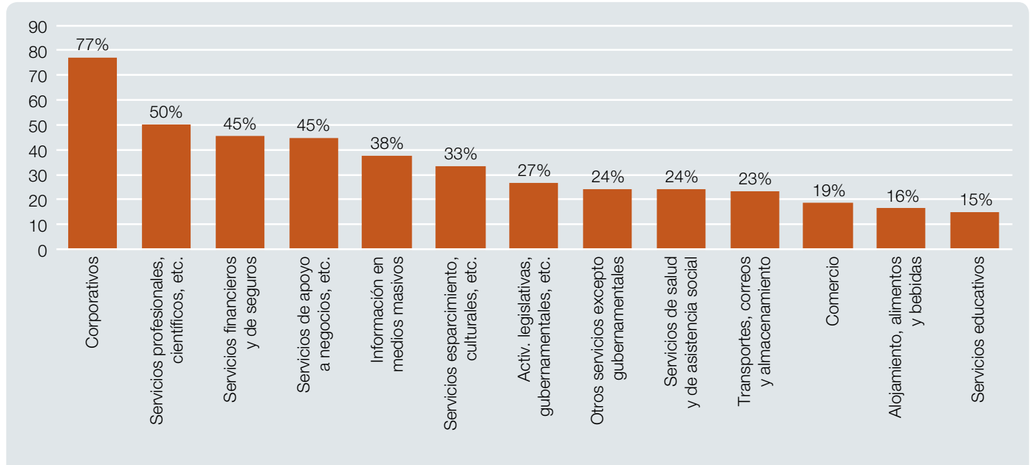


Fuente: Elaboración propia con base en datos de INEGI, Censos Económicos. Resultados definitivos, varios años (SAIC).

GRÁFICA **6.** Evolución de la tasa media de crecimiento anual del PIB nacional y el PIB de la Ciudad de México, 1994-2015 (porcentajes)

Fuente: Elaboración propia con base en datos de INEGI, Banco de Información Económica (BIE).

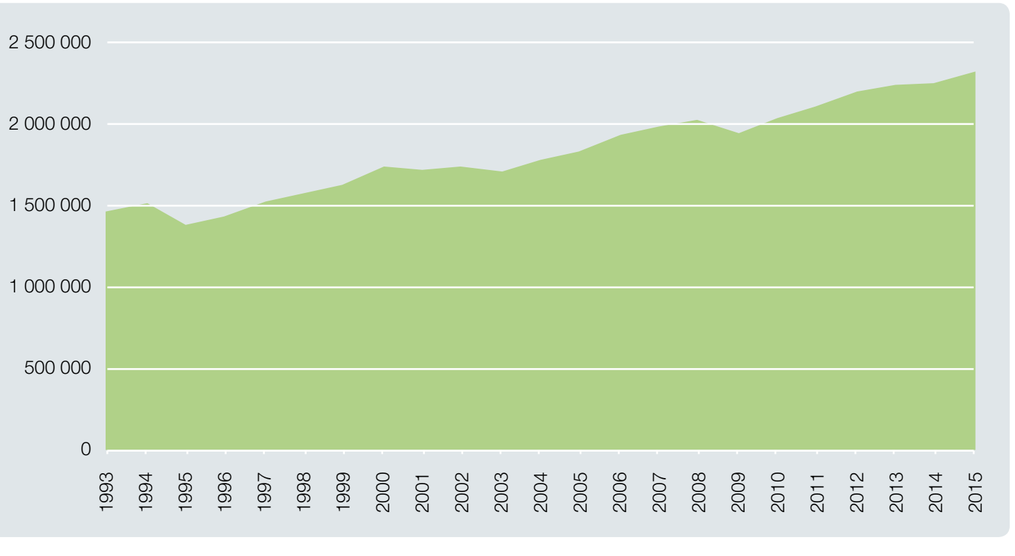
GRÁFICA **7.** Contribución de la Ciudad de México al PIB sectorial del país, promedio 2003-2015 (porcentajes)



Fuente: Elaboración propia con base en datos de INEGI, Banco de Información Económica (BIE).

GRÁFICA **8.** Evolución del PIB de la Ciudad de México, 1993-2015

GRÁFICA **8a.** Crecimiento del PIB de la Ciudad de México, 1993-2015 (millones de pesos a precios de 2008)



país, la economía de la Ciudad de México y, en su caso, de la ZMCM, siguen ocupando, en términos generales, el primer lugar nacional.[2]

Principales tendencias de la economía de la Ciudad

Tendencias generales

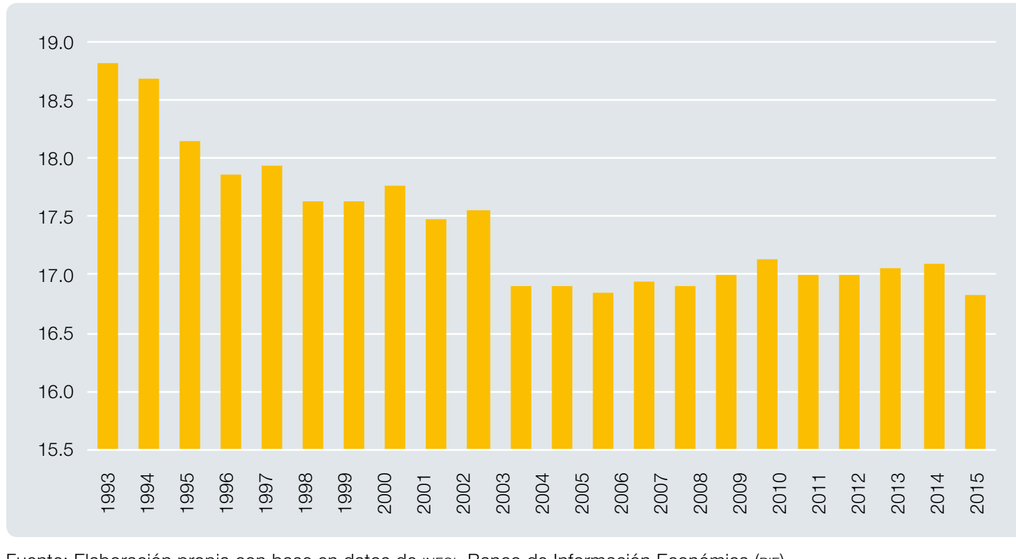
Si bien la contribución de la Ciudad al PIB nacional prácticamente se duplicó a lo largo de los últimos 20 años, su peso relativo en el total nacional mostró una tendencia constante hacia la disminución: mientras que en 1993 representó el 18.8% del PIB nacional, en 2015 su aportación fue del 16.8% (gráfica 8). A la par, las economías de otras entidades, sin dejar de ser mucho menores, tendieron a mejorar sus posiciones (gráfica 9).

Al tiempo que el peso relativo del PIB de la Ciudad de México en el PIB nacional se redujo progresivamente a lo largo del periodo estudiado, sus ritmos de crecimiento también disminuyeron. Si bien sus TMCA se mantuvieron muy cercanas a las del PIB nacional (gráfica 10), entre 1993 y 2015 se registró una TMCA promedio menor a las de otras entidades (gráfica 11).

La tendencia se observa incluso en las diferentes etapas de crisis que se han registrado en la economía nacional en el periodo, durante las cuales las inflexiones del PIB de la Ciudad fueron un poco más pronunciadas.

[2] Según el Índice de Competitividad Estatal 2014 del Instituto Mexicano para la Competitividad, A.C, la Ciudad de México ha ocupado el primer lugar nacional en competitividad desde 2010.

GRÁFICA **8b.** Peso relativo del PIB de la Ciudad de México en el PIB nacional, 1993-2015 (porcentajes)



Fuente: Elaboración propia con base en datos de INEGI, Banco de Información Económica (BIE).

Por otra parte, la economía de la Ciudad de México registró una serie de cambios en relación con su composición sectorial. En la información correspondiente al periodo de 2003 a 2014 se observa la continua pérdida de peso de las industrias manufactureras (que pasaron del 11% al 7% del PIB). En tanto, se mantuvo el peso relativo del comercio (16%) y aumentó especialmente el peso de los servicios financieros y de seguros (de 5% a 12%), seguidos de los servicios de información en medios masivos (de 3.5% a 8%) (gráficas 12 y 13).

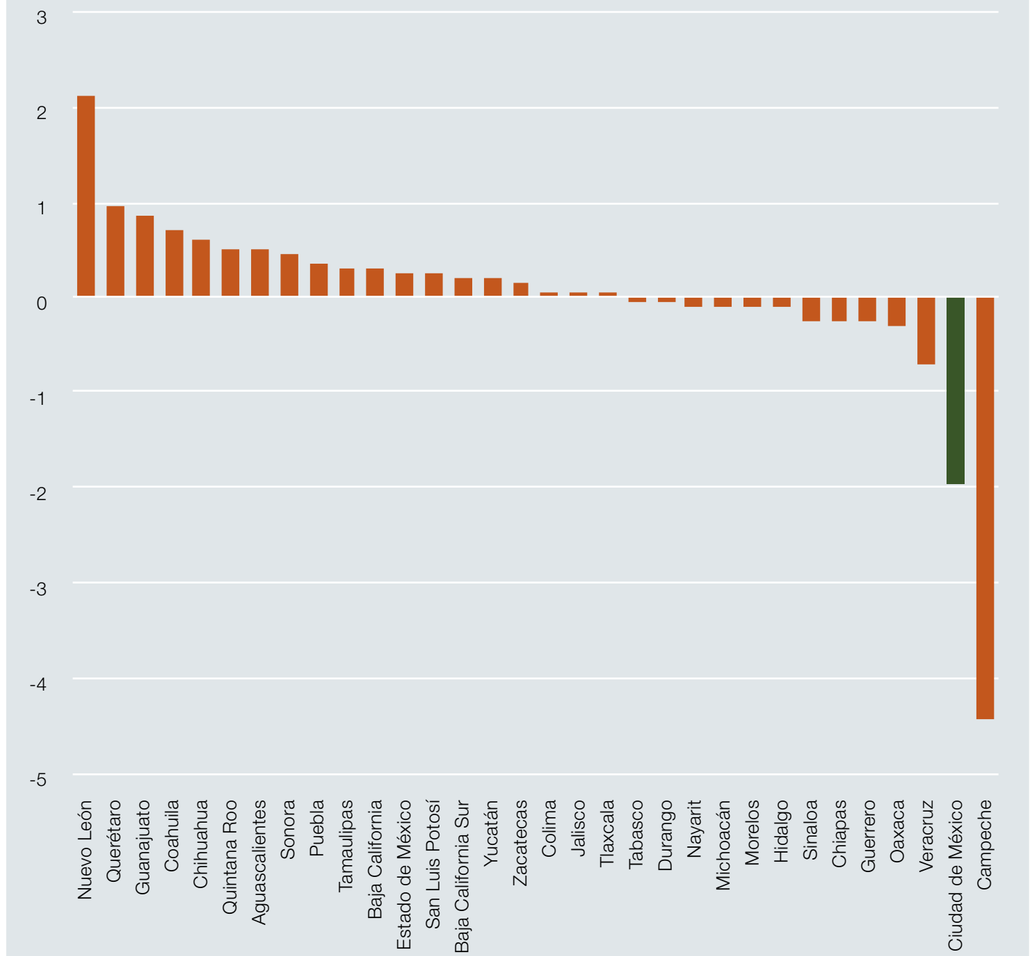
Y de la mayor importancia: la fortaleza de la economía de la capital se vuelve a manifestar en los elevados niveles de productividad que mantiene en comparación con el resto del país.

Recuperando la trayectoria reciente de la relación entre el valor agregado censal bruto (VACB) y el personal ocupado, la productividad promedio de la Ciudad de México, que ya en 2005 era 80% superior a la obtenida en promedio en el país, continuó aumentando. En 2015 esa diferencia fue superior al 100%. Mientras que la productividad nacional aumentó 6% entre 2005 y 2015, la productividad laboral en la Ciudad de México se incrementó en casi 20% (gráfica 14). Comparada con la productividad laboral de otras entidades del país, la de la Ciudad de México resultó también significativamente más alta a lo largo del periodo 2005-2015, al igual que la evolución de su TMCA (gráfica 15).

GRÁFICA **9.** Evolución y cambio en la contribución de la Ciudad de México y los estados en el PIB nacional, 1993-2015

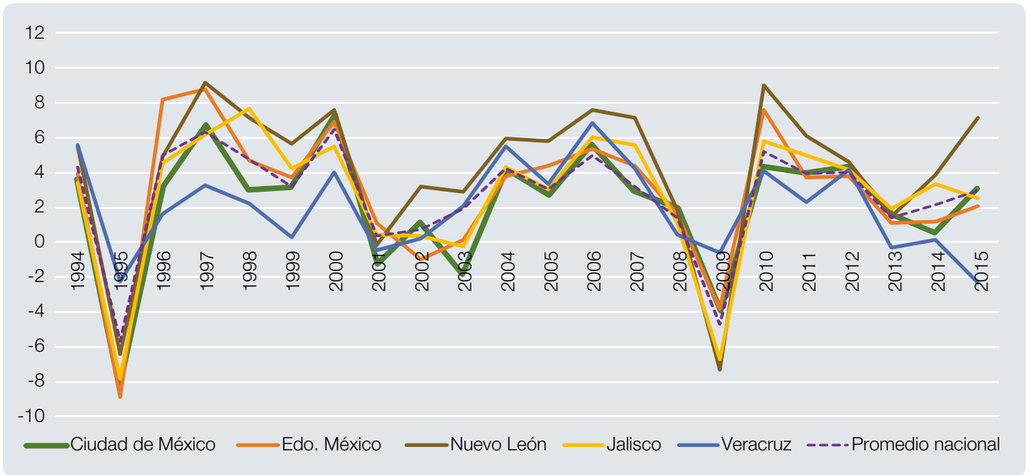
GRÁFICA **9a.** Evolución del PIB de la Ciudad de México y las entidades con mayor contribución al PIB nacional, 1993-2015 (millones de pesos a precios de 2008)

GRÁFICA **9b.** Cambio porcentual en la participación del PIB de las entidades federativas en el PIB nacional, 1993-2015



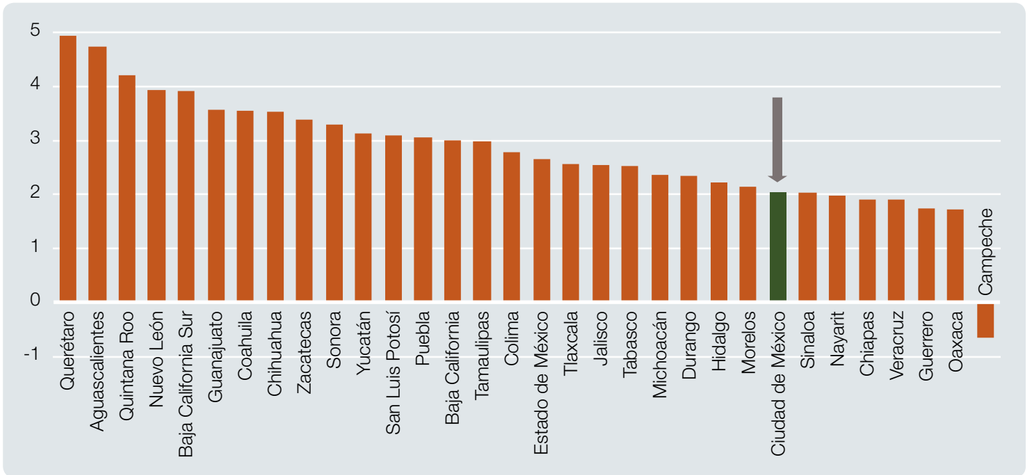
Fuente: Elaboración propia con base en datos de INEGI, Banco de Información Económica (BIE).

GRÁFICA **10.** Tasa media de crecimiento anual. Nacional, Ciudad de México y entidades con mayor contribución al PIB nacional, 1993-2015 (porcentajes)



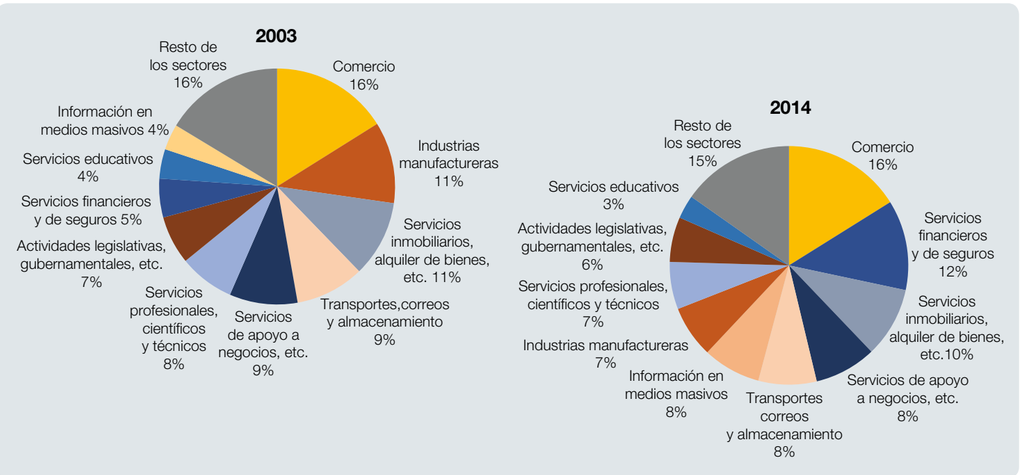
Fuente: Elaboración propia con base en datos de INEGI, Banco de Información Económica (BIE).

GRÁFICA **11.** Tasa media de crecimiento anual promedio del PIB por entidad federativa, 1993-2015 (porcentajes)



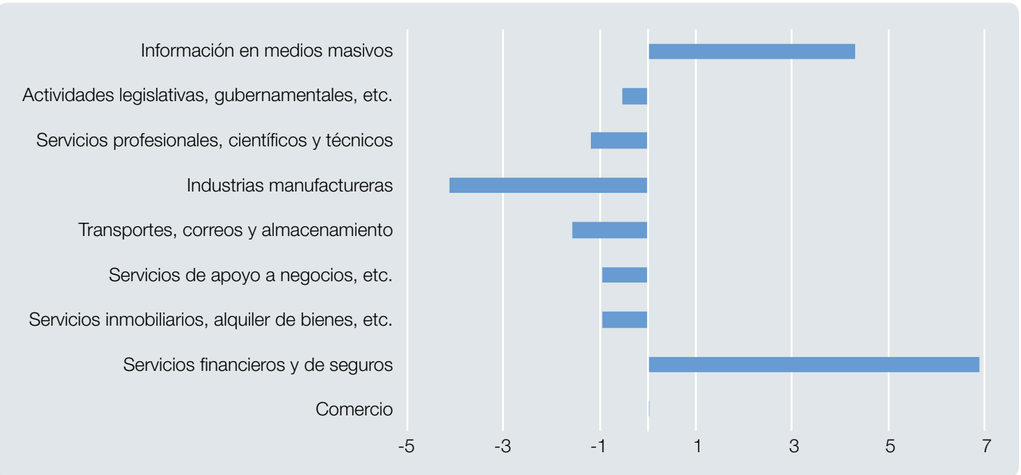
Fuente: Elaboración propia con base en datos de INEGI, Banco de Información Económica (BIE).

GRÁFICA **12.** Cambio en la estructura sectorial del PIB de la Ciudad de México, 2003 y 2014 (porcentajes)



Fuente: Elaboración propia con base en datos de INEGI, Banco de Información Económica (BIE).

GRÁFICA **13.** Variación porcentual en participación de los principales sectores en el PIB de la Ciudad de México, 2003-2014

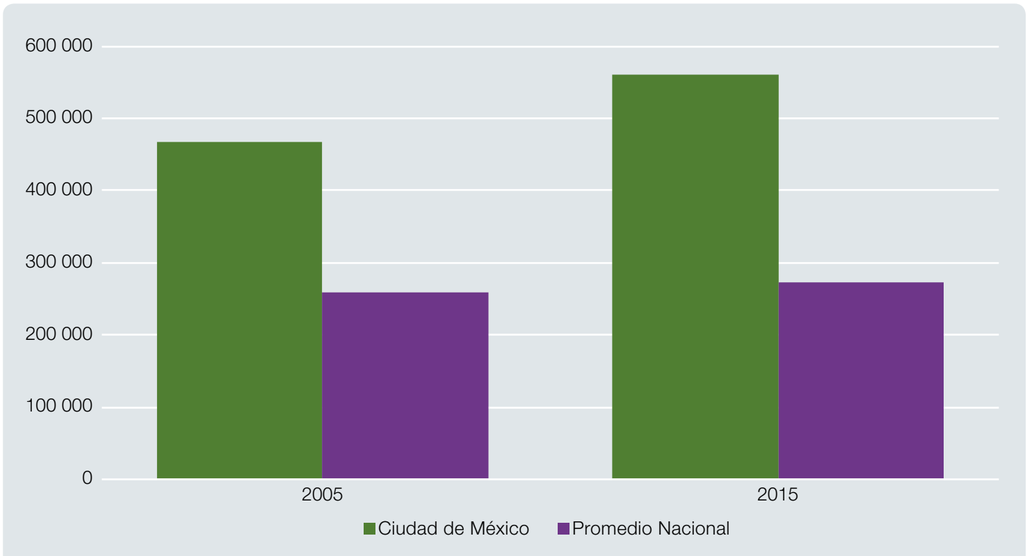


Fuente: Elaboración propia con base en datos de INEGI, Banco de Información Económica (BIE).

La productividad

laboral en la Ciudad de México se **incrementó** en casi **20%** entre 2005 y 2015, mientras la **productividad nacional** aumentó sólo **6%**.

GRÁFICA **14.** Productividad: Ciudad de México y promedio nacional, 2005 y 2015 (miles de pesos por trabajador)*



* Pesos constantes de 2008.
Fuente: Elaboración propia con base en datos de INEGI, Banco de Información Económica (BIE).

Tendencias en delegaciones y municipios de la Zona Metropolitana de la Ciudad de México

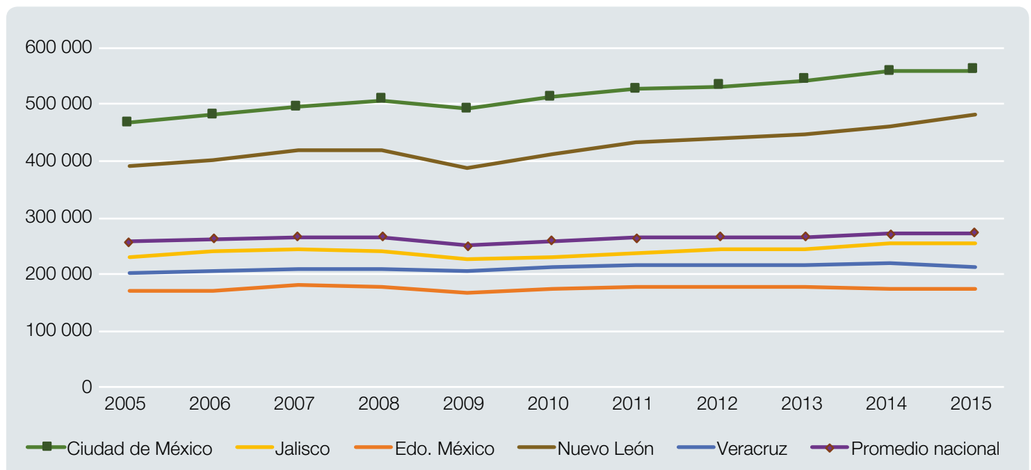
Al hacer una revisión de la dinámica territorial de la economía de la Ciudad de México destaca, en primer lugar, que la generación de valor agregado fue diferencial entre las distintas delegaciones. Esta diferenciación, si bien histórica en relación con el desarrollo territorial de la Ciudad, no sólo continuó sino que mostró tendencia a modificarse a lo largo de los últimos años. Lo anterior estuvo estrechamente asociado con el cambio territorial ya descrito que se registró en la estructura productiva y sectorial de la economía citadina. En concordancia, entre 1993 y 2013 algunas de las delegaciones que antes registraban mayor peso y dinamismo en la formación del PIB de la capital, los perdieron a favor de delegaciones que en otro momento habían sido mucho menos representativas en el VACB (gráfica 16).

Esos cambios favorecieron en particular a las delegaciones del poniente, como Miguel Hidalgo, Álvaro Obregón y Cuajimalpa, aunque llama la atención el aumento registrado en algunas de las delegaciones del sur, como Tlalpan y Milpa Alta. De hecho, algunas delegaciones –Cuajimalpa, Álvaro Obregón, Milpa Alta y Tlalpan, entre otras– destacaron por el monto de su incremento en el VACB en el periodo, aunque no hayan sido las que hicieron mayores aportaciones al VACB de la Ciudad (cuadros 1 y 2, gráfica 17).

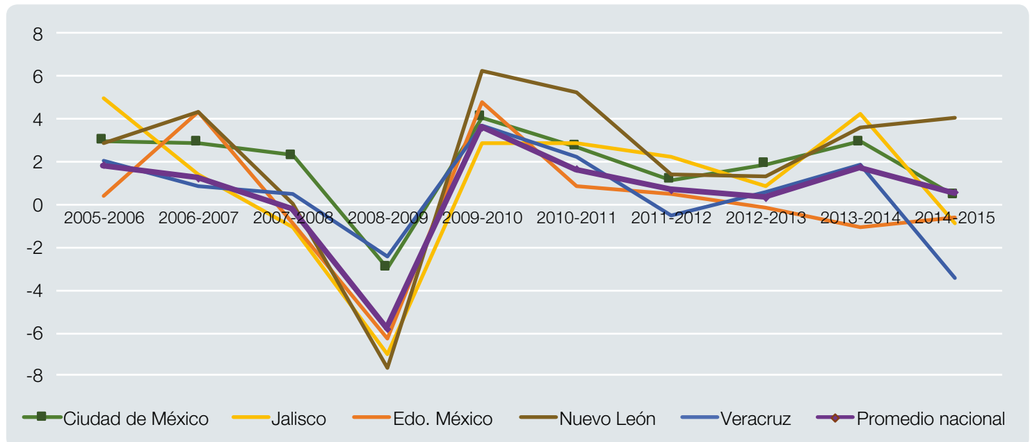
La evolución de la productividad laboral en la Ciudad de México en el periodo refleja los alcances de ese proceso de cambio a escala delegacional: en

GRÁFICA **15.** Producto por trabajador de la Ciudad de México y las entidades con mayor contribución al PIB nacional, 2005-2015

GRÁFICA **15a.** Producto por trabajador, 2005-2015 (pesos constantes de 2008)

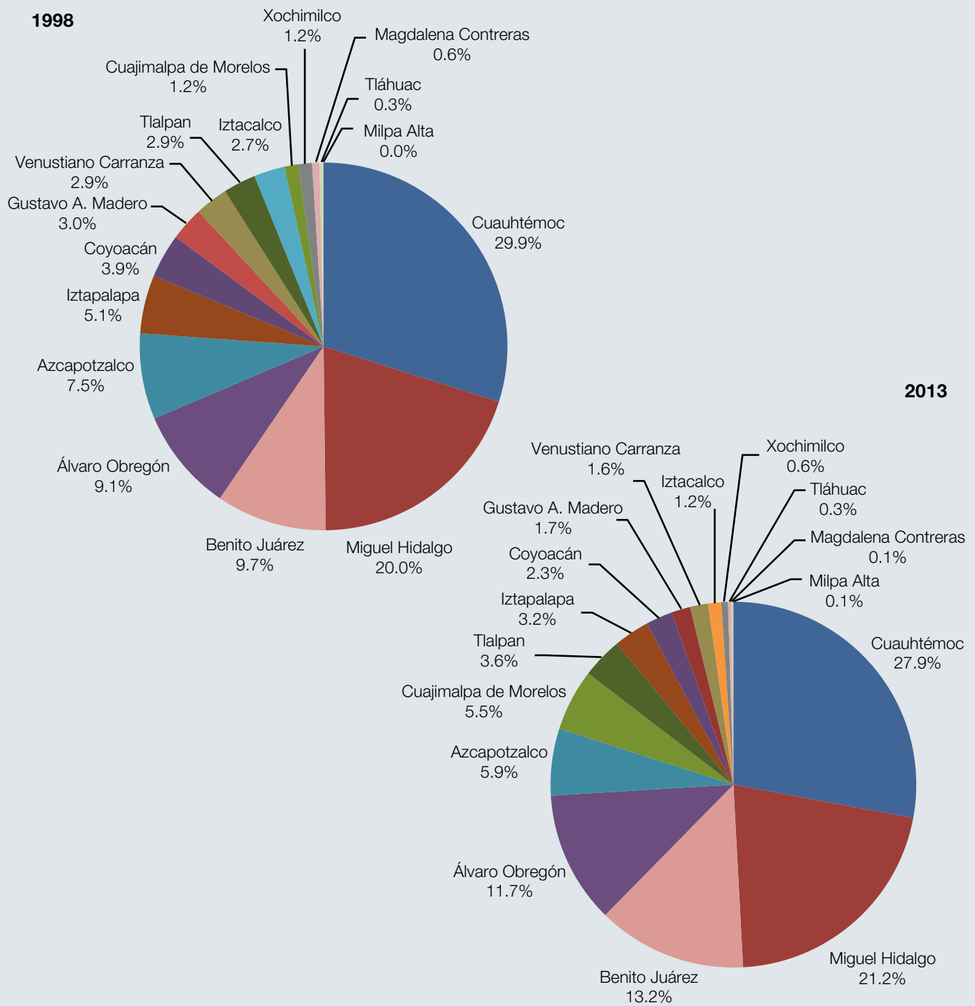


GRÁFICA **15b.** Tasa media de crecimiento anual de productividad, 2005-2015 (porcentajes)



Fuente: Elaboración propia con base en datos de INEGI, Banco de Información Económica (BIE).

GRÁFICA **16.** Contribución de las delegaciones al valor agregado censal bruto de la Ciudad de México, 1998 y 2013 (porcentajes)



Fuente: Elaboración propia con base en datos de INEGI, Censos Económicos. Resultados definitivos, varios años (SAIC).

CUADRO **1.** Participación relativa de las delegaciones en el valor agregado censal bruto de la Ciudad, 1998 y 2013 (porcentajes)

	1998	2013	Diferencia %
Aumentaron su participación			
Miguel Hidalgo	19.95	21.23	1.28
Benito Juárez	9.72	13.21	3.49
Álvaro Obregón	9.05	11.68	2.63
Cuajimalpa de Morelos	1.22	5.45	4.23
Tlalpan	2.87	3.60	0.73
Milpa Alta	0.03	0.05	0.02
Disminuyeron su participación			
Cuauhtémoc	29.87	27.92	-1.94
Azcapotzalco	7.55	5.90	-1.64
Iztapalapa	5.13	3.15	-1.97
Coyoacán	3.87	2.34	-1.53
Gustavo A. Madero	2.97	1.69	-1.29
Venustiano Carranza	2.89	1.59	-1.29
Iztacalco	2.72	1.16	-1.56
Xochimilco	1.20	0.58	-0.62
Magdalena Contreras	0.65	0.14	-0.51
Tláhuac	0.32	0.28	-0.04
Total Ciudad de México	100.00	100.00	

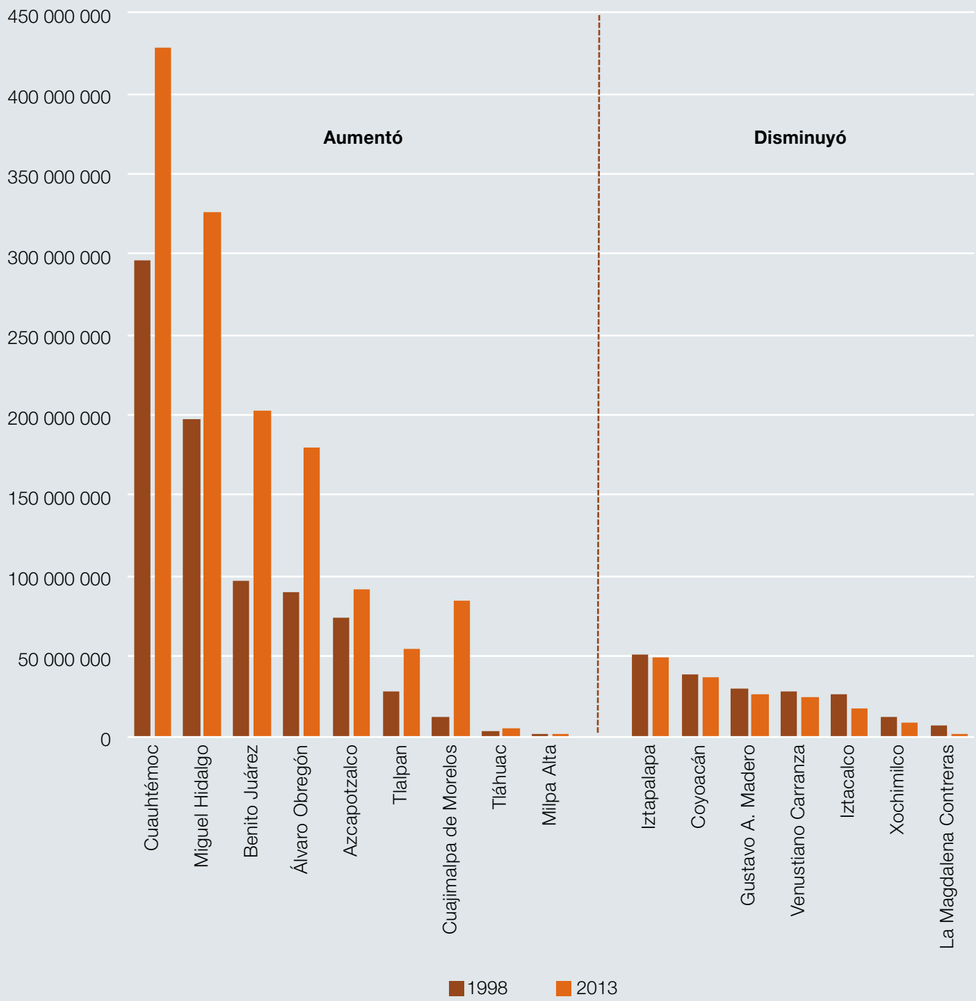
Fuente: Elaboración propia con base en datos de INEGI, Censos Económicos. Resultados definitivos, varios años (SAIC).

tanto seis delegaciones del poniente y del centro incrementaron su productividad y obtuvieron los mayores índices de la Ciudad (Cuajimalpa, Miguel Hidalgo, Álvaro Obregón, Cuauhtémoc y Benito Juárez), todas las demás (incluyendo Azcapotzalco) registraron una pérdida relativa de productividad y TMCA negativas (gráfica 18).

Mientras que la productividad promedio en la Ciudad de México continúo aumentando bajo esta nueva dinámica de la economía, la productividad promedio del conjunto de los municipios de la ZMCM mostró una clara tendencia descendente, lo que dio lugar a una disminución del promedio de productividad de la ZMCM (gráficas 19 y 20).

De hecho, entre 1998 y 2013, si bien los cinco municipios con mayor VACB de la ZMCM –Tlalnepantla, Ecatepec, Naucalpan, Netzahualcóyotl y Cuautitlán Izcalli– continuaron con los niveles de productividad

GRÁFICA **17.** Valor agregado censal bruto generado en las delegaciones, 1998 y 2013
(millones de pesos a precios constantes de 2013)



Fuente: Elaboración propia con base en datos de INEGI, Censos Económicos. Resultados definitivos, varios años (SAIC).

CUADRO **2.** Valor agregado censal bruto nacional y de la Zona Metropolitana de la Ciudad de México, Ciudad de México y delegaciones, 1998 y 2013

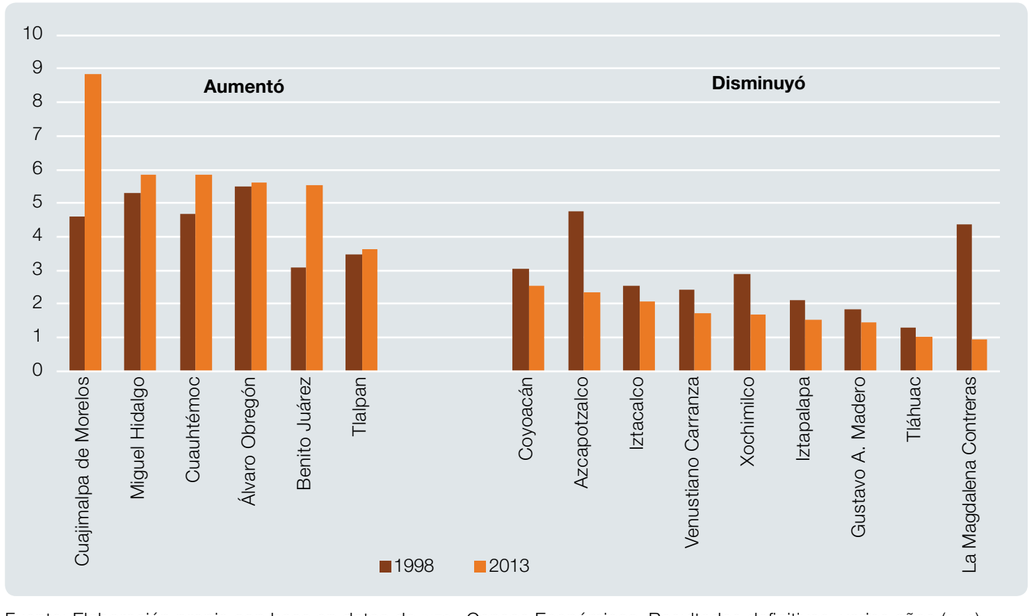
	Millones de pesos constantes*		Cambio 1998-2013 (%)	TCMA 1998-2013 (%)
	1998	2013		
Nacional	3 702 976 502.8	5 984 586 391.0	61.6	1.7
Zona Metropolitana de la Ciudad de México	1 259 527 961.9	1 792 605 073.0	42.3	1.3
Ciudad de México	988 890 570.2	1 535 020 707.0	55.2	2.7
Delegaciones				
Álvaro Obregón	89 533 237.5	179 335 458.0	100.3	4.2
Azcapotzalco	74 618 223.8	90 633 898.0	21.5	1.9
Benito Juárez	96 091 354.5	202 721 609.0	111.0	4.5
Coyoacán	38 281 724.1	35 940 854.0	-6.1	-0.1
Cuauhtémoc	295 349 179.0	428 624 930.0	45.1	2.4
Cuajimalpa de Morelos	12 046 173.8	83 703 870.0	594.9	11.7
Gustavo A. Madero	29 411 761.5	25 926 816.0	-11.8	-0.5
Iztacalco	26 858 818.6	17 780 157.0	-33.8	-2.2
Iztapalapa	50 710 498.5	48 401 849.0	-4.6	-0.6
La Magdalena Contreras	6 396 613.5	2 134 310.0	-66.6	-7.7
Miguel Hidalgo	197 309 967.8	325 952 217.0	65.2	3.0
Milpa Alta	342 772.0	841 757.0	145.6	3.3
Tláhuac	3 156 681.4	4 337 152.0	37.4	0.4
Tlalpan	28 408 217.3	55 300 082.0	94.7	3.5
Venustiano Carranza	28 549 035.4	24 471 199.0	-14.3	-0.3
Xochimilco	11 826 311.4	8 914 549.0	-24.6	-2.9

* A precios constantes de 2013.
Fuente: Elaboración propia con base en datos de INEGI, Censos Económicos. Resultados definitivos, varios años (SAIC).

municipal más altos, sus índices de productividad disminuyeron y tuvieron TMCA negativas en el promedio del periodo. El resto de los municipios de la ZMCM registraron niveles de productividad muy bajos y prácticamente dos terceras partes de ellos mostraron también TMCA negativas (gráfica 21).

La tendencia estuvo asociada con los cambios en la estructura sectorial promedio del VACB del conjunto de estos municipios, ya que mientras que en 1998 las industrias manufactureras aportaban el 58.3% del valor agregado, seguidas del comercio al por menor (11.8%), en 2013 esas aportaciones fueron del 46% y

GRÁFICA **18.** Evolución de la productividad en las delegaciones de la Ciudad de México, 1998 y 2013 (índices)



Fuente: Elaboración propia con base en datos de INEGI, Censos Económicos. Resultados definitivos, varios años (SAIC).

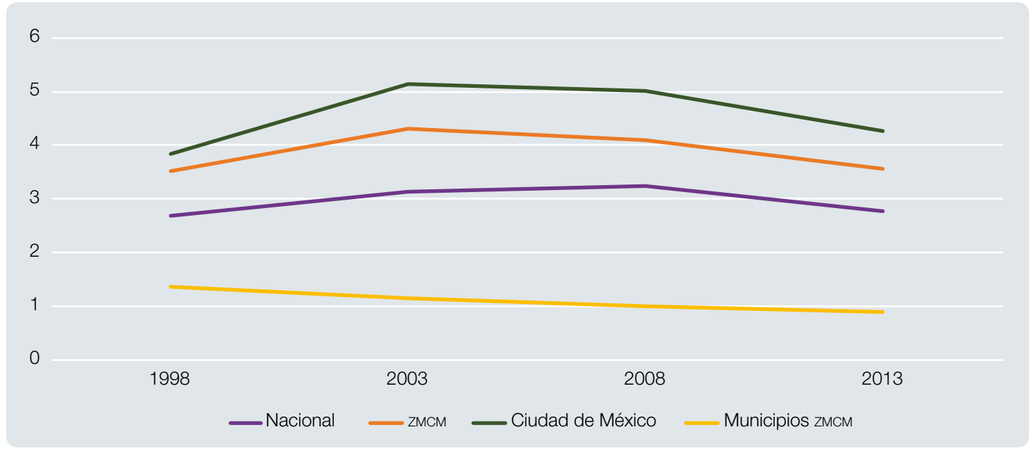
18.7%, respectivamente, sin que los incrementos en el peso del VACB de algunos servicios –como los servicios de apoyo a negocios, y manejo de desechos y servicios de remediación, que fueron los que más crecieron– llegaran a ser suficientemente representativos para compensar los ajustes en la estructura productiva (pasaron de 1.9% a 3.7%).

Balance

Las tendencias descritas confirman la importancia de la Ciudad de México en la economía nacional, que se ha mantenido a lo largo de las últimas décadas –hecho constatado a través de algunas de las mediciones más representativas, como la del IMCO– a pesar de las diferentes crisis y cambios estructurales. No obstante, se están registrando algunos cambios que hacen suponer que no necesariamente se continuará en esa dirección: las tendencias permiten identificar que el dinamismo promedio de la economía de la Ciudad ha venido disminuyendo. En consecuencia, se requiere revisar con una perspectiva amplia las condiciones para mantener los ritmos y parámetros de competitividad de otros tiempos. Tal perspectiva debe partir de una visión integral del desarrollo del territorio, así como de los retos asociados a las nuevas dinámicas de la economía en aspectos institucionales, urbanos, sociales y ambientales, sin perder de vista la dimensión metropolitana de la Ciudad.

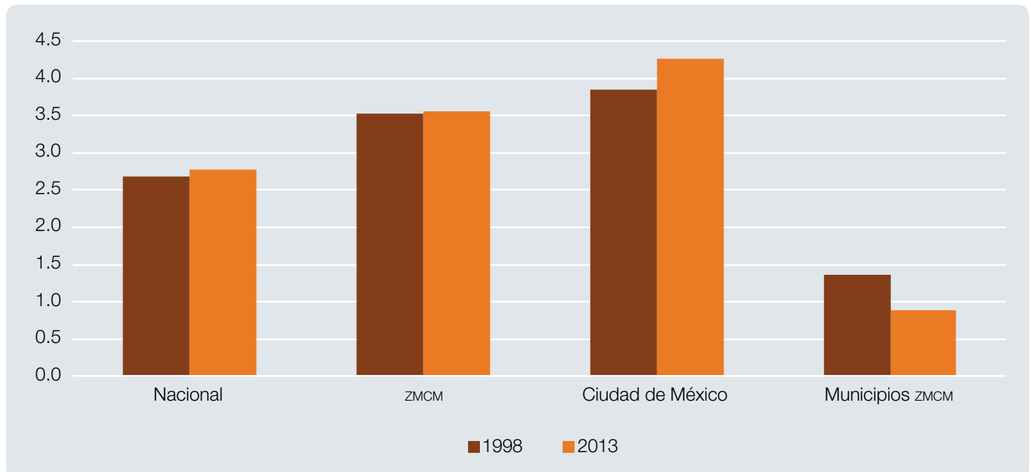
Al revisar de manera desagregada la evolución de los diferentes componentes y variables considerados

GRÁFICA **19.** Evolución de la productividad, 1998-2013. Nacional, Zona Metropolitana de la Ciudad de México, Ciudad de México y municipios de la ZMCM (índices)



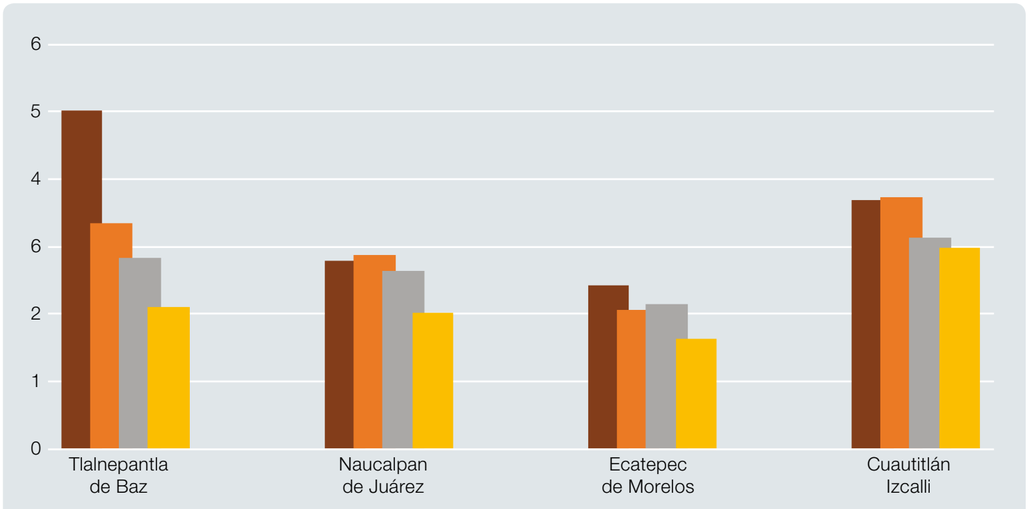
Fuente: Elaboración propia con base en datos de INEGI, Censos Económicos. Resultados definitivos, varios años (SAIC).

GRÁFICA **20.** Productividad, 1998 y 2013. Nacional, Zona Metropolitana de la Ciudad de México, Ciudad de México y municipios de la ZMCM (índices)



Fuente: Elaboración propia con base en datos de INEGI, Censos Económicos. Resultados definitivos, varios años (SAIC).

GRÁFICA **21.** Productividad en los principales municipios de la Zona Metropolitana de la Ciudad de México, 1998-2013 (índices)



Fuente: Elaboración propia con base en datos de INEGI, Censos Económicos. Resultados definitivos, varios años (SAIC).

en las mediciones se advierten resultados algo menos halagüeños.[3]

Aunque en términos generales la Ciudad de México mantenga su preeminencia respecto del resto del país, las recientes tendencias expresan una dinámica inherente a una creciente y sana desconcentración de la economía nacional y sus capacidades competitivas. Se plantea, en consecuencia, una necesaria revisión de las implicaciones puntuales que ese proceso representa para la agenda de desarrollo de la Ciudad y sus habitantes.

Si bien es cierto que una parte importante de las tendencias identificadas refiere un fortalecimiento sectorial de la economía de la Ciudad a favor de los servicios que en general cuentan con mayores niveles de productividad, así como con mayores capacidades para aportar a la formación de VACB, esta tendencia tiene lugar sobre todo en una parte del territorio. En tanto, otra importante tendencia plantea una suerte de retroceso productivo y económico en general en una porción significativa del territorio, con un cambio creciente hacia actividades como el comercio, en especial el comercio al por menor en muchas de las delegaciones, junto a una persistente desindustrialización.

Combinadas ambas tendencias parecería que la economía de la Ciudad se encuentra ante un proceso que a la vez que está abriendo nuevas oportunidades a la competitividad económica en ciertos sectores económicos y sociales, está abonando a la profundización de las brechas prevalecientes en la Ciudad, y pone en riesgo su articulación y complementación en términos de su cohesión territorial, su capacidad de inclusión y desarrollo social e, incluso, su sostenibilidad en el mediano plazo.

[3] Ver, por ejemplo, los resultados presentados por Enrique Cabrero (2013) en relación con los Índices de Competitividad de las Ciudades de México (ICCM-CIDE) correspondientes a 2003, 2007 y 2011, así como de esos Índices de Competitividad desagregados por sus componentes (institucional, urbano, sociodemográfico y económico) para el área metropolitana de la Ciudad de México.

ANEXO METODOLÓGICO

La selección y sistematización de la información se realizó en función de las necesidades del análisis propuesto, con énfasis en la identificación de las principales dinámicas, tendencias y características económicas de la Ciudad de México y su zona metropolitana desde una perspectiva territorial.

En particular, para analizar la situación actual de la economía en la Ciudad y su zona metropolitana se utilizó la información de los Censos Económicos de los años 1999, 2004, 2009 y 2014, disponible a través del Sistema Automatizado de Información Censal (SAIC). La selección de las variables permitió realizar una aproximación espacio-temporal a la dinámica general de la economía en la Ciudad de México y la ZMCM, en algunos casos desde principios de la década de los noventa, medida a través del VACB total y sectorial, a escala estatal y municipal o delegacional.

Para todos los casos se elaboraron tablas descriptivas de participación porcentual respecto del total de la zona metropolitana, de la Ciudad de México y de los municipios conurbados; tasas de crecimiento medio anual y, para el caso de las variables presentadas en moneda, se tomó la información en valores constantes, que fue deflactada con el índice de precios del área metropolitana de la Ciudad de México disponible en el Banco de Información Económica (BIE) del INEGI. El valor anual fue un promedio de los meses del índice y se tomó el año 2008 como base, aunque en algunos casos particulares se usó el año 2013.

Con sustento en los resultados obtenidos se utilizó el cociente de valor agregado censal bruto sobre personal ocupado total como semejante a la productividad, entendida como la capacidad de un sector de la actividad de generar valor agregado por trabajador empleado. Una vez identificadas las principales tendencias y cambios de la estructura económica de los componentes de la Ciudad de México y la ZMCM, en su participación, en sus ritmos de crecimiento y la comparación entre distintas variables, se procedió a observar el comportamiento de la dinámica encontrada con respecto al territorio.

Bibliografía

Cabrero, E. e I. Orihuela (2013). Índice de Competitividad de las Ciudades de México. En: E. Cabrero (ed.) *Retos de la competitividad urbana*. México, Centro de Investigación y Docencia Económicas.

Instituto Mexicano para la Competitividad (2014). Índice de Competitividad Estatal 2014. Las reformas y los estados: la responsabilidad de las entidades en el éxito de los cambios estructurales. México, Instituto Mexicano para la Competitividad, A.C.

Información en línea

Conapo. Datos de proyecciones. Sitio: <http://www.conapo.gob.mx/es/CONAPO/Proyecciones_Datos>.

INEGI. Banco de Información Económica (BIE). Sitio: <http://www.inegi.org.mx/sistemas/bie/>.

INEGI. Censos Económicos. Sitio: <http://www3.inegi.org.mx/sistemas/saic/>.

INEGI. Sistema de Estatal y Municipal de Bases de Datos (Simbad). Sitio: <http://sc.inegi.org.mx/cobdem/>.

TENDENCIAS TERRITORIALES DEL EMPLEO EN LA CIUDAD DE MÉXICO

LORENA GALINDO ARIZPE*
ALEJANDRO BURGOS DZIB**

Introducción

El empleo representa, sin duda, una piedra de toque en la construcción de la viabilidad económica, social y ambiental de la Ciudad de México y su competitividad nacional y global hacia el mediano plazo.

La sostenida centralidad de la Ciudad como sede de los poderes federales, en el funcionamiento de la economía nacional y como concentración social y demográfica a nivel metropolitano exige revisar la relación que hay entre el empleo y las dinámicas territoriales que están en curso en la economía. Asimismo, obliga a analizar su profunda intersección con problemáticas como la movilidad, la precariedad, la complejidad urbano-rural y la sustentabilidad del desarrollo asociada con la protección de los servicios ambientales de la región.

En esa dirección, este acercamiento, sin pretender ofrecer una visión acabada ni plena del tema, permite identificar tendencias relevantes en la relación entre la dinámica de la economía y la territorialidad en el empleo en la Ciudad y su zona metropolitana.

El análisis que aquí se presenta se realizó considerando un periodo que va desde finales de la década de los noventa hasta años recientes, así como diferentes escalas territoriales que permitieron contextualizar las tendencias identificadas para la Ciudad de México y sus delegaciones políticas, en relación con la evolución del país, la Zona Metropolitana de la Ciudad de México (ZMCM) y los municipios que la conforman.[1]

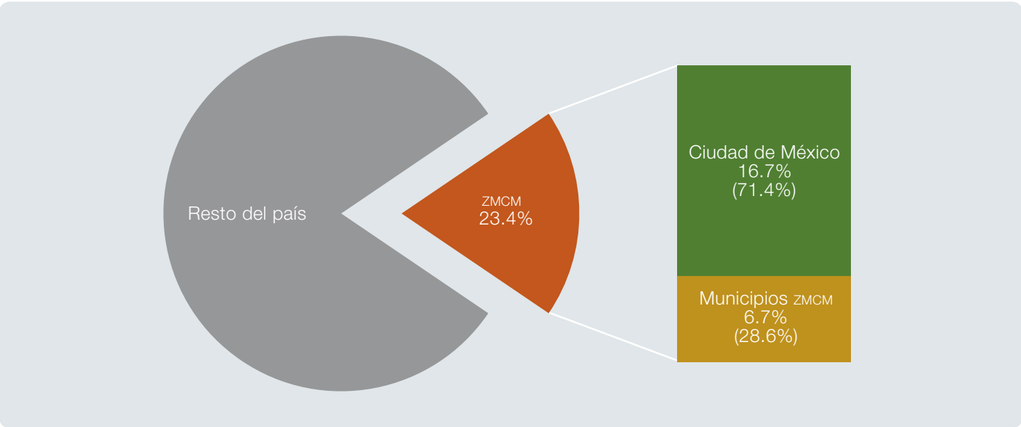
El análisis se concentró en los cambios registrados en el empleo formal, a través de la información sobre personal ocupado[2] que proporcionan los Censos Económicos del Instituto Nacional de Estadística

* Investigadora del Centro de Investigación e Geografía y Geomática Ing. Jorge L. Tamayo, A.C.
** Consultor de Red Geo.

1 Ver el primer capítulo de este libro: “Funcionalidad territorial y delimitación de la Zona Metropolitana de la Ciudad de México desde la perspectiva de flujos laborales”.

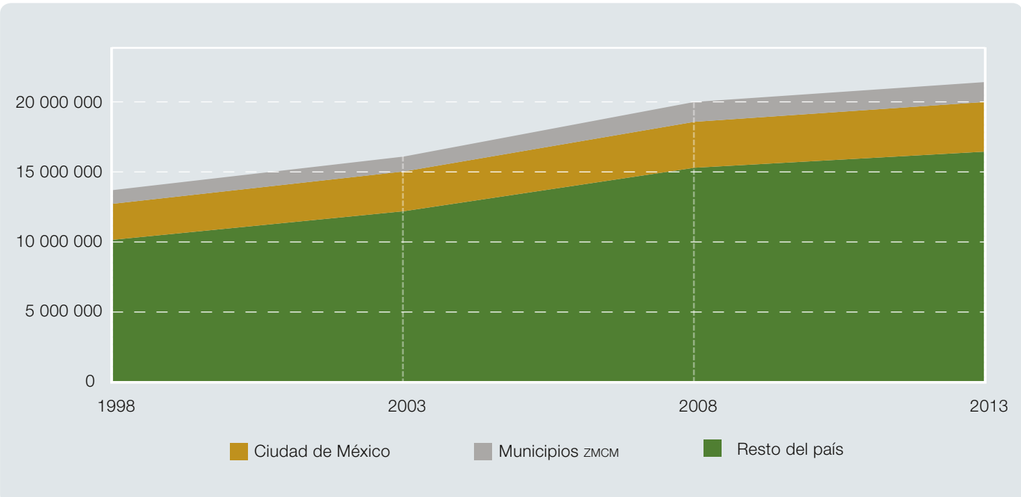
2 Una variable que comprende únicamente el empleo en las unidades económicas y no al total de la población ocupada. Ver el Anexo metodológico.

GRÁFICA **1.** Distribución del personal ocupado en la Zona Metropolitana de la Ciudad de México, 2013



Fuente: Elaboración propia con base en datos de los censos económicos del INEGI. Resultados definitivos, varios años (SAIC).

GRÁFICA **2.** Evolución del personal ocupado en la Ciudad de México y los municipios de la Zona Metropolitana en relación con el total nacional, 1998-2013 (Número de personas)



Fuente: Elaboración propia con base en datos de los censos económicos del INEGI. Resultados definitivos, varios años (SAIC).

CUADRO **1.** Personal ocupado total, 1998 y 2013 (número de personas)

	1998	2003	2008	2013	Incremento	
					Número	%
Nacional	13 827 025	16 239 536	20 116 834	21 576 358	7 749 333	56.0
ZMCM	3 570 676	3 979 449	4 695 162	5 044 700	1 474 024	41.3
Ciudad de México	2 572 497	2 830 846	3 289 129	3 603 572	1 031 075	40.1
Municipios ZMCM	998 179	1 148 603	1 406 033	1 441 128	442 949	44.4

Fuente: Elaboración propia con base en datos de los censos económicos del INEGI. Resultados definitivos, varios años (SAIC).

y Geografía (INEGI). No se consideraron en este momento variables relacionadas con la formalidad o informalidad, derechos laborales, tipos de contratación y/o remuneración. Los resultados del estudio se describen a continuación.

Tendencias generales del empleo en la Ciudad

Desde finales de los años noventa, prácticamente la cuarta parte del personal ocupado en el país trabaja en la ZMCM. De ellos, más del 70% labora en la Ciudad de México, en tanto que el resto se ocupa en alguno de los municipios de la zona metropolitana (gráfica 1).

Esta distribución significó, en 2013, que de un total de 21.5 millones de personas ocupadas en el país, más de cinco millones trabajaran en la ZMCM, poco más de tres y medio millones en la Ciudad de México.

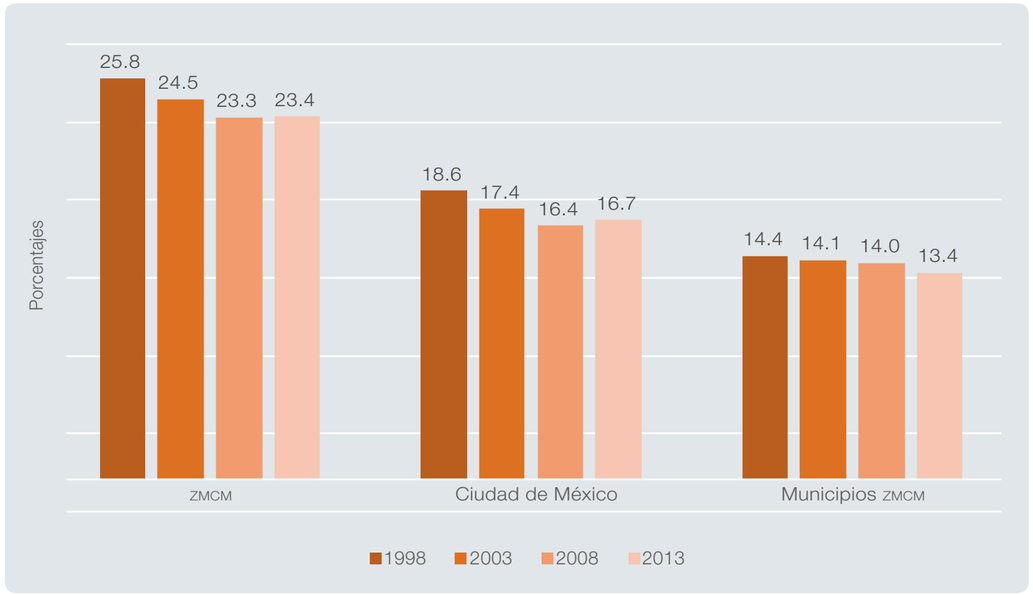
De acuerdo con las tendencias recientes, el personal ocupado en la Ciudad de México y en el conjunto de la ZMCM se incrementó de manera constante a lo largo de los últimos 15 años (gráfica 2).

Como resultado de esa tendencia, entre 1998 y 2013 el personal ocupado en la Ciudad de México creció en 40.1% y 44.4% en los municipios de la ZMCM, lo que representó en promedio un incremento del 41.3% en el conjunto de la ZMCM en ese periodo. Esa tendencia confirma la importante contribución que tradicionalmente ha realizado la economía de la Ciudad de México a la generación de empleo en el país; tendencia que se ha mantenido a pesar de los cambios ocurridos en la economía tanto nacional como local a lo largo de las últimas décadas.

No obstante, el dinamismo de la economía de la Ciudad ha tendido a disminuir en los últimos años y, con ello su capacidad de mantener los ritmos y parámetros de ocupación de otros tiempos. Por una parte, si bien se registró un incremento significativo entre 1998 y 2013 en la cantidad de personas ocupadas en la Ciudad y en los municipios de la ZMCM (41.53%), ese aumento fue 28.5% inferior al crecimiento porcentual promedio registrado en el personal ocupado a escala nacional (56%) (cuadro 1).

En congruencia con lo anterior, la participación relativa del personal ocupado en la Ciudad de México y los municipios de la ZMCM en el total nacional registró una tendencia a la baja entre 1998 y 2008. Dicha tendencia logró estabilizarse en el caso de la Ciudad de México, pero tanto en los municipios como en el promedio de la zona metropolitana continúo disminuyendo hacia 2013 (cuadro 2, gráfica 3).

GRÁFICA **3.** Contribución relativa de la Ciudad de México, la ZMCM y los municipios de la zona metropolitana en la población ocupada total del país, 1998-2013 (porcentajes)



Fuente: Elaboración propia con base en datos de los censos económicos del INEGI. Resultados definitivos, varios años (SAIC).

CUADRO **2.** Peso relativo del personal ocupado en la ZMCM en el total nacional, 1998-2013 (porcentajes)

	1998	2003	2008	2013
Nacional	100.00	100.00	100.00	100.00
ZMCM	25.82	24.50	23.34	23.38
Ciudad de México	18.60	17.43	16.35	16.70
Municipios ZMCM	14.44	14.15	13.98	13.36

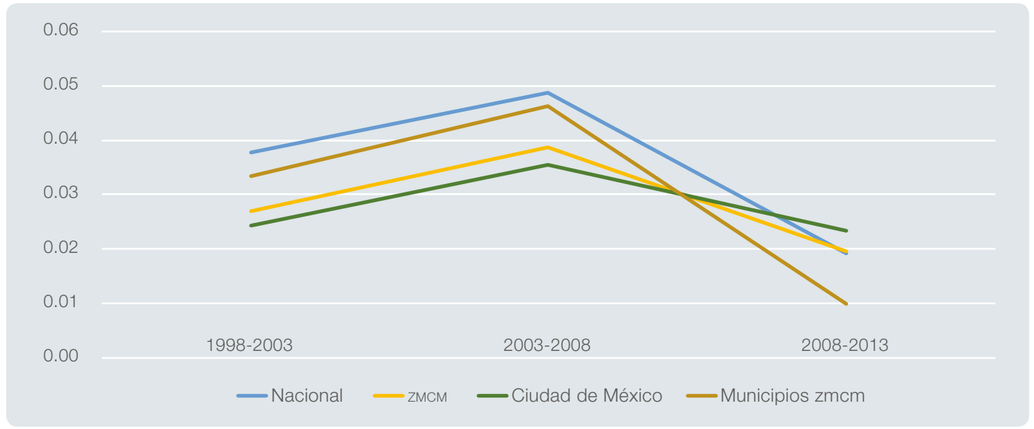
Fuente: Elaboración propia con base en datos de los censos económicos del INEGI. Resultados definitivos, varios años (SAIC).

CUADRO **3.** Personal ocupado: tasa media de crecimiento anual, 1998-2013 (porcentajes)

	1998-2003	2003-2008	2008-2013	Promedio 1998-2013
Nacional	0.027	0.036	0.012	0.030
ZMCM	0.018	0.028	0.012	0.023
Ciudad de México	0.016	0.025	0.015	0.023
Municipios ZMCM	0.024	0.034	0.004	0.025

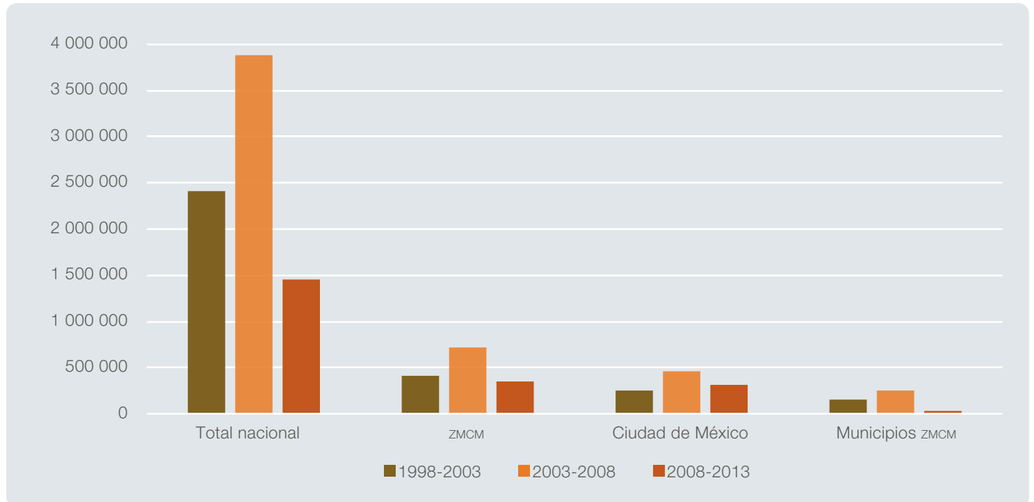
Fuente: Elaboración propia con base en datos de los censos económicos del INEGI. Resultados definitivos, varios años (SAIC).

GRÁFICA **4.** Tasa media de crecimiento anual del personal ocupado, 1998-2013 (porcentajes)



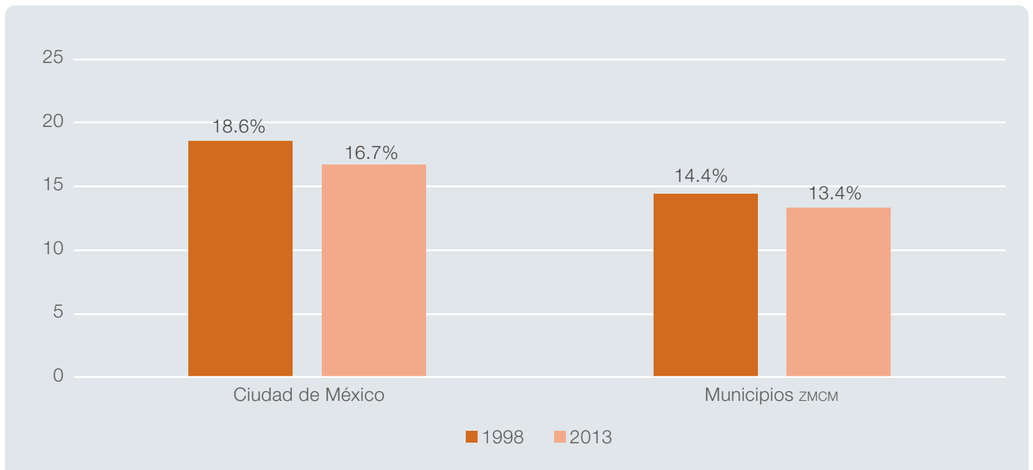
Fuente: Elaboración propia con base en datos de los Censos Económicos 2014 del INEGI. Resultados definitivos, varios años (SAIC).

GRÁFICA **5.** Tendencia de cambio en el volumen del personal ocupado, 1998-2013 (número de personas)



Fuente: Elaboración propia con base en datos de los Censos Económicos 2014 del INEGI. Resultados definitivos, varios años (SAIC).

GRÁFICA **6.** Participación del personal ocupado de la Ciudad de México y los municipios de la zona metropolitana en relación con el total nacional, 1998 y 2013 (porcentajes)



Fuente: Elaboración propia con base en datos de los Censos Económicos 2014 del INEGI. Resultados definitivos, varios años (SAIC).

De hecho, tanto en el caso de la Ciudad de México como en el de la ZMCM se observa que la tendencia previa a 2008 en el ritmo de crecimiento (gráfica 4) así como en el volumen del personal ocupado (gráfica 5) registró una notable inflexión a la baja entre 2008 y 2013. La tendencia siguió la misma lógica a nivel nacional, pero fue menos profunda que la registrada en el promedio de los municipios de la ZMCM (0.018% y 0.005%, respectivamente) y ligeramente menor a la registrada en el país (0.014% contra 0.018%) (cuadro 3).

Dicha inflexión se reflejó en el incremento relativo del personal ocupado en la Ciudad y la ZMCM. Mientras que el incremento nacional registrado en el personal ocupado entre 2008 y 2013 fue de 7.3%, para la Ciudad de México el aumento fue prácticamente del 10% y de sólo un 2.5% en los municipios de la ZMCM. En términos metropolitanos el incremento promedio fue de 7.4% (cuadro 4).

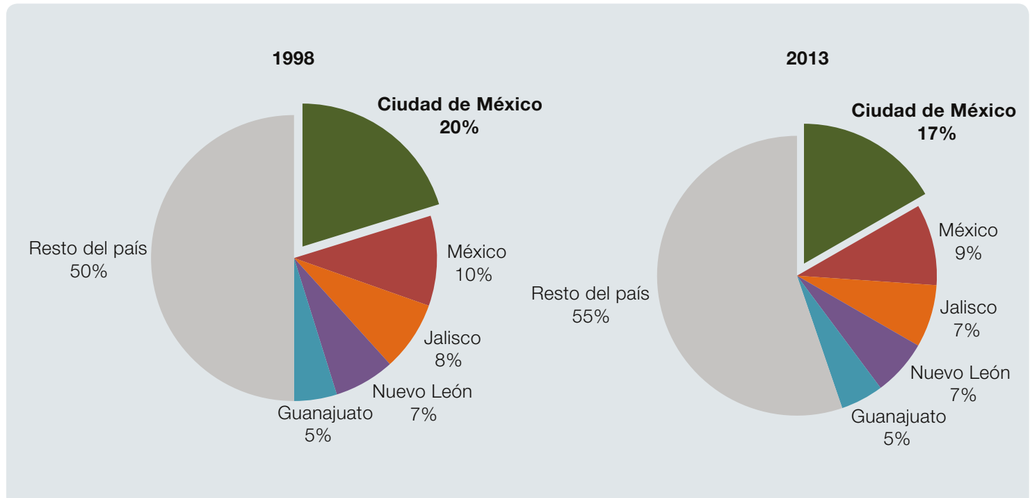
CUADRO **4.** Personal ocupado. Variación porcentual, 1998-2013

	1998-2003	2003-2008	2008-2013
Total nacional	17.45	23.88	7.26
ZMCM	11.45	17.99	7.44
Ciudad de México	10.04	16.19	9.56
Municipios ZMCM	15.07	22.41	2.50

Fuente: Elaboración propia con base en datos de los Censos Económicos del INEGI. Resultados definitivos, varios años (SAIC).

En general, esa tendencia se tradujo en una pérdida progresiva de peso relativo del personal ocupado de la ZMCM en el total nacional: en 1998 el 25.8% del personal ocupado del país se localizaba en la ZMCM y el 18.6% en

GRÁFICA **7.** Distribución del personal ocupado en el país, 1998 y 2013 (porcentajes)



Fuente: Elaboración propia con base en datos de los Censos Económicos 2014 del INEGI. Resultados definitivos (SAIC).

la Ciudad de México y para 2013 esos porcentajes pasaron a 23.4% y 16.7% respectivamente; esto es, una disminución de tres y dos puntos porcentuales. Por su parte, los municipios de la ZMCM pasaron de representar el 14.4% del personal ocupado nacional en 1998, a el 13.4% en 2013 (gráfica 6).

Como resultado de estas tendencias, aunque el número de personas empleadas en el país continuó concentrándose significativamente en la Ciudad de México y su zona metropolitana , su contribución disminuyó en términos relativos a lo largo del periodo analizado, A la par, fue mejorando el peso relativo del personal ocupado en otras entidades.

Al respecto, cabría señalar que la tendencia observada parece compartida en varias de las entidades que tuvieron los mayores volúmenes del personal ocupado en el país en el periodo, algunas de las cuales o bien perdieron un poco de peso o prácticamente lo mantuvieron igual entre 1998 y 2013, mientras que otras entidades con menor peso relativo fueron ganando mayor peso (cuadro 5, gráfica 7).

Lo anterior se acompañó de una tendencia en el ritmo de crecimiento, que si bien estuvo en sintonía con el ritmo general de crecimiento nacional de esos años, registró tasas medias de crecimiento anual (TMCA) menores a las de otras entidades del país a través del periodo y menores al promedio nacional obtenido entre 1993 y 2013 (cuadro 6, gráfica 8).

En paralelo a estas tendencias, entre 1998 y 2013 la distribución del personal ocupado por sectores en la Ciudad registró cambios significativos. En promedio, en ese periodo el sector terciario de la economía concentró el 80% del personal ocupado en la Ciudad, en tanto que el 19.9% se ubicó en el sector secundario y menos del 1% en actividades del sector primario (cuadro 7).

CUADRO **5.** Cambios en la distribución del personal ocupado en el país. Entidades con mayor peso relativo, 1998-2013 (porcentajes)

Entidades	1998	2003	2008	2013	Variación % 1998-2013
Entidades con mayor peso relativo	50.57	49.76	48.82	48.97	-1.60
Ciudad de México	18.60	17.52	16.42	16.71	-1.90
México	9.38	9.45	9.68	9.38	0.01
Jalisco	7.26	7.51	7.41	7.24	-0.02
Nuevo León	6.31	6.22	6.14	6.49	0.18
Guanajuato	4.46	4.51	4.50	4.95	0.49
Veracruz	4.56	4.55	4.67	4.20	-0.36
Resto de los estados	49.43	50.24	51.18	51.03	1.60

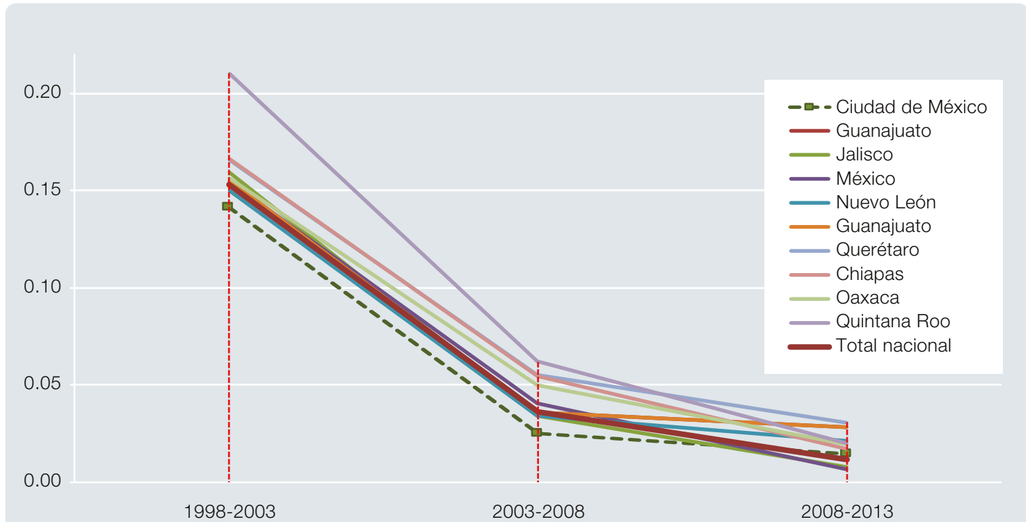
Fuente: Elaboración propia con base en datos de los Censos Económicos del INEGI. Resultados definitivos, varios años (SAIC).

CUADRO **6.** Tasa media de crecimiento anual del personal ocupado. Total nacional, Ciudad de México y entidades seleccionadas, 1998-2013 (porcentajes)

Entidades	1998-2003	2003-2008	2008-2013	Promedio 1998-2013
Mayores TMCA				
Quintana Roo	0.21	0.06	0.02	0.11
Querétaro	0.17	0.06	0.03	0.10
Chiapas	0.17	0.05	0.02	0.09
Oaxaca	0.16	0.05	0.02	0.09
Mayor peso relativo				
Guanajuato	0.15	0.04	0.03	0.09
Nuevo León	0.15	0.03	0.02	0.08
México	0.15	0.04	0.01	0.08
Jalisco	0.16	0.03	0.01	0.08
Ciudad de México	0.02	0.03	0.01	0.07
Promedio nacional	0.33	0.04	0.01	0.08

Fuente: Elaboración propia con base en datos de los Censos Económicos del INEGI. Resultados definitivos, varios años (SAIC).

GRÁFICA **8.** Tasa media de crecimiento anual del personal ocupado en la Ciudad de México y entidades seleccionadas, 1998-2013 (porcentajes)



Fuente: Elaboración propia con base en datos de los Censos Económicos del INEGI. Resultados definitivos, varios años (SAIC).

Las principales fuentes de empleo formal durante este periodo fueron los servicios no comerciales, en los que trabajó en promedio el 57% del personal ocupado en la Ciudad, seguido por las actividades relacionadas con el comercio, especialmente el comercio al por menor, que ocupó a poco más del 23%. En tercer lugar se encontraron, las manufacturas, que dieron empleo en promedio al 14.2% del personal ocupado en la Ciudad (gráfica 9).

De manera desagregada, los servicios que mayor empleo formal generaron en promedio durante el periodo 1998-2013 fueron los servicios de apoyo a los negocios y manejo de desechos y servicios de remediación (12.4% del total), seguidos por los servicios financieros y seguros (8.4%)s así como los servicios de alojamiento temporal y de preparación de alimentos y bebidas (7.3%) (gráfica 10).

Considerando la evolución de esta estructura entre 1998 y 2013, lo más importante fue el constante crecimiento del personal ocupado en los servicios, en paralelo a la caída proporcional del empleo que se generó entre 1998 y 2013 en las otras actividades de la Ciudad.

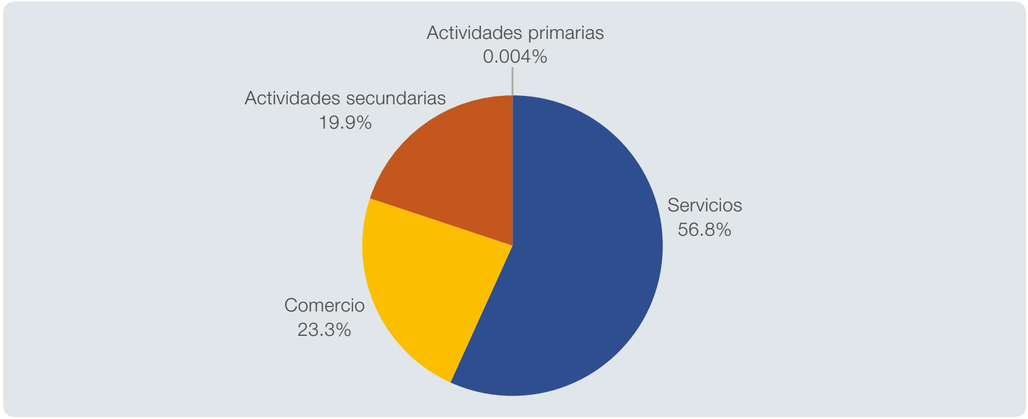
Mientras que en 1998 el personal ocupado en los servicios representó el 50.2%, en 2013 ese porcentaje fue de 65.4%. A su vez, el personal ocupado en el comercio pasó del 23% en 1998 al 21.9% en 2013 y, el personal ocupado en la manufactura, del 18.5% en 1998 al 10.2% en 2013; una disminución del 46%.

CUADRO **7.** Distribución sectorial del personal ocupado en la Ciudad de México, 1998-2013 (porcentajes)

Sectores	1998	2003	2008	2013	Promedio 1998-2013	Variación % 1998-2013
Actividades primarias						
Agricultura, cría y explotación de animales, aprovechamiento forestal, pesca y caza	0.011	0.000	0.000	0.003	0.004	-69.6
Actividades secundarias						
Industrias manufactureras	18.55	15.82	12.31	10.02	14.17	-46.0
Generación, transmisión y distribución de energía eléctrica, suministro de agua y de gas por ductos al consumidor final	1.68	1.19	0.68	3.00	1.64	78.7
Construcción	6.29	3.50	3.30	2.56	3.91	-59.3
Minería	0.11	0.32	0.16	0.10	0.17	-15.3
Subtotal	26.63	20.82	16.44	15.68	19.89	-41.1
Actividades terciarias						
Distribución de bienes						
Comercio al por menor	16.28	18.79	17.52	16.02	17.15	-1.6
Comercio al por mayor	6.84	6.42	5.54	5.87	6.17	-14.2
Subtotal	23.12	25.21	23.06	21.89	23.32	-5.3
Otros servicios						
Servicios de apoyo a los negocios y manejo de desechos y servicios de remediación	7.45	8.56	14.96	18.69	12.41	150.9
Servicios financieros y de seguros	7.44	7.12	10.39	8.74	8.42	17.5
Servicios de alojamiento temporal y de preparación de alimentos y bebidas	6.27	7.21	7.23	7.29	7.00	16.2
Servicios profesionales, científicos y técnicos	4.96	6.34	5.69	5.79	5.70	16.8
Transportes, correos y almacenamiento	6.81	5.31	5.84	4.81	5.69	-29.4
Otros servicios excepto actividades gubernamentales	5.11	5.15	4.76	4.22	4.81	-17.4
Servicios educativos	3.24	3.94	3.48	3.69	3.59	14.0
Información en medios masivos	4.04	4.72	2.86	3.66	3.82	-9.4
Servicios de salud	1.96	2.25	2.64	2.66	2.38	35.7
Servicios de esparcimiento culturales y deportivos, y otros servicios recreativos	0.60	0.82	0.98	1.11	0.88	86.0
Servicios inmobiliarios y de alquiler de bienes muebles e intangibles	0.85	1.35	1.13	1.09	1.11	27.8
Corporativos	1.52	1.19	0.54	0.68	0.98	-55.4
Subtotal	50.24	53.96	60.50	62.43	56.78	24.3

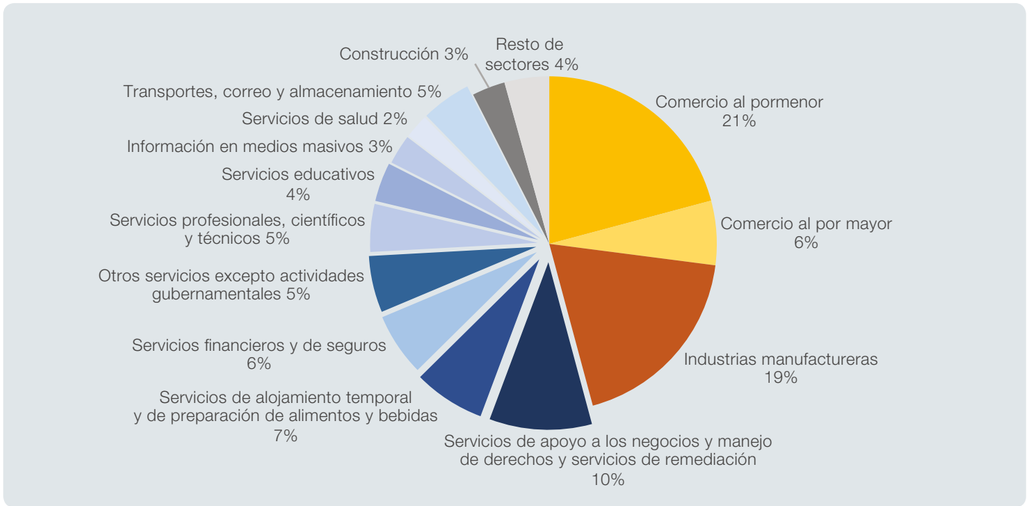
Fuente: Elaboración propia con base en datos de los Censos Económicos del INEGI. Resultados definitivos, varios años (SAIC).

GRÁFICA **9.** Distribución sectorial del personal ocupado en la Ciudad de México (promedio 1998-2013)



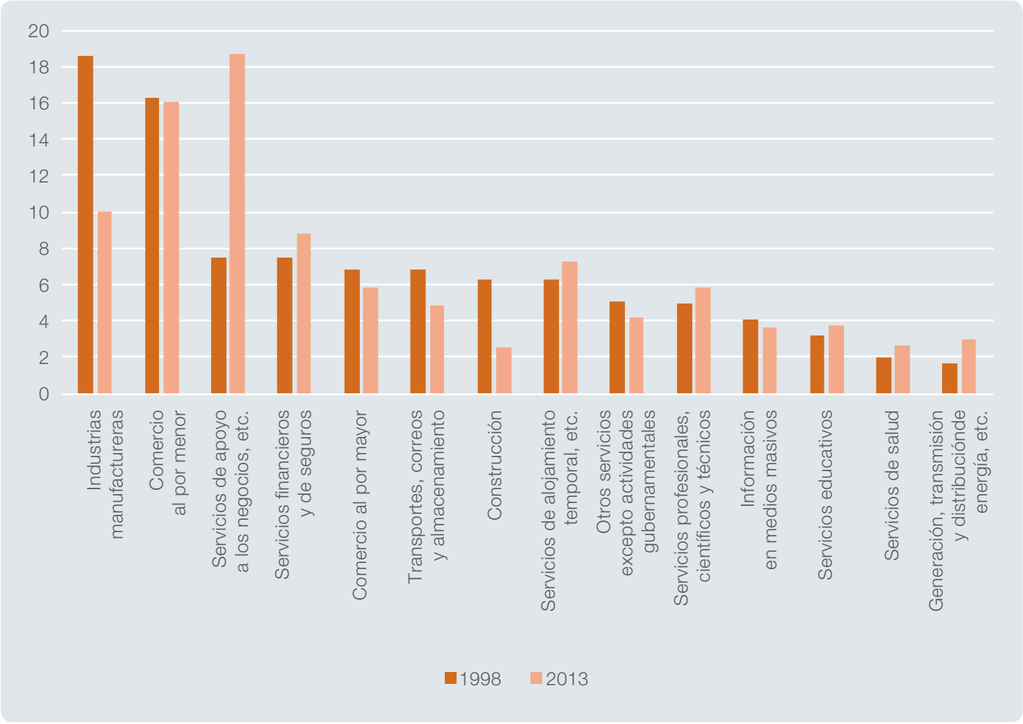
Fuente: Elaboración propia con base en datos de los Censos Económicos del INEGI. Resultados definitivos, varios años (SAIC).

GRÁFICA **10.** Distribución sectorial del personal ocupado en la Ciudad de México. Promedio 1998-2013 (porcentajes)



Fuente: Elaboración propia con base en datos de los Censos Económicos del INEGI. Resultados definitivos, varios años (SAIC).

GRÁFICA **11.** Cambio en la distribución sectorial del personal ocupado en la Ciudad de México, 1998 y 2013 (porcentajes)



Fuente: Elaboración propia con base en datos de los Censos Económicos del INEGI. Resultados definitivos, varios años (SAIC).

Entre los servicios con mayor peso relativo y mayor tendencia a incrementar su peso en relación con el personal ocupado en la Ciudad, están los servicios de apoyo a los negocios y manejo de desechos y servicios de remediación, en los que el personal ocupado pasó del 7.5% al 18.7%, prácticamente una quinta parte del total del personal ocupado en la Ciudad, seguido de los servicios financieros y seguros (del 7.4% al 8.7%), los servicios de alojamiento temporal y de preparación de alimentos y bebidas (del 6.3% al 7.3%) y los servicios profesionales, científicos y técnicos.

En contraste, el personal ocupado en el comercio al por menor registró una tendencia a disminuir a partir de 2003. De ocupar el segundo lugar con 19% en relación con la proporción del personal ocupado en la Ciudad ese año, pasó al 16%.

No obstante, en 2013 el comercio de la Ciudad –sumando el personal ocupado en el comercio tanto al por menor como al por mayor– dio empleo formal a una proporción bastante similar a la de los servicios de apoyo a los negocios y manejo de desechos y servicios de remediación.

CUADRO **8.** Personal ocupado en la Ciudad de México, por delegación, 1998-2013 (número de personas y porcentajes)

Delegaciones	1998	2003	2008	2013	Incremento 1998-2013	
					(núm.)	%
Álvaro Obregón	163 241	202 620	251 772	319 302	156 061	95.6
Azcapotzalco	156 498	155 271	304 071	383 735	227 237	145.2
Benito Juárez	310 416	349 313	341 826	365 565	55 149	17.8
Coyoacán	125 220	144 496	149 926	141 805	16 585	13.2
Cuauhtémoc	629 459	616 940	614 547	733 557	104 098	16.5
Cuajimalpa de Morelos	26 253	44 305	100 976	94 894	68 641	261.5
Gustavo A. Madero	161 223	173 492	184 885	178 537	17 314	10.7
Iztacalco	105 451	102 245	91 397	85 182	-20 269	-19.2
Iztapalapa	238 072	266 179	294 297	320 196	82 124	34.5
La Magdalena Contreras	14 678	22 797	26 933	22 589	7 911	53.9
Miguel Hidalgo	372 154	404 180	481 279	556 130	183 976	49.4
Milpa Alta	5 162	7 337	10 596	11 932	6 770	131.2
Tláhuac	24 492	29 278	39 039	41 615	17 123	69.9
Tlalpan	81 777	136 457	185 360	153 223	71 446	87.4
Venustiano Carranza	117 427	129 867	157 021	142 270	24 843	21.2
Xochimilco	40 974	46 069	55 204	53 040	12 066	29.4
Total Ciudad de México	2 572 497	2 830 846	3 289 129	3 603 572	1 031 075	40.1

Fuente: Elaboración propia con base en datos de los Censos Económicos del INEGI. Resultados definitivos, varios años (SAIC).

Lo anterior representó, en general, un cambio significativo en la estructura económica del empleo formal en la Ciudad de México, así como en su relación con la zona metropolitana.

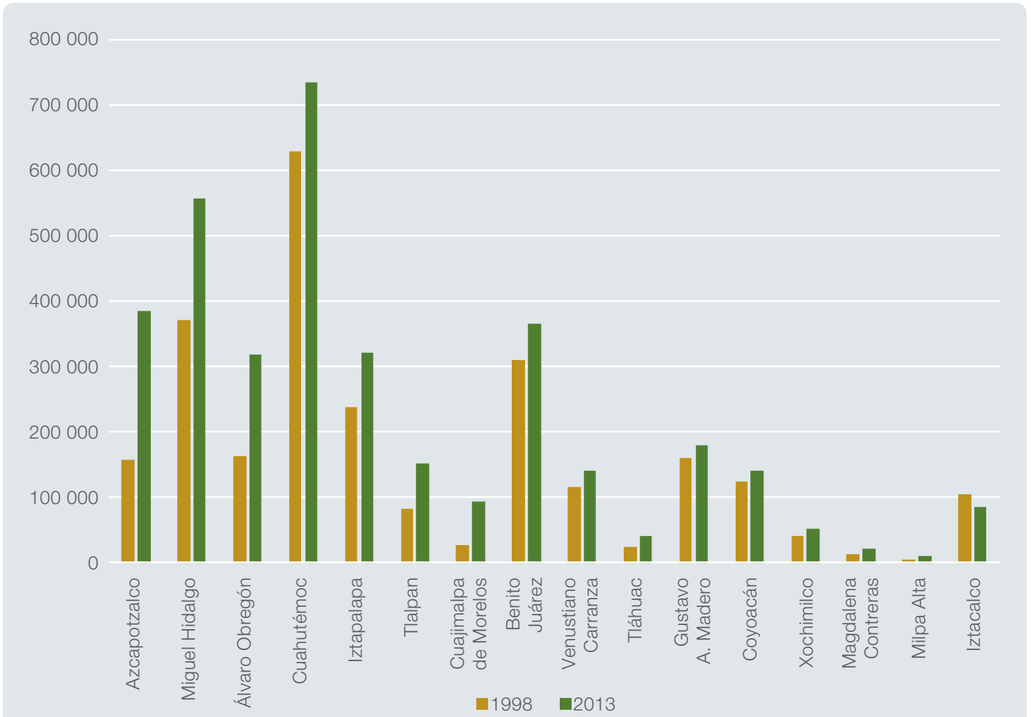
Tendencias territoriales del empleo en la Ciudad de México

Desde una perspectiva más enfocada a la dinámica territorial del empleo, se identificaron las siguientes tendencias entre las delegaciones de la Ciudad de México.

El empleo en las delegaciones: tendencias generales

El personal ocupado en la Ciudad de México se incrementó entre 1998 y 2013 en todas las delegaciones, con excepción de la delegación Iztacalco (cuadro 8, gráfica 12).

GRÁFICA **12.** Personal ocupado en la Ciudad de México, por delegación, 1998 y 2013 (número de personas)



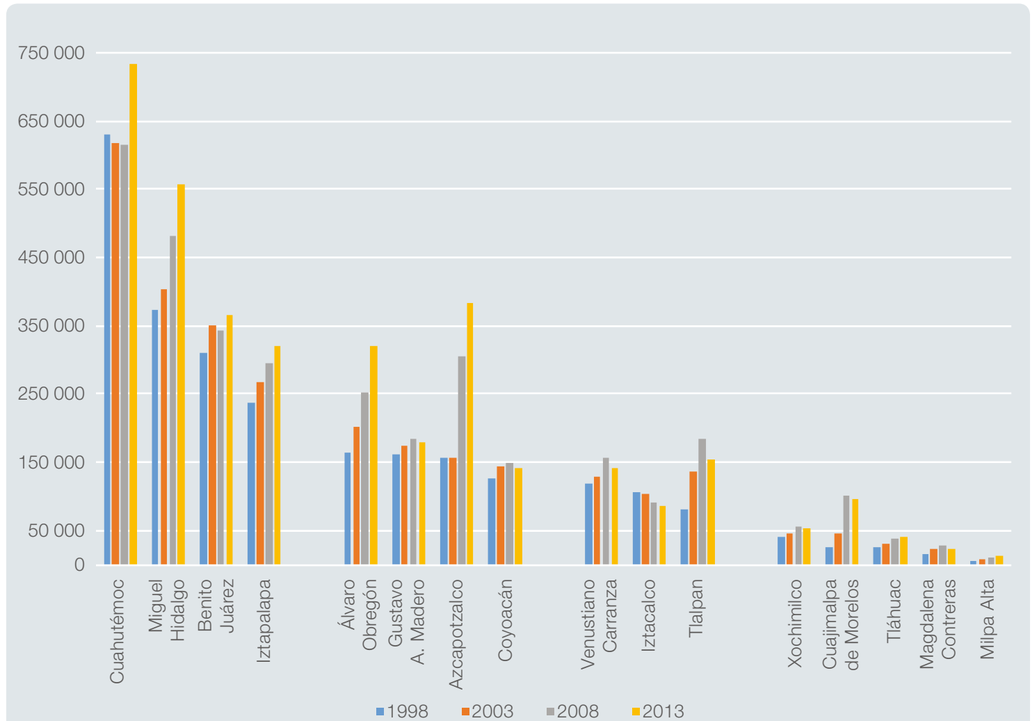
Fuente: Elaboración propia con base en datos de los Censos Económicos del INEGI. Resultados definitivos, varios años (SAIC).

Aunque no se trata de una dinámica lineal, esta tendencia representó en 2013 un incremento significativo en el número de personas ocupadas –más de un millón– en las delegaciones de la Ciudad con respecto a 1998 (gráfica 13).

El incremento fue especialmente notable en las delegaciones Cuajimalpa (261.5%), Azcapotzalco (145%) y Milpa Alta (131%). En un segundo conjunto se ubicaron las delegaciones Álvaro Obregón, Tlalpan y Tláhuac (con incrementos de entre el 70% y algo menos del 100% en 2013 con respecto a 1998). En el resto de las delegaciones –varias de ellas por cierto, delegaciones en las que se concentraron los mayores volúmenes de personal ocupado en la Ciudad en estos años–, los aumentos fueron bastante menores, como en los casos de Cuauhtémoc y Benito Juárez (gráfica 14, figura 1).

Lo anterior se vio reflejado en el ritmo promedio de crecimiento del personal ocupado en las delegaciones durante 1998-2013. Destaca la delegación Cuajimalpa (TMCA de 0.09%), seguida de las delegaciones Azcapotzalco, Milpa Alta y Álvaro Obregón (TMCA de 0.06%).

GRÁFICA **13.** Personal ocupado en la Ciudad de México, por delegaciones, 1998-2013 (número de personas)



Fuente: Elaboración propia con base en datos de los Censos Económicos del INEGI. Resultados definitivos, varios años (SAIC).

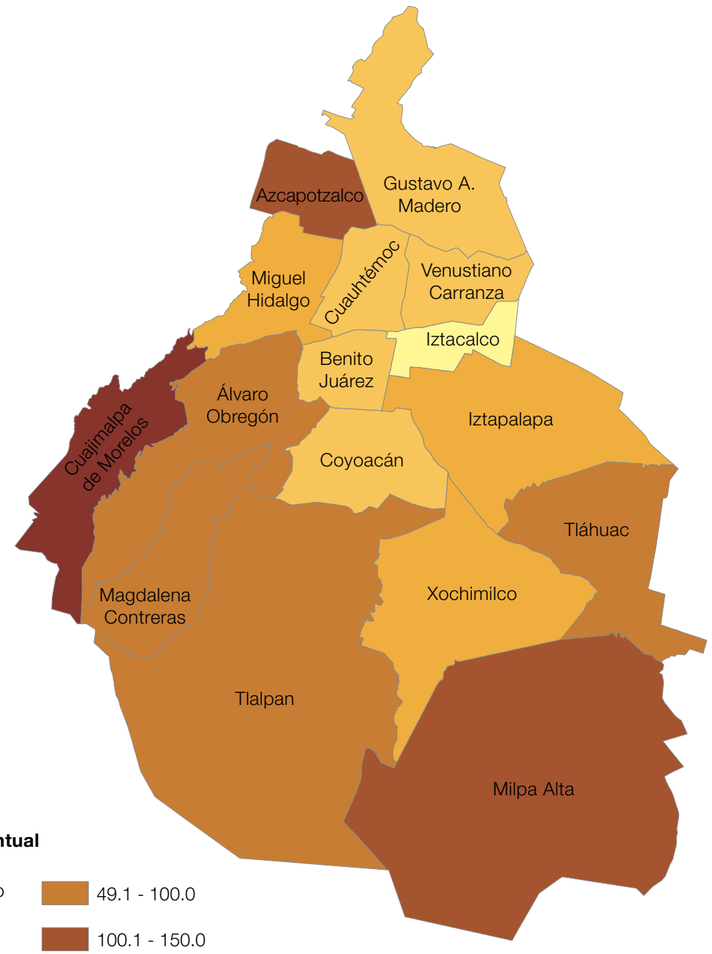
Llaman la atención, igualmente, las TMCA obtenidas por las delegaciones Tláhuac y Tlalpan (0.04%).

Todas ellas son superiores a la TMCA de personal ocupado en la Ciudad (0.02%) e incluso en el país (0.03%) durante este periodo. Tres de estas delegaciones están situadas en el sur de la Ciudad y poseen buena parte del suelo de conservación: Milpa Alta, Tláhuac y Tlalpan.

Sin menoscabo de las TMCA obtenidas en las delegaciones La Magdalena Contreras y Miguel Hidalgo (cerca de 0.03%), así como de Iztapalapa y Xochimilco (0.02% en el primer caso y un poco menor en el segundo), cabe hacer notar el contrapeso que representó en la TMCA de la Ciudad el bajo ritmo de crecimiento registrado en las seis delegaciones restantes (prácticamente el 40% de las delegaciones), entre las que destacan por su importancia en el volumen de personal ocupado las delegaciones Cuauhtémoc y Benito Juárez (gráfica 15).

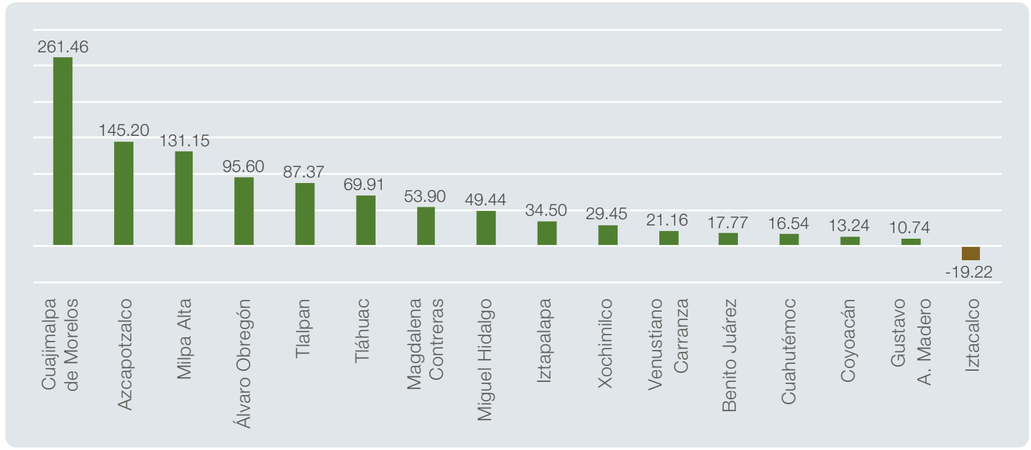
Por otra parte, si bien en la mayoría de las delegaciones se resintieron los efectos de la crisis de 2008-2009 en términos de empleo formal, Azcapotzalco,

FIGURA **1.** Incremento relativo del personal ocupado en la Ciudad de México, por delegaciones, 1998-2013



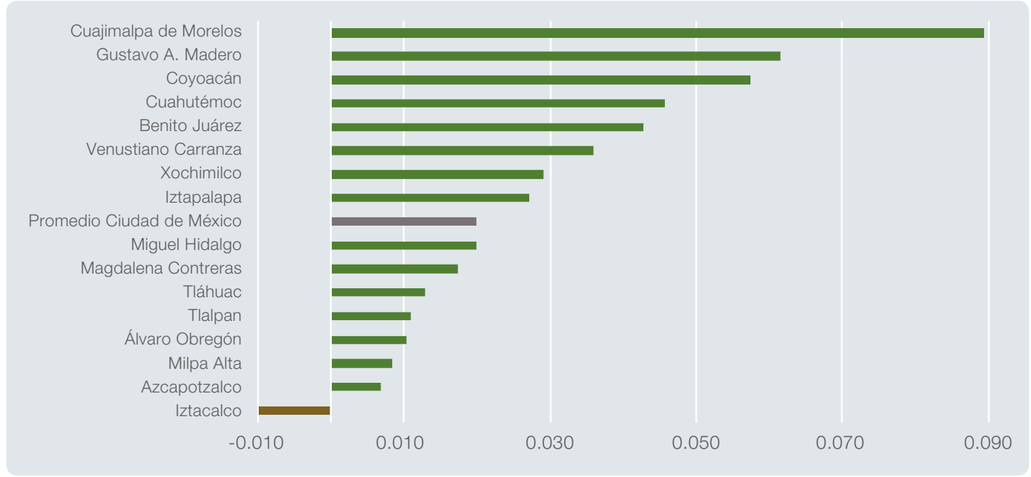
Fuente: Elaboración propia con base en INEGI, Censos Económicos. Resultados Definitivos (SAIC).

GRÁFICA **14.** Incremento relativo en el personal ocupado de las delegaciones de la Ciudad de México, 1998-2013 (porcentajes)



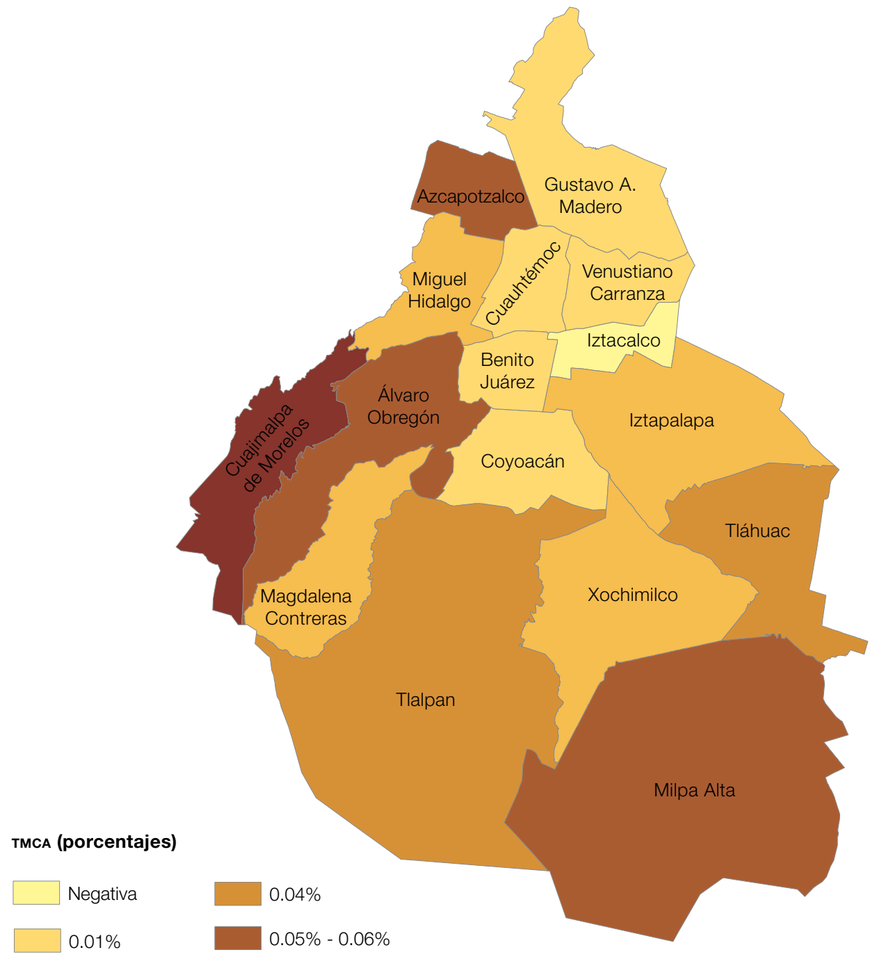
Fuente: Elaboración propia con base en datos de los Censos Económicos del INEGI. Resultados definitivos, varios años (SAIC).

GRÁFICA **15.** Tasa media de crecimiento anual del personal ocupado en las delegaciones de la Ciudad de México, 1998-2013 (porcentajes)



Fuente: Elaboración propia con base en datos de los Censos Económicos del INEGI. Resultados definitivos, varios años (SAIC).

FIGURA **2.** Tasa media de crecimiento anual del personal ocupado en la Ciudad de México, por delegaciones, 1998-2013



Fuente: Elaboración propia con base en INEGI, Censos Económicos. Resultados Definitivos (SAIC).

CUADRO **9.** Tasa media de crecimiento anual del personal ocupado en la Ciudad de México, por delegaciones, 1998-2013 (porcentajes)

Delegaciones	1998-2003	2003-2008	2008-2013	1998-2013
Álvaro Obregón	0.04	0.04	0.05	0.05
Azcapotzalco	0.00	0.14	0.05	0.06
Promedio Ciudad de México	**0.02**	**0.03**	**0.02**	**0.02**
Benito Juárez	0.02	0.00	0.01	0.01
Coyoacán	0.03	0.01	-0.01	0.01
Cuauhtémoc	0.00	0.00	0.04	0.01
Cuajimalpa de Morelos	0.11	0.18	-0.01	0.09
Gustavo A. Madero	0.01	0.01	-0.01	0.01
Iztacalco	-0.01	-0.02	-0.01	-0.01
Iztapalapa	0.02	0.02	0.02	0.02
La Magdalena Contreras	0.09	0.03	-0.03	0.03
Miguel Hidalgo	0.02	0.04	0.03	0.03
Milpa Alta	0.07	0.08	0.02	0.06
Tláhuac	0.04	0.06	0.01	0.04
Tlalpan	0.11	0.06	-0.04	0.04
Venustiano Carranza	0.02	0.04	-0.02	0.01
Xochimilco	0.02	0.04	-0.01	0.02

Fuente: Elaboración propia con base en datos de los Censos Económicos del INEGI. Resultados definitivos, varios años (SAIC).

Álvaro Obregón, Benito Juárez y Cuauhtémoc se recuperaron en 2013, mientras que Iztapalapa mantuvo el mismo ritmo de crecimiento promedio a lo largo del periodo. En los casos de Tlalpan, La Magdalena Contreras, Venustiano Carranza, Coyoacán, Cuajimalpa, Gustavo A. Madero, Iztacalco y Xochimilco, la TMCA 2008-2013 no sólo disminuyó sino que fue negativa (cuadro 9, gráfica 16, figura 2).

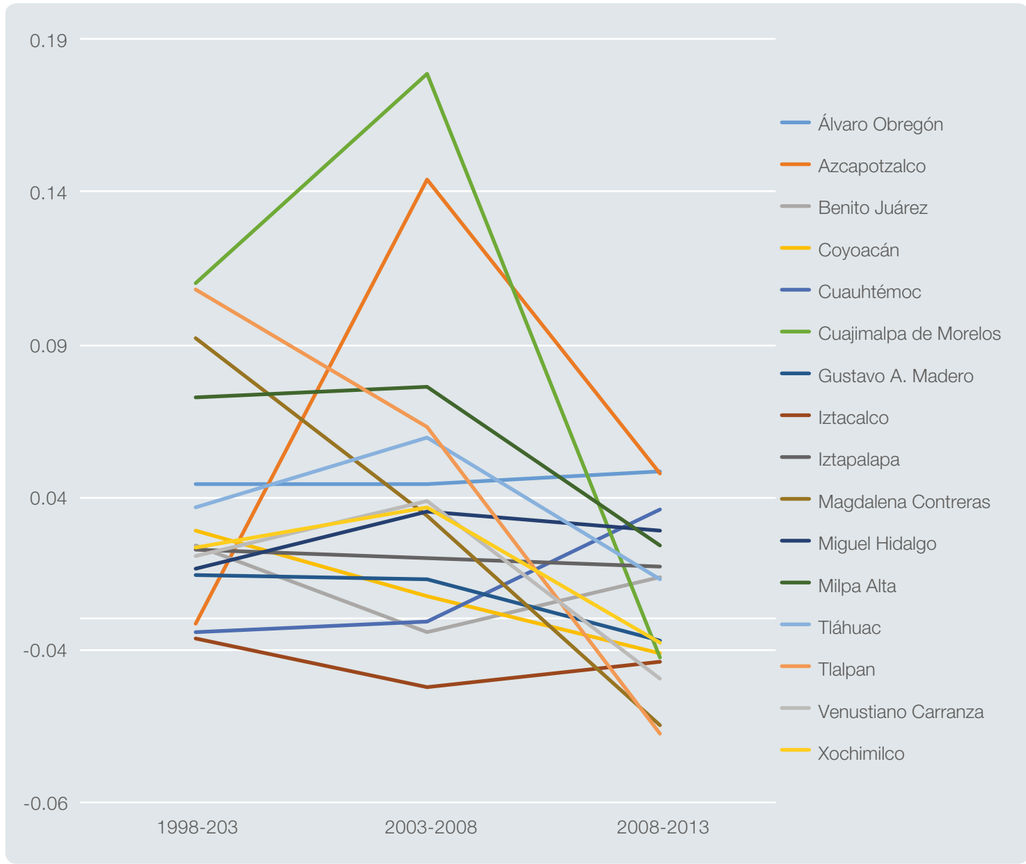
De acuerdo con lo anterior, no obstante que el personal ocupado en la Ciudad de México continuó concentrándose a lo largo del periodo fundamentalmente en cuatro delegaciones –Cuauhtémoc, Benito Juárez, Iztapalapa y Miguel Hidalgo–, en conjunto, su peso relativo en relación con el personal ocupado de la Ciudad tendió a disminuir a lo largo de los últimas décadas, al pasar del 60.3% en 1998, al 54.8% en 2013 (cuadro 10).

CUADRO **10.** Distribución del personal ocupado en la Ciudad de México, por delegaciones, 1998 y 2013 (número y porcentajes)

Delegaciones	1998	2013
Cuauhtémoc	629 459	733 557
Miguel Hidalgo	372 154	556 130
Benito Juárez	310 416	365 565
Iztapalapa	238 072	320 196
Subtotal	*1 550 101*	*1 975 448*
	60.3%	*54.8%*
Álvaro Obregón	163 241	319 302
Gustavo A. Madero	161 223	178 537
Azcapotzalco	156 498	383 735
Subtotal	*480 962*	*881 574*
	18.7%	*24.5%*
Coyoacán	125 220	141 805
Venustiano Carranza	117 427	142 270
Iztacalco	105 451	85 182
Tlalpan	81 777	153 223
Subtotal	*429 875*	*522 480*
	16.7%	*14.5%*
Xochimilco	40 974	53 040
Cuajimalpa de Morelos	26 253	94 894
Tláhuac	24 492	41 615
La Magdalena Contreras	14 678	22 589
Milpa Alta	5 162	11 932
Subtotal	*111 559*	*224 070*
	4.3%	*6.2%*

Fuente: Elaboración propia con base en datos de los Censos Económicos del INEGI. Resultados definitivos, varios años (SAIC).

GRÁFICA **16.** Tasa media de crecimiento anual del personal ocupado en las delegaciones de la Ciudad de México, 1998-2013 (porcentajes)



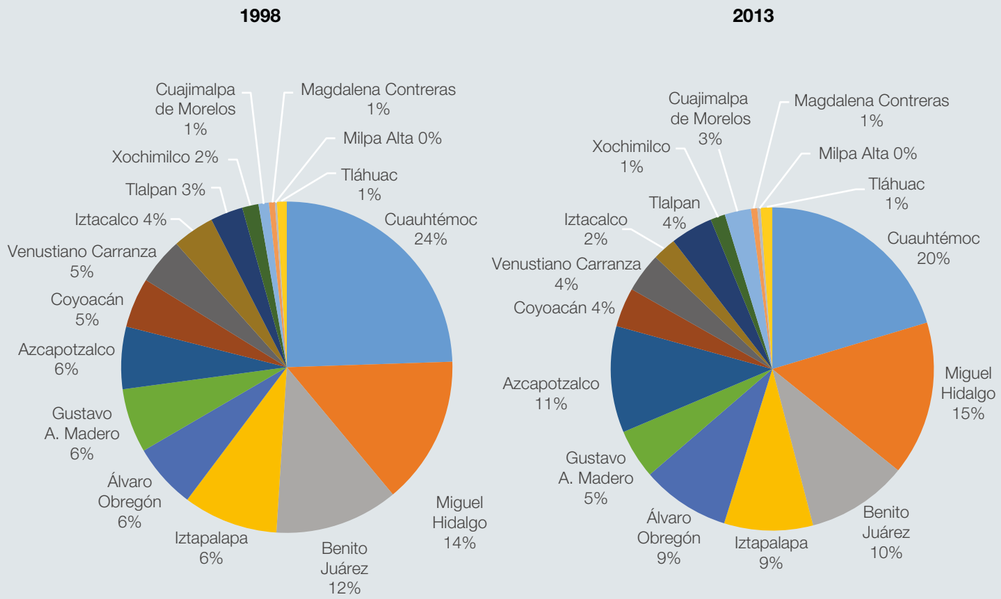
Fuente: Elaboración propia con base en datos de los Censos Económicos del INEGI. Resultados definitivos, varios años (SAIC).

De hecho, con excepción de la delegación Miguel Hidalgo, que mejoró ese peso a partir de 2003, aunque de una manera poco significativa, las otras tres delegaciones mostraron una tendencia bastante persistente hacia la disminución de peso en el periodo.

A su vez, delegaciones como Azcapotzalco, Álvaro Obregón y Cuajimalpa, por una parte, y Tlalpan, Milpa Alta y Tláhuac, por la otra, mostraron tendencias definidas hacia un aumento de su participación relativa en la captación del personal ocupado de la Ciudad entre 1998 y 2013 (gráfica 17, figura 3).

Las delegaciones con mayores cambios relativos negativos en **personal ocupado en 2013 en relación** con el que tenían en **1998** fueron Iztacalco (**-42.3%**); seguida de Venustiano Carranza (**-21%**); Cuauhtémoc (**-17%**) y Benito Juárez (**-16%**).

GRÁFICA **17.** Distribución del personal ocupado entre las delegaciones de la Ciudad de México, 1998 y 2013
(porcentajes)



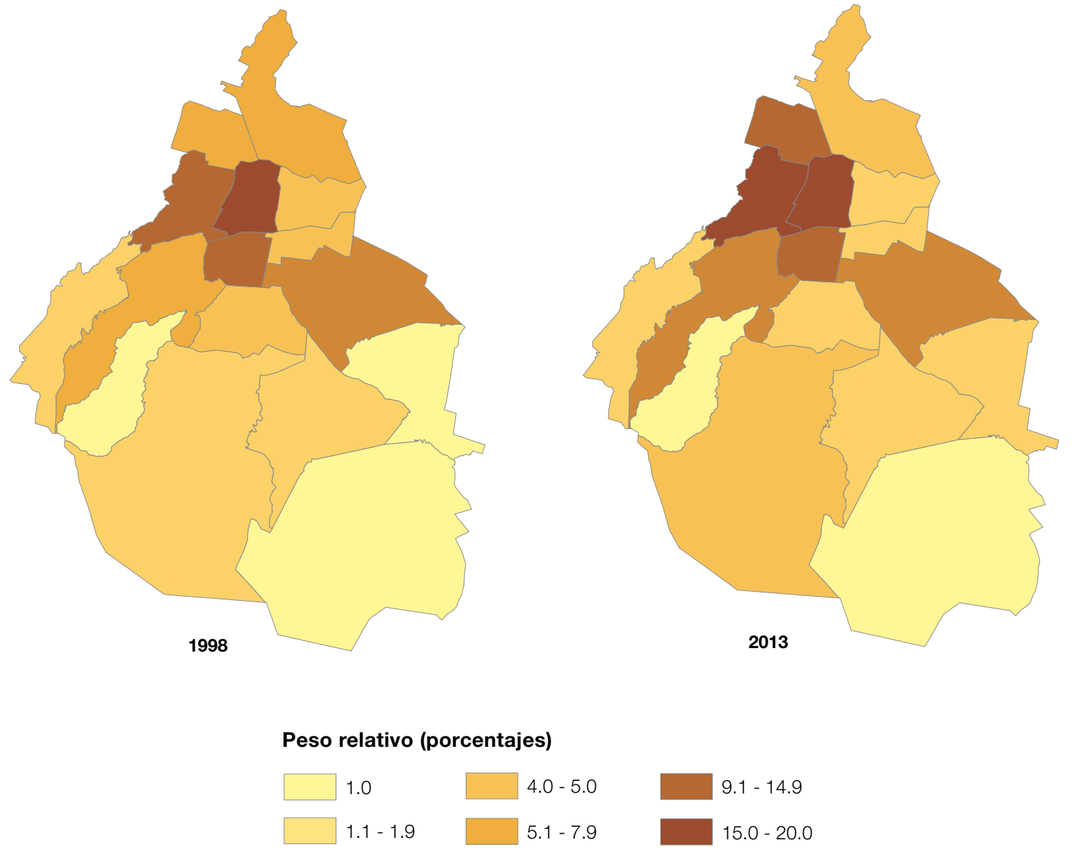
Fuente: Elaboración propia con base en datos de los Censos Económicos del INEGI. Resultados definitivos, varios años (SAIC).

Los casos de Álvaro Obregón y Cuajimalpa así como de Azcapotzalco, se explican en buena medida por el nuevo dinamismo de las actividades relacionadas con los servicios financieros y de apoyo a los negocios, como se verá más adelante.

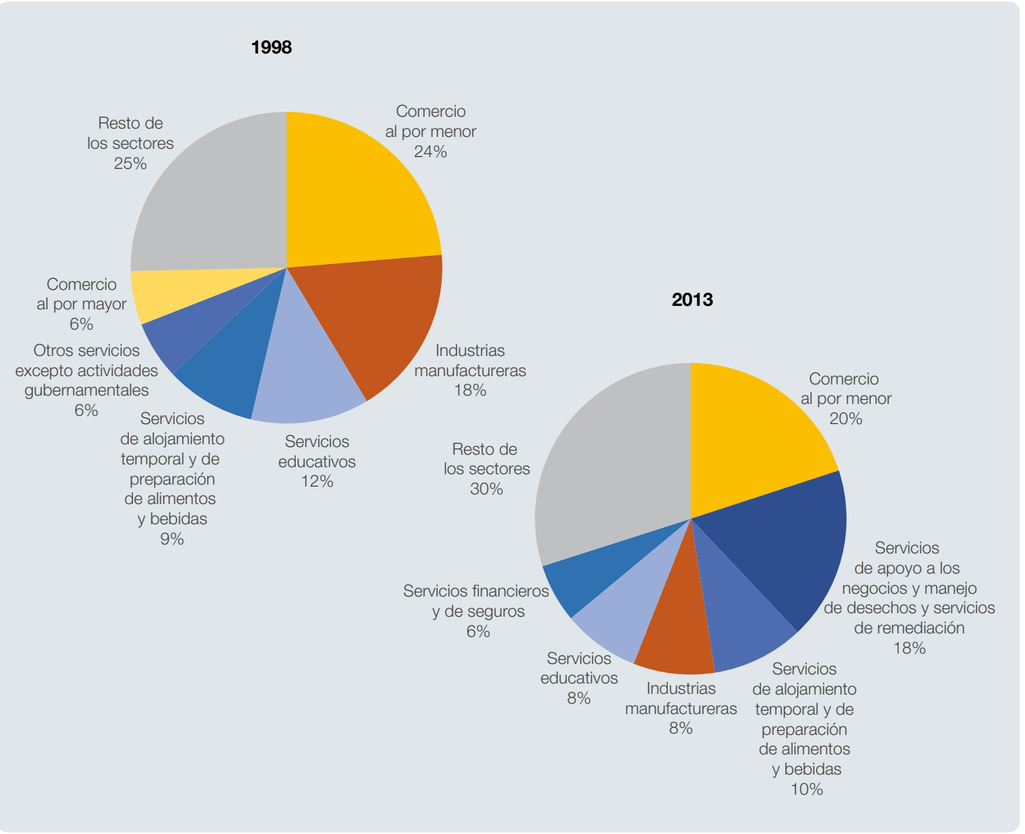
En el caso de las delegaciones del sur, si bien no se trata de territorios que tengan un peso significativo en lo que respecta a la cantidad de personas ocupadas en la Ciudad, llama la atención la magnitud del cambio relativo registrado estos años. En especial, considerando que se trata de delegaciones en las que el objetivo estratégico presente y a futuro remite a reforzar la protección del suelo de conservación y sus servicios ambientales estratégicos para la sustentabilidad de la Ciudad y su economía.

Cabe mencionar, asimismo, que las delegaciones con mayores cambios relativos en personal ocupado en 2013 en relación con el que tenían en 1998, fueron, en primer lugar, Iztacalco (-42.3%); seguida de Venustiano Carranza (-21%); Cuauhtémoc (-17%) y Benito Juárez (-16%). Entre las que ganaron más peso relativo entre 1998 y 2013 se encuentran Cuajimalpa (158%), Azcapotzalco (75%), Álvaro Obregón (40%) y Tlalpan (34%).

FIGURA **3.** Cambio en la distribución del personal ocupado de la Ciudad de México entre las delegaciones, 1998 y 2013

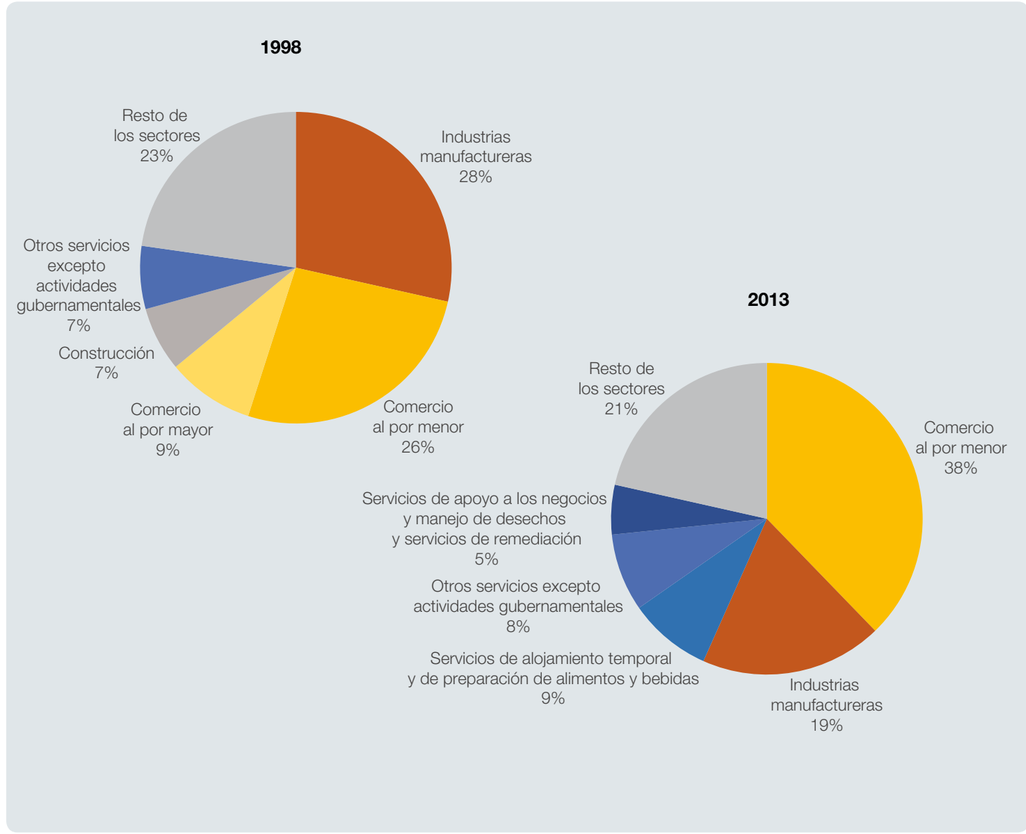


GRÁFICA **18.** Delegación Tlalpan. Distribución sectorial del personal ocupado, 1998 y 2013



Fuente: Elaboración propia con base en datos de los Censos Económicos del INEGI. Resultados definitivos, varios años (SAIC).

GRÁFICA **19.** Delegación Xochimilco. Distribución sectorial del personal ocupado, 1998 y 2013



Fuente: Elaboración propia con base en datos de los Censos Económicos del INEGI. Resultados definitivos, varios años (SAIC).

Tendencias sectoriales del empleo en las delegaciones

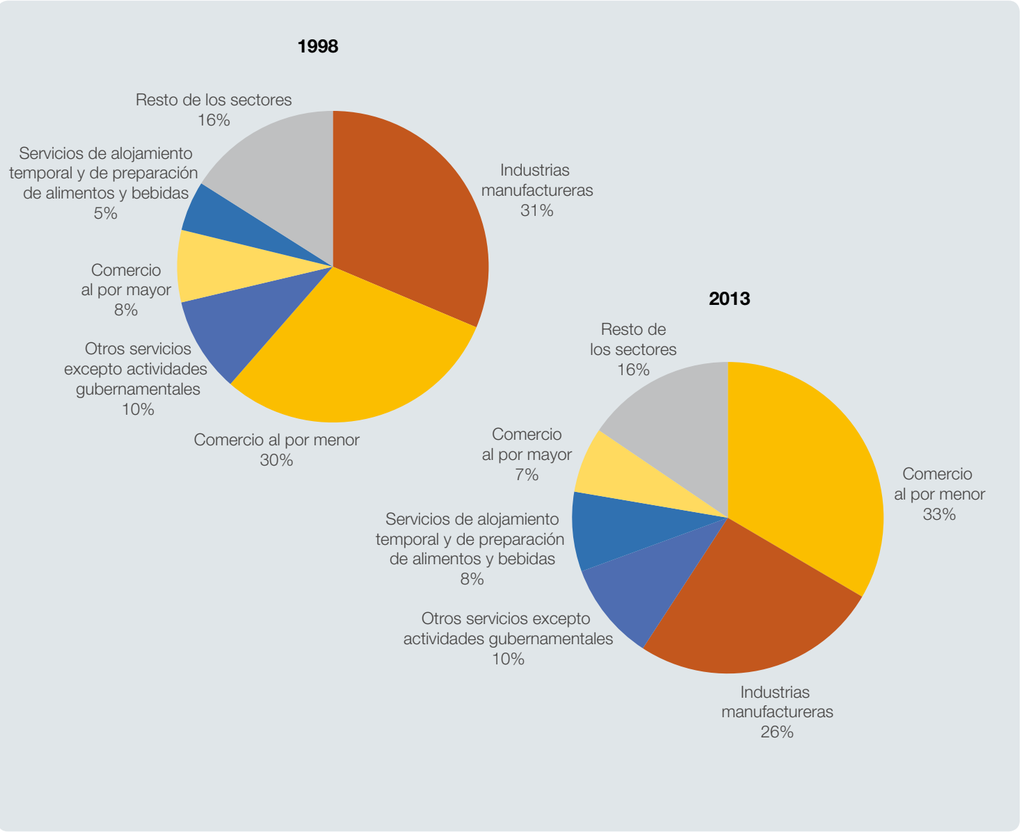
A continuación se presenta un panorama sobre las principales tendencias identificadas en relación con las dinámicas sectoriales del empleo en cada una de las delegaciones de la Ciudad de México.

En el sur

Tlalpan fue una de las delegaciones del sur de la Ciudad con mayor cambio en su estructura de empleo entre 1998 y 2013. Mientras que en 1998 el 24% del personal ocupado trabajó en el comercio al por menor y 18% en la industria manufacturera, en 2013 el 20% trabajaba en el comercio al por menor y 18% en servicios de apoyo a los negocios y manejo de desechos y servicios de remediación, a la vez que disminuyó el personal ocupado en las industrias manufactureras a sólo 9% en 2013 (gráfica 18).

En Xochimilco se registró un proceso similar al de la delegación Tlalpan para el mismo periodo; se invirtió el mayor peso que tenía el personal ocupado en las industrias manufactureras por el empleo en el comercio al por menor. Mientras que en 1998 el personal ocupado en las industrias manufactureras representó el 28.5% del total de la delegación, en 2013 el porcentaje fue de sólo 19%. A su vez, mientras que el comercio al por menor empleó al 26.5% del personal ocupado en 1998, en 2013 ese porcentaje se incrementó a 38%.

GRÁFICA **20.** Delegación Tláhuac. Distribución sectorial del personal ocupado, 1998 y 2013

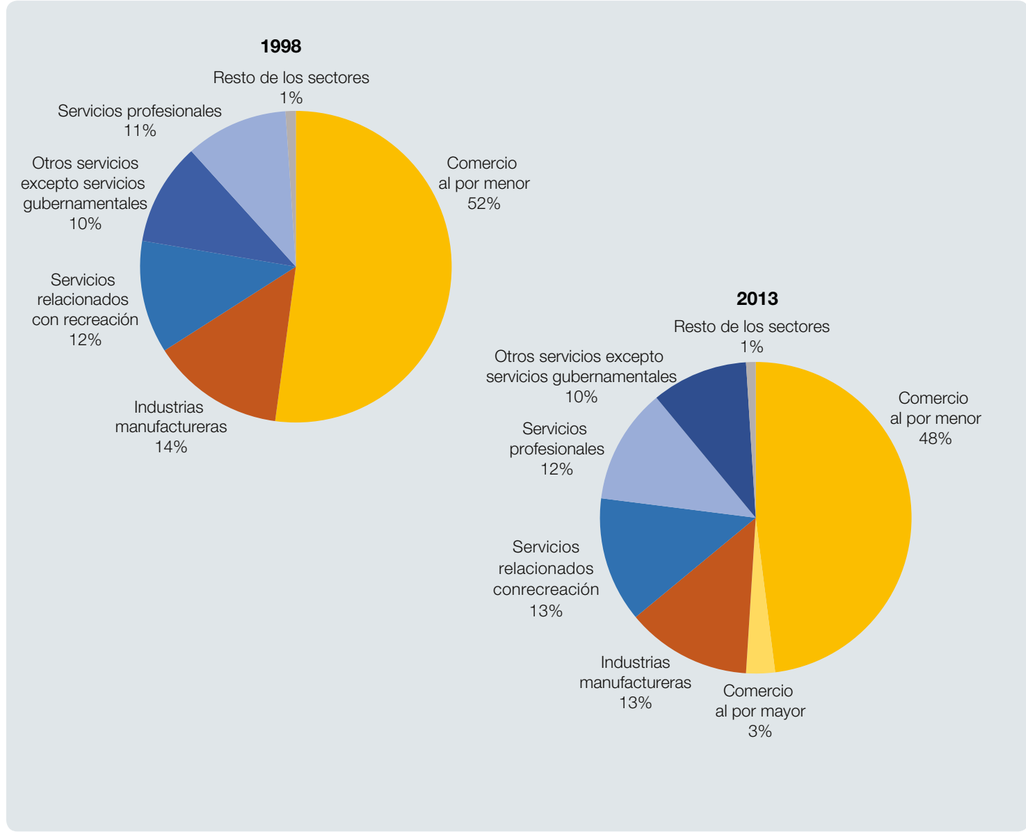


Fuente: Elaboración propia con base en datos de los Censos Económicos del INEGI. Resultados definitivos, varios años (SAIC).

En 2013 en la delegación Xochimilco también ganó mayor peso el personal ocupado en servicios de alojamiento temporal y de preparación de alimentos y bebidas (9%) y otros servicios excepto actividades gubernamentales (8%). En 1998 en estos tipos de servicios habían registrado 4.7% y 6.5%, respectivamente, un peso menor al que tenía el personal ocupado en comercio al por mayor y en la construcción (9.1% y 7%) (gráfica 19).

En el caso de Tláhuac el personal ocupado en las industrias manufactureras perdió peso relativo (pasó de 31.4% en 1998 a 26% en 2013); por el contrario, aumentó el personal ocupado en el comercio al por menor (de 30% en 1998 a 34% en 2013) (gráfica 20).

GRÁFICA **21.** Delegación Milpa Alta. Distribución sectorial del personal ocupado, 1998 y 2013



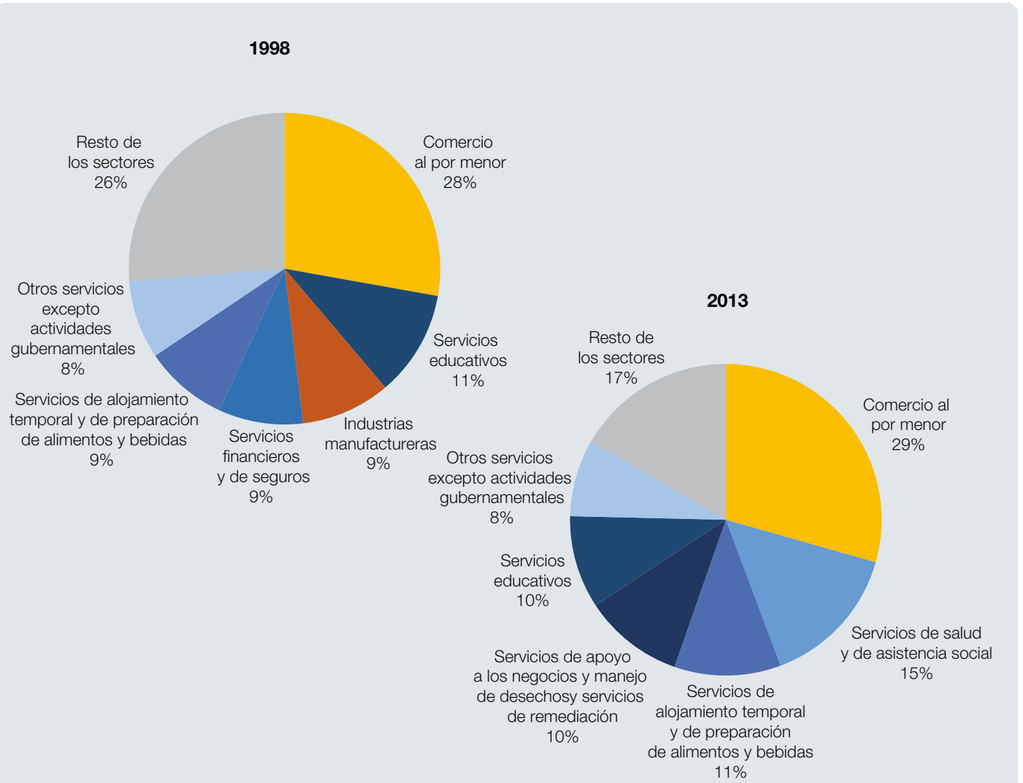
Fuente: Elaboración propia con base en datos de los Censos Económicos del INEGI. Resultados definitivos, varios años (SAIC).

Por su parte, la delegación Milpa Alta mantuvo prácticamente igual su estructura sectorial, aunque disminuyó un poco el peso relativo del comercio (en particular el comercio al por mayor) e incrementó los servicios, sobre todo los relacionados con apoyo a los negocios y manejo de desechos y servicios de remediación (de 0.3% en 1998 a 2.6% en 2013) (gráfica 21).

En el poniente

La delegación La Magdalena Contreras mantuvo el peso relativo de su personal ocupado en el comercio al por menor: 28% en 1998 y 29.4% en 2013. En tanto, el personal ocupado en las industrias manufactureras fue perdiendo un poco de peso de manera progresiva: de 9.3% en 1998 a 6.3% en 2013.

GRÁFICA **22.** Delegación La Magdalena Contreras. Distribución sectorial del personal ocupado, 1998 y 2013

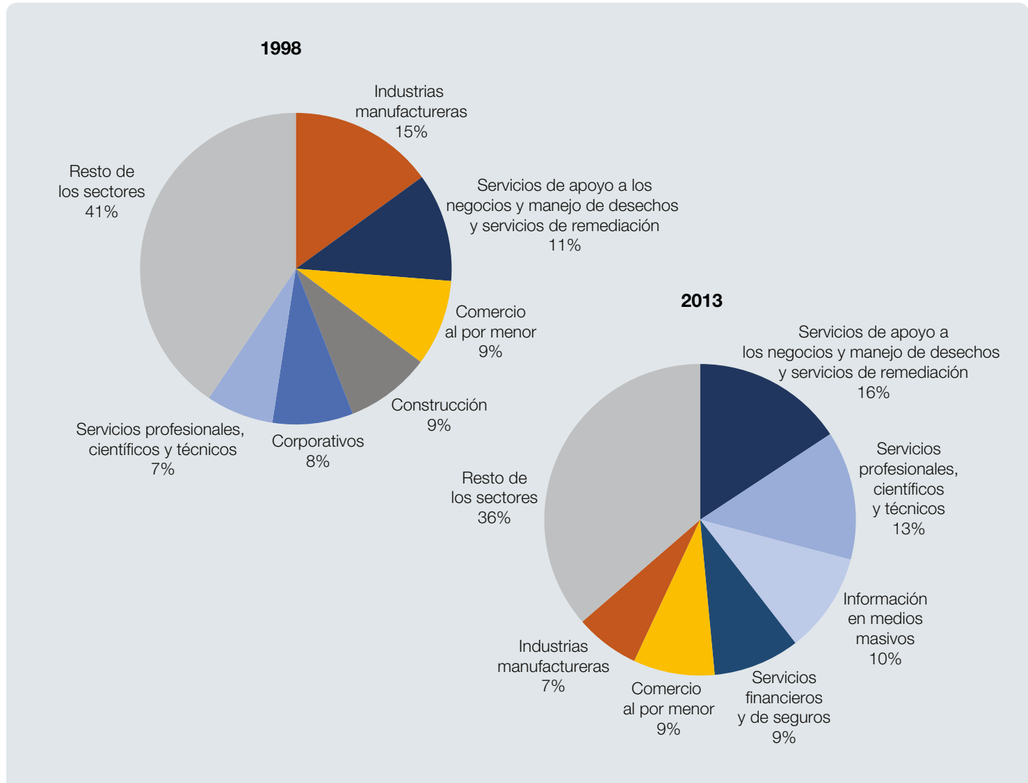


Fuente: Elaboración propia con base en datos de los Censos Económicos del INEGI. Resultados definitivos, varios años (SAIC).

En relación con el empleo en los servicios de salud y de asistencia social, hubo un incremento relevante, pues pasó de 3.7% en 1998 a 15% en 2013. En tanto, el personal ocupado en servicios educativos disminuyó de 11% a 9.6%, y el dedicado a servicios de alojamiento temporal y de preparación de alimentos y bebidas aumentó de 8.7% a 11.1%.

El personal ocupado en los servicios financieros y de seguros cayó de modo notable tras la crisis de 2009 (de 9% en 1998 a 0.05% en 2013). Sin embargo, este sector fue el que mayor incremento había registrado entre 2000 y 2008: llegó a representar hasta 27.6% del personal ocupado en 2000 y 18.5% en 2008. En contraste, el personal ocupado en los servicios de apoyo a

GRÁFICA **23.** Delegación Miguel Hidalgo. Distribución sectorial del personal ocupado, 1998 y 2013

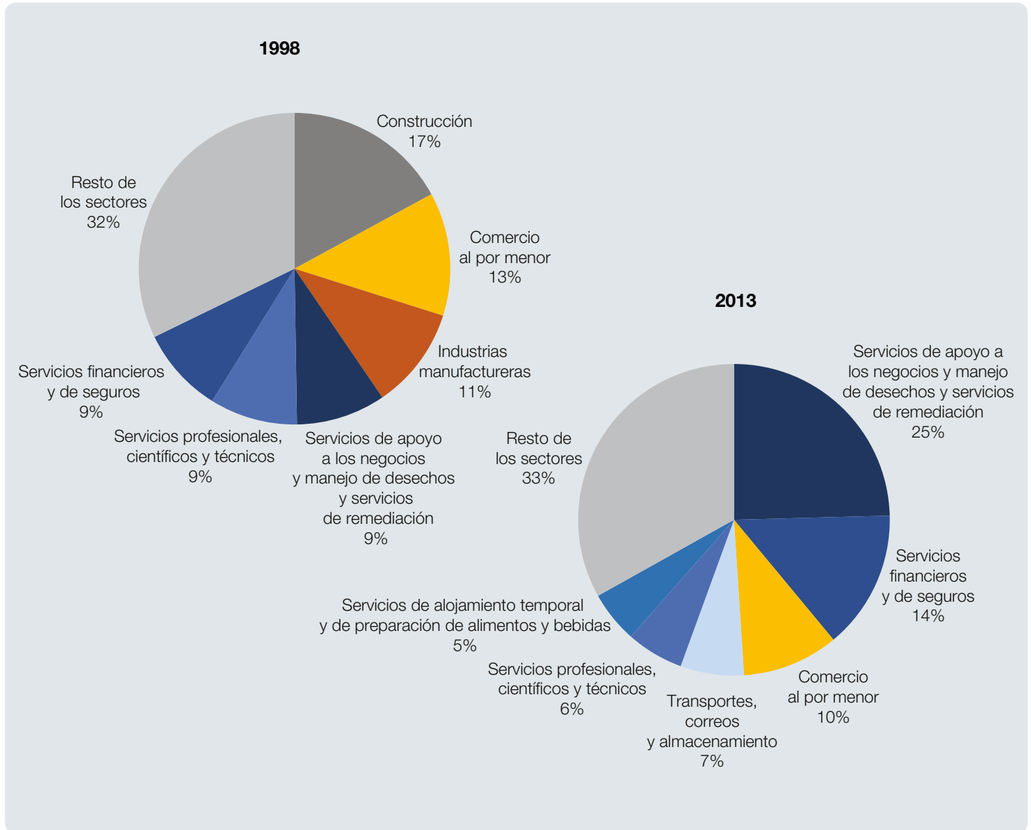


Fuente: Elaboración propia con base en datos de los Censos Económicos del INEGI. Resultados definitivos, varios años (SAIC).

los negocios y manejo de desechos y servicios de remediación aumentó hasta el 10% en 2013 (gráfica 22).

El mayor porcentaje del personal ocupado en la delegación Miguel Hidalgo en 1998 trabajaba en las industrias manufactureras (15%) y 9% en la construcción. Otro 9% se ocupaba en el comercio al por menor En el rubro de los servicios, sólo un 11.3% se dedicaba a los servicios de apoyo a los negocios y manejo de desechos y servicios de remediación y 7% a los servicios profesionales, científicos y técnicos. En contraste, en 2013 casi la mitad del personal ocupado en la delegación trabajaba en actividades relacionadas con servicios: 15.7% en servicios de apoyo a los negocios y manejo de desechos y servicios de remediación;

GRÁFICA **24.** Delegación Álvaro Obregón. Distribución sectorial del personal ocupado, 1998 y 2013

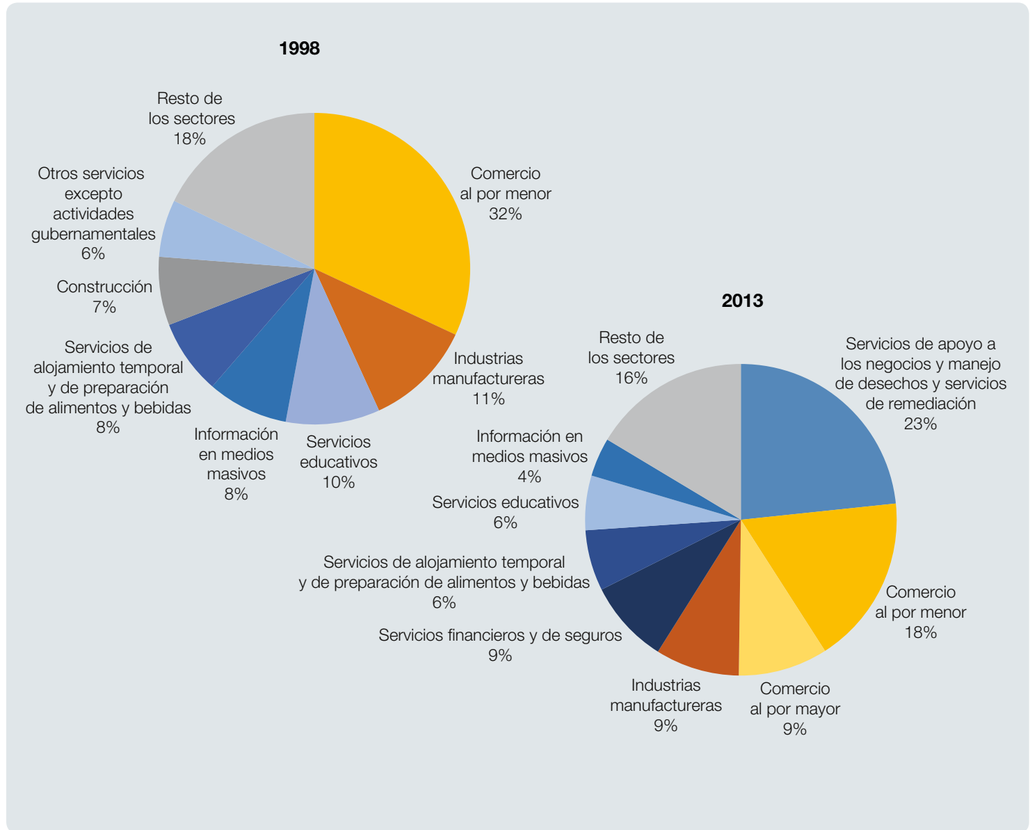


Fuente: Elaboración propia con base en datos de los Censos Económicos del INEGI. Resultados definitivos, varios años (SAIC).

13.4% en servicios profesionales, científicos y técnicos; 10.4% en información en medios masivos, y 9% en servicios financieros y de seguros (gráfica 23).

En la delegación Álvaro Obregón, mientras que en 1998 el 40.5% del personal ocupado se concentró fundamentalmente en las actividades de la construcción (17%), el comercio al por menor (12.8%) y las industrias manufactureras (10.6%), para 2013 casi 40% se ocupó en servicios de apoyo a los negocios y manejo de desechos y servicios de remediación (24.6%) y servicios financieros y de seguros (14.4%); en tanto, el comercio al por menor disminuyó ligeramente, para llegar a absorber 10% del personal ocupado ese año (gráfica 24).

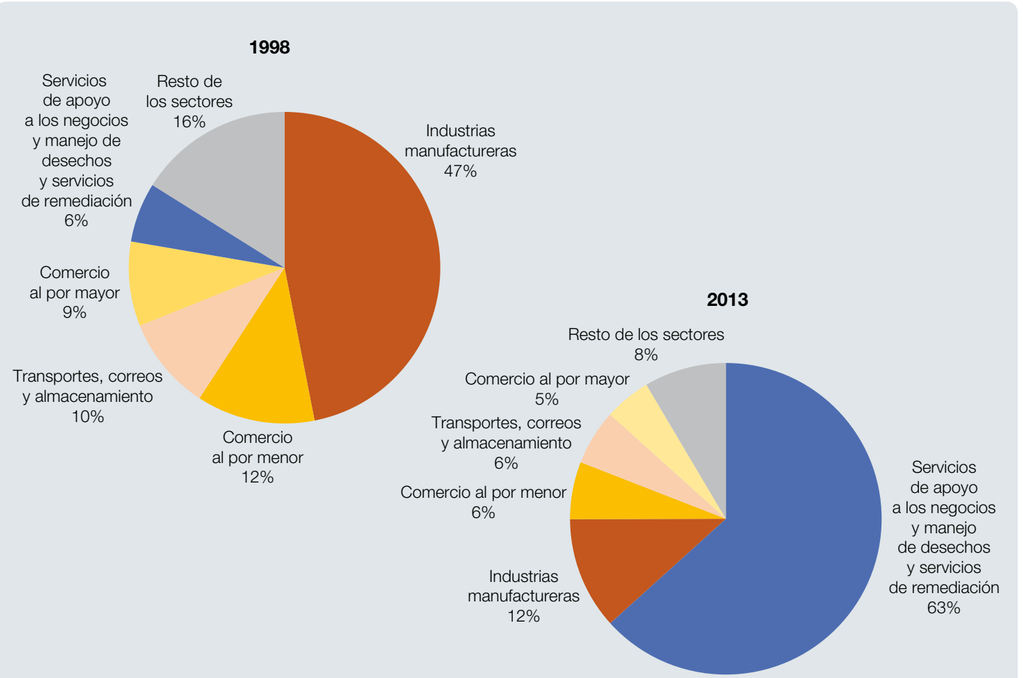
GRÁFICA **25.** Delegación Cuajimalpa. Distribución sectorial del personal ocupado, 1998 y 2013



Fuente: Elaboración propia con base en datos de los Censos Económicos del INEGI. Resultados definitivos, varios años (SAIC).

En Cuajimalpa el personal ocupado en el comercio al por menor tuvo en 1998 el mayor peso (32%), seguido a distancia por las industrias manufactureras (11.2%). Sin embargo, para 2008 el comercio al por menor ya se había reducido hasta llegar a sólo el 15.2%, mientras los servicios de apoyo a los negocios y manejo de desechos y servicios de remediación –sector que mostró una tendencia ascendente desde 2000– absorbían el 40.4%. Aunque el peso de este último sector disminuyó tras la crisis de 2009, se mantuvo como la primera ocupación en la delegación en 2013, con 23.3% en 2013. A pesar de su bajo peso relativo en el total del empleo de la Ciudad, la tendencia de este sector revela el cambio estructural progresivo de la economía de Cuajimalpa,

GRÁFICA **26.** Delegación Azcapotzalco. Distribución sectorial del personal ocupado, 1998 y 2013



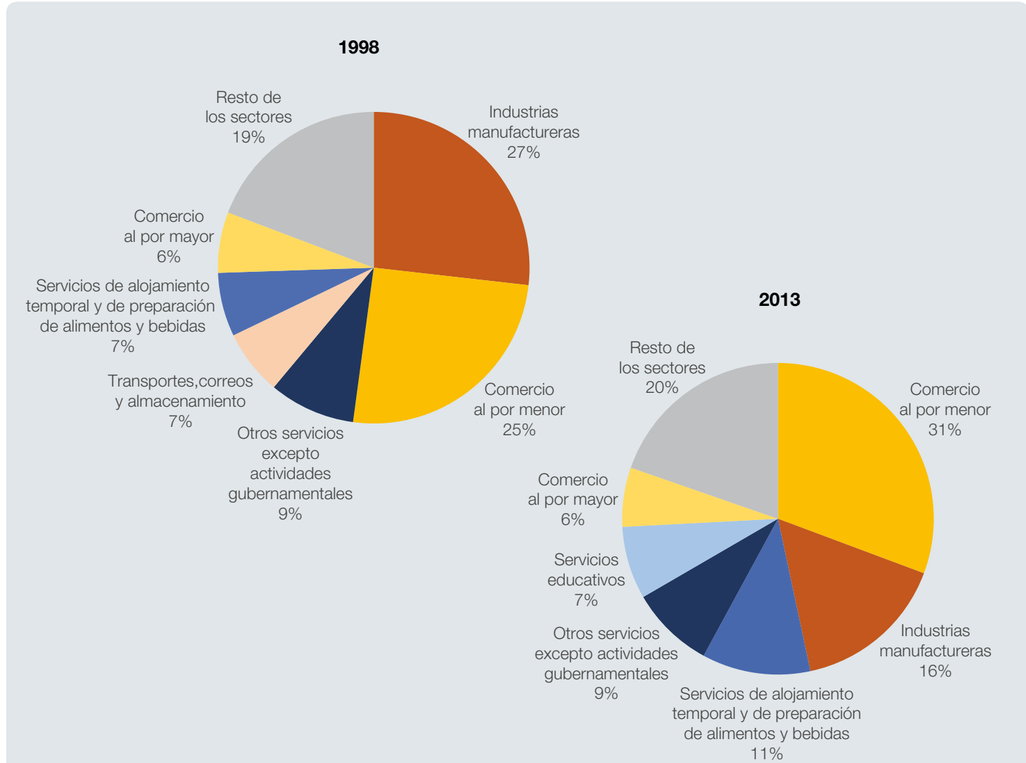
Fuente: Elaboración propia con base en datos de los Censos Económicos del INEGI. Resultados definitivos, varios años (SAIC).

así como la fragilidad que este nuevo giro ocupacional aún presenta en esta delegación (gráfica 25).

En el norte

En la delegación Azcapotzalco, distinguida históricamente por su fuerte vocación industrial, seguida de las actividades relacionadas con el comercio al por menor, se registró un viraje importante hacia los servicios de apoyo a los negocios y manejo de desechos y servicios de remediación. Mientras que en 1998 las industrias manufactureras daban empleo a casi la mitad del personal ocupado (47%), en 2013 únicamente 11.6% laboró en ese sector. Por su parte, los servicios de apoyo a los negocios y manejo de desechos y servicios de remediación, que en 1998 empleaban sólo al 6.2% del personal ocupado, en 2013 absorbieron al 63.3%. Esto representó, asimismo, un cambio en relación con el personal ocupado en el comercio al por menor, que disminuyó de 12.3% en 1998 a 6% en 2013 (gráfica 26).

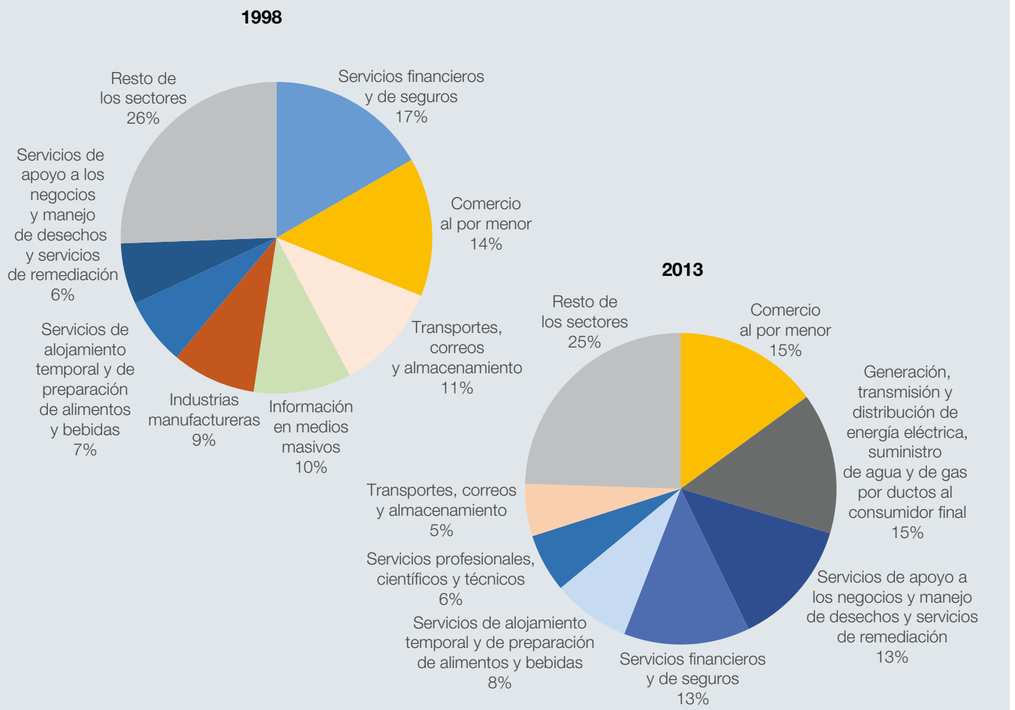
GRÁFICA **27.** Delegación Gustavo A. Madero. Distribución sectorial del personal ocupado, 1998 y 2013



Fuente: Elaboración propia con base en datos de los Censos Económicos del INEGI. Resultados definitivos, varios años (SAIC).

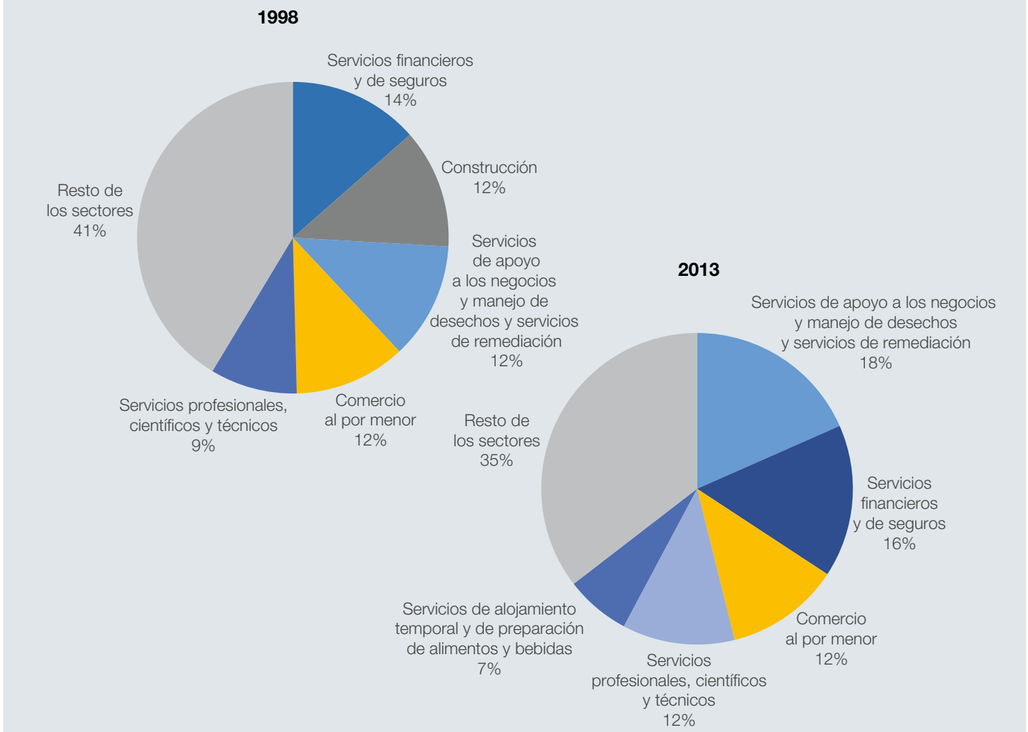
También en la delegación Gustavo A. Madero disminuyó el personal ocupado en las industrias manufactureras, al pasar del 27% en 1998 a solamente 16% en 2013; por el contrario, el personal dedicado al comercio al por menor se incrementó del 25% en 1998 al 31% en 2013 (gráfica 27).

GRÁFICA **28.** Delegación Cuauhtémoc. Distribución sectorial del personal ocupado, 1998 y 2013



Fuente: Elaboración propia con base en datos de los Censos Económicos del INEGI. Resultados definitivos, varios años (SAIC).

GRÁFICA **29.** Delegación Benito Juárez. Distribución sectorial del personal ocupado, 1998 y 2013



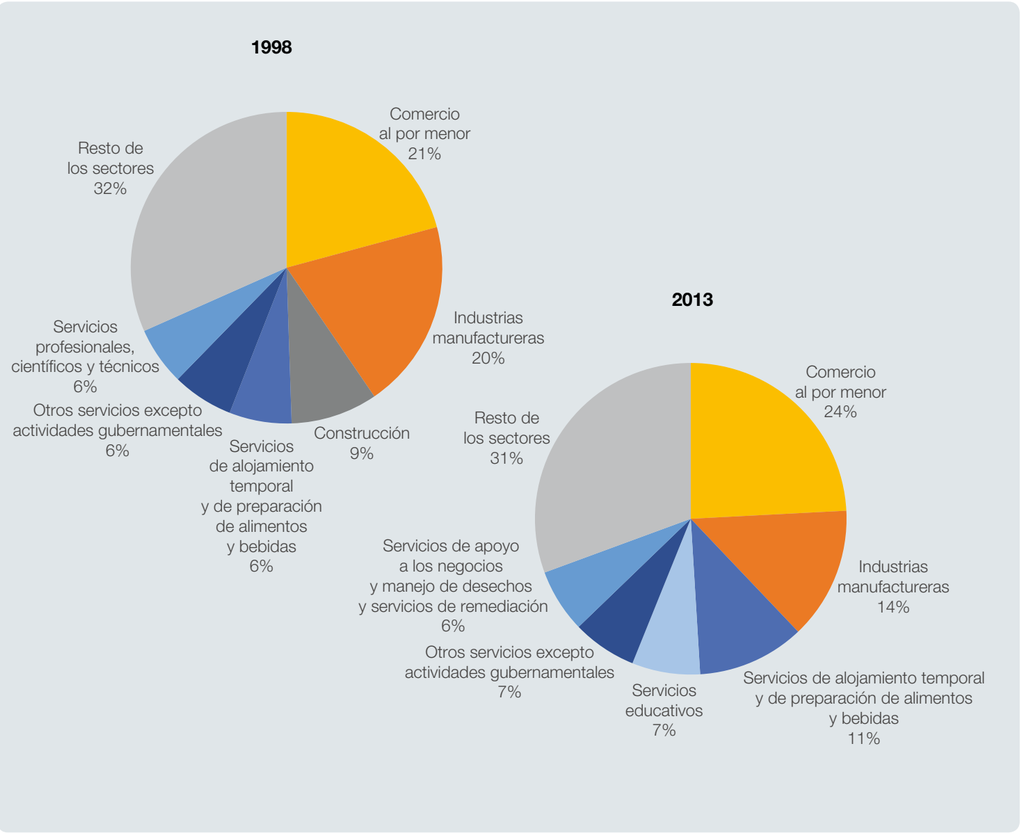
Fuente: Elaboración propia con base en datos de los Censos Económicos del INEGI. Resultados definitivos, varios años (SAIC).

En el centro

El personal ocupado en el comercio al por menor en la delegación Cuauhtémoc se mantuvo prácticamente estable, del 14.4% en 1998 al 15% en 2013. En tanto, varios de los sectores relacionados con los servicios aumentaron su peso. Aunque el porcentaje del personal ocupado en los servicios financieros y de seguros disminuyó entre 1998 y 2013 (absorbían el 17% del personal ocupado y en 2013 dieron empleo solamente al 13.1%), en ese mismo periodo aumentó el personal ocupado en los servicios de apoyo a los negocios y manejo de desechos y servicios de remediación (del 6.3% al 13.2%), así como en los servicios profesionales, científicos y técnicos (del 4.7% al 6%) y ligeramente en los servicios de alojamiento temporal y de preparación de alimentos y bebidas (del 7% al 8%) (gráfica 28).

En el caso de la delegación Benito Juárez se registró un cambio que fortaleció el peso relativo del personal ocupado en los servicios. Mientras que en 1998 los servicios financieros y de seguros y los servicios de apoyo a los negocios y manejo de desechos y servicios de remediación absorbieron entre los dos el 25.6% del personal ocupado, en 2013 ese porcentaje fue del 34.2%. Si se suman a estos los servicios profesionales, científicos y técnicos, el conjunto de personal ocupado en ellos pasó del 35% al 46% en esos años. Por su parte, el comercio al por menor mantuvo su peso relativo en el periodo en torno al 12% (gráfica 29).

GRÁFICA **30.** Delegación Coyoacán. Distribución sectorial del personal ocupado, 1998 y 2013

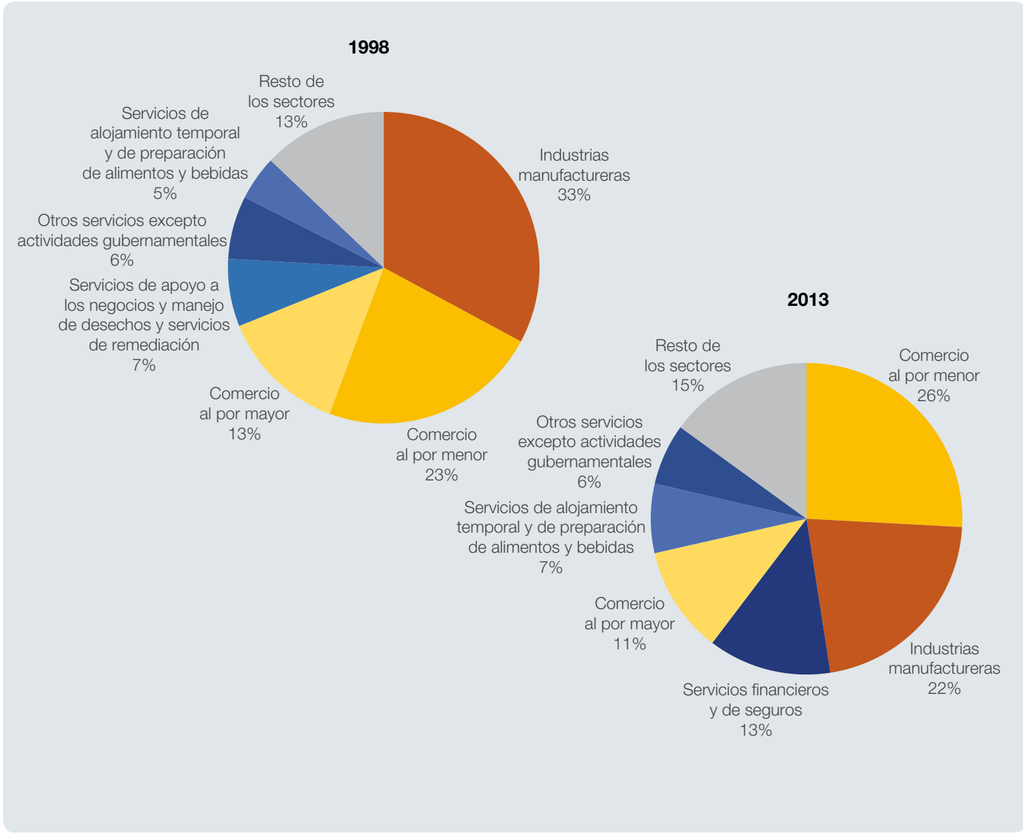


Fuente: Elaboración propia con base en datos de los Censos Económicos del INEGI. Resultados definitivos, varios años (SAIC).

La delegación Coyoacán mantuvo como principales fuentes de empleo formal entre 1998 y 2013 al comercio al por menor y las industrias manufactureras. Juntas, estas actividades ocuparon dos quintas partes del total del personal ocupado. Sin embargo, se registró un cambio en la composición del empleo entre estos sectores. Mientras que el personal ocupado en el comercio al por menor incrementó su peso relativo de 21% en 1998 a 24% en 2013, el empleo en las industrias manufactureras disminuyó en ese periodo de 19.7% a 13.7%.

Paralelamente, los servicios de alojamiento temporal y de preparación de alimentos y bebidas incrementaron el porcentaje de personal ocupado de 6.5% a 11.1%, y los servicios educativos pasaron de 5% a 7%. Esto expresa una tendencia de cambio relativamente lenta pero clara hacia una mayor tercerización de la economía en esa delegación (gráfica 30).

GRÁFICA **31.** Delegación Iztapalapa. Distribución sectorial del personal ocupado, 1998 y 2013



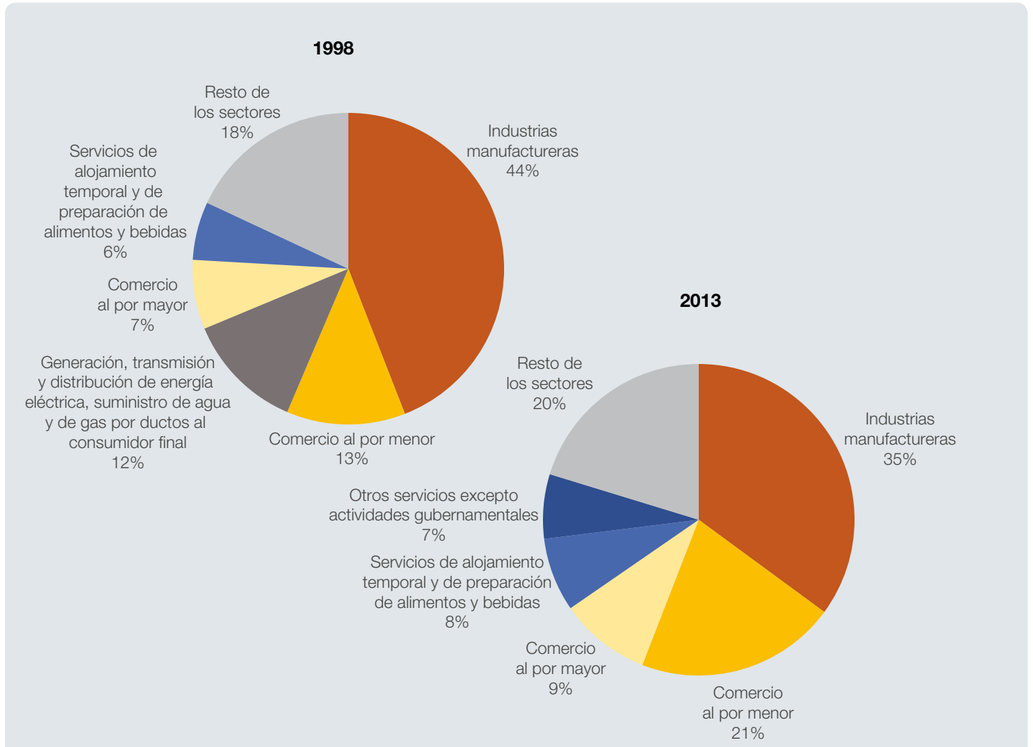
Fuente: Elaboración propia con base en datos de los Censos Económicos del INEGI. Resultados definitivos, varios años (SAIC).

En el oriente

Iztapalapa disminuyó su personal ocupado en las industrias manufactureras del 33% al 22%, con lo que esta actividad pasó del primero al segundo lugar como empleadora en la delegación. El comercio al por menor siguió el camino inverso, aunque con un cambio menos ostensible: de 23% a 26%. Juntos, el comercio al por menor y el comercio al por mayor emplearon al 36% en 1998 y 37% en 2013.

A su vez, los servicios financieros y de seguros se posicionaron progresivamente (del 0.1% al 13%) y continuó aumentado el personal ocupado en los servicios

GRÁFICA **32.** Delegación Iztacalco. Distribución sectorial del personal ocupado, 1998 y 2013



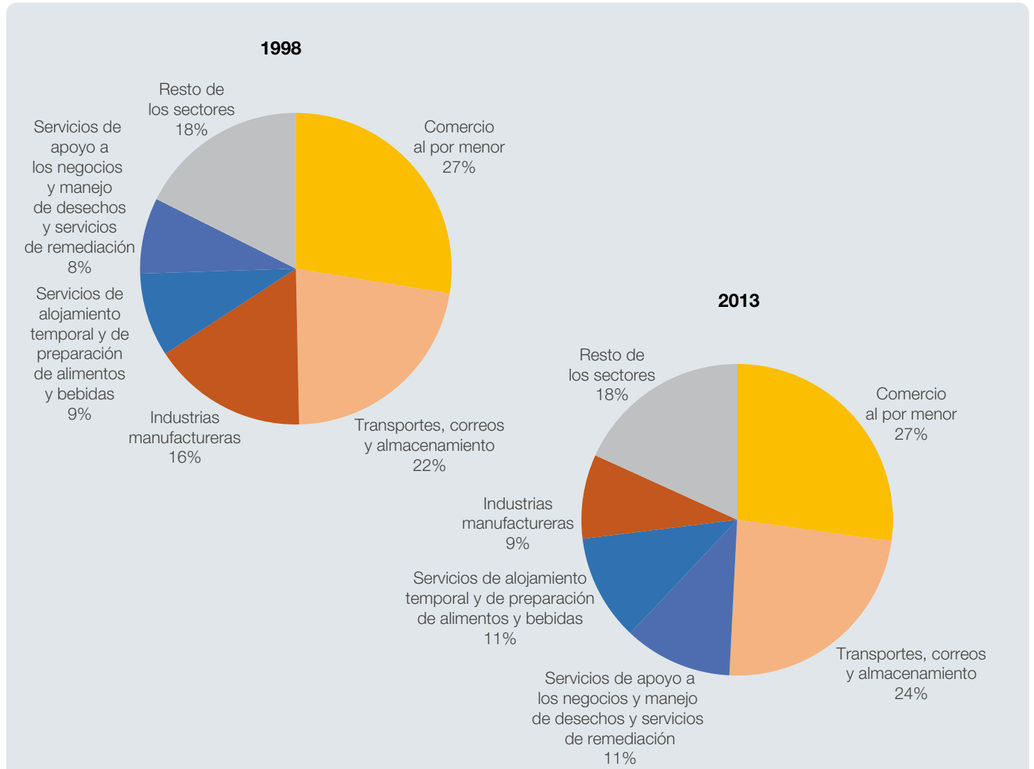
Fuente: Elaboración propia con base en datos de los Censos Económicos del INEGI. Resultados definitivos, varios años (SAIC).

de alojamiento temporal y de preparación de alimentos y bebidas (del 4.6% al 7.2%) (gráfica 31).

En la delegación Iztacalco disminuyó notablemente el peso del personal ocupado en las industrias manufactureras (del 44% en 1998 al 35% en 2013), mientras se elevó el perteneciente al comercio al por menor (del 12.3% en 1998 al 20.8% en 2013). Esto se reforzó con el incremento del personal ocupado en el comercio al por mayor en el periodo (del 7.2 al 9.5%).

A la vez, hubo un crecimiento del personal ocupado en los servicios de apoyo a los negocios y manejo de desechos y servicios de remediación (de 1.7% a 6.3% en el periodo) y mejoró un poco el peso de los servicios de alojamiento temporal y de preparación de

GRÁFICA **33.** Delegación Venustiano Carranza. Distribución sectorial del personal ocupado, 1998 y 2013



Fuente: Elaboración propia con base en datos de los Censos Económicos del INEGI. Resultados definitivos, varios años (SAIC).

alimentos y bebidas (de 6.4 a 7.6%) y el de otros servicios excepto actividades gubernamentales (llegó al 6.7 en 2013) (gráfica 32).

En Venustiano Carranza se mantuvo el peso del personal ocupado en el comercio al por menor (27% al inicio y al final del periodo) y aumentó ligeramente el dedicado a transportes, correos y almacenamiento (de 22 a 24%). Sin embargo, el cambio más importante fue que el que se registró en las industrias manufactureras, donde el personal ocupado disminuyó del 16% al 9% y, en sentido opuesto, el destinado a los servicios de apoyo a los negocios y manejo de desechos y servicios de remediación aumentó del 7.8% al 11.3% (gráfica 33).

ANEXO METODOLÓGICO

La selección y sistematización de la información se realizó en función de las necesidades del análisis propuesto para la identificación de las principales dinámicas, tendencias y características económicas de la Ciudad de México y su zona metropolitana desde una perspectiva territorial.

En particular, para analizar la situación actual del empleo se utilizó la información de los censos económicos de los años 1999, 2004, 2009 y 2014 del INEGI sobre personal ocupado total.[3]

La selección de esta variable como eje del estudio permitió realizar una aproximación espacio-temporal a la dinámica general del empleo formal[4] en la Ciudad de México y la ZMCM desde finales de los años noventa, es decir, un periodo de 15 años.

La información de los censos económicos de 1998, 2003, 2008 y 2013 de INEGI se obtuvo a través del Sistema Automatizado de Información Censal (SAIC).

Para todos los casos se elaboraron tablas descriptivas de participación porcentual (respecto del total de la ZMCM, de la Ciudad de México y de los municipios conurbados), se calcularon las tasas medias de crecimiento anual y, para el caso de las variables presentadas en moneda, se tomó la información en valores constantes, misma que fue deflactada con el Índice de Precios del Área Metropolitana de la Ciudad de México disponible en el Banco de Información Económica (BIE) de INEGI, siendo el valor anual un promedio de los meses del índice y tomando el año 2008 como base de los precios para toda la serie.

[3] "Comprende tanto al personal contratado directamente por la razón social, como al personal ajeno suministrado por otra razón social, que trabajó para la unidad económica, sujeto a su dirección y control, y cubrió como mínimo una tercera parte de la jornada laboral. Puede ser personal de planta, eventual o no remunerado". INEGI, Glosario. En : <http://www.inegi.org.mx/lib/glosario/paginas/contenido.aspx?id_nivel=01020000000000&id_termino=212&g=een&s=est&c=10579&e=>.

[4] Como referimos antes, la información sobre personal ocupado no abarca al total de la población ocupada. No incluye el empleo en la economía informal.

Bibliografía

Anselin. L. (2005). *Exploring Spatial Data with GeoDa: A Workbook*. E.U.A., Luc Anselin. En: <http://www.csiss.org/clearinghouse/GeoDa/geodaworkbook.pdf>.

Información en línea

Conapo. *Datos de Proyecciones*. Sitio: <http://www.conapo.gob.mx/es/CONAPO/Proyecciones_Datos>.

INEGI. Banco de Información Económica (BIE). Sitio: <http://www.inegi.org.mx/sistemas/bie/>.

INEGI. Censos Económicos. Sitio: <http://www3.inegi.org.mx/sistemas/saic/>.

INEGI. Sistema Estatal y Municipal de Bases de Datos (Simbad). Sitio: <http://sc.inegi.org.mx/cobdem/>.

EMPLEO Y ECONOMÍA DESDE UNA PERSPECTIVA METROPOLITANA

Lorena Galindo Arizpe*
Aldo Daniel Jiménez Ortega**
Alejandro Burgos Dzib***
Tesalia Valencia****

Introducción

La comprensión de la dimensión y complejidad de los retos asociados con el desarrollo económico y urbano de la Ciudad de México requiere una perspectiva metropolitana.

Este capítulo aborda el tema de las tendencias recientes del empleo desde esa perspectiva, poniendo énfasis, en primer lugar, en el análisis e identificación de las tendencias del empleo en los municipios de la Zona Metropolitana de la Ciudad de México (ZMCM) para enseguida proceder a visualizar los cambios registrados entre 1998 y 2013 en el conjunto de la ZMCM, incorporando las tendencias tanto de las delegaciones de la Ciudad de México como de los municipios. Este acercamiento inicial se complementa, en un segundo apartado, con la presentación de las tendencias identificadas en relación con la dinámica metropolitana del empleo, la economía y la movilidad laboral.

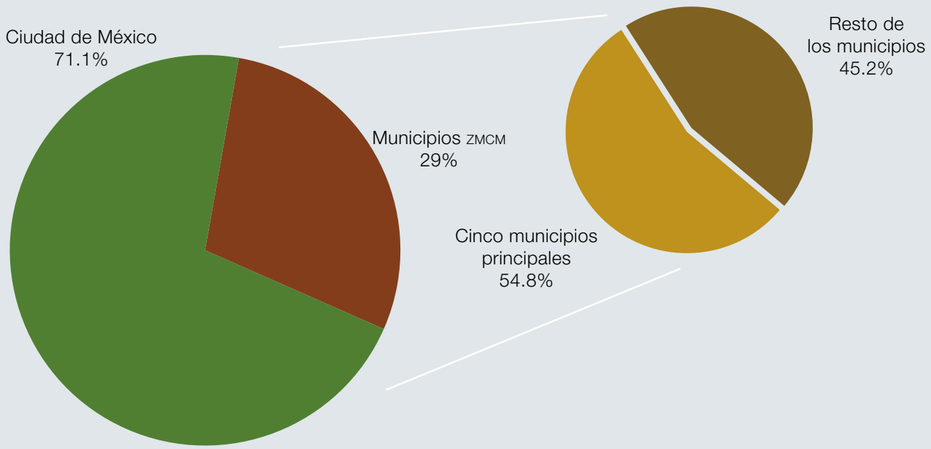
En el primer apartado se da continuidad al capítulo anterio de este libro, "Tendencias territoriales del empleo en la Ciudad de México" y, en esa medida, retoma las mismas pautas metodológicas de aquél. Para ello considera la información disponible en relación con el empleo formal en el conjunto de la Ciudad de México y los municipios correspondientes que forman la ZMCM para el periodo 1998-2013.

El análisis del segundo apartado se concentra en la identificación de los cambios registrados en el empleo a través de la información sobre personal ocupado proporcionada por los Censos Económicos del Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI), y deja fuera en esta etapa las variables referentes a la formalidad o informalidad del empleo y los derechos laborales, así como los tipos de contratación o remuneración.

---

* Investigadora del Centro de Investigación en Geografía y Geomática Ing. Jorge L. Tamayo, A.C.
** Investigador del Centro de Investigación en Geografía y Geomática Ing. Jorge L. Tamayo, A.C.
*** Consultor de Red Geo.
**** Consultora de Red Geo.

GRÁFICA **1.** Distribución territorial del personal ocupado en la Zona Metropolitana de la Ciudad de México, Promedio 1998-2013 (porcentajes)



Fuente: Elaboración propia con base en datos de los Censos Económicos del INEGI. Resultados definitivos, varios años (SAIC).

Tendencias en el empleo en la Zona Metropolitana de la Ciudad de México

A continuación se describen las principales tendencias que se identificaron entre 1998 y 2013 en el empleo en los municipios de la ZMCM, seguidas de un balance general de los cambios registrados sobre la dinámica sectorial y distribución territorial del empleo formal en el conjunto de la zona.

Tendencias generales

En términos generales, los cinco municipios de la ZMCM tradicionalmente más importantes en relación con el empleo –Ecatepec, Tlalnepantla, Naucalpan, Cuautitlán Izcalli y Nezahualcóyotl– mantuvieron, en términos generales, su relevancia a lo largo del periodo de estudio, en comparación con el resto de los municipios de la ZMCM.

Entre 1998 y 2013, estos cinco municipios concentraron, en promedio, poco menos del 60% del personal ocupado en el total de los municipios de la ZMCM y cerca del 18% del personal ocupado en toda la ZMCM (gráfica 1).

No obstante, el peso relativo de estos cinco municipios en relación con el personal ocupado en la ZMCM mostró una clara tendencia a disminuir en el mismo lapso, al pasar de 66% en 1998, a poco menos de 55% en 2013, en tanto que el resto de los municipios aumentó en conjunto su peso relativo de 28% a 38% (cuadro 1).

CUADRO **1.** Distribución relativa del personal ocupado en los municipios de la Zona Metropolitana de la Ciudad de México, 1998-2013 (porcentajes)

	1998	2003	2008	2013	Promedio 1998-2013
Principales municipios	66.00	62.07	55.76	54.78	59.65
Ecatepec de Morelos	14.98	14.46	14.80	14.18	14.60
Tlalnepantla de Baz	16.49	15.86	13.32	12.98	14.66
Naucalpan de Juárez	17.94	16.06	12.75	12.31	14.76
Cuautitlán Izcalli	7.75	7.21	6.47	7.99	7.36
Nezahualcóyotl	8.85	8.48	8.43	7.31	8.27
Resto de los municipios	28.03	30.89	37.21	37.75	33.47
Total	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00

Fuente: Elaboración propia con base en datos de los censos económicos del INEGI. Resultados definitivos, varios años (SAIC).

Paralelamente se observó que muy pocos municipios perdieron peso en esos años en el total de personal ocupado en la ZMCM. Por el contrario, la mayoría de los municipios ganó peso relativo en su participación en ese periodo, aunque muchos de ellos no alcanzaron pesos muy significativos (gráfica 2, figura 1).

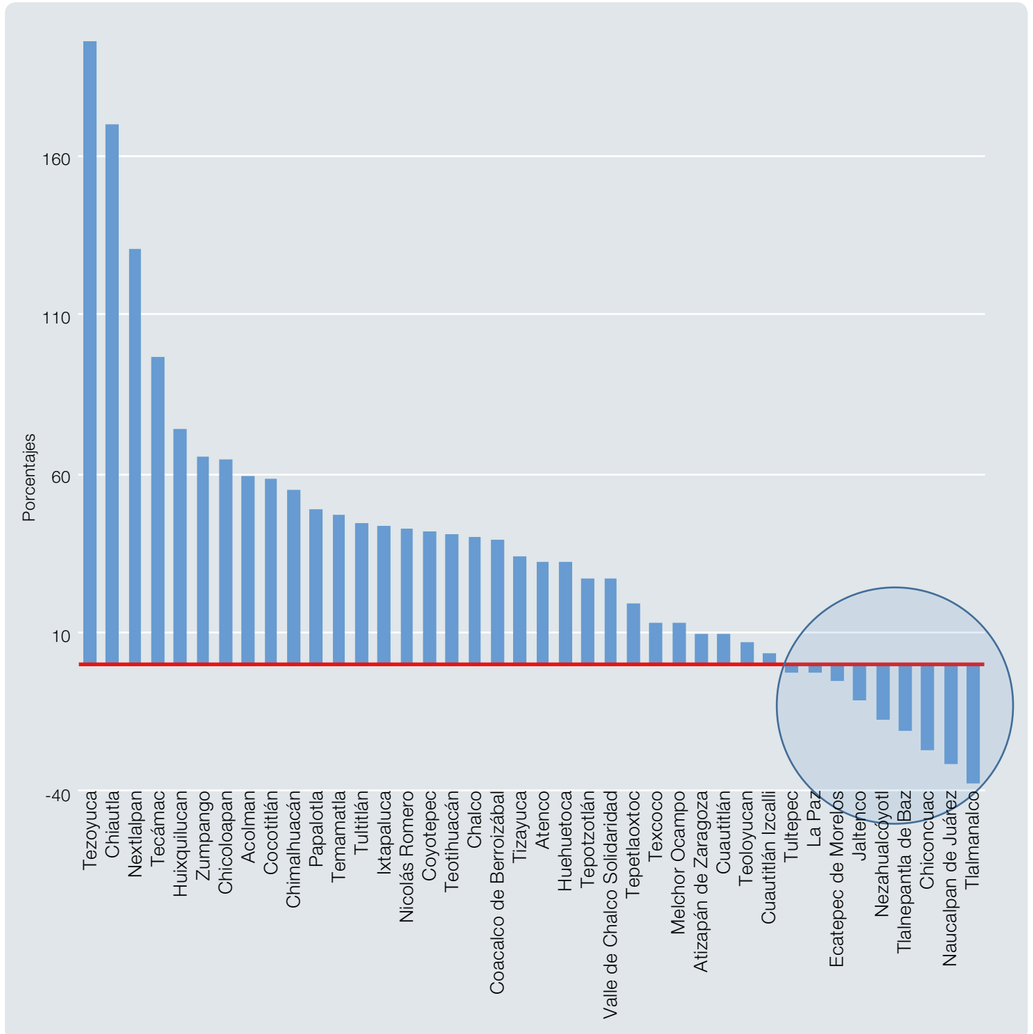
Lo anterior parece perfilar la tendencia hacia una mayor desconcentración de las fuentes de empleo en estos municipios, tomando como referente la población ocupada en la ZMCM.

Esta idea se refuerza si se considera la tendencia de crecimiento prácticamente generalizado del número de personas ocupadas en los municipios de la ZMCM durante el periodo. Mientras que en la Ciudad de México se incrementó en 40% el número de personas ocupadas en sus delegaciones entre 1998 y 2013, ese aumento fue del 44.4% entre los municipios de la ZMCM.

Si se revisan los datos puntuales del periodo 1998-2013, se observa que, con excepción de Tlalmanalco, en todos los municipios hubo un crecimiento del personal ocupado, aunque muchos de ellos no contaban necesariamente con un volumen significativo en este rubro (gráfica 3).

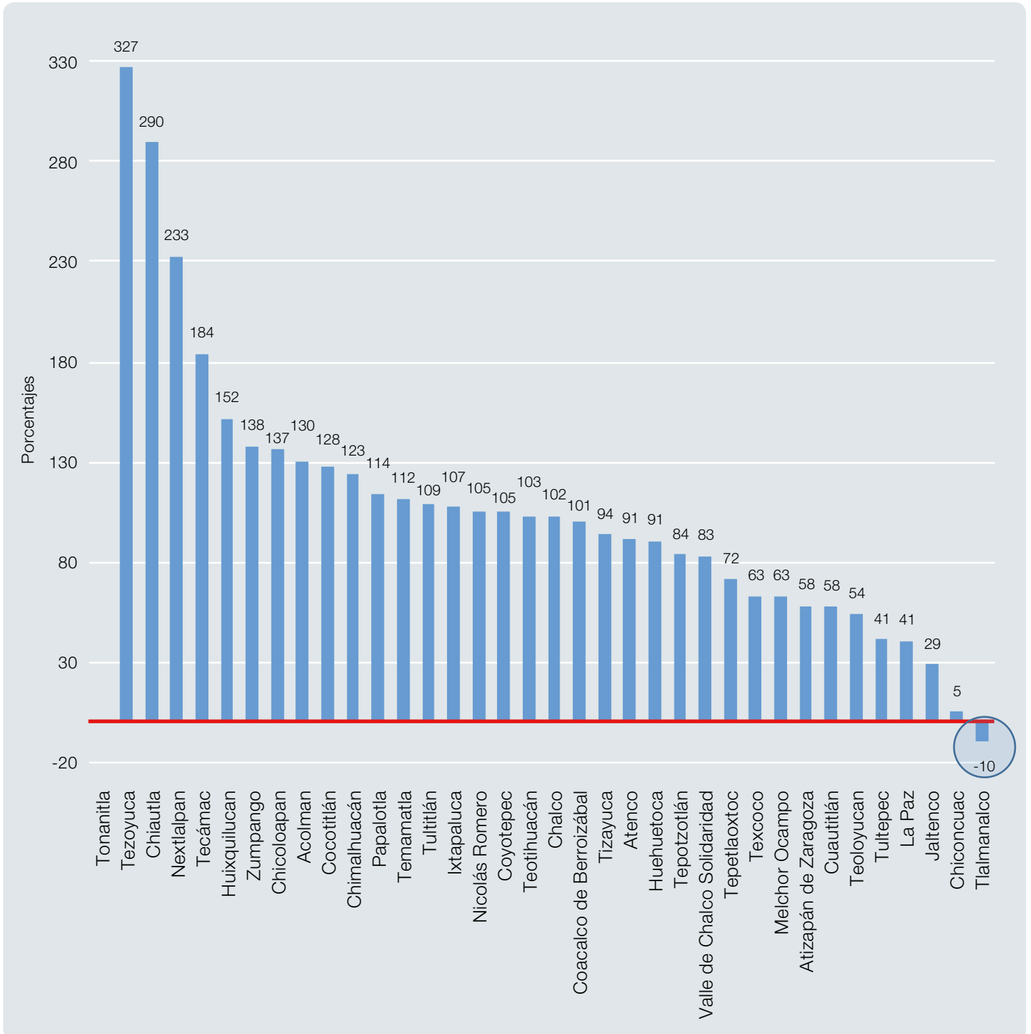
En promedio, el personal ocupado en el conjunto de los municipios creció entre 1998 y 2013 en 92%. Cinco municipios del Estado de México –Tezoyuca, Chiautla, Nextlalpan, Tecámac y Huixquilucan– registraron incrementos entre 150% y 327%; en otros 14 municipios esos aumentos fueron de 100% a 140%; otros 11 crecieron entre 25% y 94%. Al respecto, se puede observar que se trató, en general, de una dinámica

GRÁFICA **2.** Cambio en el peso relativo del personal ocupado de los municipios en el total del personal ocupado de los municipios de la Zona Metropolitana de la Ciudad de México, promedio 1998-2013 (porcentajes)



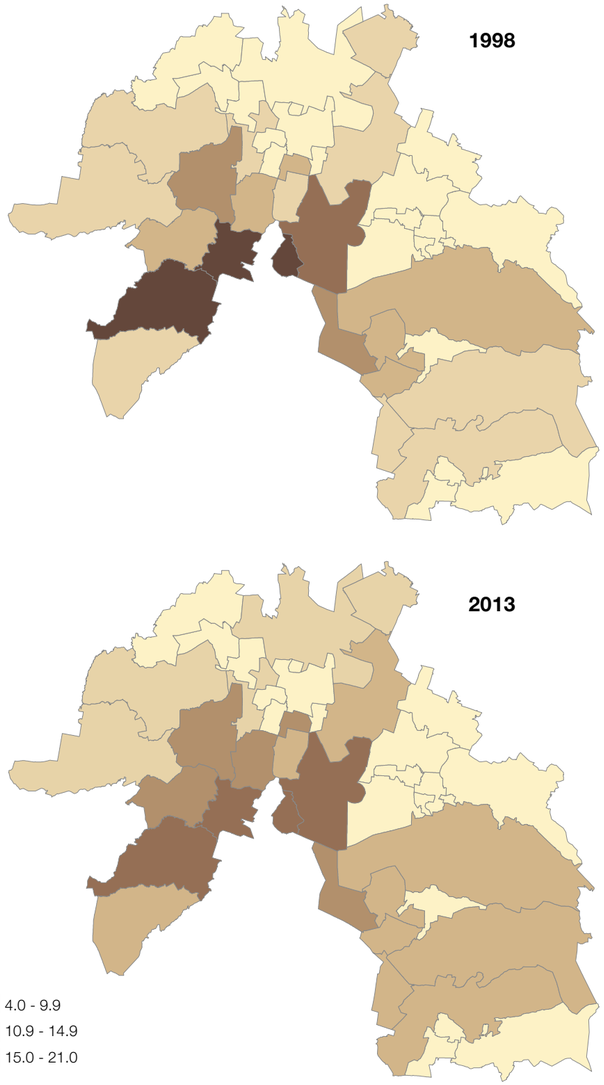
Fuente: Elaboración propia con base en INEGI, Censos Económicos, Resultados definitivos, varios años (SAIC).

GRÁFICA **3.** Personal ocupado en los municipios de la Zona Metropolitana de la Ciudad de México. Incremento porcentual, 1998-2013



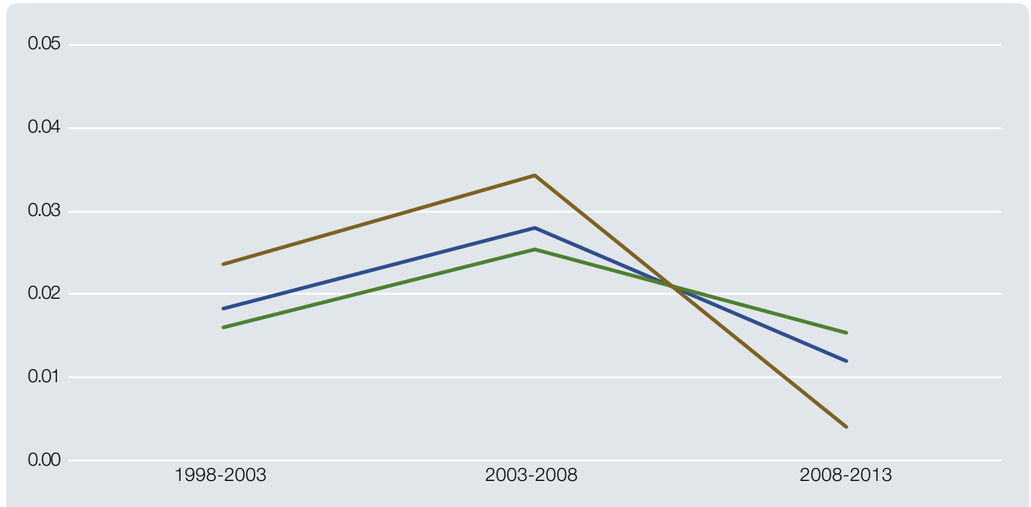
Fuente: Elaboración propia con base en INEGI, Censos Económicos, Resultados definitivos, varios años (SAIC).

FIGURA **1.** Cambio en la distribución del personal ocupado entre los municipios de la Zona Metropolitana de la Ciudad de México, 1998 y 2013



Fuente: Elaboración propia con base en INEGI, Censos Económicos, Resultados definitivos, varios años (SAIC).

GRÁFICA **4.** Tasa media de crecimiento anual del personal ocupado en la Zona Metropolitana de la Ciudad de México, sus municipios y la Ciudad de México, 1998-2013



Fuente: Elaboración propia con base en INEGI, Censos Económicos, Resultados definitivos, varios años (SAIC).

bastante clara y generalizada de crecimiento en el personal ocupado (figura 2).

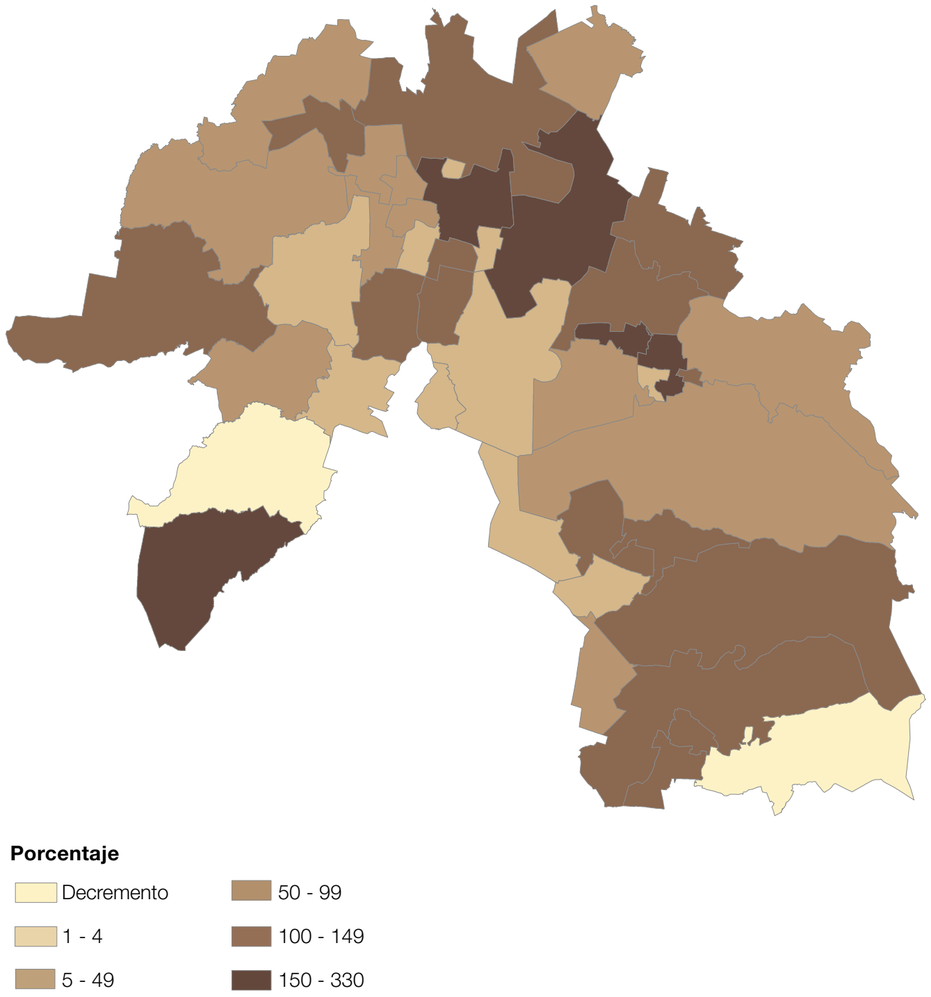
Por otra parte, si bien en su conjunto tanto las delegaciones de la Ciudad de México como los municipios de la ZMCM mostraron tendencias similares en sus ritmos de crecimiento entre 1998 y 2013, la tasa media de crecimiento anual (TMCA) de personal ocupado en el periodo fue más alta en la mayoría de los municipios que en la Ciudad en los periodos 1998-2003 y 2003-2008. Asimismo, fue más aguda fue la caída entre 2008 y 2013, tras la crisis de 2009 (gráfica 4).

Sin embargo, la TMCA en los municipios varió de manera interesante caso por caso. De hecho, solamente nueve de los municipios de la ZMCM registraron TMCA inferiores a la tasa promedio de 1998 a 2013 en la ZMCM. Asimismo, únicamente siete de esos municipios tuvieron, a su vez, TMCA inferiores a la tasa promedio registrada esos años en la Ciudad de México. La TMCA del resto de los municipios –es decir, de la mayor parte de ellos– varió entre 0.27 y 0.1 (gráfica 5, figura 3).

Si bien se trató de tasas relativamente bajas en general, llama la atención la tendencia definida de crecimiento en la mayoría de los municipios de la ZMCM.

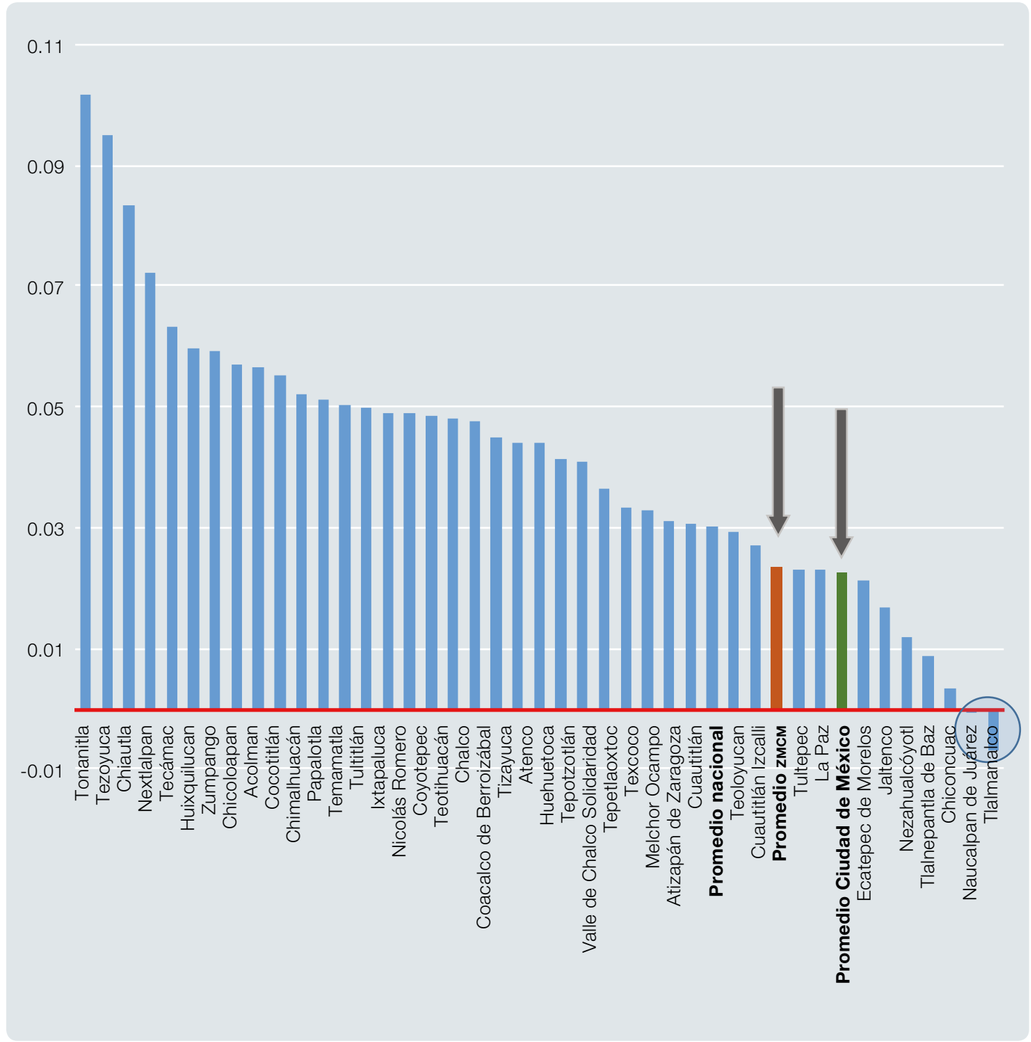
Cabe mencionar que cuatro de los municipios antes referidos como concentradores de los mayores volúmenes de personal ocupado en la ZMCM (Ecatepec, Tlalnepantla, Naucalpan y Nezahualcóyotl) formaron parte de los nueve municipios que registraron TMCA menores o iguales al promedio alcanzado en el conjunto de la ZMCM y la Ciudad de México. De ellos, únicamente Cuautitlán obtuvo una TMCA promedio del 0.03 en el periodo.

FIGURA **2.** Incremento relativo del personal ocupado en los municipios de la Zona Metropolitana de la Ciudad de México, 1998-2013



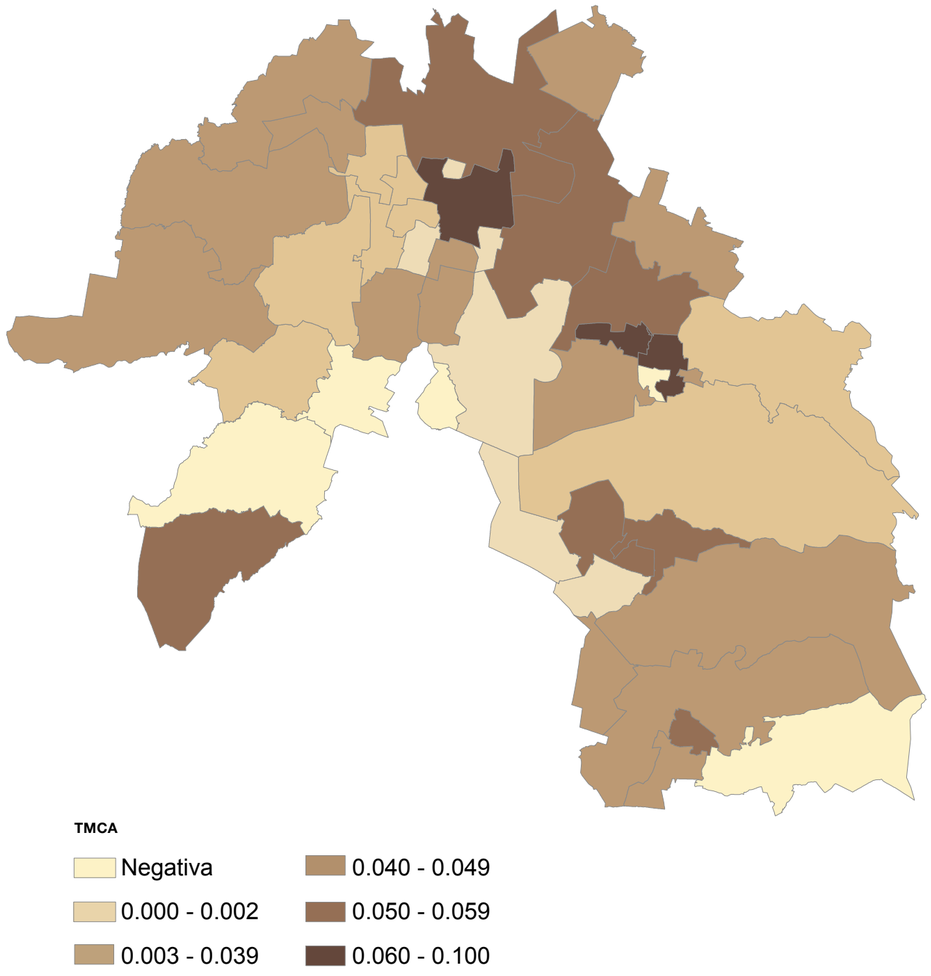
Fuente: Elaboración propia con base en INEGI, Censos Económicos, Resultados definitivos, varios años (SAIC).

GRÁFICA **5.** Tasa media de crecimiento anual del personal ocupado de los municipios de la Zona Metropolitana de la Ciudad de México, promedio 1998-2013 (porcentajes)



Fuente: Elaboración propia con base en INEGI, Censos Económicos, Resultados definitivos, varios años (SAIC).

FIGURA **3.** Tasa media de crecimiento anual del personal ocupado de los municipios de la Zona Metropolitana de la Ciudad de México, 1998-2013



Fuente: Elaboración propia con base en INEGI, Censos Económicos, Resultados definitivos, varios años (SAIC).

Tendencias sectoriales

En promedio, los cambios registrados en la estructura sectorial del empleo en los municipios de la ZMCM entre 1998 y 2013 mantuvieron congruencia con la tendencia a la terciarización de la economía de la Ciudad. En este caso, sin embargo, tendió a disminuir el porcentaje del personal ocupado en las industrias manufactureras (del 39% en 1998 al 25.2% en 2013), a la vez que se incrementó el peso relativo del personal ocupado en las actividades relacionadas con el comercio al por menor (del 25.2% al 32.3%).

Cabe señalar que se trata de una tendencia que avanzó desplazando a las actividades en las que se genera mayor valor, sin lograr que en su reemplazo se fortalecieran otras más competitivas en el ámbito de los servicios. Es, además, una tendencia que entre los municipios de la ZMCM creció de manera mucho menos diversificada que en la Ciudad: de 1998 a 2013 el 57% del personal ocupado en los municipios se concentró en torno a dos actividades: el comercio al por menor y las manufacturas; la segunda, como hemos referido, perdió peso en favor de la primera (gráfica 6 y cuadro 2).

Se observa, sin embargo, que la TMCA del comercio al por menor en este periodo fue significativamente menor de la que se registró en actividades relacionadas con servicios en la región.

Por otra parte, si bien el personal ocupado en las industrias manufactureras tendió a decrecer tanto en la Ciudad como en los municipios de la ZMCM, el ritmo de esta tendencia fue bastante menor. Se trata de un proceso en curso pero que avanza a paso más lento.

De manera más puntual, habría que desatacar, justamente, la forma en la que los cinco municipios económicamente más fuertes de la ZMCM cambiaron en estos años su estructura relativa del empleo formal (cuadro 3):

Entre 1998 y 2013 Tlalnepantla disminuyó el porcentaje de su personal ocupado en las industrias manufactureras del 44.2% al 34%, a la par que lo incrementó tanto en el comercio al por menor (de 16.4% a 21%) como en el comercio al por mayor (de 9.7% a 10.2%). Sumando el porcentaje del personal ocupado en los servicios de alojamiento temporal y de preparación de alimentos y bebidas, así como en los servicios de apoyo a los negocios, manejo de desechos y servicios de remediación, estas cinco actividades, las de mayor relevancia en el municipio, pasaron del 82% al 77.2%.

Por su parte, en este mismo periodo tendieron a incrementar su peso relativo los empleos en servicios de transportes, correos y almacenamiento (de 3% al 4.5%), los servicios educativos (de 3% a 3.6%) y los servicios profesionales, científicos y técnicos (1.9% a 2.3%).

En el caso de Naucalpan el cambio fue bastante significativo. Mientras que en 1998 las industrias manufactureras absorbían al 43.2% del personal ocupado en el municipio, en 2013 ese porcentaje fue de sólo 26.3%.

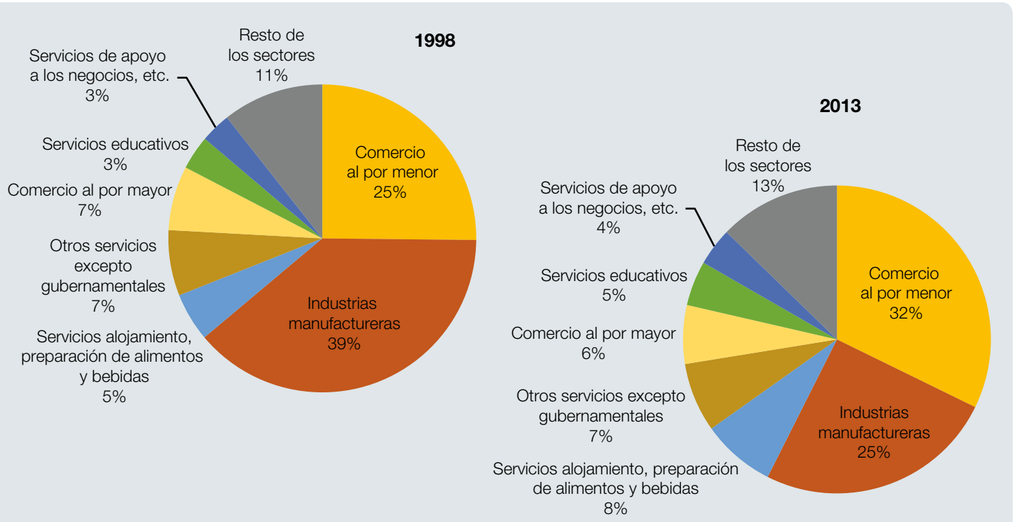
Por su parte, el comercio al por menor y el comercio al por mayor emplearon en conjunto al 26% del personal ocupado en el municipio en 1998 y en 2013 absorbieron al 31%. Habría que señalar, no obstante, que se trató de un cambio que fortaleció en particular al comercio al por menor, que pasó del 18.2% al 23.2%, en tanto que el comercio al por mayor mantuvo prácticamente el mismo peso relativo, pues pasó del 7.5% al 7.9%.

Cabría mencionar, también, que en esos mismos años el personal ocupado en los servicios educativos del municipio pasó del 3.6% al 5.4%.

Con respecto al municipio de Ecatepec, la estructura ocupacional también se modificó al disminuir el personal ocupado en las industrias manufactureras, su primera fuente de empleo formal, del 40% en 1998 al 25.2% en 2013.

Por su parte, el comercio al por menor aumentó su participación del 28.6% en 1998 al 34.4% en 2013. Sumado con el comercio al por mayor, significó que el personal ocupado en el comercio pasara del 37% al 41% entre 1998 y 2013.

GRÁFICA **6.** Distribución sectorial del personal ocupado en los municipios de la Zona Metropolitana de la Ciudad de México, 1998 y 2013 (porcentajes)



Fuente: Elaboración propia con base en INEGI, Censos Económicos, Resultados definitivos, varios años (SAIC).

No obstante, mientras que en 1998 el comercio al por menor y las industrias manufactureras empleaban al 68.5% del personal ocupado en el municipio, en 2013 el personal ocupado en en esos ramos representó sólo el 59.6%, a la vez que aumentó el peso de otros servicios excepto actividades gubernamentales, así como el de servicios de alojamiento temporal y de preparación de alimentos y bebidas.

En Nezahualcóyotl el peso relativo del personal ocupado en el comercio al por mayor se mantuvo en torno al 40% a lo largo del periodo (39.6% en 1998 y 40.6% en 2013). Sin embargo, aumentó de manera importante el peso del personal ocupado en servicios de alojamiento temporal y de preparación de alimentos y bebidas (de 8.5% en 1998 a 11.5% en 2013), así como los servicios educativos (del 5.2% al 6.2%).

En Cuautitlán Izcalli se observó la misma tendencia de cambio que en los otros municipios, pero mucho más aguda. El peso del personal ocupado en las industrias manufactureras cayó del 52.3% al 35.7% entre 1998 y 2013, en tanto que en el comercio al por menor ese peso aumentó del 13.6% al 26.5%. Se observa también que el porcentaje del personal ocupado en servicios de alojamiento temporal y de preparación de alimentos y bebidas pasó del 3.7% en 1998 al 5.8% en 2013.

De acuerdo con lo anterior, si bien la terciarización constituye una tendencia bastante generalizada en la economía nacional y abarca de manera sustantiva a la Ciudad de México y sus delegaciones, en el caso del empleo formal en el territorio conformado por los municipios de la ZMCM esta tendencia parece presentar rasgos menos atractivos.

CUADRO **2.** Estructura sectorial del personal ocupado en los municipios de la Zona Metropolitana de la Ciudad de México, 1998-2013 (porcentajes)

	1998	2003	2008	2013	Promedio 1998-2013
Industrias manufactureras	38.71	30.29	26.35	25.18	30.13
Comercio al por menor	25.13	30.34	31.91	32.25	29.92
Otros servicios excepto actividades gubernamentales	6.89	6.89	7.24	7.27	7.07
Servicios de alojamiento temporal y de preparación de alimentos y bebidas	5.10	6.35	7.31	7.74	6.62
Comercio al por mayor	6.76	5.96	6.29	6.16	6.29
Servicios educativos	3.57	4.39	4.06	4.70	4.18
Servicios de apoyo a los negocios y manejo de desechos y servicios de remediación	3.17	3.97	3.69	3.97	3.70
Transportes, correos y almacenamiento	2.27	2.81	2.53	2.70	2.58
Servicios de salud y de asistencia social	1.66	1.89	2.78	2.78	2.28
Servicios profesionales, científicos y técnicos	1.88	2.29	1.85	1.69	1.93
Construcción	1.79	1.30	1.53	1.04	1.42
Servicios inmobiliarios y de alquiler de bienes muebles e intangibles	0.86	0.91	1.24	1.26	1.07
Servicios de esparcimiento culturales y deportivos, y otros servicios recreativos	0.76	0.96	1.18	1.38	1.07
Generación, transmisión y distribución de energía eléctrica, suministro de agua y de gas por ductos al consumidor final	0.65	0.77	0.74	0.81	0.74
Información en medios masivos	0.39	0.35	0.62	0.46	0.45
Servicios financieros y de seguros	0.15	0.24	0.34	0.40	0.28
Minería	0.17	0.16	0.13	0.05	0.13
Corporativos	0.04	0.09	0.18	0.15	0.12
Agricultura, cría y explotación de animales, aprovechamiento forestal, pesca y caza	0.02	0.04	0.01	0.01	0.02
Total	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00

Fuente: Elaboración propia con base en INEGI, Censos Económicos, Resultados definitivos, varios años (SAIC).

Tendencias metropolitanas en el empleo: balance general

Las tendencias identificadas entre 1998 y 2013 tanto en las delegaciones de la Ciudad de México como en los municipios de la zona metropolitana reportan cambios representativos en relación con la distribución del personal ocupado y con respecto a la estructura sectorial del empleo a nivel metropolitano.

Si bien la tendencia más evidente se refiere al incremento irregular y relativamente bajo pero persistente del personal ocupado tanto en la Ciudad como en los municipios, la segunda tendencia identificada, y que parece aún más significativa, da cuenta de los

CUADRO **3.** Personal ocupado en municipios seleccionados de la ZMCM, 1998 y 2013

	Número de personas		Porcentajes		TMCA 1998-2013
	1998	2013	1998	2013	
Tlalnepantla de Baz					
Industrias manufactureras	72 799	63 621	44.23	34.00	-0.01
Comercio al por menor	26 969	39 229	16.39	20.97	0.02
Comercio al por mayor	15 930	19 029	9.68	10.17	0.01
Servicios de alojamiento temporal y de preparación de alimentos y bebidas	6 964	11 294	4.23	6.04	0.03
Servicios de apoyo a los negocios y manejo de desechos y servicios de remediación	12 200	11 260	7.41	6.02	-0.004
Subtotal	134 862	144 433	81.95	77.19	
Total	164 574	187 106	100.00	100.00	
Naucalpan					
Industrias manufactureras	77 270	46 633	43.16	26.29	-0.03
Comercio al por menor	32 494	41 189	18.15	23.22	0.01
Servicios de apoyo a los negocios y manejo de desechos y servicios de remediación	7 165	15 942	4.00	8.99	0.05
Comercio al por mayor	13 467	13 969	7.52	7.88	0.00
Servicios de alojamiento temporal y de preparación de alimentos y bebidas	9 144	12 758	5.11	7.19	0.02
Subtotal	139 540	130 491	77.94	73.58	
Total	179 041	177 356	100.00	100.00	
Ecatepec					
Comercio al por menor	42 821	70 284	28.64	34.38	0.03
Industrias manufactureras	59 660	51 522	39.91	25.20	-0.01
Otros servicios excepto actividades gubernamentales	4 552	18 186	3.04	8.90	0.03
Servicios de alojamiento temporal y de preparación de alimentos y bebidas	9 946	16 825	6.65	8.23	0.05
Comercio al por mayor	12 205	13 531	8.16	6.62	0.02
Subtotal	129 184	170 348	86.40	83.33	
Total	149 498	204 423	100.00	100.00	
Cuautitlán Izcalli					
Industrias manufactureras	40 460	41 158	52.33	35.74	0.00
Comercio al por menor	10 546	30 557	13.64	26.53	0.07
Servicios de alojamiento temporal y de preparación de alimentos y bebidas	2 625	5 473	3.67	5.84	0.05
Comercio al por mayor	2 837	6 730	5.82	5.36	0.06
Otros servicios excepto actividades gubernamentales	4 503	6 171	4.39	4.29	0.02
Subtotal	60 971	90 089	79.84	77.76	
Total	77 323	115 175	100.00	100.00	
Nezahualcóyotl					
Comercio al por menor	35 001	42 813	39.61	40.62	0.01
Industrias manufactureras	16 738	12 607	18.94	11.96	-0.02
Otros servicios excepto actividades gubernamentales	11 151	12 374	12.62	11.74	0.01
Servicios de alojamiento temporal y de preparación de alimentos y bebidas	7 533	12 117	8.53	11.50	0.03
Servicios educativos	4 578	6 537	5.18	6.20	0.02
Subtotal	75 001	86 448	84.88	82.03	
Total	88 361	105 392	100.00	100.00	

Fuente: Elaboración propia con base en INEGI, Censos Económicos, Resultados definitivos, varios años (SAIC).

Entre 1998 y 2013

el **57% del personal ocupado** en los municipios de la Zona Metropolitana **se concentró** en torno a dos actividades: el **comercio** al por menor y las **manufacturas**.

cambios registrados en la redistribución de ese personal ocupado al interior de la metrópoli.[1]

Nos referimos, por una parte, al aumento en la participación relativa del personal ocupado en el conjunto de los municipios con respecto al total del personal ocupado en la ZMCM y en consecuencia, a la correspondiente pérdida de peso relativo del personal ocupado en la Ciudad en el total del personal ocupado en la ZMCM.[2]

Por otra parte, entre 1998 y 2013 se observa una tendencia de disminución del peso relativo de las delegaciones y municipios que durante mucho tiempo fueron los territorios más representativos de la dinámica del empleo y la economía de la ZMCM, a cambio de una mayor desconcentración del empleo en el conjunto del territorio, particularmente entre las delegaciones de la Ciudad de México, así como de lo que podríamos denominar el "resto de los municipios" en el total del personal ocupado en la ZMCM (cuadro 4).

Los principales hallazgos del estudio se pueden resumir de la siguiente manera: mayor desconcentración así como relocalización del empleo en el territorio y una tendencia de cambio en la estructura sectorial del empleo con ciertos patrones territoriales. Esto se observa en los resultados que se describen a continuación.

Las cuatro delegaciones (Cuauhtémoc, Miguel Hidalgo, Benito Juárez e Iztapalapa) y los dos municipios (Naucalpan y Tlalnepantla) que en 1998 concentraron el mayor porcentaje del personal ocupado de la ZMCM y representaron el 53% del total en ese año, en 2013 significaron solamente el 48.6%.

En 2013, el 53% del personal ocupado en la ZMCM se distribuyó entre seis delegaciones, en lugar de cuatro: a las arriba referidas se sumaron Azcapotzalco y Álvaro Obregón.

En 1998, las cuatro delegaciones principales (Cuauhtémoc, Miguel Hidalgo, Benito Juárez e Iztapalapa) concentraban el 43.4% del total del personal ocupado de la ZMCM; en 2013 ese porcentaje bajó al 39%.

Por su parte, los cinco principales municipios del Estado de México –Tlalnepantla, Naucalpan, Ecatepec, Nezahualcóyotl y Cuautitlán Izcalli–, que en 1998 concentraron el 18.5% del personal ocupado en la ZMCM, en 2013 disminuyeran su peso a sólo el 15.7%.

Mientras que en 1998 municipios como Naucalpan, Tlalnepantla y Ecatepec mostraron pesos relativos un poco mayores a delegaciones como Álvaro Obregón, Azcapotzalco o Gustavo A. Madero, en 2013 esos municipios tuvieron un peso relativo mucho menor al de estas delegaciones. Además, se registró un aumento de la diferencia de sus nuevos pesos relativos con respecto a los registrados ese año por Cuauhtémoc, Miguel Hidalgo, Benito Juárez e Iztapalapa (cuadro 4).[3]

Esto se sumó al incremento progresivo –aunque poco representativo– del volumen del personal ocupado en el "resto de los municipios" de la ZMCM, que aunque tiende a redistribuirse, pierde peso en el total de la ZMCM, además de que se encuentra distribuido entre la enorme cantidad de municipios que quedan bajo este conjunto.

En general, lo que se observó fue un cambio en las posiciones que tenían las delegaciones y municipios entre 1998 y 2013 en relación con el personal ocupado en la ZMCM (cuadro 5).

Lo anterior implicó que el personal ocupado en el conjunto de la ZMCM se redistribuyera de manera diferente en términos de su peso relativo en 2013 con respecto a 1998[4] (figura 4).

[1] Ver el primer apartado el capítulo anterior de este libro, "Tendencias territoriales del empleo en la Ciudad de México".

[2] Descrito en el capítulo anterior.

[3] En 1998, sólo cuatro delegaciones tenían pesos relativos superiores a los de Naucalpan y Tlalnepantla; en 2013, seis delegaciones registraron pesos relativos mayores a los de estos dos municipios.

[4] Ver el cuadro del Anexo 1.

Sumando a las tendencias sectoriales identificadas en las delegaciones y municipios en el periodo de estudio, con estos cambios se advierte que el proceso de reestructuración de la economía metropolitana está dando lugar a una creciente reubicación del personal ocupado en la que se fortalecen los sectores relacionados con servicios especializados, principalmente localizados en el poniente de la ZMCM. A la vez,

CUADRO **4.** Distribución del personal ocupado en la Zona Metropolitana de la Ciudad de México, 1998-2013. Principales delegaciones y municipios (porcentajes)

	1998	2003	2008	2013	Promedio 1998-2013	TMCA 1998-2013
Cuauhtémoc	17.63	15.50	13.09	14.54	15.19	-3.09
Miguel Hidalgo	10.42	10.16	10.25	11.02	10.46	0.60
Benito Juárez	8.69	8.78	7.28	7.25	8.00	-1.45
Iztapalapa	6.67	6.69	6.27	6.35	6.49	-0.32
Naucalpan de Juárez	5.01	4.64	3.82	3.52	4.25	-1.50
Tlalnepantla de Baz	4.61	4.58	3.99	3.71	4.22	-0.90
Subtotal	53.04	50.34	44.69	46.38	48.61	-6.65
Álvaro Obregón	4.57	5.09	5.36	6.33	5.34	1.76
Gustavo A. Madero	4.52	4.36	3.94	3.54	4.09	-0.98
Azcapotzalco	4.38	3.90	6.48	7.61	5.59	3.22
Ecatepec de Morelos	4.19	4.17	4.43	4.05	4.21	-0.13
Coyoacán	3.51	3.63	3.19	2.81	3.29	-0.70
Venustiano Carranza	3.29	3.26	3.34	2.82	3.18	-0.47
Iztacalco	2.95	2.57	1.95	1.69	2.29	-1.26
Nezahualcóyotl	2.47	2.45	2.52	2.09	2.38	-0.39
Tlalpan	2.29	3.43	3.95	3.04	3.18	0.75
Cuautitlán Izcalli	2.17	2.08	1.94	2.28	2.12	0.12
Xochimilco	1.15	1.16	1.18	1.05	1.13	-0.10
Atizapán de Zaragoza	1.05	1.27	1.13	1.17	1.16	0.13
Tultitlán	0.99	1.15	1.49	1.46	1.27	0.47
Cuajimalpa de Morelos	0.74	1.11	2.15	1.88	1.47	1.15
Tláhuac	0.69	0.74	0.83	0.82	0.77	0.14
Subtotal	38.94	40.38	43.88	42.65	41.46	3.71
Total ZMCM	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00

Fuente: Elaboración propia con base en INEGI, Censos Económicos, Resultados definitivos, varios años (SAIC).

CUADRO **5.** Distribución del personal ocupado en la Zona Metropolitana de la Ciudad de México por lugar de importancia, 1998-2013. Principales delegaciones y municipios (porcentajes y posición)

1998			2013		
Lugar	**Delegación / Municipio**	**%**	**Lugar**	**Delegación / Municipio**	**%**
1	Cuauhtémoc	17.63	1	Cuauhtémoc	14.54
2	Miguel Hidalgo	10.42	2	Miguel Hidalgo	11.02
3	Benito Juárez	8.69	3	Azcapotzalco	7.61
4	Iztapalapa	6.67	4	Benito Juárez	7.25
5	Naucalpan de Juárez	5.01	5	Iztapalapa	6.35
6	Tlalnepantla de Baz	4.61	6	Álvaro Obregón	6.33
7	Álvaro Obregón	4.57	7	Ecatepec de Morelos	4.05
8	Gustavo A. Madero	4.52	8	Tlalnepantla de Baz	3.71
9	Azcapotzalco	4.38	9	Gustavo A. Madero	3.54
10	Ecatepec de Morelos	4.19	10	Naucalpan de Juárez	3.52
11	Coyoacán	3.51	11	Tlalpan	3.04
12	Venustiano Carranza	3.29	12	Venustiano Carranza	2.82
13	Iztacalco	2.95	13	Coyoacán	2.81
14	Nezahualcóyotl	2.47	14	Cuautitlán Izcalli	2.28
15	Tlalpan	2.29	15	Nezahualcóyotl	2.09
16	Cuautitlán Izcalli	2.17	16	Cuajimalpa de Morelos	1.88
17	Xochimilco	1.15	17	Iztacalco	1.69
18	Atizapán de Zaragoza	1.05	18	Tultitlán	1.46
19	Tultitlán	0.99	19	Atizapán de Zaragoza	1.17
20	Cuajimalpa de Morelos	0.74	20	Xochimilco	1.05
21	Tláhuac	0.69	21	Chimalhuacán	0.88
22	La Paz	0.66	22	Tláhuac	0.82
29	Magdalena Contreras	0.41	35	Magdalena Contreras	0.45
42	Milpa Alta	0.14	40	Milpa Alta	0.24
	Total ZMCM	100.00		Total ZMCM	100.00

Fuente: Elaboración propia con base en INEGI, Censos Económicos, Resultados definitivos, varios años (SAIC).

se incrementan y propagan aún más las actividades relacionadas con el comercio al por menor en el conjunto del territorio, aunque con mayor claridad en el norte y oriente de la ZMCM.

En el norte de la Ciudad, así como en los municipios más importantes del Estado de México, esta tendencia podría relacionarse con la progresiva desindustrialización y la limitada capacidad de respuesta de estas economías para evolucionar hacia otro tipo de actividades; en el oriente, con una tendencia que podría estar más asociada con el crecimiento urbano en un amplio conjunto de municipios pequeños.

Lamentablemente, estas tendencias, que sugieren más la presencia de ajustes de tipo estructural en la economía metropolitana que respuestas coyunturales de las economías locales, podrían conllevar, en términos generales, una mayor vulnerabilidad en el empleo, en particular el empleo formal. Esto, dado que algunas de las actividades emergentes parecen estar mucho más expuestas a las fluctuaciones y contracciones de la economía nacional[5] e incluso global, sin menoscabo de que se trata de empleos que generan mayor valor agregado y productividad en la Ciudad y la ZMCM.[6]

Por otra parte, el proceso de desindustrialización, especialmente en el caso de los municipios contiguos a la Ciudad de México, parecería estar reorientando a estas economías hacia estructuras productivas basadas en el desarrollo de actividades que, además de que generan menor valor agregado y menor productividad, ofrecen empleos de menor calidad y con remuneración más baja, como es el caso del comercio al por menor.

A propósito de esto último, habría que comentar que la tendencia al aumento del empleo formal entre 1998 y 2013 en el comercio en la ZMCM, especialmente en el comercio al por menor, no muestra haber sido necesariamente, ni en todos los casos, una primera respuesta a los procesos de desindustrialización, como ocurrió en algunas delegaciones, entre ellas Gustavo A. Madero e Iztacalco.

Por último, cabría mencionar que las tendencias generales y sectoriales del empleo en la ZMCM plantean además de inquietudes en términos de las oportunidades que ofrece para lograr un desarrollo territorial más incluyente, integrado, equilibrado, sostenido y sostenible, retos más puntuales asociados con la pérdida de dinamismo paulatina pero progresiva. Entre ellos, la necesidad de revisar las implicaciones actuales y de mediano plazo en la relación entre la generación de empleos y la demanda de oportunidades de trabajo asociadas con el tamaño y estructura de la población económicamente activa de la Ciudad y del conjunto de la ZMCM.[7] Esto, sin dejar de lado las implicaciones en términos de empleo digno e informalidad.[8]

En el siguiente apartado se exponen los resultados del análisis de estas tendencias a partir de los flujos de movilidad laboral en la ZMCM que confirman los hallazgos identificados.

Tendencias en el empleo, la economía y la evolución de la movilidad laboral metropolitana

La Ciudad de México y el conjunto de municipios conurbados que conforman la ZMCM presentan diferentes dinámicas y patrones de movilidad laboral en los que

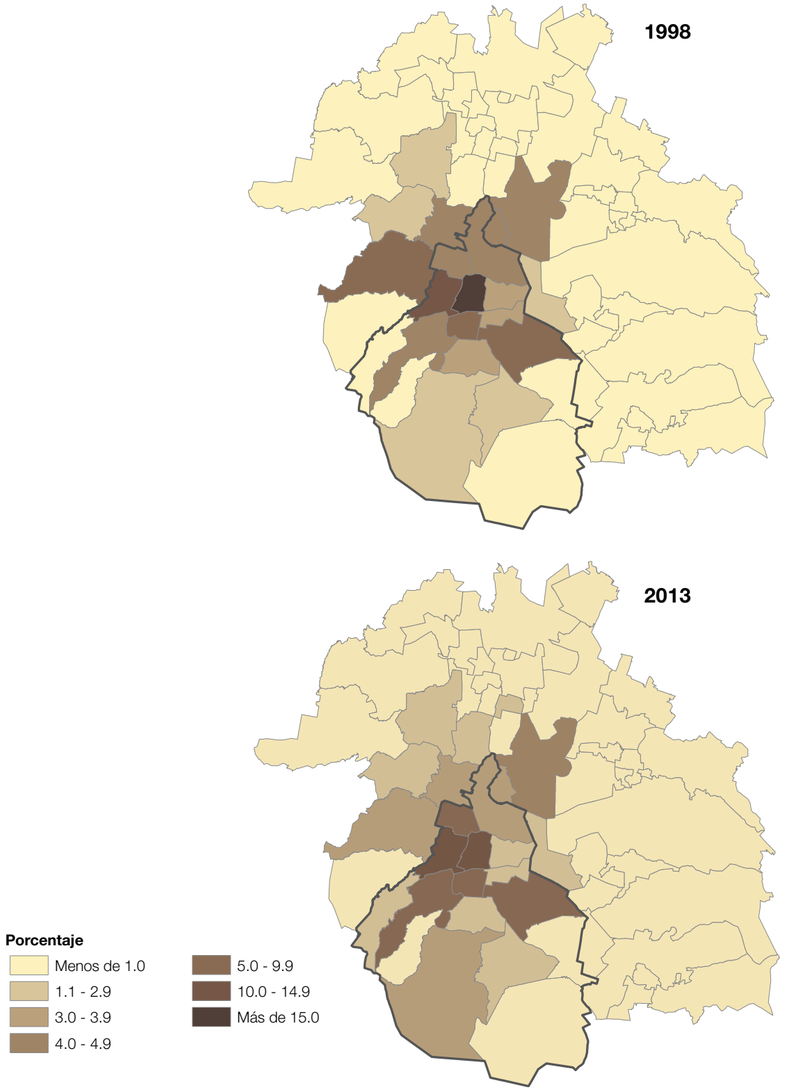
[5] Esto pudo constatarse en el caso de varias delegaciones en relación con la crisis de 2008.

[6] Especialmente con servicios como los relacionados con el apoyo a los negocios y manejo de desechos y servicios de remediación.

[7] En 1990 la población económicamente activa con respecto al total de la población de la Ciudad de México y de los municipios de la ZMCM fue de 47.6 y 44.7; en 2015 esa relación fue de 56 para la Ciudad y 52.3 para los municipios.

[8] De acuerdo con información de los Censos de Población y Vivienda del INEGI, las tasas de desocupación de la Ciudad de México pasaron entre 1990 y 2015 de 2.6% a 4.1%, y en los municipios de la ZMCM fueron de 2.9% a 4.5%, respectivamente.

FIGURA **4.** Cambio en la distribución del personal ocupado en la Zona Metropolitana de la Ciudad de México, 1998 y 2013 (porcentajes)



Fuente: Elaboración propia con base en INEGI, Censos Económicos, Resultados definitivos, varios años (SAIC).

las tendencias de cambio en las estructuras sectoriales y dinamismo de cada economía resulta un factor determinante para las otras.

De acuerdo con la propuesta de Camilo Caudillo,[9] estas dinámicas se pueden agrupar en 11 *comunidades*, en las que se articulan de manera distintiva los flujos laborales entre delegaciones y municipios.[10]

- Las comunidades que abarcan prácticamente la totalidad del territorio de la Ciudad de México (1, 4 y 3) muestran un importante cambio en la composición de las actividades económicas desde 1998.
- En las comunidades del norte y oriente de la ZMCM la actividad económica se encuentra orientada fundamentalmente hacia la manufactura y el comercio.

A continuación se presentan las principales tendencias identificadas en relación con el valor agregado censal bruto (VACB), el personal ocupado (PO) y la formación bruta de capital fijo (FBCF) de estas comunidades en el periodo de 1998 a 2013.[11]

Estos resultados forman parte del esfuerzo de caracterización realizado por los autores para cada una de estas comunidades desde su economía, lo cual enriquece el análisis de movilidad y, sobre todo, brinda evidencia sólida de la diferenciación territorial que caracteriza a la economía de la metrópoli.

Cabe destacar que una importante aproximación a una visualización con gráficas radiales se presenta en el Anexo 3, "Análisis de tendencias económicas en comunidades de la Zona Metropolitana de la Ciudad de México".

Tendencias en la generación de valor

En el caso de las comunidades que se conforman en la Ciudad (1, 4 y 3), es importante destacar el notable descenso en las actividades manufactureras y comerciales entre 1998 y 2013, las cuales representaban una parte importante de la economía en cuanto a la generación de valor agregado en 1998. Esta tendencia fue acompañada por un incremento en las actividades financieras, corporativas y de provisión de servicios como agua, electricidad y gas, que muestra la transición de una estructura de actividad predominantemente secundaria a una economía de servicios en esta región de la Ciudad de México y su zona metropolitana.

Con respecto a las comunidades del norte y oriente (5, 6, 8, 9 y 11) de la ZMCM, cuyas estructuras económicas se orientan principalmente a las industrias manufactureras y al comercio al por mayor, en términos generales se identificó una tendencia decreciente en ambas actividades.

En ese sentido, la contracción del valor agregado de la industria manufacturera como promedio de estas comunidades en relación con el valor agregado total en ellas pasó de 69% en 1998 a 45.5% en 2013; el comercio al por mayor se redujo en 25.7%, mientras que el comercio al por menor se incrementó en 40% en ese mismo periodo[12] (figura 5).

Tendencias en el empleo formal

En cuanto al personal ocupado, se observó una tendencia general en las comunidades, asociada a un

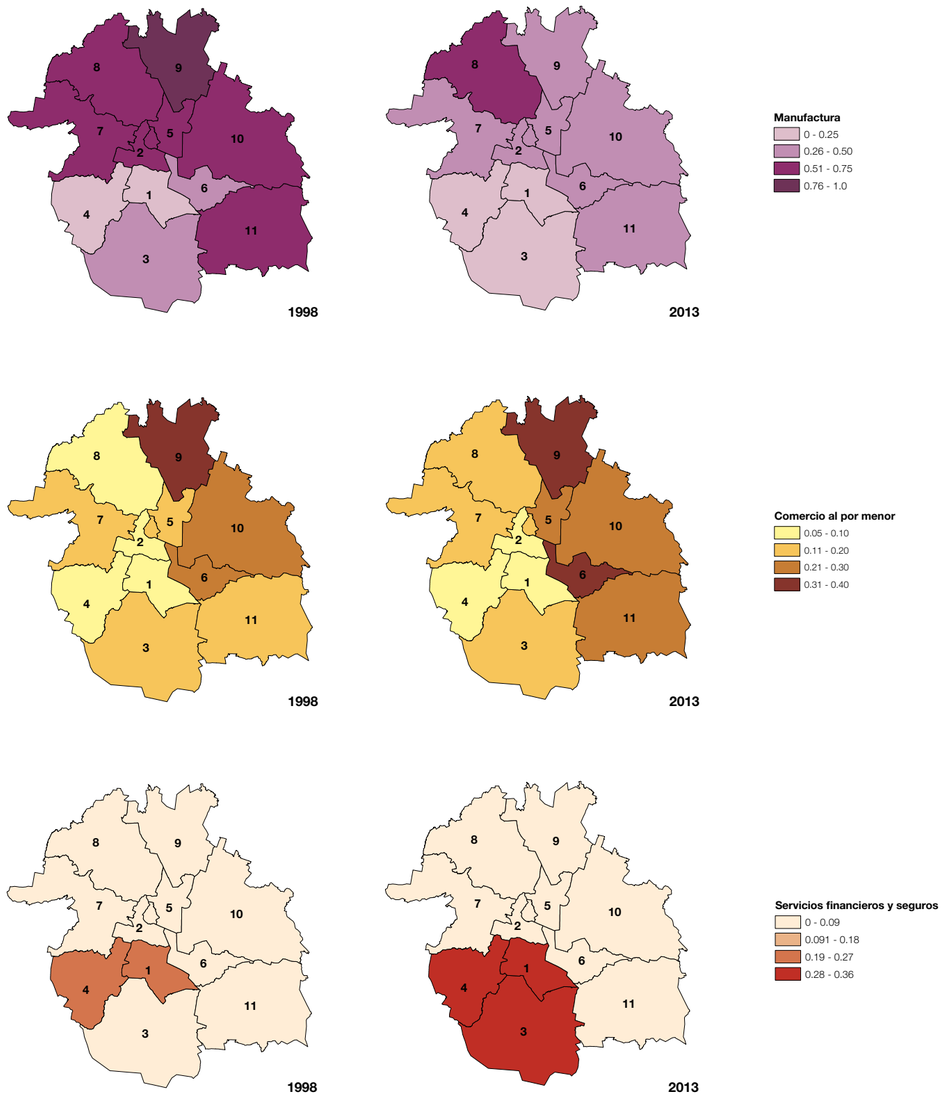
9 Ver el capítulo “De la casa al trabajo, evolución de la movilidad laboral” en este libro.

10 Ver el apartado “Detección de comunidades de los flujos laborales de la Zona Metropolitana de la Ciudad de México” del capítulo mencionado. Ahí se presenta una aproximación de regionalización de la metrópoli, en la cual a los polígonos o subregiones se les denomina *comunidades*, que tienen como eje la variable *empleo*.

11 Ver la nota metodológica en el anexo.

12 Ver gráficos en anexo 3.

FIGURA 5. Evolución del valor agregado censal bruto para los principales sectores, por comunidad



sustancial decremento en la atracción de empleo por la actividad manufacturera. Contrario a dicho decremento, se identifica una tendencia al alza en la población ocupada en las actividades relacionadas con el apoyo a los negocios, manejo de desechos y servicios de remediación, así como en las actividades comerciales, particularmente el comercio al por menor.

A pesar del decremento del personal ocupado por la actividad manufacturera, ésta sigue concentrando un importante porcentaje de trabajadores, de modo especial en las comunidades del norte de la ZMCM. Por otro lado, la población ocupada en actividades de comercio al por menor se ha concentrado en comunidades del oriente de la ZMCM, en las cuales ha pasado de representar el 37% al 42% de la estructura de ocupación promedio en las comunidades 6, 10 y 11. En tanto, en las comunidades del sur de la Ciudad de México se observa una tendencia al aumento en la población ocupada en servicios financieros y de seguros, aunque en ningún caso supera el 12% de la estructura de la población ocupada de alguna comunidades (figura 6).

Tendencias en formación bruta de capital fijo y generación del valor agregado respecto al personal ocupado

En cuanto a la inversión en las comunidades de la Ciudad de México y su zona metropolitana, en términos de FBCF se observa que se concentra principalmente en tres actividades: industria manufacturera, comercio al por menor y provisión de servicios de electricidad, agua y gas. En ese sentido, la manufactura es el sector que tiene mayor peso en las comunidades; no obstante, se ha observado un creciente descenso en la estructura de formación bruta de capital desde 1998 a 2013, en especial en aquellas comunidades del norte y oriente del área en estudio.

Por el contrario, la inversión en el comercio al por mayor se ha incrementado considerablemente de forma general de 1998 a 2013, y de manera particular en las comunidades del oriente y norte de la ZMCM, en donde ha llegado a representar el 40% de la formación bruta de capital, como lo es la comunidad 11. En el caso de la provisión de electricidad, agua y gas, la inversión muestra una tendencia a la baja como porcentaje de la formación bruta de capital de cada una de las comunidades, de modo especial en aquellas que forman parte de la Ciudad de México, mientras que la comunidad 11 es la única que muestra un comportamiento ascendente de la inversión en la actividad como parte de su estructura (figura 7).

En términos generales, se observa una disminución de la generación de valor agregado por personal ocupado como una tendencia en las principales actividades de las comunidades.

La actividad manufacturera es, como en el caso de las variables anteriores, aquella que registra el mayor descenso en cuanto a productividad, entendiéndose ésta como el cociente de la variable en análisis. Por otro lado, resulta importante mencionar que las actividades comerciales muestran un importante descenso en su productividad, incluyendo el comercio al por menor, en el cual se había observado un incremento tanto en la generación de valor agregado como en población ocupada e inversión.

FIGURA 6. Evolución del personal ocupado para los principales sectores, por comunidad

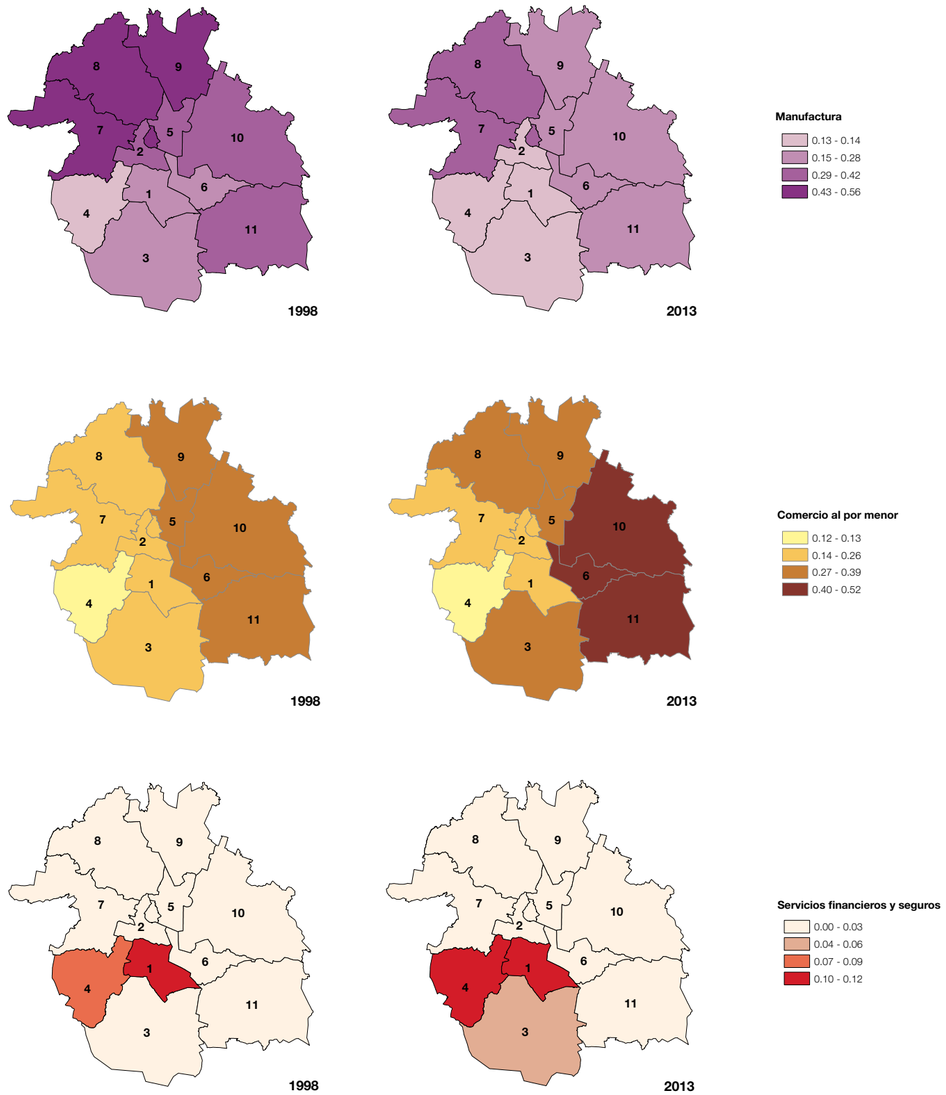
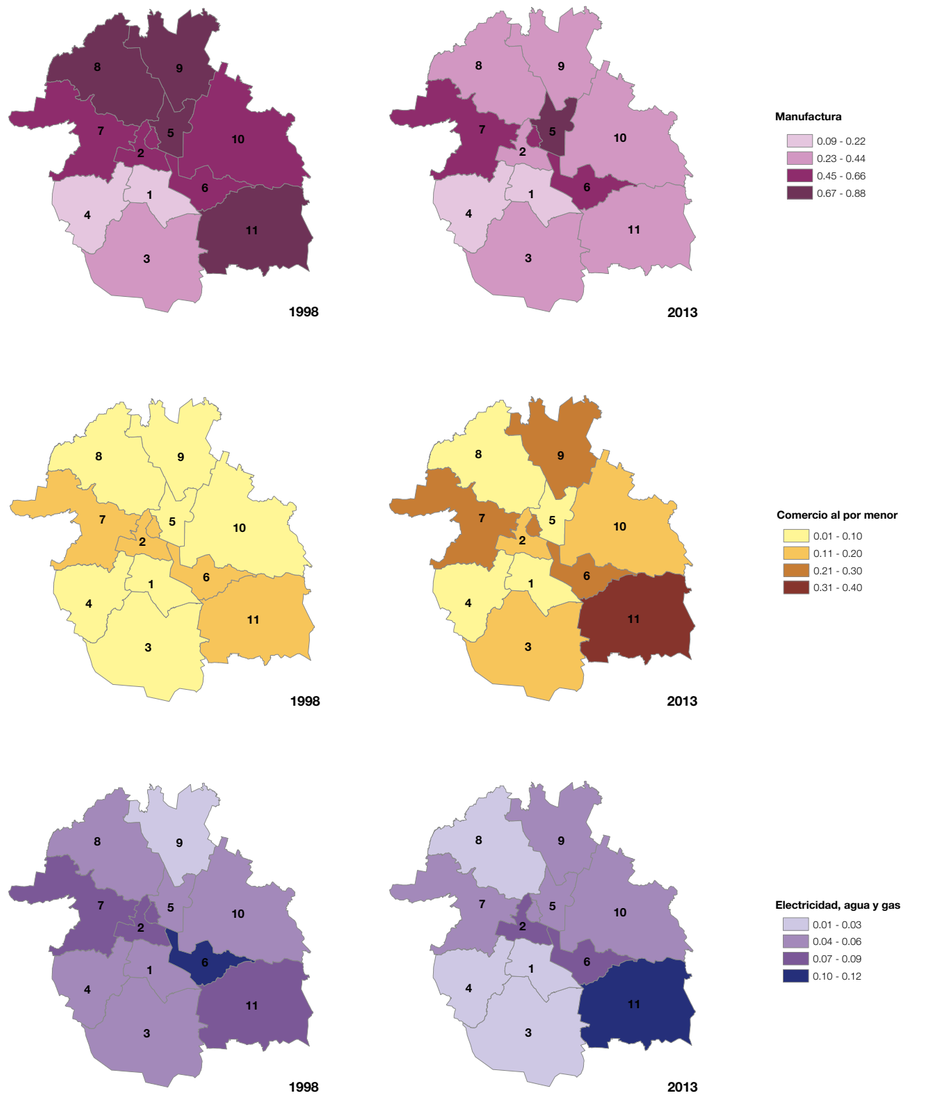


FIGURA 7. Evolución de la formación bruta de capital fijo para los principales sectores, por comunidad



ANEXOS

Anexo 1. Cambio en la distribución relativa del personal ocupado en la ZMCM, 1998 y 2013

Estrato	Delegación/ Municipio	1998	Delegación/ Municipio	2013
Más de 15%	Cuauhtémoc	17.63		
Entre 10% y 14.9%	Miguel Hidalgo	10.42	Cuauhtémoc	14.54
			Miguel Hidalgo	11.02
Entre 5% y 9.9%	Benito Juárez	8.69	Azcapotzalco	7.61
	Iztapalapa	6.67	Benito Juárez	7.25
	Naucalpan de Juárez	5.01	Iztapalapa	6.35
			Álvaro Obregón	6.33
Entre 4% y 4.9%	Tlalnepantla de Baz	4.61	Ecatepec de Morelos	4.05
	Álvaro Obregón	4.57		
	Gustavo A. Madero	4.52		
	Azcapotzalco	4.38		
	Ecatepec de Morelos	4.19		
Entre 3% y 3.9%	Coyoacán	3.51	Tlalnepantla de Baz	3.71
	Venustiano Carranza	3.29	Gustavo A. Madero	3.54
			Naucalpan de Juárez	3.52
			Tlalpan	3.04
Entre 1% y 2.9%	Iztacalco	2.95	Venustiano Carranza	2.82
	Nezahualcóyotl	2.47	Coyoacán	2.81
	Tlalpan	2.29	Cuautitlán Izcalli	2.28
	Cuautitlán Izcalli	2.17	Nezahualcóyotl	2.09
	Xochimilco	1.15	Cuajimalpa de Morelos	1.88
	Atizapán de Zaragoza	1.05	Iztacalco	1.69
			Tultitlán	1.46
			Atizapán de Zaragoza	1.17
			Xochimilco	1.05

Estrato	Delegación/ Municipio	1998	Delegación/ Municipio	2013
Menos de 1%	Tultitlán	0.99	Chimalhuacán	0.88
	Cuajimalpa de Morelos	0.74	Tláhuac	0.82
	Tláhuac	0.69	Ixtapaluca	0.79
	La Paz	0.66	Tecámac	0.75
	Texcoco	0.56	Chalco	0.69
	Chimalhuacán	0.56	La Paz	0.66
	Ixtapaluca	0.54	Texcoco	0.65
	Chalco	0.48	Huixquilucan	0.61
	Valle de Chalco Solidaridad	0.46	Valle de Chalco Solidaridad	0.60
	Cuautitlán	0.44	Coacalco de Berroizábal	0.57
	Magdalena Contreras	0.41	Nicolás Romero	0.55
	Coacalco de Berroizábal	0.40	Tizayuca	0.50
	Nicolás Romero	0.38	Tizayuca	0.50
	Tecámac	0.37	Cuautitlán	0.49
	Tizayuca	0.37	Magdalena Contreras	0.45
	Tizayuca	0.37	Tepotzotlán	0.44
	Huixquilucan	0.34	Zumpango	0.29
	Tepotzotlán	0.34	Chicoloapan	0.25
	Tultepec	0.21	Acolman	0.24
	Zumpango	0.17	Milpa Alta	0.24

Estrato	Delegación/ Municipio	1998	Delegación/ Municipio	2013
Menos de 1%	Huehuetoca	0.17	Huehuetoca	0.22
	Chicoloapan	0.15	Tultepec	0.21
	Acolman	0.15	Teotihuacán	0.13
	Milpa Alta	0.14	Teoloyucan	0.12
	Chiconcuac	0.12	Chiconcuac	0.09
	Teoloyucan	0.11	Tezoyuca	0.08
	Tlalmanalco	0.10	Melchor Ocampo	0.08
	Teotihuacán	0.09	Atenco	0.08
	Melchor Ocampo	0.07	Coyotepec	0.06
	Atenco	0.06	Tlalmanalco	0.06
	Coyotepec	0.04	Chiautla	0.05
	Jaltenco	0.04	Nextlalpan	0.04
	Tezoyuca	0.03	Jaltenco	0.03
	Tepetlaoxtoc	0.02	Tepetlaoxtoc	0.03
	Chiautla	0.02	Cocotitlán	0.01
	Nextlalpan	0.02	Temamatla	0.01
	Cocotitlán	0.01	Tonanitla	0.01
	Temamatla	0.01	Papalotla	0.01
	Papalotla	0.01		
	Tonanitla	0.00		
	Total ZMCM	100.00	Total ZMCM	100.00

Fuente: Elaboración propia con base en INEGI, Censos Económicos, Resultados definitivos, varios años (SAIC).

Anexo 2. Método de procesamiento de datos y gráficos de análisis de tendencias económicas en comunidades

Las variables utilizadas para el análisis económico de las comunidades de la ZMCM fueron:

- Valor Agregado Censal Bruto (VACB).
- Personal Ocupado Total (POT).
- Número de Unidades Económicas (UE).
- Formación bruta de capital fijo (FBCF).

Los valores obtenidos como resultado del procesamiento de información descrito en la Nota Metodológica del Capítulo "Tendencias territoriales del empleo en la Ciudad de México" se utilizaron para detallar el perfil económico de las comunidades encontradas para el año 2015. Este año registra la dinámica laboral al interior de la ZMCM más reciente disponible.

La identificación del perfil económico de las comunidades se realizó en tres partes. La primera correspondió a la identificación de los sectores de actividad representativos de la dinámica económica de cada una de ellas, tanto en términos del VACB como de POT, de manera independiente. Los datos para cada variable fueron ordenados de manera decreciente de acuerdo a su participación porcentual respecto del total de la comunidad para cada año y se seleccionaron bajo el criterio de formar parte de los sectores de mayor participación sumando al menos el 75% de la variable, para al menos uno de los cuatro años disponibles.

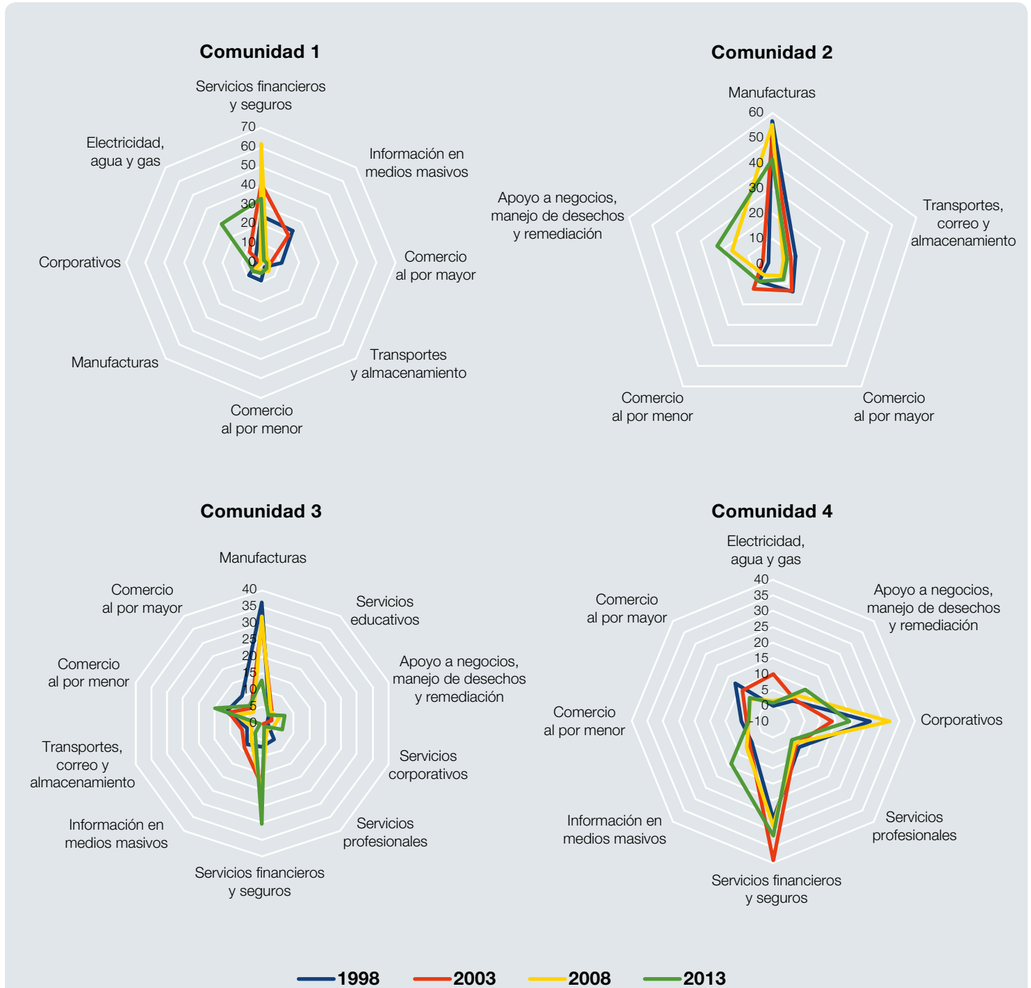
La segunda parte fue la caracterización de los sectores más representativos de la dinámica económica de cada comunidad en términos de FBCF y en cuanto a la generación de VACB respecto al POT. Este análisis permitió robustecer al análisis desarrollado en el apartado anterior y a su vez, proporciona un panorama general de las tendencias territoriales de dos de las principales variables que favorecen el crecimiento y desarrollo económico del área de estudio: la inversión y la productividad.

- VACB/POT: muestra la capacidad del sector para generar valor agregado por persona empleada en cada año en total de la comunidad.

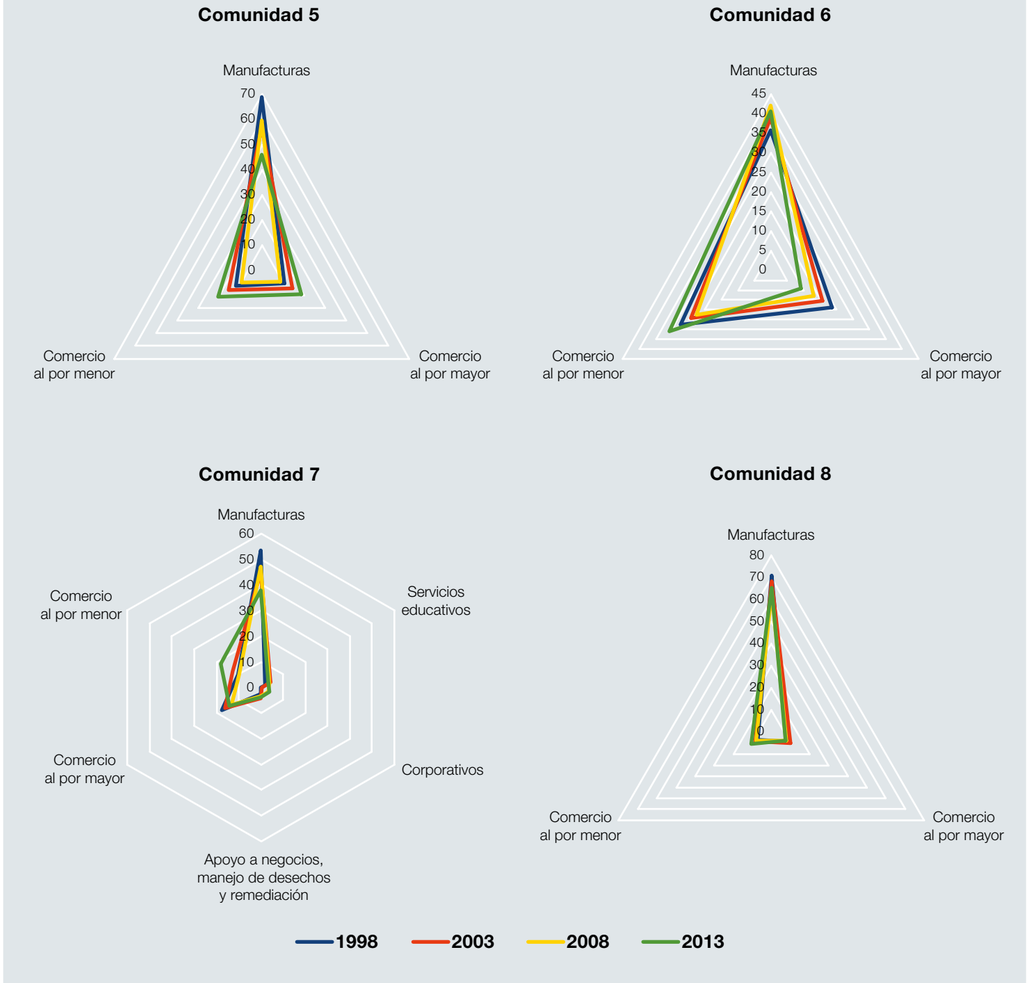
Asimismo, resulta importante señalar que para el primer indicador, el VACB fue deflactado mediante el Índice de Precios al Consumidor del Área Metropolitana de la Ciudad de México, disponible en el Banco de Información Económica del INEGI. El índice fue transformado de mensual a anual como promedio de los meses de cada año para finalmente cambiar la del año base (índice = 100) al 2013 mediante una regla de tres simple. Por último, el análisis de los resultados para los sectores en cada comunidad se realizó mediante la generación de los instrumentos gráficos presentados, que permiten observar la estabilidad o variaciones de la composición sectorial y sus características a lo largo del periodo de estudio, así como comparar los resultados para distintos sectores y distintas comunidades.

Anexo 3. Análisis de tendencias económicas en comunidades de la Zona Metropolitana de la Ciudad de México

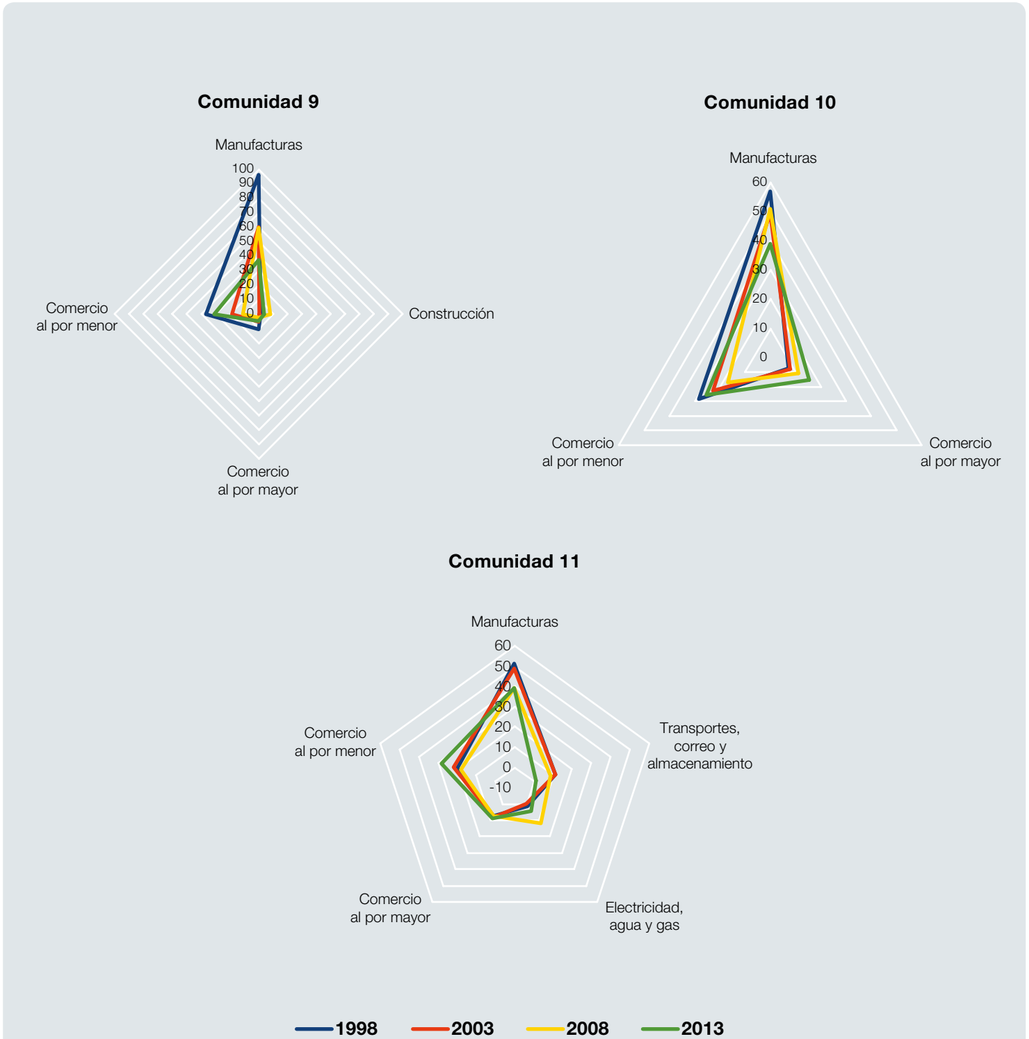
GRÁFICA **A.1.** Evolución de la estructura sectorial del valor agregado en las comunidades de la Zona Metropolitana de la Ciudad de México



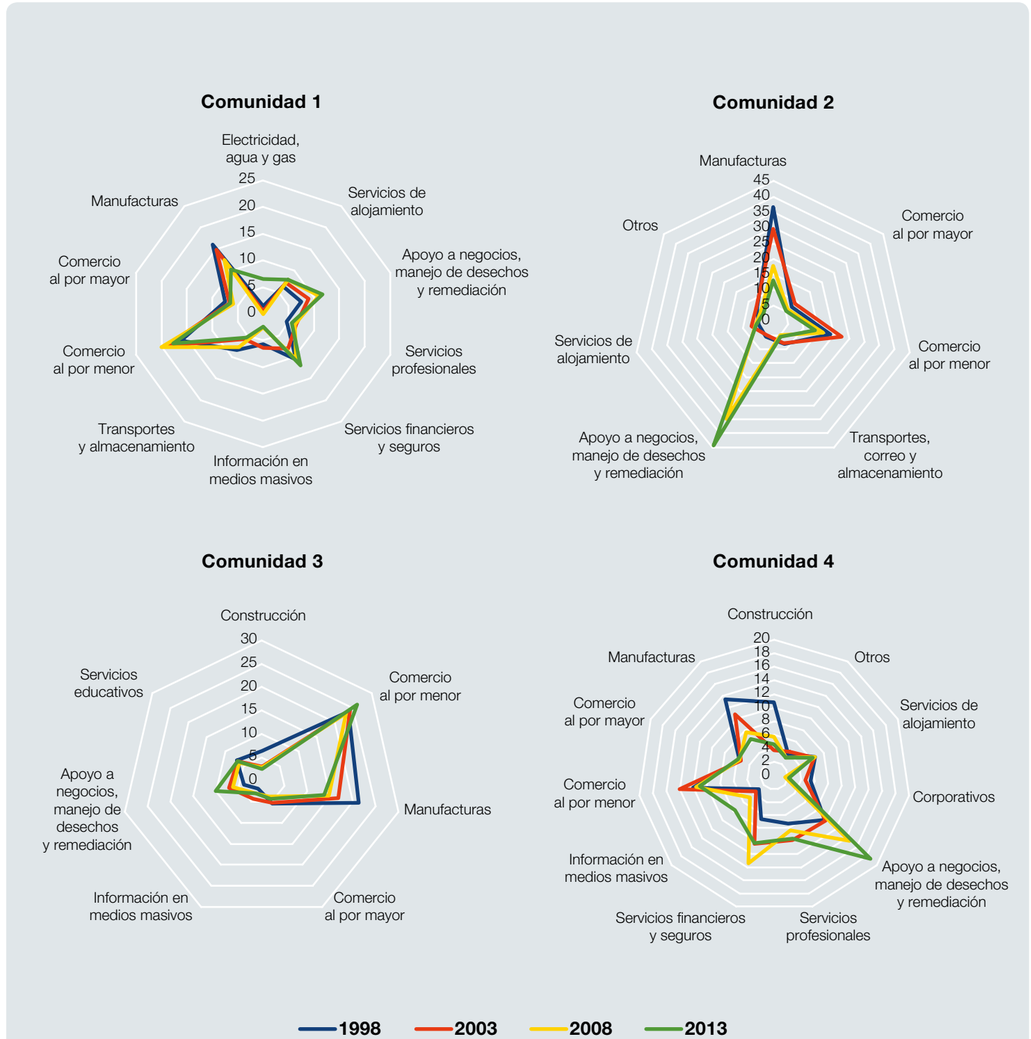
GRÁFICA **A.1.** *continuación*. Evolución de la estructura sectorial del valor agregado en las comunidades de la Zona Metropolitana de la Ciudad de México



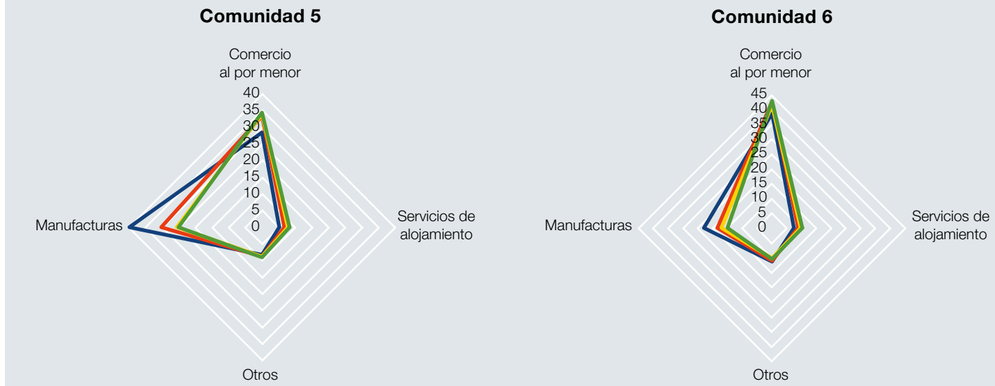
GRÁFICA **A.1.** *continuación*. Evolución de la estructura sectorial del valor agregado en las comunidades de la Zona Metropolitana de la Ciudad de México

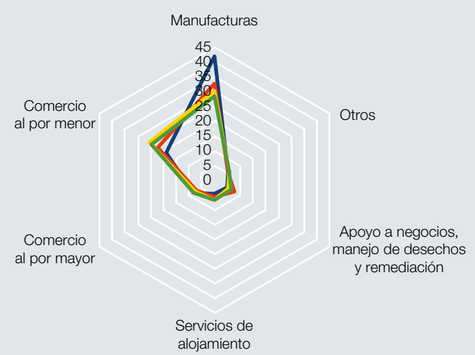


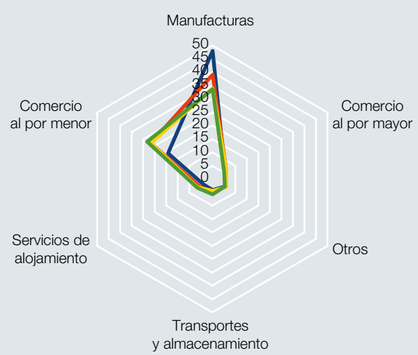
GRÁFICA **A.2.** Evolución de la estructura sectorial del personal ocupado en las comunidades de la Zona Metropolitana de la Ciudad de México

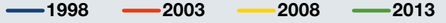


GRÁFICA **A.2.** *continuación*. Evolución de la estructura sectorial del personal ocupado en las comunidades de la Zona Metropolitana de la Ciudad de México

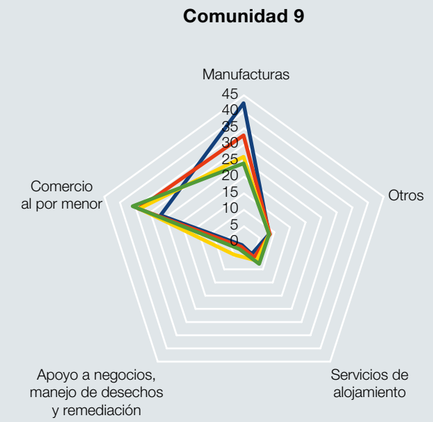


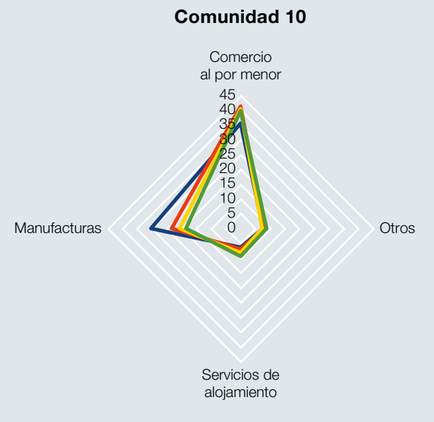


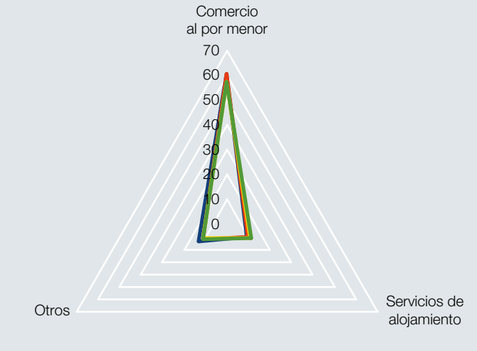


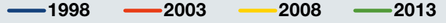


GRÁFICA **A.2.** *continuación*. Evolución de la estructura sectorial del personal ocupado en las comunidades de la Zona Metropolitana de la Ciudad de México

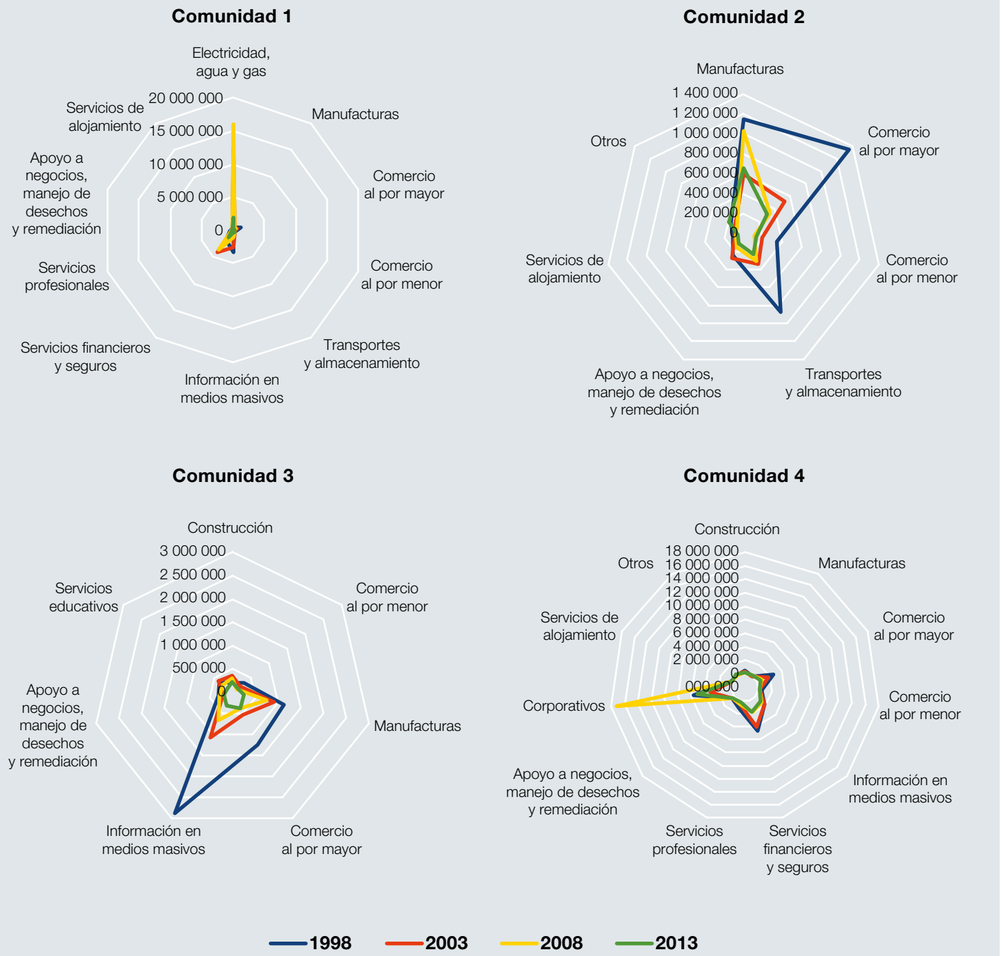




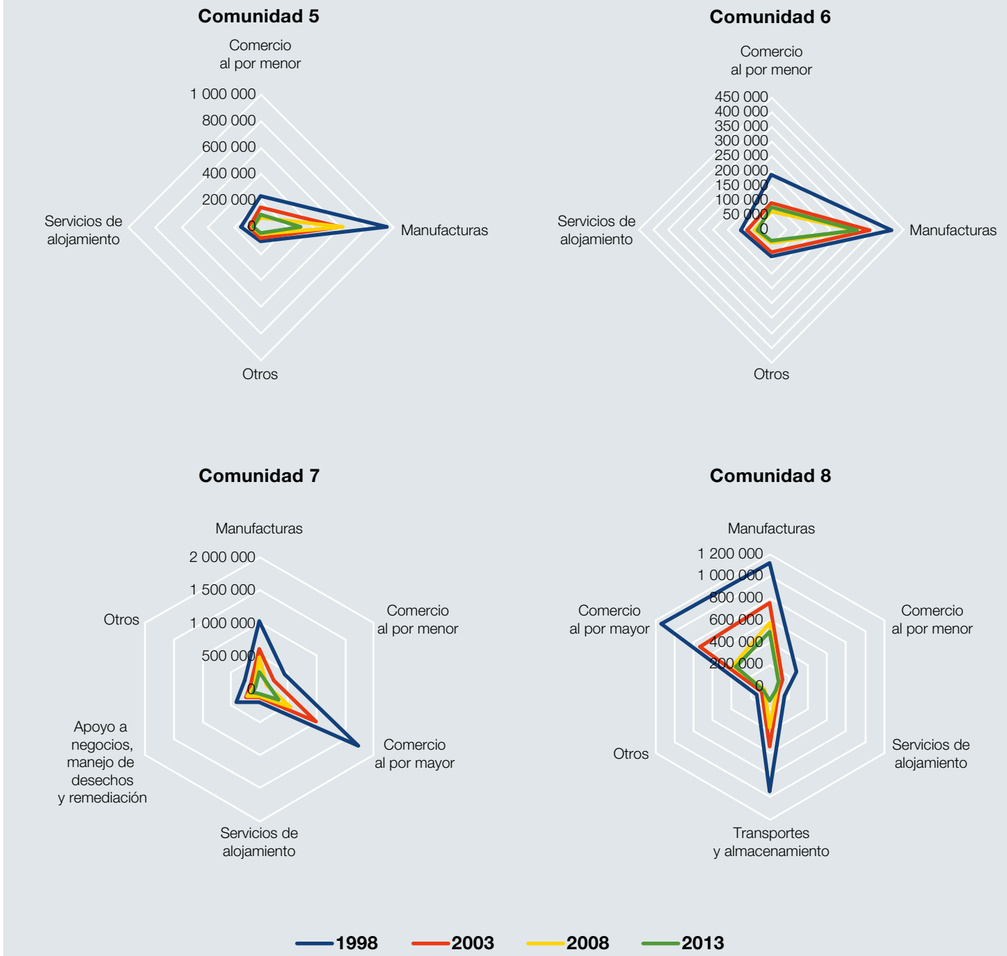




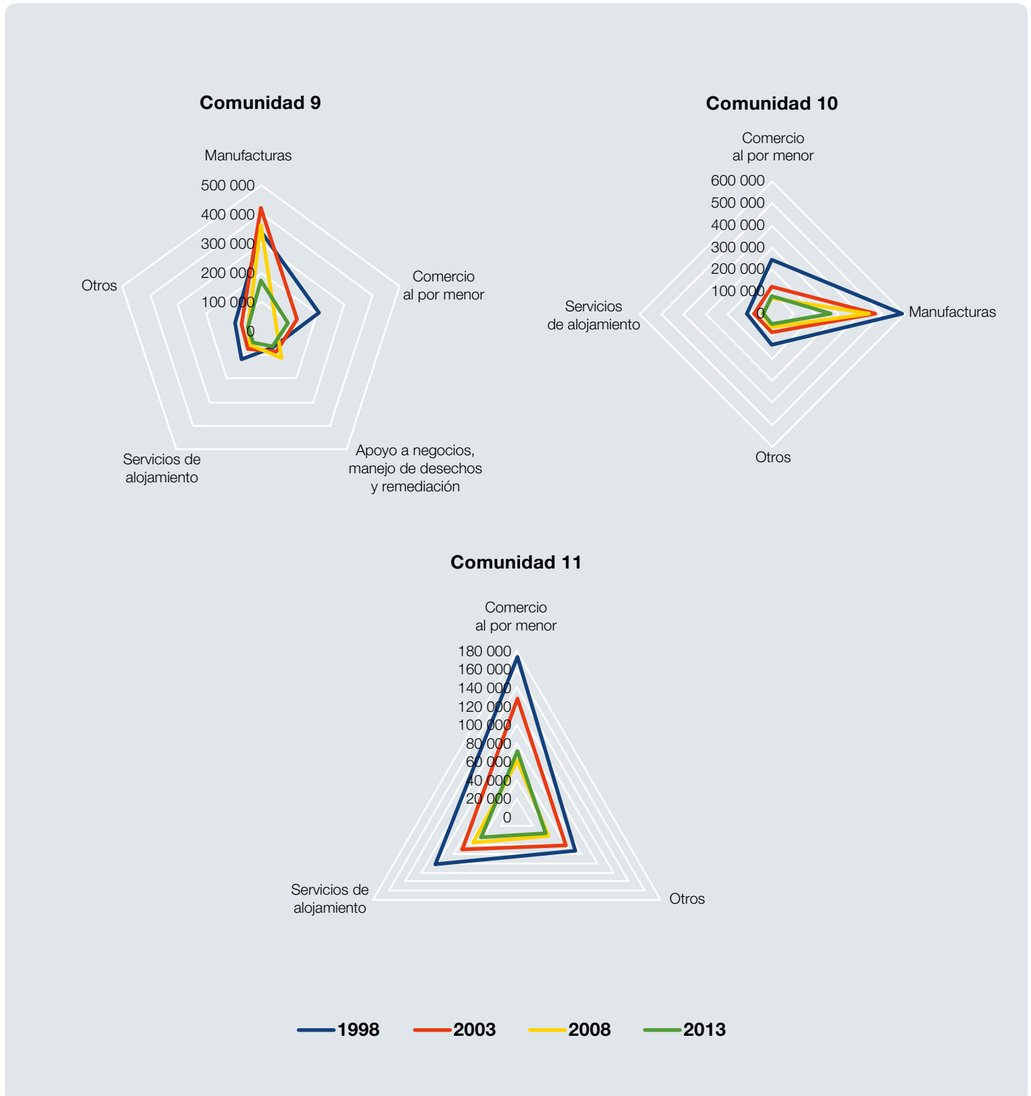
GRÁFICA **A.3.** Evolución del valor agregado con respecto al personal ocupado a nivel sectorial en las comunidades de la Zona Metropolitana de la Ciudad de México



GRÁFICA **A.3.** *continuación*. Evolución del valor agregado con respecto al personal ocupado a nivel sectorial en las comunidades de la Zona Metropolitana de la Ciudad de México



GRÁFICA **A.3.** *continuación*. Evolución del valor agregado con respecto al personal ocupado a nivel sectorial en las comunidades de la Zona Metropolitana de la Ciudad de México



Bibliografía

Caudillo Cos, Camilo. Evolución de la movilidad laboral en la Zona Metropolitana de la Ciudad de México 2000-2015. México, Instituto Nacional de Estadística y Geografía.

Anselin. L. (2005). *Exploring Spatial Data with GeoDa: A Workbook.* E.U.A., Luc Anselin. En: <http://www.csiss.org/clearinghouse/GeoDa/geodaworkbook.pdf>.

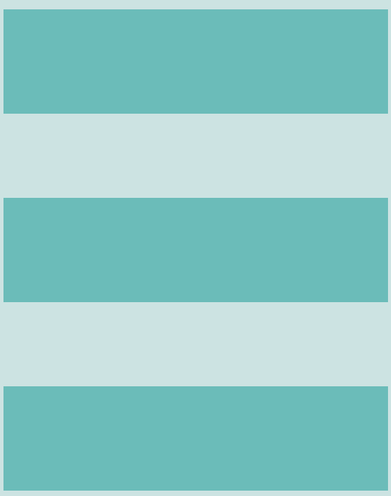
Información en línea

Conapo. Datos de Proyecciones. Sitio: <http://www.conapo.gob.mx/es/CONAPO/Proyecciones_Datos>.

INEGI. Banco de Información Económica (BIE). Sitio: <http://www.inegi.org.mx/sistemas/bie/>.

INEGI. Censos Económicos. Sitio: <http://www3.inegi.org.mx/sistemas/saic/>.

INEGI. Sistema Estatal y Municipal de Bases de Datos (Simbad). Sitio: <http://sc.inegi.org.mx/cobdem/>.



TENDENCIA DOMINANTE EN LA FUNCIONALIDAD DEL ESPACIO URBANO-RURAL EN LA CUENCA DE MÉXICO

ALDO DANIEL JIMÉNEZ ORTEGA*
JOSÉ MAURICIO GALEANA PIZAÑA*

Introducción

El medio rural es un espacio multidimensional en el que convergen los ámbitos sociales, económicos y ambientales, y que se delimita por el tamaño de su población. Se consideran rurales aquellas localidades con menos de 2500 habitantes (INEGI, 2014). El medio rural concentra el 23% de la población del país y el 98.8% de la superficie total del territorio (INEGI, 2015). Por un lado, es proveedor de la mayor parte de los productos agroalimentarios, de mano de obra y de un importante acervo cultural derivado de los procesos históricos de la coevolución entre las personas y el ecosistema, además de que constituye un aliado en la conservación de los recursos naturales (FAO, 2009; Balvanera y Cotler, 2009). Por otra parte, constituye el espacio donde se generan un conjunto de servicios ecosistémicos y agroecosistémicos que dan soporte natural a las actividades del medio urbano y periurbano (Lee, Ahern y Yeh, 2015).

Entre los principales servicios ecosistémicos que proveen las áreas rurales destacan la regulación de la erosión, de la calidad del aire y del clima; el control de plagas y de vectores de enfermedades; la infiltración y recarga de acuíferos, así como la obtención de diversos productos como madera, resinas y leña, entre otros (Balvanera y Prabhu, 2004).

El medio urbano, a su vez, genera beneficios hacia las zonas rurales en términos de la demanda de mano de obra, acceso a mercados potenciales, reducción de costos y tiempo de traslado por el uso de infraestructura carretera, cercanía a los distintos servicios de salud, educación, transporte y culturales entre otros, que se aglomeran en las zonas urbanas (Pensado, 2003).

La relación urbano-rural y rural-urbana engloba el conjunto de flujos de bienes, servicios y factores entre los componentes de ambos medios, lo cual requiere de un proceso de intervención cuando las condiciones

* Investigador del Centro de Investigación en Geografía y Geomática Ing. Jorge L. Tamayo, A.C.

de equilibrio del sistema resultan alteradas, considerando incluso las relaciones intrarrural e intraurbana.

A pesar de las interacciones de beneficio mutuo entre ambos medios, los inevitables cambios en el uso de suelo derivados de la concentración de la población y de las actividades económicas asociadas, así como de la expansión no planificada de asentamientos humanos, han dado como resultado la alteración del ambiente natural y los flujos biogeoquímicos (Kroeger y Casey, 2007). En este sentido, los estudios de procesos de cambio constituyen un referente importante, dado que son la base para analizar las tendencias de una diversidad de cambios de uso de suelo, como es el caso de la deforestación, degradación y urbanización, entre otros, de una región determinada (Lambin *et al*., 2001); dicho en otras palabras, es la expresión dinámica de las actividades humanas sobre un espacio (Platt, 2004).

El tiempo es una dimensión fundamental para entender y modelar la evolución de los fenómenos geográficos, pues se considera que las actividades espacio-temporales dependen directamente de la transformación del espacio. El tiempo se puede abordar desde dos enfoques principales: a) el absoluto, donde el espacio y tiempo son la materia de estudio: el espacio un receptor de objetos y el tiempo la duración ilimitada que se extiende a través del pasado, el presente y el futuro, y b) el relativo, donde el análisis se hace en función de los objetos y eventos como materia de estudio, y el espacio y tiempo emergen de las relaciones entre objetos (Peuquet, 1994; Claramunt, Parent y Thériault, 1997).

Los procesos de cambio pueden modificar el paisaje de diversas formas, como es el caso de la existencia misma de una entidad (aparición y desaparición en el espacio-tiempo de una cobertura vegetal), su clasificación (el paso de una parcela agrícola a lote industrial), los valores de sus atributos temáticos (el cambio de precio de los lotes y la variabilidad de los rendimientos agrícolas), los valores de sus atributos espaciales (aspectos geométricos de las entidades), sus relaciones temáticas (cambio de propietario de un predio) y sus relaciones espaciales (regularización de asentamiento humanos) (Claramunt, Parent y Thériault, 1997).

Estas modificaciones ayudan a definir los procesos de cambio básicos de las entidades así como los intercambios entre un grupo de ellas, como señalan Claramunt, Parent y Thériaul (1997):

a) Aparición de un objeto o entidad que no tiene precedente en el tiempo.
b) Desaparición de un objeto o entidad que no tiene una versión subsecuente en el tiempo.
c) Estabilidad o permanencia donde los objetos o entidades tiene el mismo estado en dos tiempos dados.
d) Expansión, contracción y deformación de objetos o entidades mediante la transformación geométrica en términos de su superficie y forma.
e) Desplazamientos y rotación como movimientos que trasladan y modifican la orientación de las entidades u objetos.

Las alteraciones asociadas al capital natural han puesto en riesgo la provisión de diversos servicios ecosistémicos que son fundamentales para las áreas urbanas y periubanas, tales como la recarga de acuíferos, la preservación de la biodiversidad, la regulación del microclima y de la calidad del aire y agua, así como los servicios culturales, entre otros (Martínez *et al.*, 2009; Weng, 2007).

Entre los principales factores de riesgo destacan los de origen antropogénico, como son los patrones dispersos de asentamientos humanos irregulares, el desarrollo de infraestructura y vivienda con condiciones precarias en el suministro de servicios básicos, el incremento de desechos sólidos y desperdicios tóxicos, la sobreexplotación de acuíferos, la alteración del curso de los ríos y la remoción de la cobertura vegetal, entre otros (Aguilar, 2008). La pérdida de servicios agroecosistémicos derivada de cambios en el uso de suelo y en la vegetación por crecimiento urbano resulta irreversible en la mayoría de los casos debido a la contaminación y a la falta de inversiones destinadas a mantener el entorno.

Estas consideraciones se han abordado considerando a la unidad de análisis como un ecosistema urbano, definido como aquellas áreas donde la cobertura de infraestructura construida representa una amplia proporción de la superficie, y en la que existe una densidad elevada de habitantes (Pickett *et al*., 2001). El componente exterior a estas áreas representa la “infraestructura verde” periurbana, integrada por todos los espacios de cobertura vegetal y cuerpos de agua, en los que se generan los beneficios para las áreas urbanas en términos de servicios ecosistémicos y cuya alteración afecta considerablemente el bienestar de la población que ahí habita (European Environmental Agency, 2011; Sutton y Anderson, 2016).

El enfoque de ecosistema urbano permite comprender las interacciones complejas entre los diferentes elementos que componen el sistema en estudio, y que dan lugar a los cambios en el uso de suelo. A partir del descubrimiento de las interacciones complejas se pueden definir estrategias de intervención que contribuyan a mejorar la calidad y resiliencia de la calidad de vida de la población urbana y periurbana, considerando la sustentabilidad de los recursos naturales (Gómez *et al*., 2013).

En este contexto, la dinámica de los procesos de cambio en el uso de suelo es compleja pues depende de las interacciones entre los factores ambientales y socioeconómicos que suceden en diferentes escalas (Veldkamp y Verburg, 2004). De ahí surge la necesidad de crear escenarios que permitan generar proyecciones de transición en el uso de suelo y comprender el desarrollo de los patrones de cambio (Merlín-Uribe *et al.*, 2012).

Las herramientas de generación de escenarios a partir de modelos de uso de suelo permiten analizar las tendencias de la cobertura vegetal, identificar las causas de los cambios y coadyuvar a la toma de decisiones en la planeación y evaluación territorial (Verburg y Veldkamp, 2004). Existen diversos modelos para obtener escenarios de cambio en el uso de suelo y que responden a diferentes objetos de estudio, como lo son las dinámicas en la agricultura, la vegetación o la expansión urbana, por citar algunos casos (Chaudhuri y Clarke, 2013; Kidron *et al.*, 2015; Yi y Lam, 2015; Xu *et al.*, 2015).

De acuerdo con Han *et al* (2015), se pueden distinguir tres categorías de modelos de uso de suelo: los modelos estadístico-empíricos, los modelos basados en agentes para la simulación de escenarios abordados desde la complejidad y los modelos espacialmente explícitos o basados en reglas, que se emplean con el propósito de determinar patrones de cambio en el uso de suelo e identificar las áreas donde éstos ocurren.

En cualquier caso, los modelos tienen limitaciones y ninguno es capaz de incluir todas las relaciones complejas que dan lugar a los cambios en el uso de suelo; por lo tanto, los escenarios no son predicciones del futuro, sino alternativas para obtener aproximaciones a problemas complejos de una forma espacialmente explícita a través de integrar diferentes factores biofísicos y socioeconómicos que intervienen en las modificaciones de las coberturas (Carter *et al.*, 2001; Davis, 2002; Rounsevell *et al.*, 2005).

El presente estudio tiene como objetivo identificar las relaciones urbano-rurales desde una perspectiva de ecosistema urbano mediante el análisis de procesos de cambio de uso de suelo en la Cuenca de México. Asimismo, busca generar un escenario tendencial que permita la identificación y proyección de patrones espaciales de la expansión de los sistemas productivos a partir de las tasas de cambio observadas, de tal manera que contribuya a determinar los posibles efectos en la funcionalidad del área de estudio.

Método

Se consideró a la Cuenca de México como unidad territorial de análisis en tanto que es un espacio cuyo territorio se interconecta a través de los flujos hídricos, de nutrientes y de materias que integran un conjunto de ecosistemas, donde se reconocen los vínculos entre sus zonas altas y bajas. Estas atributos hacen de la Cuenca una unidad física natural pertinente para el estudio y gestión de los recursos naturales, en particular para el análisis de los componentes y flujos que intervienen en el cambio de uso de suelo y la provisión de servicios ecosistémicos a la población urbana (Cotler, 2010; Garrido *et al.*, 2010).

El estudio se llevó a cabo a partir de dos niveles de análisis: procesos de cambio en el uso de suelo y la vegetación entre 1976 y 2011, y escenario tendencial de los sistemas productivos para el año 2030, en el que se incluyeron los cambios de estructura en el uso de suelo y vegetación en las zonas de expansión urbana proyectada a ese año.

La tarea de identificación de los procesos de cambio del uso de suelo se llevó a cabo mediante la información de las Series de Uso de Suelo y Vegetación del Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI) correspondientes a los años 1976, 1993, 2002, 2007 y 2011. Se procedió a efectuar una reagrupación de las clases de uso de suelo y vegetación de las cinco series, las cuales se reclasificaron en los siguientes cuatro grupos:

- *Vegetación*: diferentes tipos de vegetación primaria, vegetación secundaria, humedales, matorrales y pastizales naturales.
- *Sistemas productivos agropecuarios*: agricultura y pastizales inducidos.
- *Sin vegetación*: áreas desprovistas de vegetación y sin vegetación aparente.
- *Urbano*: zonas de asentamientos humanos.

Una vez reclasificada la información, se realizó una superposición espacial o cruce de mapas a través de la fusión o unión geométrica de las entidades espaciales de cada par de series en el tiempo. Los procesos de cambio fueron así determinados para los siguientes periodos: 1976-1993, 1993-2002, 2002-2007 y 2007-2011. Posteriormente, para resolver la atomización de los mapas generada sobre todo por el efecto de borde derivado de la fusión entre series, se realizó un proceso de generalización cartográfica por área mínima cartografiable para cada intervalo de tiempo, a partir de los criterios que estipula el INEGI (50 hectáreas para vegetación y 25 hectáreas para uso de suelo). A partir de lo anterior se obtuvo la combinatoria de clases, con las cuales se agruparon los procesos de cambio en el área de estudio, su superficie y porcentaje con respecto al total de la Cuenca de México.

El escenario tendencial de los sistemas productivos se construyó mediante la herramienta Scenario Generator de InVEST, desarrollada por las universidades de Stanford y Minnesota, que permite elaborar modelos basados en funciones de producción que definen cómo y en qué medida la estructura de las coberturas se ve afectada por diferentes factores en distintas escalas de análisis. Así, es posible observar patrones de contracción-expansión de las clases a partir de la definición de reglas como la cantidad de cambio esperado, la probabilidad de transición y la definición de factores que influyen en el cambio.

Para la calibración del escenario tendencial se efectuó la clasificación en tres imágenes de satélite de los sensores Landsat 7, 5 y 8, correspondientes a los años 2000, 2007 y 2015, respectivamente, a las que previamente se aplicó una corrección atmosférica mediante el método Fast Line-of-sight Atmospheric Analysis of Hypercubes (FLAASH). Se utilizó el método de clasificación de máxima verosimilitud para detectar cuatro clases: sistemas productivos, vegetación, cuerpos de agua y otras clases. Dichas clasificaciones se calibraron con puntos derivados tanto de las

CUADRO **1.** Cálculo de la superficie susceptible de cambio, 2015-2030

Proceso	Superficie 2000-2007 (ha)	Superficie 2007-2015 (ha)	Tasa de cambio (%)	Superficie susceptible a cambio, 2030 (ha)	% respecto a la cobertura inicial	% respecto a la suma de ambas superficies
De vegetación a sistemas productivos	25 010.3	39 942.7	59.71	63 790.5	19.31	68.18
De sistemas productivos a vegetación	52 038.6	39 363.0	-24.36	29 775.0	4.98	31.82

Series de Uso de Suelo y Vegetación de INEGI como de imágenes de mayor resolución espacial (SPOT-5 y RapidEye).

Entre los supuestos de este modelo se consideró que tanto los cuerpos de agua como "otras clases" permanecen constantes en el tiempo, de tal manera que el único proceso que puede ocurrir es la expansión de los sistemas productivos a costa de la vegetación. Para la superficie de asentamientos humanos, se incorporó el escenario de expansión de la mancha urbana que desarrolla Corona en este mismo volumen[1].

La cantidad de superficie susceptible de cambio para el año 2030 se definió de manera previa mediante cálculo de variación de las tasas de cambio en la superficie del proceso de vegetación a sistemas productivos, correspondiente a los periodos 2000-2007 y 2007-2011. El valor absoluto que se obtuvo a partir de dicho vector se normalizó con la superficie de sistemas productivos del año 2015 (cuadro 1).

La probabilidad y la prioridad de transición de este proceso se establecieron a partir de la proporción de superficie susceptible de cambio proyectada, respecto de la suma de las superficies susceptibles de cambio correspondientes a los procesos de sistemas productivos a vegetación y de vegetación a sistemas productivos.[2]

Se consideró que la cercanía a carreteras pavimentadas, terracerías, asentamientos humanos con población entre 2500 a 14 999 habitantes, así como a ciudades de más de 15 000 habitantes son factores que influyen en la variación positiva del proceso de cambio de sistemas productivos a vegetación. En ese sentido, los caminos constituyen un incentivo para la expansión de la actividad agropecuaria, en particular por su papel vinculador a diversos mercados (Ferraz, 2001).

Una vez definidos estos criterios, se añadieron restricciones al modelo; es decir, las áreas donde no es posible que crezca la superficie de los sistemas productivos. En ese sentido, se consideró que dicha expansión no puede darse en zonas donde se ubican áreas naturales protegidas federales y municipales, cuerpos de agua y zonas con pendiente y altitud no aptas. Estas últimas se obtuvieron a través de un promedio de condiciones óptimas de pendiente y altitud a su nivel máximo (Sotelo *et al.*, 2012) para los

[1] Ver el capítulo "Modelo espacial y pronóstico de la expansión de la mancha urbana, 1995-2030" en la sección I de este libro.

[2] La superficie susceptible de cambio de vegetación a sistemas productivos se calculó únicamente para la obtención de la suma de la superficie susceptible de cambio y no así para su integración al escenario.

CUADRO **2.** Cálculo las restricciones de altitud y pendiente a partir de los principales cultivos

Cultivo	Ciudad de México (ha)	Estado de México (ha)	Hidalgo (ha)	Suma (ha)	% de la superficie sembrada total de las tres entidades	% ajustado al total de la superficie de cultivos	Altitud máxima (m)	Pendiente máxima (grados)
Maíz	3 965.0	541 671.8	256 145.3	801 782.0	55	79	2 800	10
Nopal	2 904.0	888.5	78.5	3 871.0	0	0	2 600	15
Avena	5 759.2	63 686.1	31 635.8	101 081.1	7	10	2 800	15
Papa	409.0	5 266.4	80.0	5 755.4	0	1	2 800	12
Frijol	104.2	9 593.6	35 799.7	45 497.4	3	4	2 500	15
Alfalfa	28.5	7 645.3	47 488.5	55 162.3	4	5	2 700	12
Total de la entidad	13 169.9	628 751.5	371 227.7	1 013 149.1	69%			

cultivos más importantes de la Ciudad de México, Estado de México e Hidalgo (Ficeda, 2015), el cual se ponderó de acuerdo con la superficie que ocupa el cultivo respecto al total de la superficie sembrada ajustada de dichos cultivos en las entidades estudiadas (cuadros 2 y 3).

A los resultados obtenidos se les aplicaron procesos de disolución y unión geométrica del área correspondiente al escenario de expansión urbana que se presentan en el citado estudio de Corona –publicado en este libro– con el propósito de realizar el análisis integrado de las modificaciones proyectadas en uso de suelo para el año 2030.

Por último, se realizó el análisis de la estructura de las coberturas actuales respecto a las áreas de expansión urbana proyectada para el año 2030, mediante la intersección y disolución geométrica del escenario de expansión de la mancha urbana en la imagen Landsat de 2015. Esto permitió identificar la medida en que los sistemas productivos y la vegetación pueden resultar afectados ante un eventual

CUADRO **3.** Parámetros de restricción de altitud y pendiente

Parámetro	Valor
Altitud media ponderada (m)	2 780.3
Pendiente media ponderada (grados)	10.9

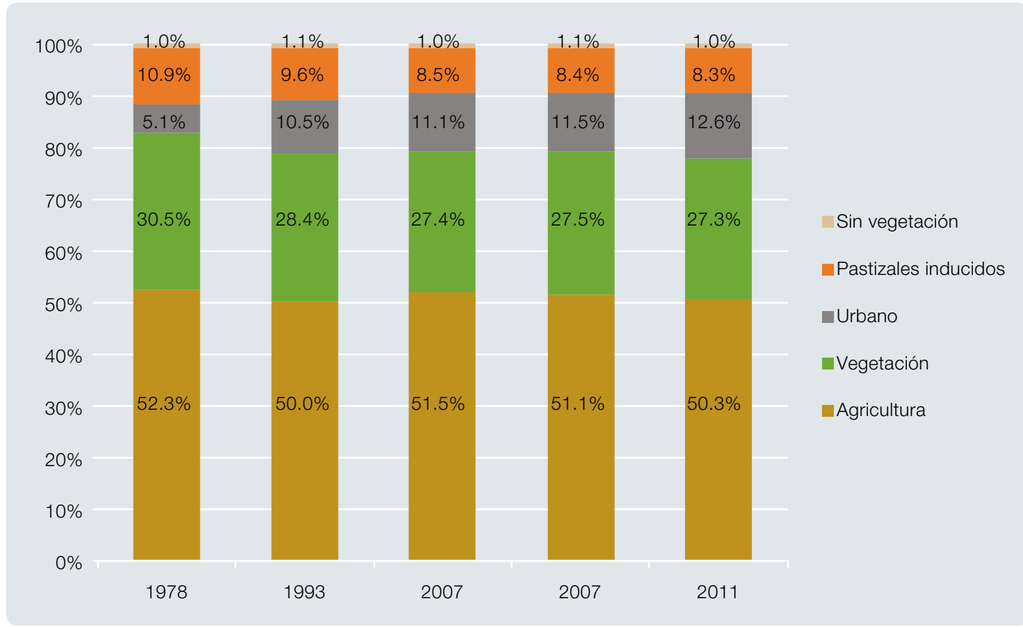
crecimiento del área urbana, o bien, si estos factores favorecen su expansión o contención.

Resultados

Estructura de uso de suelo 1976–2011

La estructura de la Cuenca de México está conformada en su mayor proporción por suelo de uso agropecuario; la superficie agrícola representa alrededor del 50% de la Cuenca, mientras que la de pastizales inducidos registra poco más del 9%. No obstante, mien-

GRÁFICA **1.** Estructura de uso de suelo y vegetación como porcentaje de la superficie de la Cuenca, 1976-2011



tras la superficie destinada a la actividad agrícola permaneció prácticamente constante entre 1976 y 2011, los pastizales inducidos se redujeron en ese lapso en 31 126 hectáreas, que representan alrededor de 2.6% del tamaño de la Cuenca.

Durante el periodo, la mayor parte de la expansión de los sistemas productivos ocurrió a costa de la cobertura vegetal, que equivale al 7% de la Cuenca. Asimismo, esta superficie se ha visto gravemente modificada, en particular por el proceso de urbanización y, en menor medida, por la recuperación de vegetación, con 87 580 y 65 540 hectáreas, respectivamente (gráfica 1).

La vegetación ha sido el tipo de cobertura con mayor contracción como porcentaje del total de la superficie que ocupa en la Cuenca; durante el periodo se redujo en casi 85 560 hectáreas debido a la expansión en los sistemas productivos, cifra equivalente al 3.3% de la Cuenca y al 26% de la cobertura vegetal en 2011. La expansión de la mancha urbana es el segundo factor que amenaza a la vegetación: de 1976 a 2011 mermó su superficie en cerca de 25 000 hectáreas, como se muestra en el cuadro 4.

La expansión urbana ha afectado de manera significativa a los sistemas productivos y a la vegetación. En el primer caso, la pérdida de superficie de los sistemas productivos asciende a poco más de 87 500 hectáreas, es decir, el 12% de la cobertura agropecuaria en el 2011. El cambio tuvo una mayor proporción de 1976 a 1993, aunque hubo un incremento importante entre 2007 y 2011 (cuadro 4 y figura 1).

CUADRO **4.** Procesos de cambio en el uso de suelo, 1976-2011

De	a	Superficie (ha)					
		1976-1993	1993-2002	2002-2007	2007-2011	1976-2011	% de la cobertura inicial 2011
Sistemas productivos	urbano	60 648.3	10 348.2	4 390.2	12 193.6	87 580.3	12.3
Sistemas productivos	vegetación	35 845.6	27 386.1	1 723.7	586.5	65 541.9	9.2
Vegetación	urbano	21 942.9	925.3	781.1	1 254.6	24 903.9	7.5
Vegetación	sistemas productivos	46 134.8	38 353.7	176.8	1 893.7	86 559.0	26.2

Es posible notar la importante variación en las cifras observadas de los procesos de cambio durante los últimos dos periodos. Para calibrar y verificar estas cifras, se elaboraron los procesos para los conjuntos 2000-2007 y 2007-2010 a partir de los cambios en las clases de las imágenes Landsat. Los resultados mostraron una importante variación para con las Series de Uso de Suelo y Vegetación, tal como se muestra en el cuadro 5. Dicha variación puede estar relacionada con la escala de las Series (1:250 000) así como con la generalización cartográfica de éstas (50 hectáreas para vegetación y 25 hectáreas para los usos de suelo).

Los procesos anteriores muestran que, a lo largo del periodo de análisis, el mayor incremento de superficie urbana a costa de sistemas productivos agropecuarios ocurrió entre 2000 y 2007, con una importante reducción de la tasa de pérdida en entre 2007 y 2015.

Por otro lado, la contracción de la vegetación por la expansión de los sistemas productivos fue menor que su recuperación a costa de la superficie agropecuaria entre 2000 y 2007. No obstante, si bien es cierto que la cobertura vegetal recuperó una mayor superficie, los procesos ecosistémicos que se perdieron tenían mayor peso que los que se lograron recuperar en el corto y mediano plazo. Asimismo, la tasa de contracción de la vegetación en ambos periodos resultó positiva, aunque la tasa de recuperación muestra un comportamiento descendente (figura 2).

CUADRO **5.** Procesos de cambio en el uso de suelo 2000-2007 y 2007-2015, Landsat

De	a	Superficie	
		2000-2007 (ha)	2007-2015 (ha)
Sistemas productivos	urbano	78 498.0	19 100.4
Sistemas productivos	vegetación	52 033.0	39 363.0
Vegetación	urbano	4 754.0	4 270.9
Vegetación	sistemas productivos	25 012.9	39 942.1

FIGURA **1.** Estructura de uso de suelo y vegetación, 1976-2011

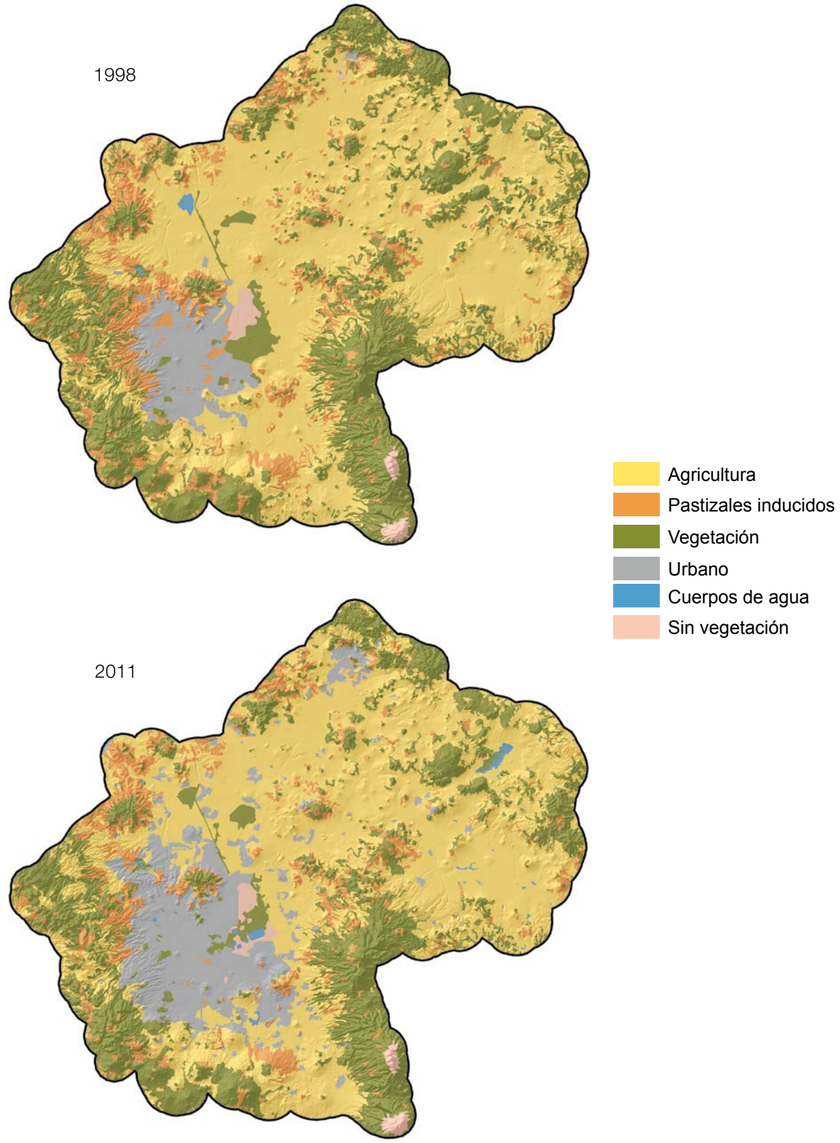
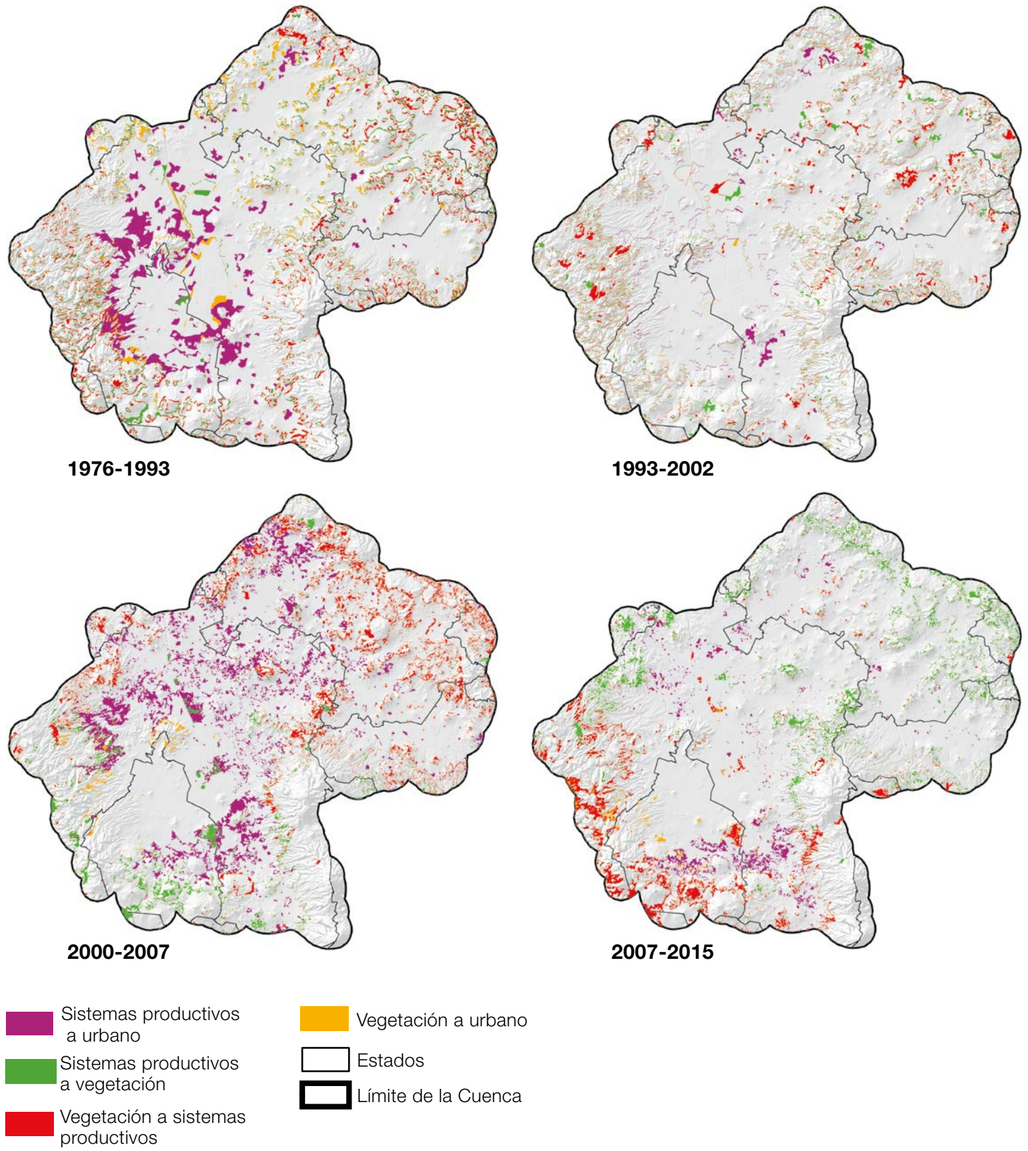


FIGURA **2.** Procesos de cambio en el uso de suelo y vegetación, 1976-2015



CUADRO **6.** Estructura de uso de suelo y vegetación 2000, 2007 y 2015

Cobertura	2000		2007		2015	
	Superficie (ha)	% de la Cuenca	Superficie (ha)	% de la Cuenca	Superficie (ha)	% de la Cuenca
Vegetación	362 700.4	29.9	333 990.0	27.5	330 341.2	27.2
Cuerpos de agua	6 841.8	0.6	8 530.6	0.7	4 107.7	0.3
Otras coberturas	184 420.9	15.2	265 196.2	21.8	281 413.6	23.2
Sistemas productivos	665 164.8	54.8	613 657.2	50.6	598 038.5	49.3

Escenario tendencial de los sistemas productivos

El análisis de coberturas de las imágenes Landsat permitió obtener una aproximación muy cercana a las registradas en las Series de Uso de Suelo y Vegetación, de tal manera que se identificó la estructura de la Cuenca de manera simplificada al año 2015 con las cuatro clases señaladas.

A diferencia de las Series, en la clasificación de las imágenes no se definió la cobertura de uso urbano, pues ésta se encuentra combinada con otras clases, como son las áreas desprovistas de vegetación. Pese a ello, los asentamientos humanos son la clase con mayor crecimiento en la Cuenca, por lo que es válido atribuir a la expansión urbana el dinamismo en la clase definida como *otras coberturas,* que pasó de 15% a 23% de la superficie total de la Cuenca en los últimos 15 años (cuadro 6).

En el caso del proceso de cambio entre sistemas productivos y vegetación, existe una clara tendencia a la expansión de la superficie agropecuaria a costa del capital natural; esta transición representa más del doble de la recuperación de la cobertura vegetal. Asimismo, mientras la recuperación de la cobertura vegetal presenta una tasa de cambio decreciente, la variación en la expansión de los sistemas productivos a costa de coberturas vegetales de 2000 a 2015 fue de 60%.

Estas tendencias se introdujeron al modelo para proyectar el escenario de expansión de los sistemas productivos al 2030. Los resultados ajustados con el área de expansión urbana del escenario elaborado por Corona[3] muestran un cambio sustancial en la estructura de las coberturas de la Cuenca. Las principales modificaciones se observan en la contracción de la vegetación y de los sistemas productivos, así como en la considerable expansión de la superficie urbana (cuadro 7).

La superficie urbana pasará de alrededor del 21% de la superficie de la Cuenca en 2015 al 32% en 2030; se prevé que los sistemas productivos sean la clase más afectada por dicha expansión. En el caso de la vegetación, si bien es cierto que no se tomó en consideración el proceso de cambio entre sistemas productivos a cobertura vegetal, la contracción por expansión de la superficie agropecuaria es alarmante, pues se avizora un diminución en 66 000 hectáreas, lo que significa pasar de 27% en 2015, a 21% en 2030 (figura 3).

La mayor afectación de vegetación por expansión de los sistemas productivos sucederá en la parte noreste y noroeste de la Cuenca, en particular en los

[3] Consultar el capítulo “Modelo espacial y pronóstico de la expansión de la mancha urbana, 1995-2030” de Nirani Corona en este libro.

La superficie urbana **pasará** de alrededor del **21%** de la superficie de la Cuenca en **2015** al **32%** en **2030**; se prevé que los **sistemas productivos** sean la **clase más afectada** por dicha expansión.

CUADRO **7.** Estructura de uso de suelo y vegetación en el escenario 2030

Cobertura	2015		Escenario 2030	
	Superficie (ha)	% de la Cuenca	Superficie (ha)	% de la Cuenca
Vegetación	330 341.2	27.2	264 271.2	21.8
Cuerpos de agua	4 107.7	0.3	3 296.8	0.3
Otros	281 413.6	23.2	424 722.2	35.0
Sistemas productivos	598 038.5	49.3	522 009.4	43.0

municipios de Singuilucan, Cuautepec, Tepeapulco y Omitlán en Hidalgo; Chingnahuapan en Puebla, y Jilotzingo, Isidro Fabela, Nicolás Romero y Tepotzotlán en el Estado de México. Asimismo, este proceso afectará de manera importante la cobertura vegetal en la parte sureste de la Cuenca, sobre todo en los municipios de Chalco, Temamatla y Tenango del Aire, así como en las zonas aledañas a los volcanes Iztaccíhuatl y Popocatépetl, como son Tlalmanalco y Amecameca, todos en el Estado de México.

A diferencia de los estados de México, Hidalgo y Tlaxcala, la proyección prevé que la afectación del capital natural en la Ciudad de México sea mínima: se espera que esta superficie se contraiga únicamente en 555 hectáreas, la mayor parte en suelo de conservación, en las delegaciones Tlalpan y Milpa Alta.

Por último, resulta importante hacer énfasis en qué tipo de coberturas que en 2015 conforman la Cuenca se registrarán la expansión esperada de la mancha urbana para 2030. Los resultados muestran que de las casi 138 200 hectáreas de expansión prevista, al menos 130 000 corresponden a superficie de sistemas productivos, que representan poco menos del 22% de esta cobertura. Se pronostica que la mayor superficie de contracción en los sistemas productivos se registrará en la parte norte y oeste de la Cuenca, de manera señalada en los municipios de Zumpango, Cuautitlán, Teoloyucan, Coyotepec, Huehuetoca, Tecámac, Acolman, Chiautla, Teotihuacan, Texcoco, Axapusco, Chalco, Cocotitlán y Amecameca, en el Estado de México, y Tizayuca, Mineral de la Reforma y Pachuca de Soto en Hidalgo (figura 4).

Conclusiones

A partir del debate actual sobre el papel del área rural-urbana dentro de la Cuenca, se vuelve invaluable el análisis espacial de los procesos de cambio históricos y potenciales asociados a las áreas urbanas, los sistemas productivos y el capital natural. Lo anterior, dado que a partir de este enfoque es posible estudiar la dinámica espacio-temporal de fenómenos clave, como es el caso de la expansión de los sistemas productivos, la urbanización y permanencia del capital natural, entre otros.

Esto permite generar un puente integrador en el marco de estudios territoriales y, de esta manera, aportar información para una adecuada toma de decisiones que, en complemento con una identificación y diferenciación territorial de los conductores de cambio asociados a estos fenómenos, oriente mecanismos de intervención para la planeación espacial.

En la Cuenca de la Valle de México existe una clara tendencia a la urbanización y a la pérdida de la cobertura vegetal derivada de la expansión de los sistemas

FIGURA **3.** Escenario tendencial de uso de suelo y vegetación, 2030

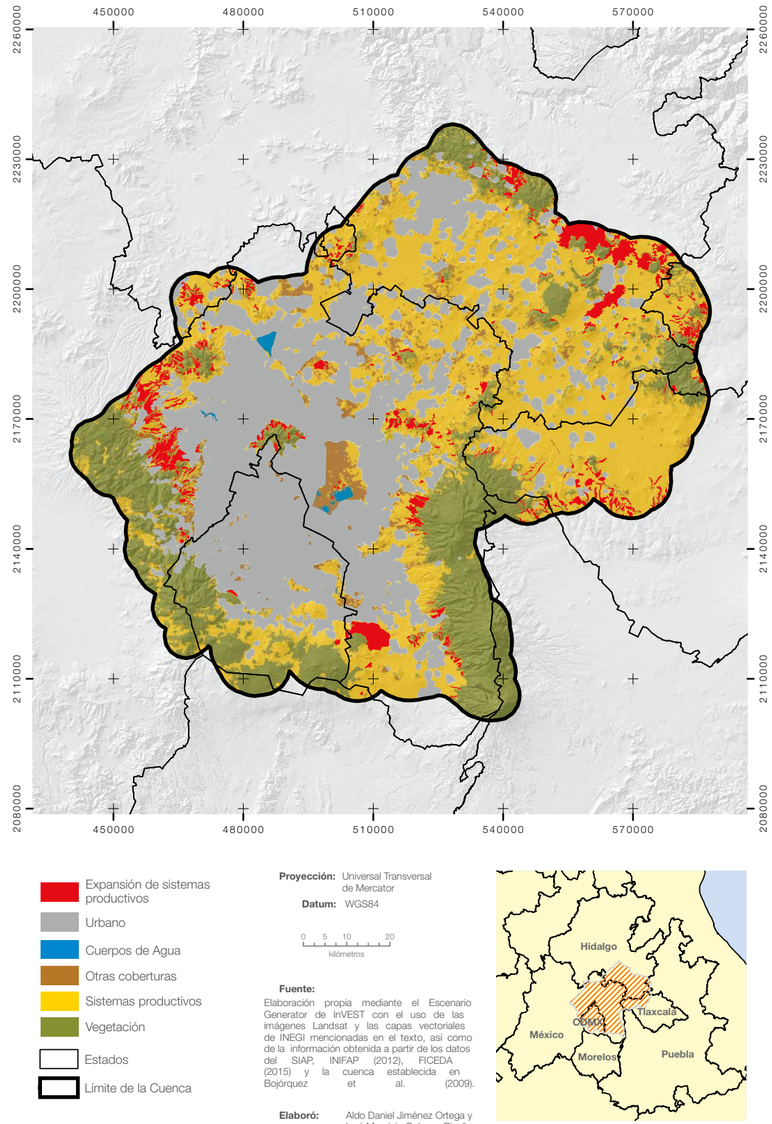
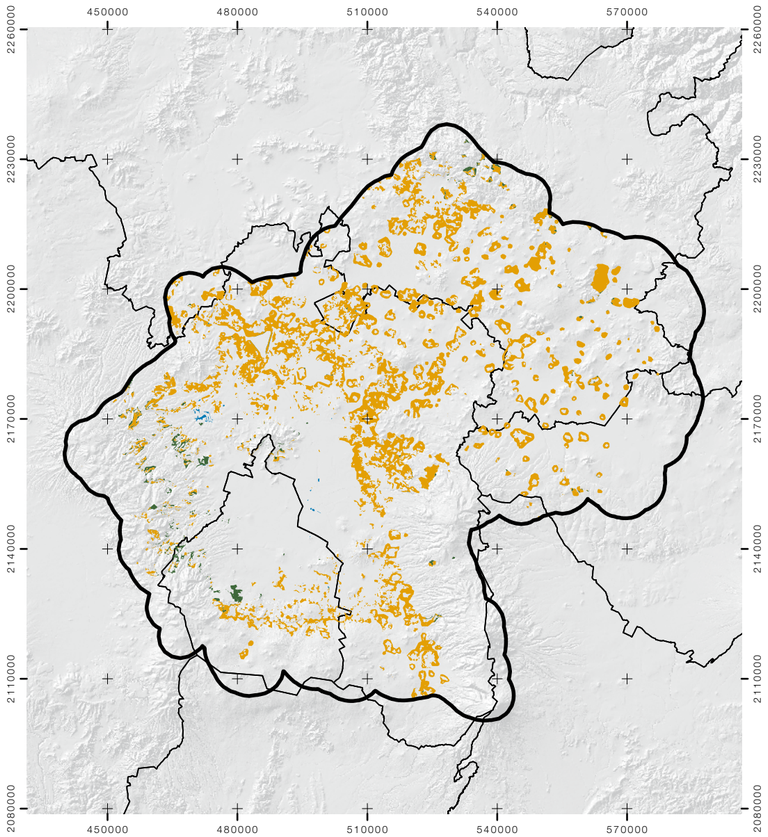


FIGURA **4.** Estructura de uso de suelo y vegetación en el área de expansión urbana, 2030



productivos agropecuarios. Si bien es cierto que hay una importante superficie vegetación recuperada de los sistemas productivos, su tendencia negativa en los últimos 15 años, aunada al tiempo que requieren los procesos naturales para restaurar los ecosistemas, impide equiparar el impacto de la pérdida de la cobertura vegetal.

Dicha tendencia asociada a la expansión de la superficie urbana tendrá repercusiones sobre los microclimas, como una mayor frecuencia de islas de calor. Los materiales de construcción como el asfalto y concreto, tienen propiedades térmicas (conductividad térmica) y de radiación que inciden en los procesos de albedo y emisividad, y provocan un desequilibrio del balance radiativo de una región (Solecki *et al*., 2005). Se genera, así, un estado de estrés en aquellas actividades económicas asociadas con el estado del tiempo. Los insumos de la urbanización son materiales que tienden a absorber la radiación solar y a liberar energía de longitudes de onda infrarroja, que interactúa con los gases de efecto invernadero y propicia el calentamiento de la atmósfera (Santos, 2013).

Con base en los resultados del estudio, se puede afirmar que el medio rural periurbano de la Cuenca se encuentra supeditado a la dinámica de desarrollo urbano, de tal manera, que la superficie agropecuaria no representa un mecanismo de contención de la expansión de la mancha urbana, particularmente en los estados de México e Hidalgo. En el mismo sentido, la pérdida de vegetación periurbana ha reducido la resiliencia de la Cuenca a causa de la alteración del ciclo del carbono, la erosión del suelo y la disminución en la capacidad infiltración y recarga del acuífero, lo que. además. ha generado una fuerte presión hídrica (Bunge, 2010).

En el caso de la Ciudad de México, pese a que el escenario tendencial no muestra patrones de una importante expansión de la superficie agropecuaria en el suelo de conservación, resulta preocupante la pérdida de vegetación observada entre los años 2007 y 2015, en particular por la tendencia observada en la urbanización de la superficie de los sistemas productivos.

El proceso de urbanización ha dado como resultado una transformación notable de los sistemas naturales en la Cuenca, que implica la pérdida en su funcionalidad y la reducción de la provisión de servicios ecosistémicos (Cuevas *et al.*, 2010). Esto, a su vez, ha generado una disminución en la calidad de vida humana, tanto en el medio urbano como en el rural periurbano.

Actualmente, la Cuenca de México tiene un grado de alteración extremo en su dinámica funcional y se prevé que de continuar la tendencia y aproximarse a los resultados de los escenarios proyectados, la carga de la actividad antrópica en el ecosistema urbano será insostenible. El resultado será el incremento de islas de calor, el eventual cambio en el microclima de la Cuenca, una reducción en la calidad del aire y un aumento en el riesgo de la producción agropecuaria, entre otros efectos.

Bibliografía

Aguilar, A. G. (2008). Peri-urbanization, illegal settlements and environmental impact in Mexico City. *Cities*, vol. 25, núm. 3, pp. 133-145.

Balvanera, P. y R. Prabhu (2004). *Ecosystem services: The basis for global survival and development*. Commissioned Issue Paper of the U.N. Millennium Project Task Force on Environmental Sustainability, Organización de las Naciones Unidas.

Balvanera, P., H. Cotler *et al.* (2009). Estado y tendencias de los servicios ecosistémicos, en capital natural de México, en: *Estado de conservación y tendencias de cambio*, vol. II. México, Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad.

Bunge, V. (2010). La presión hídrica en las cuencas de México. En: H. Cotler (coord.) *Las cuencas hidrográficas de México. Diagnóstico y priorización*. México, Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático, pp. 88-91. En: <http://www2.inecc.gob.mx/publicaciones/libros/639/presion.pdf>.

Carter, T.R., E.L. La Rovere, R. N. Jones, R. Leemans, L. O. Mearns, N. Nakic´enovic´, B. Pittock, *et al.* (2001). Developing and applying scenarios. En: J. McCarthy, O. F. Canziani, N. Leary, D. J. Dokken y K. S. White (eds.), *Climate change, 2001. Impacts, adaptation and vulnerability*. Inglaterra, Cambridge University Press, pp. 145-190.

Chaudhuri, G. y C. K. Clarke, (2013). The SLEUTH Land Use Change Model: A Review. *The International Journal of Environmental Resources Research*. vol. 1, núm. 1, pp. 88-105.

Claramunt, C.; C. Parent, y M.Thériault, (1997), Design patterns for spatio-temporal processes. En: Spaccapietra y F. Maryanski (eds.). *Searching for semantics: data mining, reverse engineering*. E.U.A., Chapman & Hall, pp. 415-428.

Cotler, H. (2010). Perspectivas sobre las cuencas hidrográficas de México: introducción. En: H. Cotler (coord.) *Las cuencas hidrográficas de México. Diagnóstico y priorización*. México, Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático, pp. 4-7.

Cuevas, M. L.; A. Garrido, J. L. Pérez y D. Iura (2010). Estado actual de las cuencas de México. En: H. Cotler (coord.) *Las cuencas hidrográficas de México. Diagnóstico y priorización*. México, Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático, pp. 50-58.

Davis, G. (2002). Scenarios as a tool for the 21st century. En: Group External Affairs (eds.), *Probing the future conference*, Inglaterra, Strathclyde University.

European Environmental Agency (2011). *Green infrastructure and territorial cohesion. The concept of green infrastructure and its integration into policies using monitoring systems*. Dinamarca, European Environment Agency, Reporte técnico 18/2011.

Ferraz, C. (2001). *Explaining agriculture expansion and deforestation: evidence from the Brazilian Amazon 1980/98*. Brasil, IPEA-World Bank, Texto para discusión 828.

Fideicomiso para la Construcción y Operación de la Central de Abasto de la Ciudad de México (Ficeda) (2015). *El polígono agroalimentario del Valle de México*. Boletín núm.026 18/02/2015.

Garrido, A., J. L. Pérez y G. Enríquez (2010). Delimitación de las zonas funcionales de las cuencas hidrográficas de México. En: H. Cotler (coord.) *Las cuencas hidrográficas de México. Diagnóstico y priorización*. México, Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático, pp. 14-17.

Gómez, E., A. Gren, D. N. Barton, J. Langemeyer, T. McPhearson, P. O´Farrell, *et al.* (eds.) *Urbanization, biodiversity and ecosystem services: challenges and opportunities*. E.U.A., Springer.

Han, H., C. Yang y J. Song (2015). Scenario simulation and the prediction of land use and land cover change in Beijing, China. *Sustainability*, vol. 7, núm. 4, pp. 4260-4279.

INEGI (2005). *Población rural y rural ampliada en México*. México, Instituto Nacional de Estadística y Geografía. Publicación electrónica: <http://www3.inegi.org.mx/sistemas/biblioteca/ficha.aspx?upc=702825498122>.

_____ (2014) *Glosario de la Encuesta Nacional de Ocupación y Empleo 2014*. México, Instituto Nacional de Estadística y Geografía. Publicación electrónica: <http://www.beta.inegi.org.mx/app/glosario/default.html?p=eic2015>.

Kidron, G.J., A. Karnieli, I. Benenson y Y. Grinblat (2015). Simulating land-use degradation in West Africa with 254 the ALADYN model. *Journal of Arid Environments*, vol. 112, part A, pp. 52-63.

Kroeger, T. y F. Casey (2007). An assessment of market-based approaches to providing ecosystem services on agricultural lands. *Ecological Economics*, vol. 64, núm. 2, pp. 321-332.

Lambin, E.F., B. L. Turner, J. Helmut, S.B Geist, S. B. Agbola, A. Arild *et al.* (2001). The causes of land-use and land-cover change: moving beyond the myths. *Global Environmental Change*, vol. 11, núm. 4, pp. 261-269.

Lee, Y.C., J. Ahern y C.T. Yeh (2015). Ecosystem services in pen-urban landscapes: the effects of agricultural landscape change on ecosystem services in Taiwan's western coastal plain. *Landscape and Urban Planning*, núm. 139.

Martínez, M. L., O. Pérez-Maqueo, G. Vázquez, G. Castillo-Campos, J. García-Franco, K. Mehltreter, *et al.* (2009). Effects of land use change on biodiversity and ecosystem services in tropical mountain cloud forests of Mexico. *Forest Ecology and Management*, núm. 258, pp. 1856-1863.

Merlín-Uribe, Y., A. Contreras, M. Astier, O. P. Jensen, R. Zaragoza y L. Zambrano (2012). Urban expansion into a protected natural area in Mexico City: alternative management scenarios. *Journal of Environmental Planning and Management*, vol. 1, núm. 14.

Pensado, M. (2003). Las políticas públicas y las áreas rurales en el Distrito Federal. *Sociológica*, año 18, núm. 51, pp. 73-98.

Peuquet, D. J. (1994). It's about time: A conceptual framework for the representation of temporal dynamics in geographic information systems. *Annals of the Association of American Geographers*, vol. 84, núm. 3, pp. 441-461.

Pickett, S. T. A., M. L. Cadenasso, J. M. Grove, C. H. Nikon, E. V. Pouyat, W. C. Zipperer y B. Constanza (2001). Urban ecological systems. Linking terrestrial ecological, physical, and socioeconomic components of metropolitan areas. *Annual Review of Ecology and Systematics*, vol. 32, pp. 127-157.

Platt, H. R. (2004). *Land use and society: geography, law and public policy*. E.U.A., Island Press.

Rounsevell, M. D. A., F. Ewert, I. Reginster, R. Leemans y T. R. Carter (2005). Future scenarios of European agricultural land use II. Projecting changes in cropland and grassland. *Agriculture Ecosystem and Environment*, núm. 107, pp. 117-135.

Santos, Fabiane (2013). Trees – the natural air conditioners. *Scientific Scribbles*. Australia, The University of Melbourne. Publicación electrónica: <https://blogs.unimelb.edu.au/sciencecommunication/2013/08/23/trees-the-natural-air-conditioners/>.

Solecki, W. D., C. Rosenzweig, L. Parshall, G. Pope, M. Clark, J. Cox y M. Wiencke (2005). Mitigation of the heat island effect in urban New Jersey. *Global Environmental Change Part B: Environmental Hazards*, vol. 6, núm. 1, pp. 39-49.

Sotelo, E., A. González, G. Cruz, A. Martínez y R. Flores (2012). *Determinación del potencial productivo en cultivos prioritarios en el Estado de México*, Libro técnico 51. México, Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias, Gobierno del Estado de México, Fundación Produce y Sagarpa.

Sutton, P. C. y S. J. Anderson (2016). Holistic valuation of urban ecosystem services in New York City's Central Park. *Ecosystem Services,* vol. 19, pp. 87-91.

Veldkamp, A. y P. H. Verburg (2004). Modelling land use change and environmental impact. *Journal of Environment Management*, vol. 72, núm. 1-2, pp. 1-3.

Verburg, P. H., P.P. Schot, M. J. Dijst y A. Veldkamp (2004). Land use change modelling: current practice and research priorities. *Geojournal*, vol. 61, núm. 4, pp. 309-324.

Weng, Y. C. (2007). Spatiotemporal changes of landscape pattern in response to urbanization. *Landscape and Urban Planning*, vol. 81, núm. 4, pp. 341-353.

Xu, Q., K. Yang, G. Wang y Y. Yang (2015). Agent-based modeling and simulations of land-use and land-cover change according to ant colony optimization: A case study of the Erhai Lake Basin, China. *Natural Hazards*, vol. 75, núm. 1, pp. 95-118.

Yi, Q. y N.S. Lam (2015). Modeling land use and land cover changes in a vulnerable coastal region using artificial neural networks and cellular automata. *Environmental Monitoring Assessment*, vol. 3, núm. 57.

IMPERATIVOS PARA UNA CIUDAD SUSTENTABLE: ÁREAS ARBOLADAS Y PLANEACIÓN TERRITORIAL

JUAN MANUEL NÚÑEZ*
MARISOL ROMERO**

Introducción

Las áreas arboladas son componentes integrales de los ecosistemas urbanos; contribuyen a mejorar la calidad ambiental y de vida, así como el desarrollo sostenible de las ciudades. Su manejo implica la organización, planificación y mantenimiento de árboles y masas forestales que se encuentran dentro o cerca de áreas urbanas y que incluyen parques, hileras de árboles sobre vialidades, bosques urbanos y periurbanos, reservas naturales y plantaciones forestales, entre otros (Konijnendijk *et al*., 2006). Estas áreas proporcionan diversos servicios ecosistémicos, entre los que se incluyen la compensación de emisiones de carbono (Jo, 2002), la eliminación de los contaminantes del aire y la regulación del microclima (Bolund y Hunhammar, 1999), la recreación y el equipamiento (Jim y Chen, 2006).

En general, las áreas arboladas tienen una función central para la mejora de la calidad atmosférica de las ciudades, que depende de su cantidad, distribución espacial y conectividad. Los arboles pueden absorber diversos contaminantes gaseosos, tales como dióxido de azufre (SO_2), dióxido de nitrógeno (NO_2) y ozono (O_3) (Young *et al*., 2005). Los bosques en las partes altas de las ciudades, al disminuir la velocidad de los vientos, obligan la precipitación de las partículas sólidas. De acuerdo con Dafis (1995), una hectárea de bosque de pino de productividad media puede eliminar hasta 32 toneladas de polvo de la atmósfera, generar aproximadamente cuatro toneladas de oxigeno por año, retener más de cuatro toneladas de dióxido de carbono (CO_2), y procesar de 10 a 12 millones de metros cúbicos de aire. La absorción de CO_2 de los bosques, así como la liberación de oxígeno a través del proceso de fotosíntesis son también funciones importantes de las áreas arboladas que permiten alcanzar el bienestar humano en las ciudades. Para mante-

* Investigador del Centro de Investigación en Geografía y Geomática Ing. Jorge L. Tamayo, A.C.
** Consultora de Red Geo.

ner el equilibrio entre emisiones de CO_2 y liberación de oxígeno en el entorno urbano, lo ideal es contar con 140 metros cuadrados per cápita de superficie forestal dentro y alrededor de las ciudades (Singh *et al*., 2010).

Las áreas arboladas, asimismo, ayudan a ajustar las condiciones extremas de temperatura en la superficie urbana, lo que contribuye a la disminución del consumo energético en las ciudades (Oke *et al*., 1989). Este proceso se lleva a cabo por la reducción de la radiación solar que entra a través de la copa de los árboles o por la obstrucción de la radiación emitida por la superficie terrestre. De igual manera, los árboles reducen eficazmente la velocidad del viento, así como la propagación de las ondas acústicas (Aslanidou *et al*., 2003). Otro servicio ecosistémico importante de los bosques en las ciudades es la regulación hídrica. En particular los bosques urbanos y periurbanos contribuyen a reponer los recursos hídricos, controlar la escorrentía, prevenir inundaciones, mejorar la disponibilidad y calidad del agua, así como a detener la erosión del suelo. Son servicios ecosistémicos que dependen de la composición y estructura de los bosques, así como de su régimen y gestión (Dafis, 1998). Todos estos ecosistemas forestales constituyen también un banco genético natural al actuar como reservorios de biodiversidad, a la vez que preservan un alto valor estético, cultural, recreativo y de salud para los habitantes de las ciudades (Jim y Chen, 2009).

El conocimiento de los procesos relacionados con los servicios ecosistémicos que brindan las áreas arboladas y, en general, la conectividad entre sistemas naturales y urbanos, es de gran relevancia para la planeación urbana (Nowak, 2010). Por un lado, el reconocimiento de estos procesos requiere una planeación territorial que trascienda los límites político-administrativos y se fundamente en el funcionamiento del ecosistema urbano. Por otro, se vuelve necesaria una planeación mucho más integral que supere la dicotomía entre lo urbano y lo ambiental.

Esta perspectiva resulta de crucial relevancia para el contexto de la Ciudad de México y su zona metropolitana, en donde existen retos importantes en la planeación en torno al medio ambiente, tanto por cuestiones de coordinación política como por la notable competitividad entre el entorno urbano y el natural.

El propósito general de este capítulo es hacer una revisión del estado actual de las áreas arboladas de la Zona Metropolitana del Valle de México (ZMVM) a partir del análisis espacial en relación a los diferentes instrumentos de planeación territorial, y plantear escenarios a futuro. La primera sección constituye una la introducción a los servicios ecosistémicos y a los instrumentos de planeación territorial. En la segunda sección mediante contornos urbanos se ofrece un panorama acerca de la situación actual de las áreas arboladas de la ZMVM, su extensión, distribución espacial y conectividad, así como su relación en términos del servicio ecosistémico de carbono aéreo almacenado en relación a las emisiones de CO_2 de vehículos en la ZMVM. Asimismo, se presenta un análisis de los instrumentos de planeación territorial con los que cuenta la ciudad para el aprovechamiento, uso y conservación de sus áreas arboladas. En la tercera sección se desarrolla una propuesta metodológica para la generación de un escenario tendencial de las áreas arboladas en la ZMVM para el año 2030. Estos resultados, en conjunto con los obtenidos del modelo de expansión urbana generado en este mismo libro (véase el primer capítulo), permite analizar algunas tendencias de las áreas arboladas en la ZMVM para los próximos 15 años. Para el caso del suelo de conservación de la Ciudad de México, en el anexo al final del capítulo se realiza un análisis particular con el propósito de evaluar con mayor profundidad los impactos del crecimiento urbano en los bosques de la ciudad, los servicios ecosistémicos que brindan y los instrumentos de planeación territorial disponibles en la actualidad. Por último, en la sección de conclusiones se identifican los temas críticos en torno la gestión de las áreas arboladas de la Ciudad de México y la ZMVM con el propósito de apoyar los procesos de toma de decisiones en los diferentes niveles de gobierno de la ciudad.

Situación actual de las áreas arboladas de la ZMVM

Contornos urbanos

La Ciudad de México en su delimitación de Zona Metropolitana del Valle de México es la mayor área metropolitana del país, con una extensión de 7 854 kilómetros cuadrados, distribuidos en 16 delegaciones en la Ciudad de México, 59 municipios del Estado de México y un municipio del estado de Hidalgo (Conapo, 2010). En el año 2010 la ZMVM tenía 20.1 millones de habitantes, de los cuales, 8.9 millones vivían en la Ciudad; además, había registrados cerca de 6.8 millones de vehículos en toda la ZMVM (INEGI, 2010).

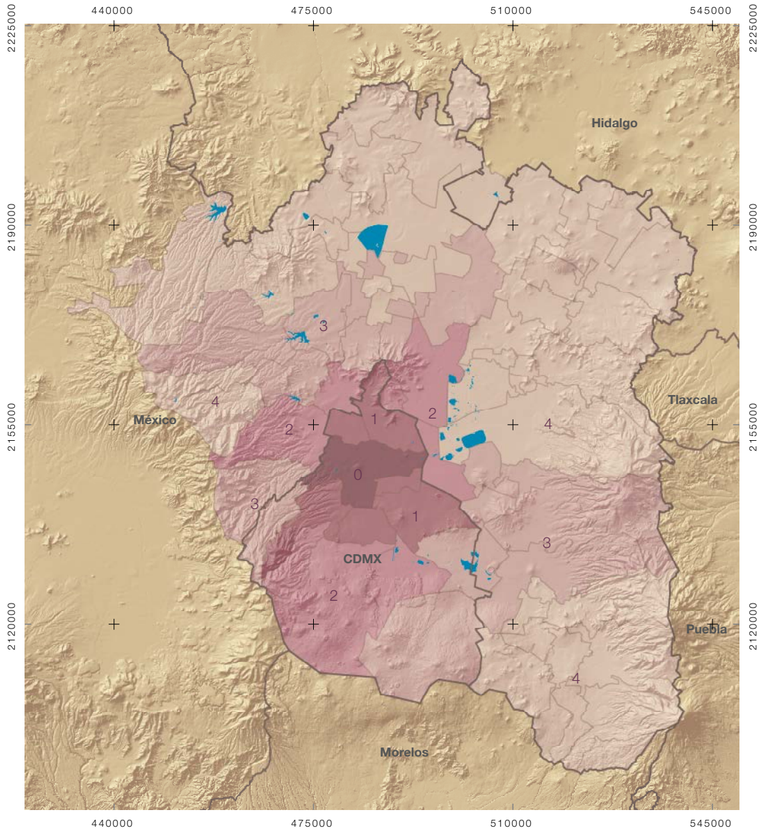
La ZMVM es resultado de una rápida urbanización ocurrida entre 1960 y 1980 (Ward, 1998), y complementada por la suburbanización de la población y la descentralización del empleo en los años más recientes (Guerra, 2014). Para tratar de explicar tanto el desarrollo como el funcionamiento de la ZMVM, se han propuesto diversos modelos conceptuales (Moreno-Galván, 2012). Con base en el proceso de urbanización, Suárez-Lastra y Delgado-Campos (2007) propusieron la clasificación en contornos urbanos para la ZMVM. Este modelo de círculos concéntricos o anillos se refiere a la dinámica de los procesos históricos de urbanización de la ciudad, y aunque el modelo plantea principalmente la densidad de población como una función de la distancia al centro para visualizar la dinámica del empleo y de los cambios residenciales intraurbanos, también se la ha empleado para analizar el comportamiento de la vivienda, en particular de la vivienda en renta, la industrialización, el empleo y la población económicamente activa, la estructura de edades, así como para delimitar el área metropolitana y relacionar el desarrollo urbano con temas ambientales y de movilidad (Sobrino, 2007).

La figura 1 muestra la delimitación de los contornos urbanos propuesta por Suarez (2007), que define una región central y cuatro anillos asociados a los diferentes periodos de expansión de la ciudad. La ciudad central está conformada por las cuatro delegaciones centrales y contiene el centro histórico de la ciudad; el primer contorno está formado por las áreas urbanizadas entre 1930 y 1950, todavía dentro de la Ciudad de México; el segundo contorno es resultado de la expansión urbana sobre la entidad vecina sucedida entre 1950 y 1970; el tercer contorno se formó entre 1970 y 1990 mediante una ocupación indiscriminada en delegaciones y municipios propiamente rurales; finalmente, el cuarto contorno está constituido por el resto de municipios que delimitan la ZMVM (Suárez-Lastra y Delgado-Campos, 2010). Estos contornos determinan la conurbación de la Ciudad de México con el Estado de México principalmente, lo que da cuenta de un proceso caracterizado por la desconcentración generalizada de la población de la antigua ciudad central a favor de contornos más periféricos y recientes. En el proceso se propician cambios de uso de suelo habitacional y comercial cada vez más lejanos (Puebla, 2002). La definición de contornos urbanos para la ZMVM constituye un marco espacial para el análisis tanto de la estructura como de la forma urbana en relación con las áreas arboladas de la ZMVM.

Insumos sobre las áreas arboladas

El producto Landsat Vegetation Continuous Fields (Landsat VCF) contiene en pixeles de 30 metros estimaciones con el porcentaje de terreno horizontal de vegetación arbórea de más de cinco metros de altura para tres años: 2000, 2005 y 2010 (Sexton

FIGURA **1.** Contornos urbanos para la Zona Metropolitana del Valle de México



Contornos urbanos

- Ciudad Central (0)
- Primer Contorno (1)
- Segundo Contorno (2)
- Tercer Contorno (3)
- Cuarto Contorno (4)
- Cuerpos de Agua
- Delegaciones y municipios de la ZMVM

Proyección: Universal Transversal de Mercator

Datum: WGS84

0 5 10 20
kilómetros

Fuente:
Elaboración propia a partir de Suárez (2007) con información del INEGI

Elaboró: Juan Manuel Núñez

et al., 2013). Esta cubierta de árboles se define estructuralmente como el área proporcional a la proyección vertical de la vegetación –incluyendo hojas, tallos y ramas– de vegetación arbórea con afectación a numerosos servicios ecosistémicos (Mansfield *et al*., 2005; De Fries *et al*., 2005).

Metodológicamente, las áreas arboladas se calculan en un rango de 0 a 100% como una función lineal por tramos de la reflectancia de la superficie y la temperatura que involucra las siete bandas de los sensores landsat-5 TM y/o Landsat-7 ETM+, dependiendo de la selección de imágenes disponibles para las distintas fechas y en donde la incertidumbre en cada pixel se evalúa con respecto a los datos de entrenamiento mediante validación cruzada (Sexton *et al*., 2013). El producto, que está disponible en el sitio web Global Land Cover Facility (GLCF) para su descarga gratuita,[1] representa el producto multitemporal de mayor resolución espacial sobre cobertura forestal a disposición de la comunidad científica mundial compilado hasta ahora. Para este estudio se han descargado, de acuerdo con el sistema de referencia de Landsat, los productos p026r046 y p026r047 de la versión 3 para los años 2000, 2005 y 2010 correspondientes a la ZMVM (figuras 2a, 2b y 2c).

Análisis de las áreas arboladas de la Zona Metropolitana del Valle de México

Las principales dificultades para conocer la situación de las áreas verdes urbanas en la ZMVM son la falta de información completa y confiable sobre ellas, y el hecho de que administrativamente esta zona está constituida por distintas entidades federativas: principalmente la Ciudad de México y el Estado de México, cada una con políticas ambientales distintas (Meza-Aguilar y Moncada-Maya, 2010). Aunque existen diversos esfuerzos de vinculación entre ambas entidades en el ejercicio de la política pública, la aplicación de políticas obedece a las prioridades definidas por el gobierno de cada una (Sheinbaum, 2008).

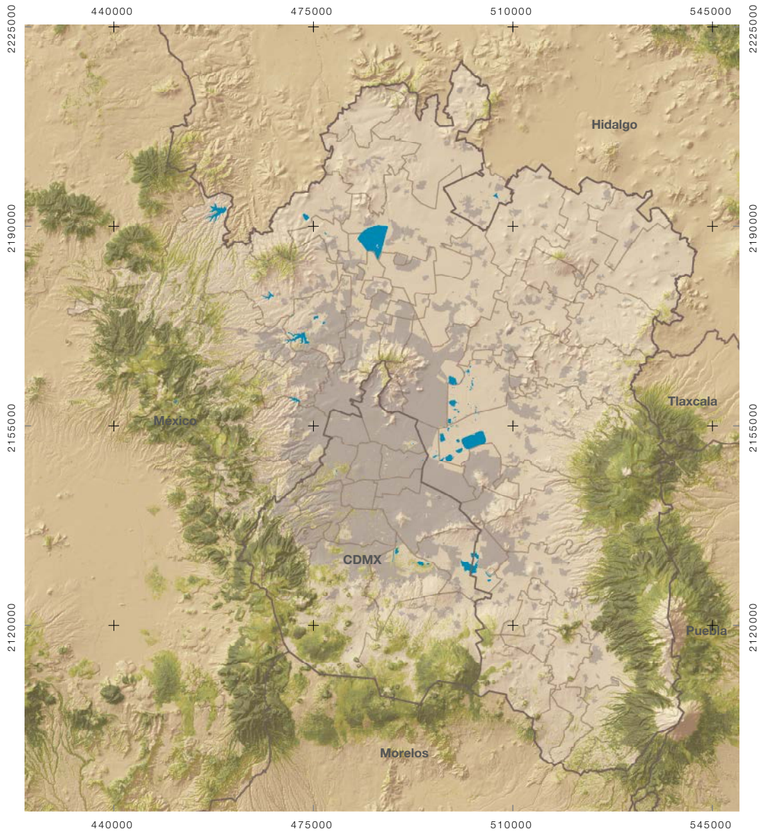
A principios de los años noventa, la Organización Mundial de la Salud y la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación recomendaron una disponibilidad mínima de entre nueve y 12 metros cuadrados de espacio abierto verde por habitante, cantidad sólo adecuada si la vegetación es accesible (OMS, 2010). Sin embargo, los criterios para su determinación están referidos exclusivamente a las funciones tradicionales de las áreas verdes (Takano *et al*., 2002). Algunas referencias más actuales, sobre todo de países desarrollados, recomiendan un mínimo de entre 15 y 25 metros cuadrados; esta sugerencia se basa en los beneficios sociales y ambientales que ofrecen las áreas verdes y representa un rango de entre 20 y 30% de cubierta vegetal del área urbana (Fuller y Gaston, 2009).

Ya hemos mencionado que al considerar únicamente las áreas arboladas –relacionadas con mayores beneficios para la salud de la población y el ambiente urbano– el indicador deseado de 140 metros cuadrados per cápita permite favorecer el control de la temperatura local, participar en la captura de carbono, brindar protección a la biodiversidad, reducir la erosión de los suelos y mitigar el ruido, entre otros. Estos beneficios otorgados por las áreas arboladas se relacionan directamente con el tamaño, la calidad, la densidad y la configuración espacial de la suma de todos los árboles situados en el entorno urbano. En esta sección se examinan, para el año 2010, la cantidad, conectividad y distribución espacial de los bosques urbanos y periurbanos de la ZMVM en relación con los diferentes contornos urbanos que la delimitan, así como su relación con las emisiones de CO_2 en relación a la movilidad de las personas en la ZMVM.

Entre los indicadores propuestos se encuentran: el número y superficie (en hectáreas) de áreas arboladas,

[1] <www.landcover.org>

FIGURA **2a.** Landsat VCF de la Zona Metropolitana del Valle de México, 2000



Landsat VCF 2000
Áreas arboladas (0 - 100%)

84
63
21
Zona Urbana
Cuerpos de Agua
Delegaciones y municipios de la ZMVM

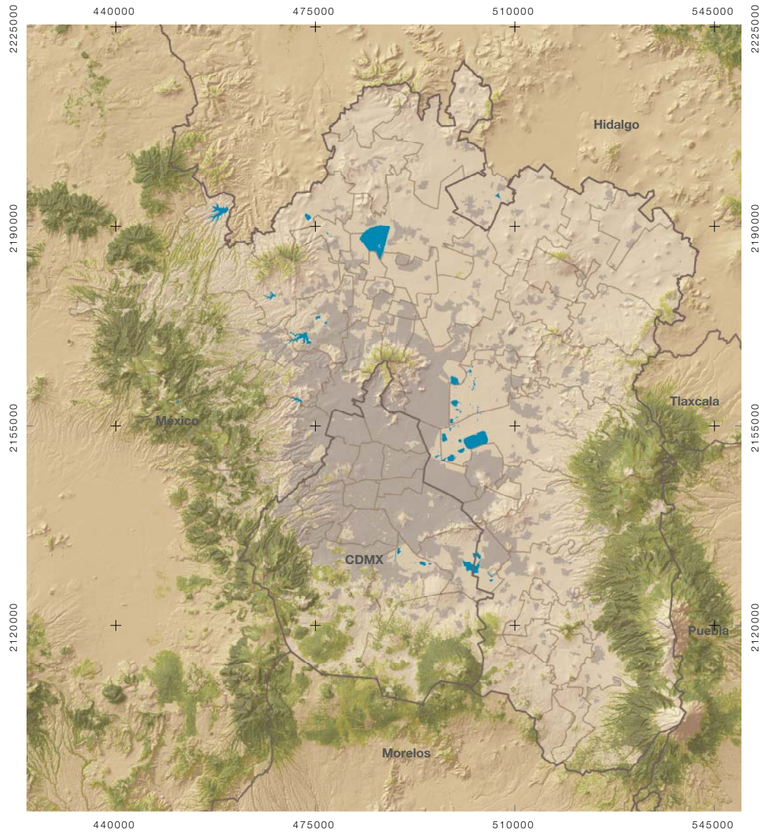
Proyección: Universal Transversal de Mercator
Datum: WGS84

0 5 10 20
kilómetros

Fuente:
Elaboración propia con información del producto Landsat Vegetation Continuos Fields (Landsat VCF) para el año 2000 y del INEGI

Elaboró: Juan Manuel Núñez

FIGURA **2b.** Landsat VCF de la Zona Metropolitana del Valle de México, 2005



Landsat VCF 2005
Áreas arboladas (0 - 100%)

81
63
21
Zona Urbana
Cuerpos de Agua
Delegaciones y municipios de la ZMVM

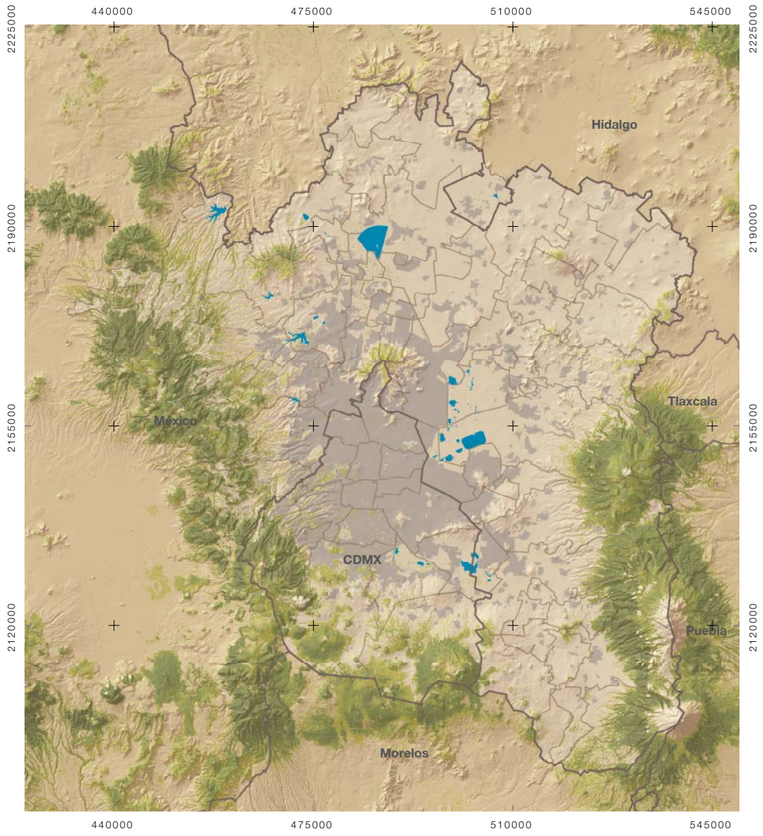
Proyección: Universal Transversal de Mercator
Datum: WGS84

0 5 10 20
kilómetros

Fuente:
Elaboración propia con información del producto Landsat Vegetation Continuos Fields (Landsat VCF) para el año 2005 y del INEGI

Elaboró: Juan Manuel Núñez

FIGURA **2c.** Landsat VCF de la Zona Metropolitana del Valle de México, 2010



CUADRO **1.** Indicadores relacionados con las áreas arboladas de la ZMVM

Contornos urbanos	Población	Superficie del contorno (ha)	Superficie urbana del contorno (ha)	Número de áreas arboladas	Superficie de áreas arboladas (ha)	Participación en la superficie total de áreas arboladas (%)	Densidad de áreas arboladas (m^2/ha)	Índice del fragmento más grande	Índice de vecino más cercano	Distancia al área arbolada más próxima (m)	Superficie de áreas arboladas per cápita (m^2/hab.)
Ciudad Central	1 721 137	13 937	13 171	818	742	0.4	563	0.2862	0.5071	334.4	4.3
Primer contorno	5 148 045	40 718	32 876	2 226	4 607	2.4	1 401	0.5602	0.3568	418.0	8.9
Segundo contorno	5 569 336	94 903	38 600	5 191	26 094	13.6	6 760	0.6740	0.4356	536.0	46.9
Tercer contorno	5 809 426	207 187	41 002	9 172	65 092	34.0	15 875	0.3146	0.4208	610.1	112.0
Cuarto contorno	1 868 898	429 246	22 928	15 433	94 810	49.5	41 351	0.3260	0.3977	561.9	507.3
Total	20 116 842	785 991	148 577	32 840	191 346	100	12 879	0.4625	0.5260	548.2	95.1

que representan un porcentaje igual o mayor al 20% de terreno horizontal de árboles de más de cinco metros de altura; la densidad de las áreas arboladas, que mide la superficie de áreas arboladas respecto a la superficie urbana de los contornos (metros cuadrados por hectárea); el índice del fragmento más grande, que entrega la participación del área arbolada de mayor tamaño dentro del contorno respecto de la superficie de áreas arboladas; el índice de vecino más cercano, que representa el grado de conectividad estructural o física de las áreas verdes, y el índice de accesibilidad, que indica la distancia promedio al área arbolada más próxima (Reyes y Figueroa, 2010).

Todos los indicadores fueron obtenidos mediante ArcMap™ 10.0 a partir del procesamiento de los datos Landsat VCF desplegados más arriba. El cuadro 1 presenta los valores para estos indicadores sobre la cobertura forestal para los diferentes contornos urbanos, además de incluir indicadores sobre la población y la superficie urbana de los contornos para el año 2010. La ciudad central presenta la menor superficie de áreas arboladas (742 hectáreas). En promedio, muchas de estas áreas son menores a una hectárea, con excepción de algunos grandes espacios, como la Alameda Central y el Bosque de Chapultepec. Por otro lado, el cuarto contorno metropolitano presenta la mayor cantidad de áreas arboladas, con cerca del 50% de los bosques de la ZMVM. Se observa, así, una contrastante disponibilidad de áreas arboladas per cápita, que representa para el año 2010 un promedio para toda la ZMVM de 95.1 metros cuadrados de áreas arboladas por habitante, cantidad insuficiente con respecto al indicador deseado.

Se observa que los contornos urbanos no tienen una única gran área arbolada con respecto a su total ya que el índice de fragmento más grande está por debajo del 50%, son mayores únicamente para los

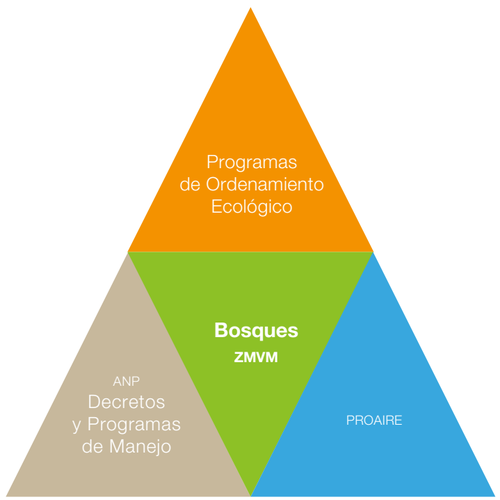
CUADRO **2.** Distribución del volumen de emisiones de dióxido de carbono por movilidad y carbono aéreo almacenado en las áreas arboladas de la ZMVM

Contornos urbanos	Población	Distribución de viajes por movilidad (%)	Distancia promedio de viajes (km)	Distribución del volumen de emisiones (%)	Densidad de carbono aéreo almacenado (tC/ha)
Ciudad Central	1 721 137	9.71	5.44	8.7	3
Primer contorno	5 148 045	29.06	6.92	25.4	11
Segundo contorno	5 569 336	29.15	8.43	29.5	32
Tercer contorno	5 809 426	26.48	10.96	30.6	36
Cuarto contorno	1 868 898	5.60	10.49	5.9	25
Total	20 116 842	100	8.43	100	28

casos del primero y segundo contorno correspondientes al sur-poniente del suelo de conservación de la Ciudad de México. Los resultados obtenidos para el índice del vecino más cercano arrojan valores similares para todos los contornos urbanos, a pesar de las grandes diferencias en la cantidad de áreas arboladas. En el caso de la distancia al área arbolada más próxima, la ciudad central presenta la menor distancia, lo cual significa que en promedio la población de esa región puede beneficiarse de un área arbolada dentro de los primeros 350 metros, aunque en realidad se trata de áreas muy pequeñas y posiblemente inaccesibles. En el tercer contorno, esa distancia aumenta más allá de los 600 metros en relación con grandes macizos forestales. Es importante mencionar que todos estos indicadores deben usarse en forma complementaria, pues aunque cada uno de ellos permite analizar algún atributo específico de las áreas arboladas –cantidad, distribución espacial, conectividad–, analizarlos en conjunto permite abordar de mejor forma la complejidad del paisaje urbano (Reyes y Figueroa, 2010).

En cuanto a la relación entre áreas arboladas y patrones de emisiones de CO_2, se entiende que los espacios verdes, y en particular las áreas arboladas, tienen una capacidad excepcional para capturar y filtrar múltiples contaminantes del aire, incluyendo CO_2, ozono, dióxido de azufre, óxidos de nitrógeno y partículas suspendidas (Nowak *et al*., 2014). Se calcula que las emisiones de CO_2 asociadas a movilidad junto con las de la vivienda representan aproximadamente 30% de las emisiones directas de una ciudad (Rees y Wackernagel, 2008). De acuerdo con Sánchez-Trujillo (2015), en el año 2007 en un día laborable en la ZMVM se realizaban más de 21 millones de desplazamientos; cuyas emisiones de CO_2 se asocian principalmente a la distribución entre los modos de transporte y la distancia recorrida.

FIGURA **3.** Instrumentos para el manejo de las áreas arboladas en la Zona Metropolitana del Valle de México.



Los resultados con las estimaciones de las emisiones de CO_2 asociadas a la movilidad de lunes a viernes para la población de la ZMVM se presentan junto con datos de carbono aéreo almacenado para cada uno de los contornos urbanos en el cuadro 2.

Mientras que los datos de emisiones de CO_2 asociadas a movilidad han sido tomados del trabajo de Sánchez-Trujillo (2015), los datos de carbono aéreo almacenado han sido procesados a partir del mapa nacional detallado de las reservas forestales de carbono sobre el suelo en México, reportado por Cartus *et al*. (2014) al aplicar el umbral de porcentaje mayor al 20% para definir las áreas arboladas al 2010.

De acuerdo con los resultados obtenidos, las áreas arboladas de la ZMVM almacenan en promedio 28 toneladas de carbono por hectárea, de donde resultan importantes los bosques situados en el segundo y tercer contorno. Por otra parte, la proporción de emisiones asociadas a la movilidad en la ciudad central y en el cuarto contorno guardan proporción con el volumen de población ahí asentada.

Instrumentos de planeación territorial en los bosques de la ZMVM

En este apartado se hace un recuento de las principales políticas y ordenamientos en torno a los bosques dentro de la ZMVM Para ello se revisan: a) los programas de gestión de la calidad del aire (Proaire) en lo que respecta a las medidas de restauración de los recursos naturales; b) los programas de ordenamiento ecológico de la ZMVM, y c) los decretos y programas de manejo de la Zona Metropolitana del Valle de México. Estos instrumentos informan sobre el uso y manejo de las áreas arboladas metropolitanas, así como acerca de las diversas estrategias que se han planteado para el control de emisiones contaminantes en relación con los bosques (figura 3).

Bosques y programas de gestión de calidad del aire

En la década de los noventa se agudizó la problemática de la contaminación atmosférica en la Ciudad de México y su zona metropolitana. En respuesta, se comenzó a plantear la conveniencia de establecer programas de gestión para la mejora de la calidad del aire. Concretamente, en la ZMVM se han instrumentado cuatro programas de gestión para la calidad del aire desde 1990. De manera general, estos programas han consistido en el planteamiento de medidas concretas para abatir y controlar las emisiones de contaminantes que repercuten en el medio ambiente y en la salud de los habitantes de la ZMVM.

Si bien dichos programas se fundamentan en la relación entre las fuentes contaminantes y los efectos que producen, también han planteado una diversidad

de estrategias y acciones para la reducción de emisiones relacionadas con la conservación y restauración de los recursos naturales. En un principio, la relación entre bosques y emisiones que se planteó en el contexto de estos programas se centró en la emisión de partículas suspendidas en la atmosfera; de ahí que las estrategias se centraron en abatir la erosión de los suelos por falta de cubierta vegetal, y la deforestación. Sin embargo, a partir de los primeros años del siglo XXI se fue incorporando una visión más amplia sobre los bosques como sumideros de carbono, y por lo tanto, las estrategias empezaron a incluir medidas relacionadas con el manejo adecuado de los bosques y la selección de las especies arbóreas más adecuadas para la captura de carbono y filtración de contaminantes a la atmosfera (Proaire, 2000). Asimismo, se empezó a considerar la articulación entre la conservación y el desarrollo rural mediante el establecimiento de esquemas para el aprovechamiento sustentable de los recursos naturales.

Se han registrado diversos avances en lo relativo a preservación de recursos naturales y control de emisiones; no obstante, los programas se encuentran un tanto desarticulados. Esto, por un lado, se debe a la falta de continuidad en la instrumentación de programas de manejo y reforestación, y por otro, a que los programas de gestión para el mejoramiento de la calidad del aire se han centrado en las medidas de mitigación más que en las de adaptación. Asimismo, existen factores limitantes en cuanto al monitoreo de los efectos que estas medidas han tenido o pueden tener con respecto a la reducción de emisiones.

Programas de ordenamiento ecológico del territorio

Los programas de ordenamiento ecológico son documentos mediante los cuales se emite una clasificación del suelo y zonificación basada en criterios ambientales. Para este estudio se revisaron los siguientes programas vigentes dentro de las entidades de la ZMVM: a) Programa Estatal de Ordenamiento Ecológico del Estado de México (2006); b) Programa General de Ordenamiento Ecológico del Distrito Federal (2000); c) Programa de Ordenamiento Ecológico de la Región Valle Pachuca-Tizayuca (2014), y d) Programa de Ordenamiento de la Zona Metropolitana del Valle de México (1999)[2].

Cada uno de estos programas utiliza diversas categorías territoriales y políticas de uso de suelo en lo que respecta a los bosques y áreas con cobertura vegetal. En el cuadro 3 se exponen las principales características y las categorías territoriales de cada uno.

Áreas naturales protegidas

Las áreas naturales protegidas (ANP) son instrumentos de regulación ambiental del territorio orientado al establecimiento de un régimen de conservación ambiental en ciertos espacios considerados como valiosos por sus características ambientales y paisajísticas. Los decretos y los planes de manejo son los mecanismos principales para la delimitación territorial y el planteamiento de estrategias concretas para la gestión ambiental de estos lugares. Existen diversas subcategorías de ANP que responden a sus características y funciones ecológicas, pero también atienden a la escala político administrativa. En este sentido, las diferentes categorías existentes dentro de la ZMVM se encuentran definidas por la Ley General de Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente, la Ley Ambiental y de Protección a la Tierra del Distrito Federal y el Código para la Biodiversidad del Estado de México.

[2] Aunque no es propiamente ecológico, contiene indicios importantes sobre la planeación ambiental de los bosques en la ZMVM.

CUADRO **3.** Principales programas de ordenamiento ecológico aplicables a la Zona Metropolitana del Valle de México[3]

Programa de ordenamiento	Características y objetivos principales	Categorías de zonificación
Programa de Ordenamiento Ecológico del Distrito Federal, 2000.	Se aplica únicamente al territorio rural de la Ciudad de México, denominado *suelo de conservación.* Sus objetivos son: • Ordenar las actividades productivas y de conservación. • Preservar los ecosistemas • Detener el cambio de uso de suelo.	Suelo de conservación • Forestal de conservación. • Forestal de conservación especial. • Forestal de protección. • Forestal de protección especial. • Agroforestal. • Agroforestal especial. • Agroecológica especial.
Programa Estatal de Ordenamiento Ecológico del Estado de México (POET Edomex), 2006	Se aplica a todo el territorio del Estado de México. Sus objetivos son: • Hacer la caracterización ecológica del territorio. • Ordenar las actividades productivas y de conservación.	Unidad Ecológica • Área Natural Protegida. • Agricultura. • Forestal. • Pecuario (pastizal). • Flora y fauna. • Cuerpo de agua. • Minería.
Programa de Ordenamiento Ecológico Regional del Valle Pachuca-Tizayuca (POET Pachuca-Tizayuca), 2014	Se aplica a la región Pachuca Tizayuca Sus objetivos son: • Atender la recuperación ecológica • Planear el crecimiento territorial	Unidad de Gestión Ambiental • Aprovechamiento: para crecimiento de asentamientos humanos urbanos y rurales; asentamientos humanos rurales; para desarrollos industriales mixtos; agropecuario de actividades de temporal y ganadería extensiva. • Conservación restauración: conservación del ecosistema acuático y recuperación de las zonas degradadas • Restauración: restauración de zonas agropecuarias y sin vegetación con vocación forestal, Restauración de matorral xerófilo perturbado
Programa de Ordenación de la Zona Metropolitana del Valle de México (POZMVM), 1999	Es un instrumento de planeación urbana aplicable al territorio de la ZMVM. Su objetivo central es la ordenación del territorio, a partir de la consideración de distintas temáticas entre las que se incluye el medio natural. En cuanto a los bosques, destaca la identificación de áreas no urbanizables, las cuales se definen a partir de su valor ecológico, su productividad agropecuaria o forestal y los riesgos geológicos e hidrometereológicos de la zona	Sector Metropolitano • Áreas no urbanizables: la sectorización se basa en la identificación de la vocación territorial. De aquí se deriva la identificación de zonas específicas no propensas a la urbanización, ya sea por su vocación agrícola o forestal (ver POZMVM, 1999, pp. 152-157)

[3] Cabe señalar que existen otros programas de ordenamiento ecológico en la ZMVM. Aquí no se revisa ninguno de estos, pero se enlistan a continuación a modo de referencia. En cuanto a programas de ordenamiento ecológico municipal, están el de Ixtapaluca (2009), Tlalmanalco (2010), Chalco (2010), Ecatepec (2011), Huehuetoca (2012) y Zumpango (2012). También existe el Programa de Ordenamiento Ecológico Regional del Volcán Popocatépetl y su Zona de Influencia (2009). Asimismo, hay algunos documentos preliminares de actualización del Programa de Ordenamiento Ecológico del Distrito Federal (2011) y del Programa de Ordenamiento de la Zona Metropolitana del Valle de México (2011). No obstante, éstos no se consideran programas oficiales dado a que no se han publicado en las gacetas oficiales correspondientes.

En 2016 existen en total 81 áreas y 89 decretos de algunas de estas ANP en la ZMVM. Por lo que refiere a los programas de manejo ambiental (PMA), sólo existen 25 publicados y uno en proceso de aprobación (Corredor Chichinautzin) por la Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas, lo que significa que sólo el 26.6% de las ANP de la ZMVM cuenta con estrategias específicas definidas para su manejo ambiental. De las 191 346 hectáreas estimadas de áreas arboladas, 92 719 se encuentran bajo alguna categoría de ANP, pero de éstas, únicamente el 8.4% cuenta con un PMA, es decir, existe una gran cantidad de áreas arboladas sin ningún instrumento que determine las estrategias de conservación y uso de estos espacios.

De las áreas arboladas de la ZMVM que se inscriben dentro de la categoría de ANP, 66.3% son jurisdicción del Estado de México y 13.4% son jurisdicción de la Ciudad de México, mientras que 20.3% están bajo jurisdicción federal (figura 4).

Sobre el estado de la planeación de los bosques en la ZMVM

Considerando lo expuesto hasta ahora, se puede afirmar que aunque existen diversos instrumentos de planeación en las distintas entidades que conforman la ZMVM, hay un gran retraso en la actualización de los programas de manejo a partir de los cuales se identifican y diferencian los usos de los bosques de esta zona, como los muestran los POET y las ANP. También se cuenta con lineamientos y estrategias para la implementación de un régimen de conservación, restauración y aprovechamiento sustentable de los recursos forestales vinculados al control de las emisiones, como lo indican los diversos programas de gestión del aire que se han hecho en las últimas décadas.

No obstante, existen diversos factores limitantes que impiden una planeación y regulación territorial efectiva y articulada de los bosques metropolitanos. El primero es la imposibilidad de homologar los instrumentos de ordenación y protección ambiental, lo que se deriva de diversos factores, como el uso de diferentes metodologías para delimitar las unidades de gestión ambiental, la disparidad de la información disponible acerca del territorio en la escala estatal y la falta de actualización de los instrumentos. A esto se suma la ineficaz aplicación de las políticas y regulaciones territoriales.

Asimismo, es necesario resaltar la importancia de los parques que si bien no son bosques propiamente dichos, constituyen lugares con áreas arboladas dentro de las zonas urbanas. Para el caso de la Ciudad de México, la Ley del Patrimonio Urbanístico y Arquitectónico protege ciertas áreas verdes a partir de su consideración como patrimonio cultural de la Ciudad, mediante la categoría de espacios abiertos monumentales. En el Estado de México, aunque no están bajo protección legal, se les incluye en el inventario de áreas verdes como áreas verdes significativas.

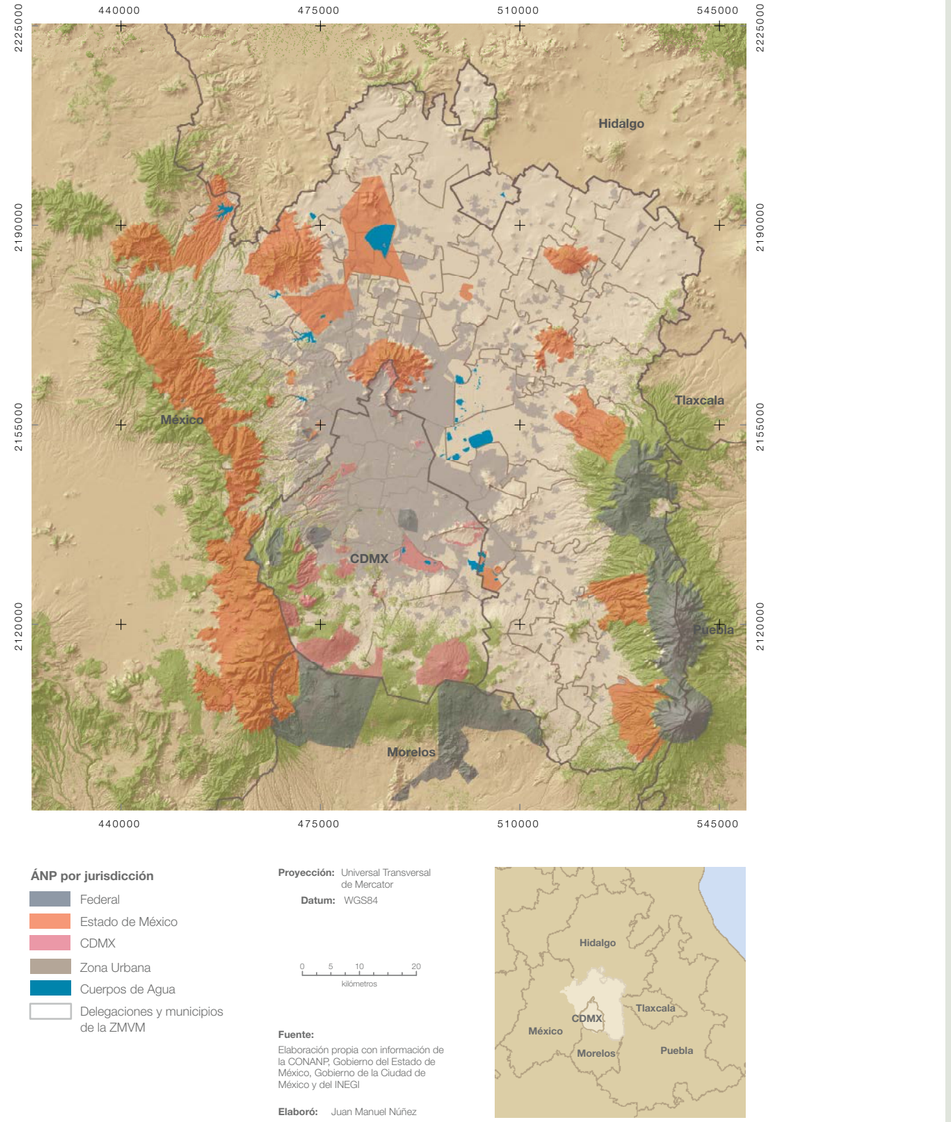
Escenario tendencial de la cobertura forestal de la ZMVM

En esta sección se propone un modelo de simulación de la tendencia de las áreas arbóreas de la ZMVM 2000-2015 para evaluar la dinámica de los bosques urbanos y periurbanos, frente a proyecciones de expansión del área urbana de la ZMCM construidas en este proyecto para el mismo periodo.

Modelo de análisis tendencial

Para la proyección de la cobertura forestal a 2015, se empleó un modelo de agotamiento exponencial basado en la solución mediante separación de variables de una ecuación diferencial, que nos permite estimar

FIGURA **4.** Áreas naturales protegidas por jurisdicción en la Zona Metropolitana del Valle de México



De continuar

la tendencia de pérdida de capital natural en la Zona Metropolitana de la Ciudad de México, y teniendo en cuenta las **dinámicas poblacionales** y de expansión de la mancha urbana, para el año **2030** las áreas **arboladas habrán disminuido 7.1%** con respecto al año **2000**.

cuál es la situación del arbolado urbano y periurbano para un instante futuro del tiempo (Mora, 2008):

$$CF_p = CF_0\, e^{rt}$$

Donde:

CF_p	cobertura forestal proyectada al tiempo
CF	cobertura forestal inicial al tiempo de la proyección
r	tasa de cambio
t	periodo de proyección

La tasa de cambio (r), es la tasa continua de cambio de las diferencias del porcentaje de terreno horizontal de las áreas arboladas para el periodo 2000-2010, obtenida mediante ventanas de análisis (Puyravaud, 2003).

Principales hallazgos

A partir de los datos Landsat VCF 2000, 2005 y 2010 para la ZMVM se realizó una proyección de la cobertura forestal para 2030. Los resultados muestran que en ese año la superficie total de áreas arboladas para la ZMVM será de 184 190 hectáreas; la reducción de las áreas arboladas representará una pérdida neta de 14 105 hectáreas en 30 años (2000-2030), de las cuales 7 156 corresponden al periodo entre 2010 y 2030 (figura 5).

Conclusiones

Como se ha argumentado a lo largo de este capítulo, las áreas arboladas constituyen importantes sitios que proporcionan beneficios significativos al ambiente urbano, tales como mejorar la calidad del aire, regular localmente la temperatura, favorecer la captura de carbono, proteger la biodiversidad y reducir la erosión, además de permitir actividades de integración social y físicas en beneficio de sus residentes y visitantes.

La aproximación al estado actual y tendencial de las áreas arboladas de la ZMVM que se ha presentado aquí, así como su análisis mediante algunos instrumentos de planeación territorial con alcance local y metropolitano, constituyen un llamado para afrontar los retos fundamentales e identificar oportunidades para diseñar una ciudad más habitable, saludable y resiliente.

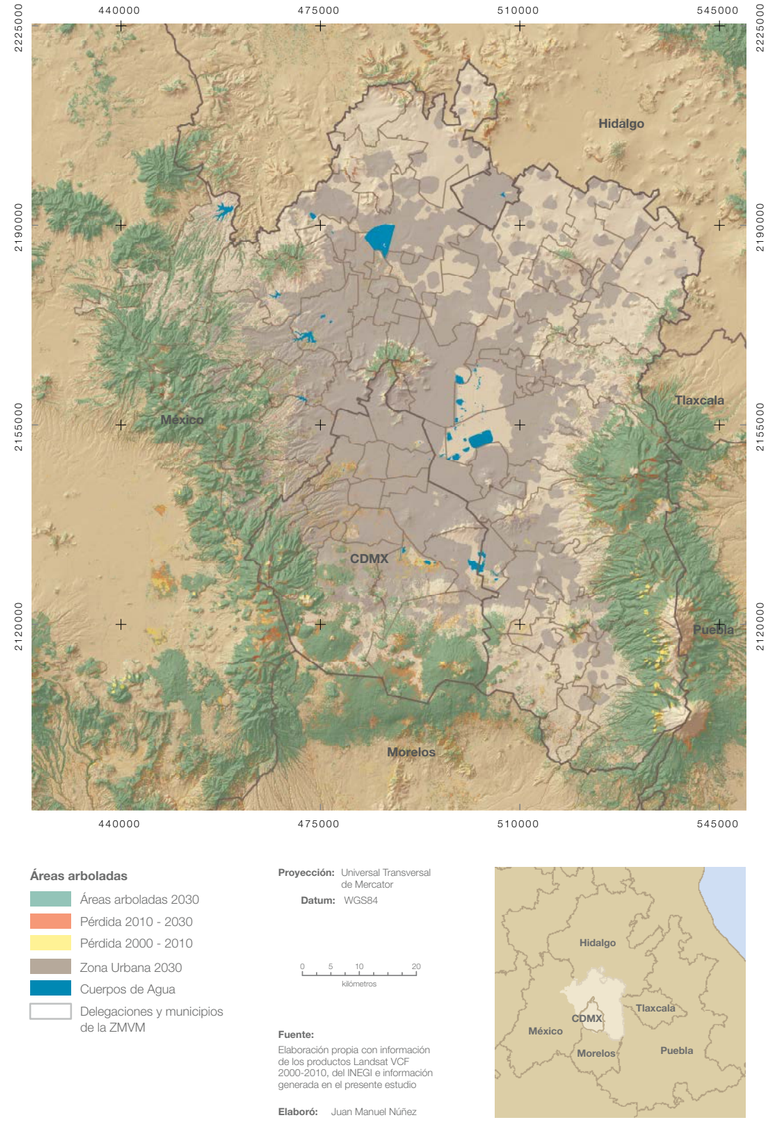
De acuerdo con los resultados obtenidos de este estudio, de continuar la tendencia de pérdida de capital natural en la ZMVM, y teniendo en cuenta las dinámicas poblacionales y de expansión de la mancha urbana, para el año 2030 las áreas arboladas de la ZMVM habrán disminuido 7.1% con respecto del año 2000. Es importante enfatizar que poco más del 50% de esa pérdida habrá ocurrido entre 2010 y 2030. Si bien es cierto que el ritmo de esa pérdida de acuerdo con el modelo propuesto será menor que con respecto al periodo 2000-2010, también es un hecho que la Ciudad de México no puede permitirse disminución alguna de su capital natural, ya que esa merma va en detrimento de la salud del ecosistema urbano y de sus habitantes.

A modo de conclusión, este apartado señala las áreas de oportunidad que se observan en cuanto al ordenamiento y manejo de las áreas arboladas de la ZMVM. El propósito es plantear una serie de hallazgos y temas pendientes que puedan orientar la toma de decisiones a partir de examinar qué estrategias se han propuesto, que avances se han tenido y que áreas de oportunidad existen con vistas a la preservación de bosques.

Principales hallazgos

Las grandes problemáticas que aquejan a las áreas arboladas de la ZMVM son: la deforestación por la

FIGURA **5.** Escenario tendencial de áreas arbóreas en la Zona Metropolitana del Valle de México



reconversión del suelo forestal a suelo agrícola y urbano, malas prácticas de manejo forestal, falta de vigilancia de los bosques, deficiente seguimiento de las políticas ambientales y programas de ordenación territorial, así como la ausencia de monitoreo de las condiciones de los bosques de la ZMVM.

Es necesario mejorar la cantidad, distribución espacial y conectividad de las áreas arboladas en la ZMVM. En general, los resultados del estudio siguieren buscar un equilibrio entre los contornos urbanos y la densidad de áreas arboladas, especialmente en las zonas con baja densidad de espacio verde, para ayudar a mejorar en el ámbito local la calidad del aire urbano de la ciudad.

Aunque es importante buscar aumentar la cantidad de áreas arboladas, los indicadores estimados siguieren que es aún más relevante procurar una configuración espacial adecuada que favorezca su distribución y conectividad. Todos los espacios arbolados –desde árboles individuales hasta los grandes bosques periurbanos– son importantes en la regulación de la temperatura y en la reducción de la contaminación del aire, por lo que su adecuada distribución es un asunto esencial, en particular en zonas densamente construidas.

Los avances con respecto al cuidado y manejo de los bosques de la ZMVM en las cerca de tres décadas más recientes se traducen en la creación de programas de ordenamiento territorial a escala estatal y local; la creación de nuevas ANP y áreas de valor ambiental; la creación de algunos programas de manejo de ANP, programas de reforestación y desarrollo forestal, programas de retribución económica por servicios ambientales y el impulso a esquemas de desarrollo rural sustentable. No obstante, los resultados encontrados en este capítulo indican que aún hay muchas cosas por hacer.

Finalmente, es importante sumar y hacer congruentes las estrategias de manejo para las áreas arboladas e integrar estas políticas con aquellas referidas a salud, planeación territorial y uso de suelo más amplias.

Recomendaciones

En este sentido, las estrategias que se han planteado en los diferentes programas para paliar estas problemáticas y mejorar las condiciones de los bosques metropolitanos se pueden agrupar en cuatro líneas estratégicas: ordenamiento territorial, manejo ambiental, vigilancia y monitoreo, y coordinación metropolitana.

Ordenamiento

- Actualizar los programas de ordenamiento ecológico existentes para la Ciudad y el Estado de México. Asimismo, dar seguimiento a los programas locales y regionales de ordenamiento ecológico de los municipios de la ZMVM.
- Cumplir con la normatividad y los ordenamientos de regulación del suelo existentes en la ZMVM.
- Insistir en la recuperación de bosques y otros espacios vegetados tanto en el contexto urbano como en el rural, con el propósito de incrementar la superficie de áreas verdes en la ZMVM.

Manejo ambiental

- Establecer planes de manejo ambiental en las ANP, en particular en las áreas de valor ambiental de la Ciudad de México.
- Procurar la renovación de bosques viejos y enfermos a través de un adecuado manejo en toda la ZMVM.
- Dar seguimiento y fortalecer los programas de prevención de incendios en la zona metropolitana.
- Dar continuidad a los programas de reforestación en donde se requiera.
- Dar continuidad a los programas de retribución económica por la prestación de servicios ambientales.
- Impulsar el desarrollo rural sustentable mediante acciones como la capacitación técnica para el aprovechamiento sustentable de los recursos forestales, así como para las actividades agrícolas y pecuarias.

Vigilancia y monitoreo

- Fortalecer las brigadas de vigilancia en las ANP y de valor ambiental.
- Integrar un inventario actualizado y homologado en materia de bosques y áreas verdes para la ZMVM.
- Contar de manera periódica con información precisa y actualizada sobre el estado y los avances en materia de conservación y recuperación de suelos de conservación, agrícola, ANP y suelos erosionados en las distintas entidades de la ZMVM.
- Contar con estimaciones sobre la absorción de gases de efecto invernadero, captura de carbono y otros contaminantes que se lleva a cabo en los bosques de la ZMVM.

Coordinación metropolitana

- Fortalecer los sistemas de ANP en las entidades de la ZMVM.
- Homologar en la medida de lo posible las categorías territoriales y la información disponible sobre ordenamiento territorial y manejo de las ANP en las entidades que conforman la ZMVM.
- Promover que la Comisión Ambiental de la Megalópolis retome los esfuerzos en materia de preservación y conservación de recursos naturales en el ámbito metropolitano, empezando por la actualización del Programa Metropolitano de Recursos Naturales.

Estas recomendaciones no son más que la reafirmación de medidas ya planteadas a lo largo de las últimas décadas. Es necesario dar seguimiento y cumplimiento a los programas de ordenamiento y gestión ambiental, tomando en cuenta las acciones ya realizadas y aquellas que aún no han logrado concretarse. También, resulta necesario fortalecer un enfoque que impulse tanto el mantenimiento como la creación de nuevas ANP. Resulta relevante, asimismo, que los programas de mejora de la gestión de la calidad del aire den prioridad a las tareas de adaptación más que las de mitigación, lo cual implica que las medidas de conservación y de aprovechamiento sustentable de los bosques ocupen un lugar mucho más sustancial del que ocupan hoy en las políticas públicas.

ANEXO

Suelo de conservación de la Ciudad de México

Antecedentes

La Ciudad de México, con una extensión de 1495 kilómetros cuadrados, engloba la mayor parte de los servicios y gestiones administrativas nacionales. Su densidad de población, según datos del Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI), pasó de 5 494 a 5 921 personas por kilómetro cuadrado de 1990 a 2010. Esto influye en una mayor presión para los espacios verdes en la ciudad; desde el gradiente de bosques densos y continuos, bosques intervenidos, los llamados bosques urbanos, humedales, agricultura y pastizales, matorrales, relictos de vegetación natural, hasta pastos, arbustos y arbolado urbano en camellones, parques y avenidas, todos ellos tienen una enorme importancia ambiental, ya que conforman un complejo ecosistema en el que la biodiversidad y sus funciones resultan indispensables para su permanencia, lo que deviene en los servicios ecosistémicos vitales para los más de 8.8 millones de habitantes de la ciudad (Mohar *et al*., 2012).

Sin embargo, la Ciudad de México reconoce una primera división en su territorio: suelo urbano y suelo de conservación; este último abarca el 59% de la extensión total de la metrópoli. De acuerdo con datos de la Procuraduría Ambiental y del Ordenamiento Territorial (PAOT) local, en el suelo de conservación existen alrededor de 50 000 hectáreas de cobertura vegetal que se distribuye entre bosques de pino y oyamel, bosques mixtos e inducidos, y remanentes de bosques de encino principalmente, además de vegetación acuática y matorrales xerófilos (PAOT, 2010).

De acuerdo con diversas fuentes, las tasas de deforestación varían entre 240 y 820 hectáreas anuales. Sin embargo, los periodos de estudio refieren diferentes fechas, que van desde 1970 hasta principios del nuevo milenio (cuadro A.1).

No obstante, los procesos que generan estas pérdidas se relacionan en mayor medida con el cambio de uso de suelo provocado por la agricultura y los asentamientos humanos, aunque también destacan los incendios y la erosión, entre otros. Ante esta situación, se requiere contar con herramientas que contribuyan a un monitoreo más confiable y describan de mejor manera la dinámica del capital natural que aún resguarda el suelo de conservación de la Ciudad de México.

En este anexo se plantea el análisis de pérdida de cubierta forestal elaborado a partir de ocho imágenes de los satélites Landsat y SPOT (Satellite Pour l'Observation de la Terre) para el periodo 1986-2010. Los resultados se presentan y analizan en términos del índice de cubierta forestal, tasas de deforestación, cantidad y número de parches y patrones de fragmentación. A partir de esta información se elaboró un modelo tendencial para el año 2030, mediante la construcción de un modelo de agotamiento exponencial.

Descripción del modelo digital de pérdida de cubierta forestal

A continuación se describen brevemente los elementos metodológicos para la estimación de la cobertura forestal y su análisis a partir del procesamiento digital de imágenes de los satélites Landsat TM, Landsat ETM+ y SPOT 5 para el periodo enero-abril de los años de toma, con un promedio temporal de 3.4 años (cuadro A.2).

La metodología para detectar el cambio de la cubierta forestal del suelo de conservación de la Ciudad de México se basó en la aplicación de correcciones y transformaciones de las imágenes para extraer de ellas, mediante un método de regresión logística multivariada, patrones de reflectancia/absorción de los

CUADRO **A.1.** Estimaciones de superficies forestales perdidas anualmente en suelo de conservación de la Ciudad de México

Fuentes y año de publicación	Superficie de pérdida (ha/año)	Periodo de estudio
Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales (1998)	500	1970-1997
Programa de Desarrollo Regional Sustentable (2003)	820	1973-2000
Comisión de Recursos Naturales (2002)	402	1994-2000
Programa de Ordenamiento Ecológico del Distrito Federal (2004)	240	2000-2003

CUADRO **A.2.** Resumen de características de las imágenes de satélite Landsat y SPOT

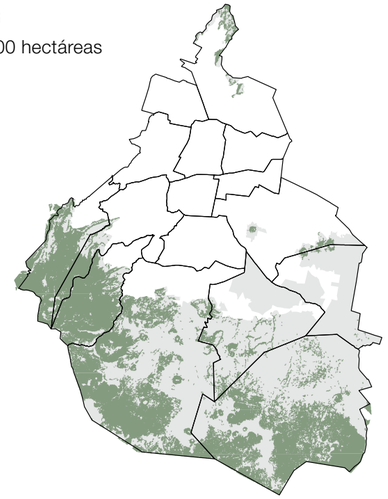
Satélite	Sensor	Fecha de toma	Intervalo (años)	Elevación solar (grados)	Azimut solar (grados)
Landsat 5	TM	23/03/1986		52.02	113.58
Landsat 4	TM	03/02/1989	2.87	41.24	133.8
Landsat 5	TM	22/02/1993	4.05	43.57	125.09
Landsat 5	TM	18/03/1996	3.07	46.92	112.26
Landsat 5	TM	22/01/1999	2.85	40.31	138.79
Landsat 7	ETM+	06/01/2002	2.96	40.36	144.71
SPOT 5	HRG-2	27/01/2006	4.06	49.23	136.22
SPOT 5	HRG-2	13/03/2010	4.12	57.33	130.95

CUADRO **A.3.** Validación de la confiabilidad mediante estadístico kappa y matriz de confusión

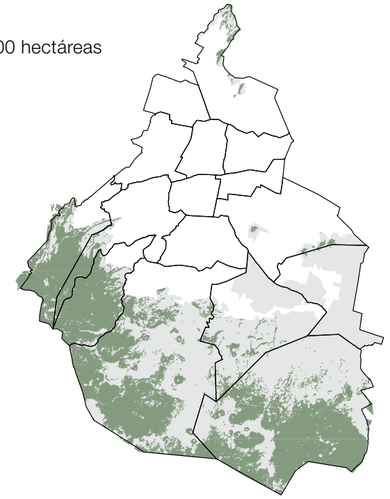
Estadístico	1986	1989	1993	1996	1999	2002	2006	2010
Precisión global (%)	87.2	85.8	86.8	91.9	85.4	92.2	86.2	83.3
kappa	0.7885	0.7923	0.7660	0.8653	0.7552	0.8440	0.7552	0.7898

FIGURA **A.1.** Cubierta forestal 1986-2010

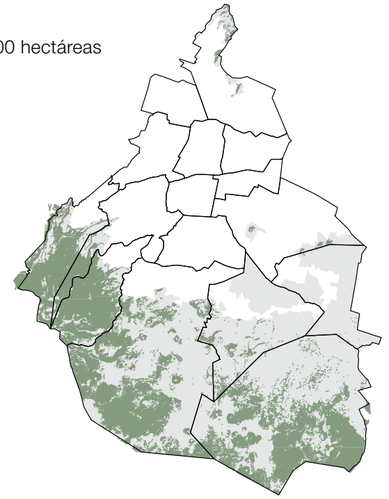
1986
38 900 hectáreas



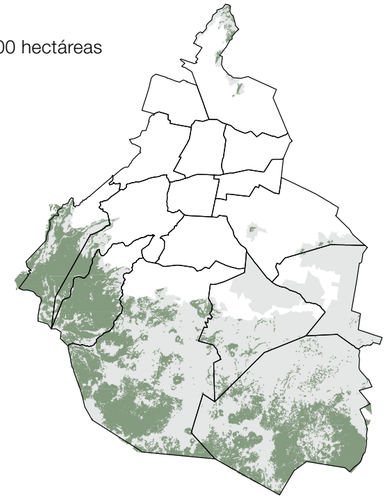
1989
39 200 hectáreas



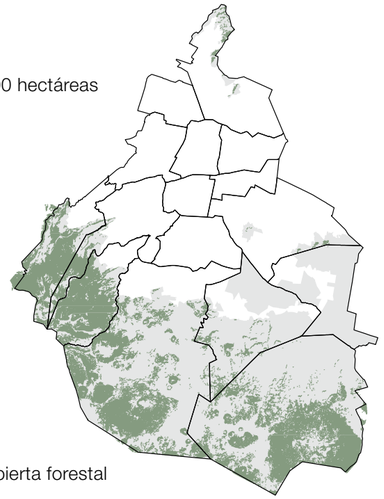
1993
35 200 hectáreas



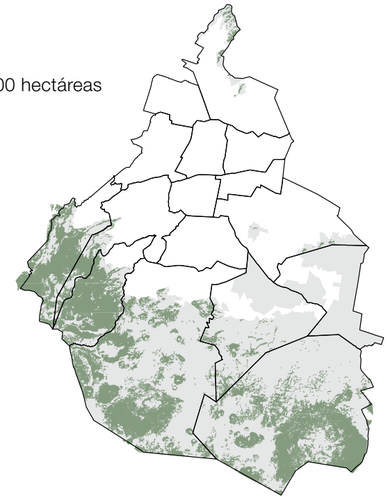
1996
33 200 hectáreas



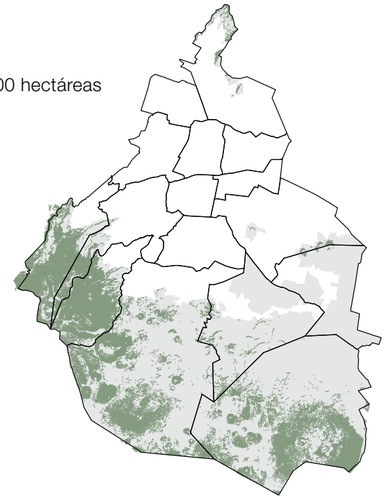
1999
31 600 hectáreas



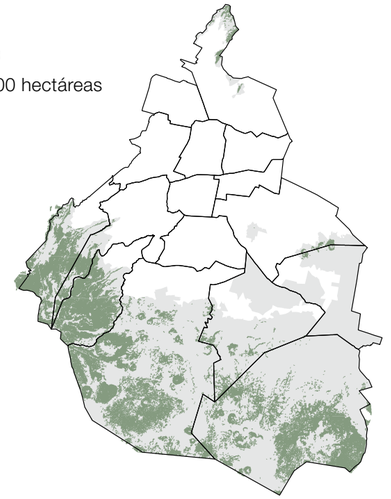
2002
30 400 hectáreas



2006
29 300 hectáreas



2010
28 200 hectáreas



Cubierta forestal

Suelo de conservación

Delimitación delegacional

diversos rasgos de la cubierta forestal (Silván *et al*., 2015).

Después de este proceso se realizaron modificaciones espaciales, consistentes en agrupar los pixeles con tamaño mínimo de una hectárea para reducir el número de pixeles aislados. La exactitud de los productos cartográficos generados se evaluó mediante matrices de error que permiten valorar la exactitud de la clase de cubierta forestal (Congalton, 2001). Adicionalmente, la exactitud total de una clase puede ser evaluada a través del índice kappa (K), que es una técnica discreta multivariada para determinar estadísticamente si una matriz de error es significativamente diferente a otra (Jia y Richards, 1999).

De los datos mostrados en el cuadro A.3 se puede deducir que la evaluación de las clases binarias multitemporales es buena, lo que atestiguan tanto las medidas de fiabilidad global como los datos estadísticos obtenidos conforme al esquema de validación planteado.

Los resultados para el periodo de estudio 1986-2010 generaron estimaciones de cubierta forestal para cada uno de los ocho años analizados (figura A.1).

De 1986 a 1993 se perdieron en promedio alrededor de 540 hectáreas por año; de 1993 a 1999 el promedio aumentó a 617, para finalmente mostrar una baja con alrededor de 300 hectáreas de pérdida anual entre 1999 y 2010.

Se observa también un proceso de fragmentación del bosque categorizada por el número de parches y su área promedio a lo largo del periodo. Mientras que entre 1986 y 1993 el número de parches era de 570 con un área promedio de 67 hectáreas, de 1993 a 1999 el número de parches aumentó a 790 con un área promedio de 41 hectáreas, y para los últimos 10 años se incrementó hasta 939 parches con un área promedio de 31 hectáreas. Esto implica un significativo patrón de fragmentación, caracterizado por un aumento al doble de parches y su consecuente disminución a la mitad del área promedio en un lapso de 24 años.

En el análisis tendencial a nivel del paisaje del suelo de conservación de la Ciudad de México puede decirse que si bien se ha logrado disminuir la tasa de pérdida de cubierta forestal anual por debajo de las 300 hectáreas (254 al año en el periodo 2006-2010), los patrones de fragmentación del bosque son alarmantes, lo que permite suponer un deterioro de la prestación de servicios ambientales, principalmente hábitat disponible, cosecha de agua en follaje, infiltración, biodiversidad y distribución potencial de especies, entre otros.

Descripción del modelo tendencial 2030

De acuerdo con los resultados del análisis del modelo digital de pérdida de cubierta forestal en el periodo de estudio 1986-2010, se presenta también la construcción de escenarios de prospección acerca de la cubierta forestal como parte de los elementos de análisis tendencial. Para ello se define el proceso de deforestación a futuro como el agotamiento exponencial de cubierta forestal. Con esta aproximación es posible generar escenarios futuros basados en los patrones de cubierta forestal que se detectaron durante el periodo observado, que para este ejercicio corresponde a un umbral de aproximadamente 24 años. Se decidió plantear escenarios con un horizonte de tiempo de 20 años, lo que condujo a la construcción de modelos tendenciales para 2020 y 2030. Esto permite dar una idea de cómo se comportarían los patrones de pérdida y ganancia de cubierta forestal de acuerdo con la dinámica observada en el pasado reciente.

El análisis del modelo tendencial, además, da una idea del efecto que pueden tener las acciones que se implementen en el futuro, pues facilita hacer una comparación de acuerdo con la tendencia establecida. Es decir, la tendencia marcada se puede tomar como un patrón de referencia contra el cual comparar las acciones implementadas para romper dicha tendencia.

De acuerdo con los datos empleados para alimentar el modelo de agotamiento exponencial, se puede observar:

- Una pérdida en promedio de 219 hectáreas anuales entre 2010 y 2030.
- Aunque se aprecia una disminución en el número de hectáreas perdidas, de continuar a ese ritmo, para 2040 se habrá perdido la mitad de la cubierta forestal que había en suelo de conservación de la Ciudad en 1986.

Es importante señalar que estos escenarios propuestos únicamente toman en cuenta los patrones de la dinámica de la cubierta forestal encontrados para el periodo de estudio 1986-2010. Por ello, las acciones que se pongan en marcha en el futuro sin duda podrían modificar los resultados de la proyección. Sin embargo, mediante el modelo se puede predecir lo siguiente:

Para garantizar que en el año 2030 se mantenga el mismo número de hectáreas con las que se contaba en 2010, sería necesaria la reforestación efectiva con cubierta forestal de alrededor de 98 hectáreas más de las que la tasa de reforestación marque anualmente.

Este dato resulta importante pues constituye una meta accesible en la medida en la que las posibilidades de gestión del suelo de conservación de la Ciudad de México lo permitan.

Bibliografía

Aslanidou, M., P. Smiris, O. Mavrokordopoulou e I. Pipinis (2003). *Urban green spaces and the most important problems of the thessalonica conurbation*. Proceedings of the 10th Pan-Hellenic Forestry Conference, pp. 205-216.

Bolund, P. y S. Hunhammar (1999). Ecosystem services in urban areas. *Ecological economics*, vol. 29, núm. 2, pp. 293-301.

Cartus, O., J. Kellndorfer, W. Walker, C. Franco, J. Bishop, L. Santos y M. Fuentes (2014). A national, detailed map of forest aboveground carbon stocks in Mexico. *Remote Sensing*, vol. 6, núm. 6, pp. 5559-5588. En: <http://www.mdpi.com/2072-4292/6/6/5559>.

Conapo (2010). *Delimitación de las zonas metropolitanas de México 2010*. México, Consejo Nacional de Población.

Congalton, R. G. (2001). Accuracy assessment and validation of remotely sensed and other spatial information. *International Journal of Wildland Fire*, vol. 10, núm. 4, pp. 321-328.

Dafis, S.A. (1995). The role of a forest in environmental and human protection. *Selected Subjects on Environmental Management*. Grecia, Goulandri Museum of Natural History, pp. 513-530.

_____ (1998). *City Forestry*. Grecia, University of Thessalonica.

DeFries, R., A. Hansen, A. C. Newton y M. C. Hansen, (2005). Increasing isolation of protected areas in tropical forests over the past twenty years. *Ecological Applications*, vol. 15, núm. 1, pp. 19-26.

Fuller, R. A. y K. J. Gaston (2009). The scaling of green space coverage in European cities. *Biology letters*, vol. 5, núm. 3, pp. 352-355.

Guerra, E. (2014). The built environment and car use in Mexico City. Is the relationship changing over time? *Journal of Planning Education and Research*, vol. 34, núm. 4, pp. 394-408.

Jia, X. y J. A. Richards (1999). Segmented principal components transformation for efficient hyperspectral

remote-sensing image display and classification. *IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing*, vol. 37, núm. 1, pp. 538-542.

Jim, C. Y. y W. Y. Chen (2006). Recreation–amenity use and contingent valuation of urban greenspaces in Guangzhou, China. *Landscape and Urban Planning*, vol. 75, núm. 1, pp. 81-96.

_____(2009). Ecosystem services and valuation of urban forests in China. *Cities*, vol. 26, núm. 4, pp. 187-194.

Jo, H. K. (2002). Impacts of urban green space on offsetting carbon emissions for middle Korea. *Journal of Environmental Management*, vol. 64, núm. 2, pp. 115-126.

Konijnendijk, C. C., R. M. Ricard, A.Kenney y Randrup, T. B. (2006). Defining urban forestry-A comparative perspective of North America and Europe. *Urban Forestry & Urban Greening*, vol. 4, núm. 3, pp. 93-103.

Mansfield, C., S. K. Pattanayak, W.McDow, R. McDonald y P.Halpin, (2005). Shades of green: measuring the value of urban forests in the housing market. *Journal of Forest Economics*, vol. 11, núm. 3, pp. 177-199.

Meza-Aguilar, J. O. y M. D. C. Moncada-Maya (2010). Las áreas verdes de la ciudad de México. Un reto actual. *Scripta Nova: revista electrónica de geografía y ciencias sociales*, vol. 14, núm. 56.

Mohar, A., M. Najera y J. M. Núñez (2012). *Propuesta para la conformación del sistema de espacios verdes del Distrito Federal, México*. Primer Congreso Latinoamericano de Ecología Urbana, Buenos Aires, Argentina.

Mora, F. (2008). Caracterización de la cobertura forestal en el Corredor Biológico Mesoamericano-México: patrones espaciales en la pérdida y fragmentación de bosques. En *Importancia del capital ecológico de la región del Corredor Biológico Mesoamericano-México: evaluación de la biodiversidad, ciclo hidrológico y dinámica de la cobertura forestal*. México, Centro de Investigación en Geografía y Geomática, Centro GEO; Corredor Biológico Mesoamericano-México, Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, Semarnat, pp. 55- 83.

Moreno-Galván, F. J. (2012). El debate sobre la estructura urbana de la Zona Metropolitana del Valle de México. *Boletín Espacio Diseño*, núm. 204, pp. 44-47.

Nowak, D. J. (2010). Urban Biodiversity and Climate Change; en Muller, N., P. Werner y J. Kelcy (eds.); *Urban biodiversity and design*, Inglaterra, Ed. John Wiley & Sons.

Nowak, D. J., S. Hirabayashi, A. Bodine y E. Greenfield (2014). Tree and forest effects on air quality and human health in the United States. *Environmental Pollution*, vol. 193, pp. 119-129.

Oke, T. R., J. M. Crowther, K. G. McNaughton, J. L. Monteith y B.Gardiner (1989). The micrometeorology of the urban forest [and discussion]. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London B: Biological Sciences*, vol. 324, núm. 1223, pp. 335-349.

PAOT (2010). *Presente y futuro de las áreas verdes y del arbolado de la Ciudad de México*. México, Procuraduría Ambiental y del Ordenamiento Territorial.

Pickett, S. T. A., M. L. Cadenasso, J. M. Grove, C. H. Nilon, R. V. Pouyat, W. C. Zipperer y R. Costanza (2001). Urban ecological systems: linking terrestrial ecological, physical, and socioeconomic components of metropolitan areas. *Annual Review of Ecology and Systematics*, vol. 32, pp. 127-157.

Proaire (2000). *Programa para Mejorar la Calidad del Aire en el Valle de México 2011-2020*. México, Comisión Ambiental Metropolitana.

Puebla, C. (2002). *Del intervencionismo estatal a las estrategias facilitadoras. Cambios en la política de vivienda en México*. México, Colegio de México.

Puyravaud, J. P. (2003). Standardizing the calculation of the annual rate of deforestation. *Forest Ecology and Management*, vol. 177, núm. 1, pp. 593-596.

Rees, W. y M. Wackernagel (2008). Urban ecological footprints: Why cities cannot be sustainable–and why they are a key to sustainability. En: J. Marzluff, E. Shulenberger, W. Endlicher, M. Alberti, G.Bradley, C. Ryan, C. ZumBrunnen y U. Simon, (eds.) *Urban Ecology*, pp. 537-555. E.U.A., Springer.

Reyes, S. e I. M. Figueroa (2010). Distribución, superficie y accesibilidad de las áreas verdes en Santiago de Chile. *EURE*, vol. 36, núm. 109, pp. 89-110.

Sánchez-Trujillo, V. (2015). *Forma urbana y emisiones de CO_2 de la movilidad en la Zona Metropolitana del Valle de México (ZMVM)*. Versión preliminar. Universitat Autònoma de Barcelona.

Sexton, J. O., X. P. Song, M. Feng, P. Noojipady, A. Anand, C. Huang y J. R. Townshend (2013). Global, 30-m resolution continuous fields of tree cover: Landsat-based rescaling of MODIS vegetation continuous fields with lidar-based estimates of error. *International Journal of Digital Earth*, vol. 6, núm. 5, pp. 427-448.

Sheinbaum Pardo, C. (2008). *Problemática ambiental de la Ciudad de México*. México, Universidad Nacional Autónoma de México y Limusa.

Silván, J. L., N. Corona, J. M. Galeana, J. M. Núñez y J. M. Madrigal (2015). Geospatial technologies to support coniferous forests research and conservation efforts in Mexico. En: R. P. Weber (ed.) *Old-growth forests and coniferous forests: ecology, habitat and conservation*. E.U.A., Nova Science Editors. En: <https://www.researchgate.net/publication/283503310_Geospatial_Technologies_to_Support_Coniferous_Forests_Research_and_Conservation_efforts_in_Mexico>.

Singh, V. S., D. N. Pandey y P. Chaudhry, (2010). *Urban forests and open green spaces: lessons for Jaipur, Rajasthan, India*. India, Rajasthan State Pollution Control Board. En: <http://www.indiaenvironmentportal.org.in/files/RSPCB-OP-1-2010.pdf>.

Sobrino, J. (2007) Patrones de dispersión intrametropolitana en México. *Estudios Demográficos y Urbanos*, vol. 22 , núm. 3, pp. 583-617.

Suárez, M. (2007). Mercados de trabajo y localización residencial en la ZMCM. Tesis doctoral inédita. México, Universidad Nacional Autónoma de México. Suárez-Lastra, M. y J. Delgado-Campos (2007). Estructura y eficiencia urbanas. Accesibilidad a empleos, localización residencial e ingreso en la ZMCM 1990-2000. *Economía, Sociedad y Territorio*, vol. 6, núm., 23, pp. 693-724.

Suárez-Lastra, M., y J. Delgado-Campos (2010). Patrones de movilidad residencial en la Ciudad de México como evidencia de co-localización de población y empleos. *EURE*, vol. 36, núm.107, pp. 67-91.

Takano, T., K. Nakamura, y M. Watanabe (2002). Urban residential environments and senior citizens' longevity in megacity areas: the importance of walkable green spaces. *Journal of <epidemiology and community health*, vol. 56, núm.12, pp. 913-918. En: http://jech.bmj.com/content/56/12/913.full.pdf+html>.

Ward, P. (1998). *Mexico City*. Inglaterra, Wiley Ed.

WHO (2010). *Urban planning, environment and health: from evidence to policy action*. Dinamarca, World Health Organization. Meeting report. En: <http://www.euro.who.int/__data/assets/pdf_file/0004/114448/E93987.pdf?ua=1>.

Young, T. P., D. A. Petersen y J. J. Clary (2005). The ecology of restoration: historical links, emerging issues and unexplored realms. *Ecology letters,* vol. 8, núm.6, pp. 662-673.

EL DESBALANCE HÍDRICO EN LA CUENCA DE MÉXICO Y EL CAMBIO DEL MICROCLIMA

SANDRA PAULINA BACA-SERVÍN*

El estrés del ecosistema urbano de la Ciudad de México puede verse reflejado en la disponibilidad de agua en su cuenca y en el cambio creciente en su microclima. Por un lado, la disponibilidad de agua para la Ciudad y su zona metropolitana expresa el grado de estrés hídrico de la Cuenca de México, cuya contención depende del manejo de los recursos naturales del ecosistema urbano y de los servicios ecosistémicos que éstos proporcionan. Por otra parte, el cambio del microclima es una consecuencia del estrés de la cuenca, causado por los efectos del cambio climático y el aumento de la urbanización (Magaña *et al.*, 2012), que provoca cambios en el uso de suelo y deforestación de las áreas verdes que contribuyen a la regulación del microclima.

En ambas circunstancias destaca la influencia que tiene la vegetación dentro del ecosistema urbano. Por ejemplo, los bosques, en especial los urbanos y periurbanos, desempeñan un papel primordial en la regulación hídrica de la Cuenca; sus servicios ecosistémicos, como la captación e infiltración de agua, permiten la recarga del acuífero, el control de los escurrimientos y la regulación del microclima.

A continuación se presentan evidencias sobre la disponibilidad de agua en la Cuenca de México y el consumo de agua potable por parte de la población de la Ciudad, así como acerca de los efectos estacionales y las consecuencias previsibles por el cambio en el microclima.

Un futuro de creciente estrés hídrico

La infraestructura para el abastecimiento de agua de la Zona Metropolitana de la Ciudad de México (ZMCM) se extiende a lo largo de cuatro cuencas hidrológicas (Valle de México, río Tula, río Lerma-Toluca y río Cutzamala), más allá de los límites de la Región Hidrológica Administrativa (RHA) XIII, en la que se ubica (figura 1).

* Consultora independiente en temas de sustentabilidad, sistemas de información geográfica y minería, entre otros.

FIGURA **1.** Extensión territorial del sistema hidráulico que abastece de agua a la Zona Metropolitana de la Ciudad de México*

* Incluye Gran Canal del Desagüe, Emisor Poniente y Emisor Central.

Datos de la Comisión Nacional del Agua (Conagua, 2013) indican que la disponibilidad natural media correspondiente a la RHA XIII Aguas del Valle de México se incrementó de modo significativo entre 2007 y 2010, al pasar de 143 a 160 metros cúbicos por habitante al año. No obstante, entre 2010 y 2013 ese promedio disminuyó en ocho metros cúbicos anuales por habitante.

Con proyecciones de población del Consejo Nacional de Población (Conapo) y un volumen de agua renovable constante a lo largo del periodo 2010-2030, la Conagua pronostica una disminución de prácticamente el 10% con respecto a 2013 en la disponibilidad natural media per cápita en la Cuenca de México para el año 2030 (Conagua, 2014). Este indicador, prevé, será de 137 metros cúbicos anuales por habitante (cuadro 1).

CUADRO **1.** Disponibilidad natural media de agua per cápita para la Región Hidrológica Administrativa XIII Aguas del Valle de México

Año	2007	2010	2013	2030
Volumen (m^3/hab./año)	143	160	152	137

Fuente: Elaboración propia con datos de Conagua (2009, 2012a y 2014).

Esta tendencia futura de menor disponibilidad agudiza el problema de estrés hídrico de la Cuenca. Algunos datos:

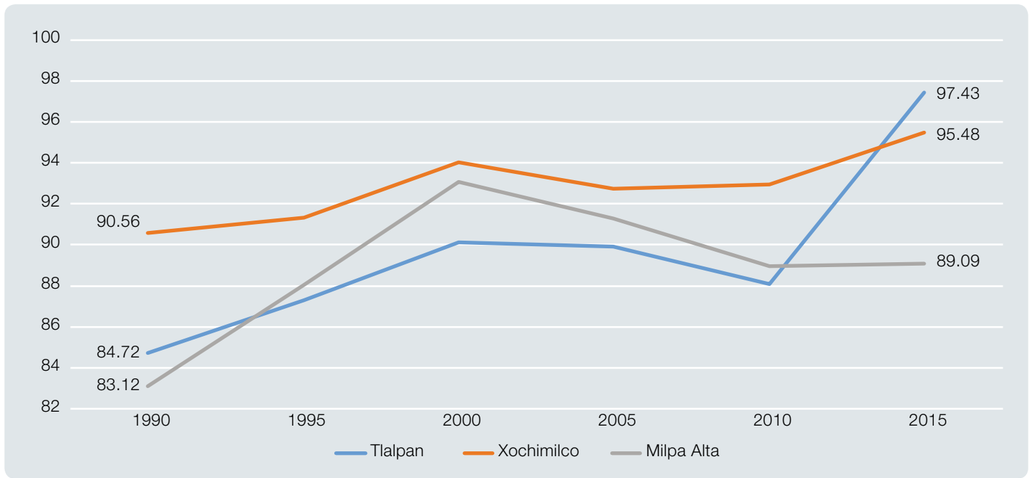
1. De acuerdo con el Programa Hídrico Regional Visión 2030, para 2006 se estimaba una oferta sustentable total de 3 300 hectómetros cúbicos (hm^3) y un uso total de 4 700 hm^3 en la RHA XIII, lo que generó una brecha hídrica total de 1 400 hm^3, que se "resolvió" principalmente con la sobreexplotación de los acuíferos de la región (Conagua, 2012b).
2. El caudal aportado por el Sistema Cutzamala se ha reducido en 11% de 2000 a 2012, mientras que el caudal del Sistema Lerma lo ha hecho en un 4.3%. La suma de los caudales de ambos sistemas equivale a más de la tercera parte del total que recibe la Ciudad de México (Centro Mario Molina, 2014).
3. Con respecto a la brecha hídrica, para 2030 se espera que la oferta pueda incrementarse en 8%, mientras se estima que la demanda aumente en 11%, con lo que prácticamente duplicará a futuro la brecha hídrica de agua en la región (por un valor de 1700 hm^3).
4. La tendencia hacia 2050 de los escenarios de cambio climático indica que la disponibilidad de agua disminuirá entre 10 y 17% para las áreas de captación del Sistema Cutzamala, Lerma y acuífero de la ZMVM (Escolero *et al.*, 2009).

Algunas consecuencias de la sobreexplotación del acuífero

Durante muchos años los sistemas de abastecimiento de agua a la ZMCM han funcionado de forma relativamente eficaz (González y Perló, 2005). Sin embargo, de acuerdo con la Estrategia Local de Acción Climática Ciudad de México 2014-2020, el aumento de la demanda de agua, la degradación de las áreas de captación y los efectos del cambio climático han llevado a los sistemas de abastecimiento a operar al límite sin llegar a satisfacer la demanda de la ZMCM (Centro Mario Molina, 2014).

Este problema crónico ha llevado a la sobreexplotación de los acuíferos, en especial el de la ZMCM, que tiene con un déficit anual de 22.6 metros cúbicos por segundo (Banco Mundial, 2013), lo que ha ocasionado el abatimiento de los niveles freáticos y el hundimientos en la zona oriente de la Ciudad (González y Perló, 2005; Hernández-Espriú, 2013; Solano, 2013;

GRÁFICA **1.** Proporción de la población con acceso sostenible a fuentes mejoradas de abastecimiento de agua en tres delegaciones



Fuente: Elaboración propia con datos de INEGI. Censo General de Población y Vivienda (varios años), Conteo de Población y Vivienda (varios años) y Encuesta Intercensal 2015.

González-Villareal, 2016). Los hundimientos pueden llegar a alcanzar hasta los 32 centímetros anuales en la zona cercana al Aeropuerto Internacional de la Ciudad de México. Las delegaciones Gustavo A. Madero, Cuauhtémoc, Venustiano Carranza, Iztacalco, Iztapalapa, Tláhuac y parte de la Benito Juárez y Xochimilco, así como los municipios colindantes están mayormente expuestos a este riesgo (Solano, 2013).

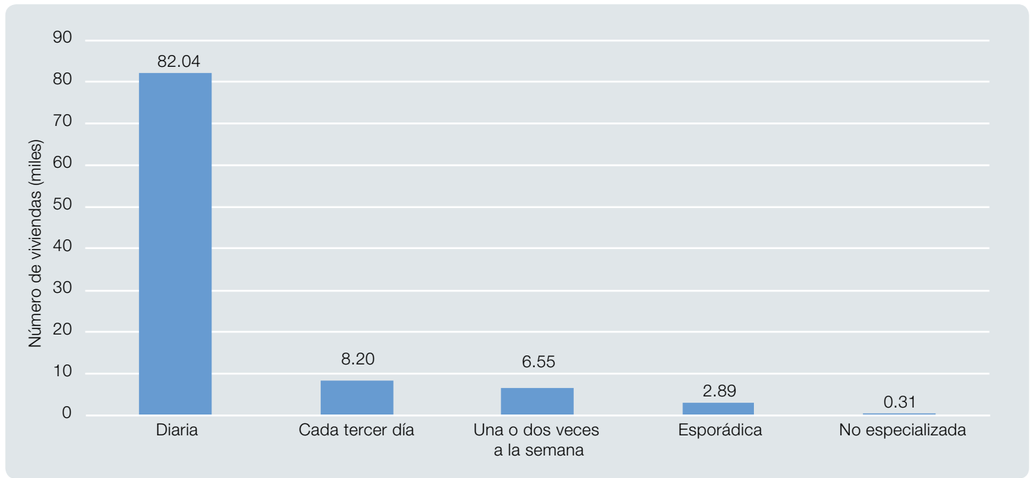
El acceso de agua potable en la Ciudad de México: frecuencia, vía de acceso y niveles de consumo

El porcentaje de población con alguna modalidad de "acceso al agua" ha sido diferenciado a escala delegacional. Para la mayoría, aparentemente no es un problema, han mantenido una cobertura del orden del 98-99% para 2015. En contraste, los datos de 1990 de Milpa Alta, Xochimilco y Tlalpan muestran que estas tres delegaciones tenían los porcentajes más bajos de la Ciudad, tendencia que se ha mantenido, pese a que han incrementado su porcentaje en 6 y 5% para Milpa Alta y Xochimilco, respectivamente, y 12.7% para Tlalpan (gráfica 1).

Para todas las delegaciones estos niveles de "acceso" se deben tomar con reservas, ya que para ese indicador se considera todo nivel de acceso al agua proveniente de cualquier fuente, sea dentro o fuera de la vivienda. De aquí la relevancia de observar variables complementarias; en primer lugar, la información de frecuencia de disponibilidad de agua en la Ciudad de México.

Los datos muestran que, en 2010, el 82% de un total de 2367139 viviendas particulares habitadas disponían de agua diariamente, mientras que 17% contaba con una dotación de agua irregular, lo cual significa 417 800 viviendas en esta situación. La gráfica 2 muestra el detalle de frecuencia.

GRÁFICA **2.** Viviendas particulares habitadas[a] con agua entubada[b] y su distribución porcentual según dotación de agua[c] para la Ciudad de México, 2010



Nota: Los límites de confianza se calculan al 90%
a. Excluye: locales no construidos para habitación, viviendas móviles y refugios.
b. Condición de las viviendas particulares que cuentan con tuberías que transportan el líquido para que las personas puedan abastecerse mediante grifos ubicados en la cocina, excusado, baño u otras instalaciones similares. Corresponde a las que tienen agua entubada dentro de la vivienda o sólo en el terreno.
c. Clasificación de las viviendas particulares con agua entubada según la frecuencia en su disponibilidad.
Fuente: Elaboración propia con datos del Censo de Población y Vivienda, 2010.

La otra variable clave que determina un acceso adecuado se refiere a la fuente de abastecimieno; si hay agua entubada dentro de la vivienda o predio, o se practica alguna modalidad de acarreo. El cuadro 2 muestra la información tendencial 2000-2010 por delegación.

En general, todas las delegaciones tuvieron un aumento en el número de viviendas que disponen de agua entubada en ese periodo, aunque no demostraron este mismo comportamiento de 2000 a 2005, como fue el caso de Venustiano Carranza, donde hubo un decremento de 2 639 viviendas respecto del año 2000. Sin embargo, los datos del cuadro 2 revelan problemas por la persistencia del acceso por acarreo, e incluso su aumento, que seguramente significa en muchos casos pasar de no acceso a un acceso inadecuado.

El acceso y comparativo con datos por número de habitantes es complicado y tiene resultados poco consistentes. Así, se puede ver que la gráfica 3 muestra una tendencia a la baja en el número de ocupantes de viviendas que se abastecen por acarreo. Seguramente la solución a través de pipas es determinante, pero presenta efectos colaterales, entre los que destaca la

El aumento **de la demanda de agua**, la degradación de las áreas de captación y **los efectos del cambio climático** han llevado a los sistemas de abastecimiento a **operar al límite** sin llegar a satisfacer la demanda de la Zona Metropolitana de la Ciudad de México.

CUADRO **2.** Viviendas particulares habitadas, con disponibilidad de agua en las delegaciones de la Ciudad de México

Delegación/ Año censal	Disponibilidad de agua					
	Agua entubada dentro de la vivienda o el terreno			Por acarreo		
	2000	2005	2010	2000	2005	2010
Álvaro Obregón	159 676	173 813	190 410	2 453	2 282	2 415
Azcapotzalco	107 707	109 156	112 763	934	567	584
Benito Juárez	112 333	113 467	130 685	562	72	121
Coyoacán	161 184	164 590	171 976	843	431	572
Cuajimalpa	31 724	39 569	44 708	1 185	1 247	1432
Cuauhtémoc	144 117	147 787	165 178	831	455	402
Gustavo A. Madero	290 136	293 603	312 305	3 630	1 557	1766
Iztacalco	96 873	98 694	100 831	516	183	190
Iztapalapa	390 748	424 900	445 620	10 157	4 986	6 270
La Magdalena Contreras	49 694	54 660	59 527	1 838	2 726	2 804
Miguel Hidalgo	93 226	98 026	110 714	526	151	844
Milpa Alta	18 575	23 112	26 291	2 646	3 318	5 145
Tláhuac	67 459	80 327	86 979	1 665	1 577	2 792
Tlalpan	124 733	134 021	147 575	14 637	12 983	21 662
Venustiano Carranza	115 672	113 033	117 831	520	231	225
Xochimilco	74 300	83 251	89 446	7 287	9 020	11 044

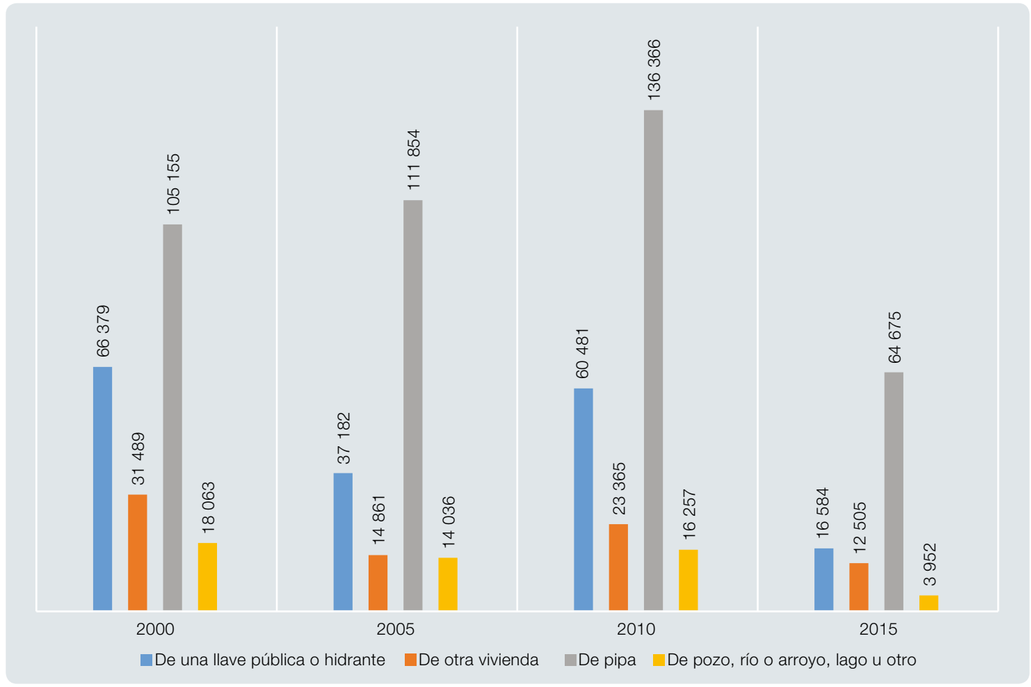
Fuente: Elaboración propia con datos de INEGI: Censo General de Población y Vivienda (varios años) y Conteo de Población y Vivienda (varios años).

combinación de subsidios/corrupción/accesibilidad que deriva en una expresión de exclusión social.

Con la finalidad de hacer un acercamiento a la expresión territorial de esta carencia, aquí se presenta, del índice de marginación de la Comisión Nacional de Población, la variable que refiere el porcentaje de viviendas particulares sin agua entubada dentro de la vivienda para 2000 y 2010 a nivel de áreas geoestadísticas básicas (AGEB). Los mapas de las figuras 2 y 3 muestran las dimensiones espaciales, que apuntan claramente a que se trata de un problema que se presenta principalmente en la periferia sur de la ciudad.

Para el año 2010 se observó una disminución en el porcentaje de viviendas sin agua entubada en las AGEB ubicadas cerca de los límites del área urbana; en Iztapalapa y Tláhuac se pudo observar la disminución del porcentaje de viviendas; sin embargo, delegaciones como Milpa Alta, Xochimilco y Tlalpan aún presentaron un porcentaje considerable de viviendas sin agua entubada.

GRÁFICA **3.** Ocupantes en viviendas particulares habitadas con disponibilidad de agua por acarreo en sus diversas modalidades en la Ciudad de México



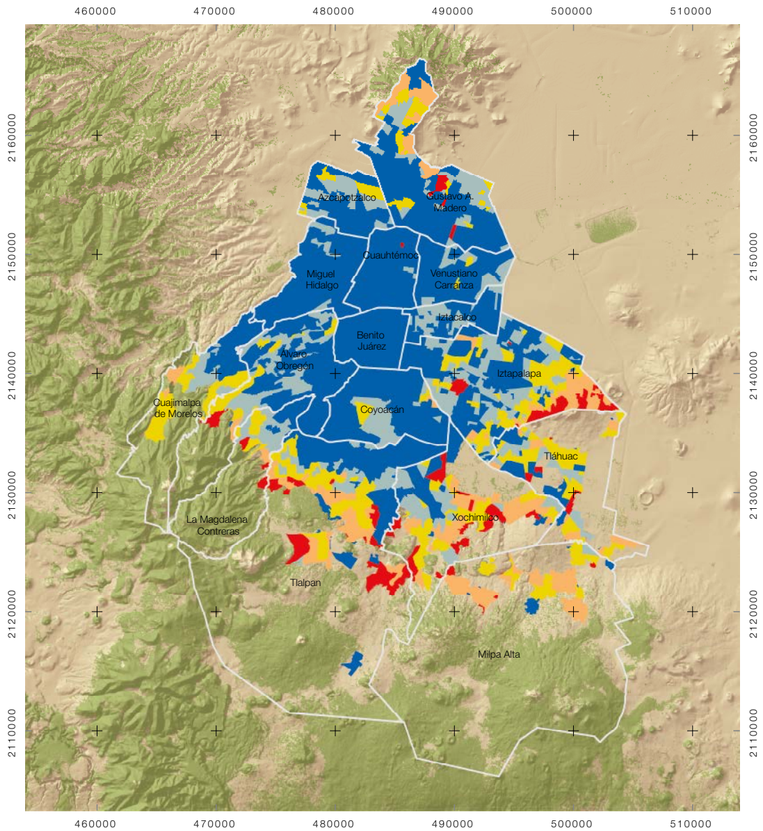
Fuente: Elaboración propia con información del Censo General de Población y Vivienda para 2000 y 2010, Conteo de Población y Vivienda 2005 en González *et al.* (2011) y Encuesta Intercensal 2015 (INEGI, 2016).

Consumo de agua potable por delegación

La tendencia muestra que en el año 2010 hubo un decremento en el consumo de agua potable por parte de todas las delegaciones. En la mayoría de los casos las reducciones fueron notables y para delegaciones como Tlalpan, Iztapalapa, Coyoacán, Gustavo A. Madero y Cuauhtémoc, significó un decremento de 10 millones de m^3. Después de este periodo el consumo aumentó relativamente en 2013 (un promedio de 2.7 millones de m^3 por delegación) y se mantuvo relativamente constante hasta 2015 (gráfica 4).

De mayor importancia es el dato de consumo promedio de litros por habitante por día en el 2005, 2010 y 2015. Se puede observar tanto en la gráfica 5 como en el cuadro 3 que ha disminuido en todos los casos y, sobre todo, las enormes desigualdades en niveles de consumo en litros promedio diario por habitante para las diferentes delegaciones.

FIGURA **2.** Porcentaje de viviendas sin agua entubada en la Zona Metropolitana de la Ciudad de México en el año 2000



0 - 20
21 - 40
41 - 60
61 - 80
81 - 100
Delegaciones de la CDMX

Proyección: Universal Transversal de Mercator

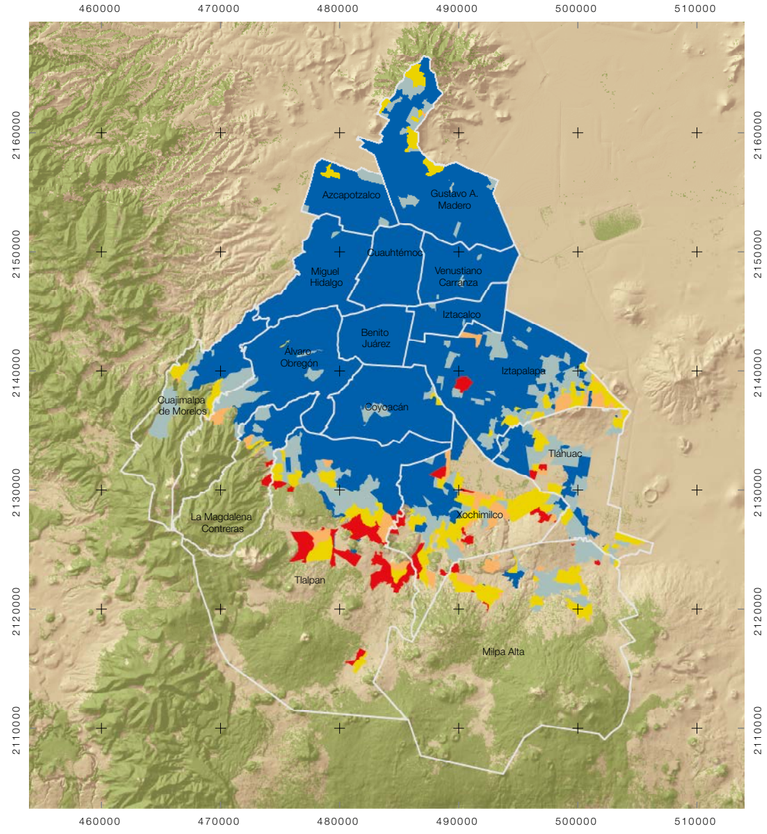
Datum: WGS84

0 2.5 5 10
kilómetros

Fuente:
Elaboración propia con datos de (CONAPO, 2014) e (INEGI, 2016)

Elaboró: Sandra Paulina Baca-Servín

FIGURA **3.** Porcentaje de viviendas sin agua entubada en la Zona Metropolitana de la Ciudad de México en el año 2010



0 - 20
21 - 40
41 - 60
61 - 80
81 - 100
Delegaciones de la CDMX

Proyección: Universal Transversal de Mercator

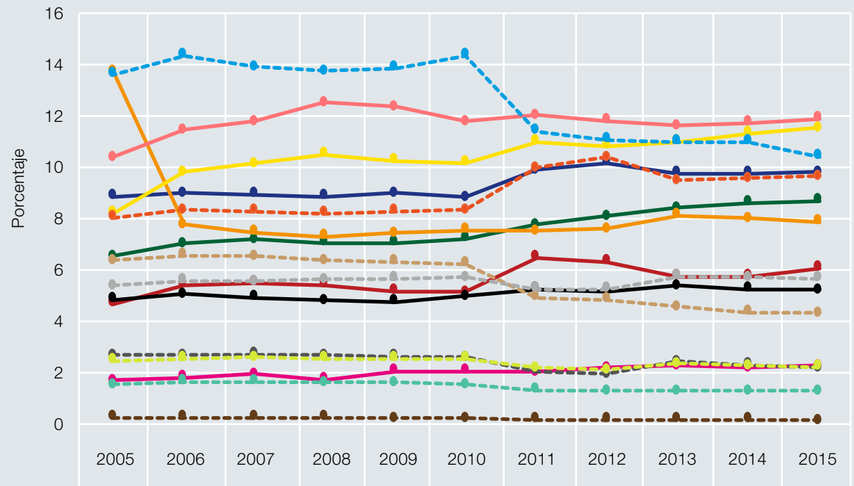
Datum: WGS84

0 2.5 5 10
kilómetros

Fuente:
Elaboración propia con datos de (CONAPO, 2014) e (INEGI, 2016)

Elaboró: Sandra Paulina Baca-Servín

GRÁFICA **4.** Porcentaje del consumo total de agua potable en millones de metros cúbicos por delegación, 2005-2015



	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
Alvaro Obregón	8.93	9.05	9.01	8.94	9.05	8.87	9.96	10.24	9.82	9.84	9.89
Azcapotzalco	4.74	5.47	5.56	5.46	5.23	5.19	6.54	6.37	5.78	5.80	6.11
Benito Juárez	6.58	7.06	7.22	7.10	7.11	7.30	7.81	8.15	8.49	8.67	8.77
Coyoacán	13.85	7.82	7.52	7.34	7.50	7.61	7.55	7.67	8.18	8.07	7.92
Cuajimalpa de Morelos	1.70	1.83	1.94	1.75	2.06	2.10	2.05	2.22	2.27	2.22	2.30
Cuauhtémoc	8.25	9.88	10.20	10.57	10.33	10.25	11.06	10.90	11.06	11.39	11.62
Gustavo A. Madero	10.46	11.53	11.87	12.58	12.44	11.85	12.12	11.88	11.70	11.79	11.99
Iztacalco	4.88	5.09	4.98	4.86	4.82	4.99	5.31	5.21	5.41	5.30	5.26
Iztapalapa	13.71	14.46	13.99	13.85	13.94	14.44	11.48	11.17	11.07	11.09	10.49
La Magdalena Contreras	1.56	1.65	1.65	1.63	1.61	1.55	1.33	1.31	1.30	1.28	1.28
Miguel Hidalgo	8.09	8.39	8.33	8.28	8.36	8.40	10.06	10.44	9.55	9.61	9.72
Milpa Alta	0.25	0.27	0.26	0.26	0.23	0.24	0.18	0.17	0.17	0.18	0.15
Tláhuac	2.68	2.72	2.73	2.68	2.65	2.60	2.07	1.95	2.44	2.35	2.21
Tlalpan	6.43	6.61	6.56	6.43	6.37	6.28	4.97	4.88	4.58	4.39	4.34
Venustiano Carranza	5.40	5.61	5.57	5.68	5.72	5.77	5.29	5.29	5.79	5.75	5.73
Xochimilco	2.48	2.56	2.60	2.59	2.59	2.56	2.22	2.14	2.39	2.31	2.23

Fuente: Elaboración propia con datos de Sacmex (2016).

CUADRO **3.** Consumo de agua potable por delegación en 2005, 2010 y 2015

Delegación	2005	2010	2015
	(litros/habitante/día)		
Álvaro Obregón	175.32	144.54	122.87
Azcapotzalco	154.53	148.19	142.13
Benito Juárez	257.25	224.39	195.58
Coyoacán	306.03	145.38	121.25
Cuajimalpa de Morelos	135.58	133.57	107.29
Cuauhtémoc	219.50	228.43	203.26
Gustavo A. Madero	121.64	118.49	95.87
Iztacalco	171.47	153.90	125.55
Iztapalapa	104.49	94.26	53.47
La Magdalena Contreras	94.45	76.89	48.95
Miguel Hidalgo	317.47	267.00	248.37
Milpa Alta	30.11	21.39	9.93
Tláhuac	108.16	85.59	56.84
Tlalpan	146.76	114.45	59.67
Venustiano Carranza	167.45	158.64	124.80
Xochimilco	85.10	73.21	50.01

Nota: Datos estimados a partir del consumo total de agua potable por delegación; se consideró que el total del agua potable se destinaba al total de la población.
Fuente: Elaboración propia con datos de Sacmex (2016).

Efectos estacionales por el cambio en el microclima

El clima de la ZMVM se caracteriza por ser templado semiseco en la región noreste, templado subhúmedo en el centro y semifrío subhúmedo en las regiones altas. La temperatura media anual oscila entre los 12 y 17°C (Jáuregui, 2000). Por otra parte, la meteorología de la región distingue tres temporadas climáticas: temporada seca-fría (noviembre a febrero), temporada seca-caliente (marzo a mayo) y temporada de lluvias (junio a octubre) (Semarnat, 2011).

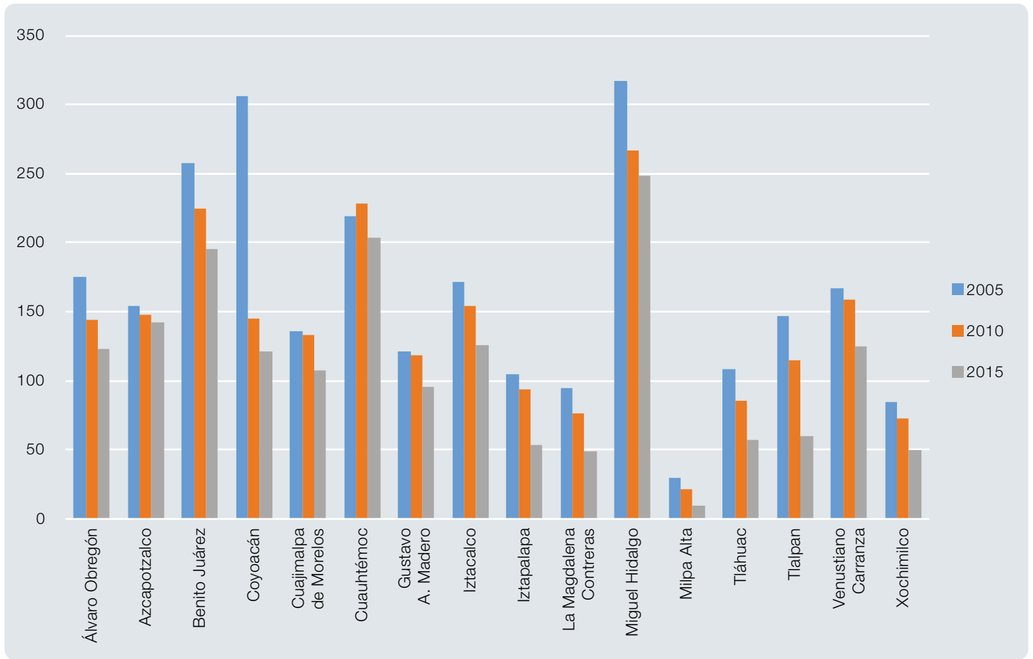
En la Ciudad de México y su zona metropolitana el cambio de clima se expresa en el incremento de lluvias intensas (León y Neri, 2010) y el aumento de ondas de calor[1] (Magaña *et al.*, 2012); es decir, la variabilidad climática repercute en la temperatura y en el ciclo hidrológico (Jáuregui, 2000).

En los últimos 30 años, las dinámicas territoriales han ocasionado incrementos de temperatura en el Valle de México. Algunos de los efectos documentados del cambio en el microclima son:

1. Entre 2000 y 2007, el norte y noreste de la Ciudad presentaron un incremento de temperatura de 2 y 3 °C, mientras que en el poniente y suroeste los aumentos fueron menores debido a la influencia que tienen los bosques del suelo de conservaciónen el sur de la Ciudad (Magaña *et al.*, 2010).
2. El número de días con ondas de calor durante el periodo 1998-2009 sobrepasó los 400 en algunas zonas, principalmente en municipios del Estado de México ubicados en el noreste de la ciudad.
3. La precipitación acumulada anual entre los años 1877 y 2007 se ha incrementado hasta en un 60%; el valor pasó de 400 a 980 milímetros al año (Aquino, 2012). La frecuencia de lluvias intensas mayores a 20 milímetros por hora de julio a septiembre también aumentó entre 1939 y 2014; mientras que en el periodo de 1939 a 1949 se registraron cuatro eventos, entre 2005 y 2014 se observaron 25 eventos (López, 2015).

[1] Evento en el cual se presentan tres o más días consecutivos con temperaturas de 30 °C o superiores (Jáuregui, 2000).

GRÁFICA **5.** Consumo de agua potable por delegación en 2005, 2010 y 2015 (litros por habitante al día)



Fuente: Elaboración propia con datos de Sacmex (2016).

Escenarios a futuro de los cambios en la temperatura y precipitación (2015-2039)

El escenario a futuro apunta a que la zona noreste de la ZMVM tendrá durante por lo menos la décima parte del año temperaturas cercanas a los 30 °C, lo que desde ahora se considera una condición de bajo confort humano (Magaña *et al*., 2012). Las delegaciones más afectadas por este incremento serán: Azcapotzalco, Gustavo A. Madero, Cuauhtémoc, Venustiano Carranza, Iztacalco e Iztapalapa, y en menor medida Benito Juárez y Tláhuac. También se estima que la temperatura máxima será de 22 a 23 °C para lugares que antes tenían 18 °C, como es el caso de Tlalpan, La Magdalena Contreras, Álvaro Obregón y Cuajimalpa.

En cuanto a precipitación, se prevé que el poniente de la Ciudad de México será la zona más afectada por eventos de lluvia intensos (> 30 mm/día). Esto incluye las delegaciones Miguel Hidalgo, Álvaro Obregón, Cuajimalpa y parte de La Magdalena Contreras. Por otro lado, en Cuauhtémoc, Benito Juárez, Coyoacán y Tlalpan se presentarán lluvias mayores a 20 milímetros al día, como actualmente ocurre en el poniente de la Ciudad. Esto sugiere que la combinación de eventos extremos y las condiciones físicas del terreno darán como resultado mayor inestabilidad de laderas, encharcamientos e inundaciones (Magaña *et al*., 2012).

De acuerdo con el Atlas Nacional de Riesgos del Centro Nacional de Prevención de Desastres (Cenapred), las zonas con más "susceptibilidad de inestabilidad de laderas" en la Ciudad de México son las delegaciones de la región poniente de la ciudad: Miguel Hidalgo, Cuajimalpa, Álvaro Obregón y La Magdalena Contreras. Algunas zonas de las delegaciones Gustavo A. Madero, Tlalpan, Xochimilco, Tláhuac e Iztapalapa también muestran una notable susceptibilidad, mientras que el resto de las delegaciones tienen una baja o muy baja susceptibilidad (Cenapred, 2016).

Conclusiones

El estudio demuestra que la demanda de agua ha sobrepasado a la oferta. Esto es evidente con la sobreexplotación del manto acuífero y la marcada dependencia de fuentes externas. La sobreexplotación del acuífero ha provocado hundimientos en la mayor parte de la zona oriente de la ZMVM, que llegan a alcanzar 32 centímetros al año en zonas cercanas al Aeropuerto Internacional de la Ciudad de México.

Este escenario obliga a realizar una planeación sostenible a nivel regional a corto, mediano y largo plazo que oriente medidas efectivas en tres direcciones: reducir el consumo y sus desequilibrios, contener la dependencia de fuentes externas y disminuir sustancialmente la sobreexplotación del acuífero.

Aunado a esto, existe el riesgo por exposición a temperaturas elevadas y a inundaciones y/o deslaves a causa de eventos extremos de precipitación. En particular, cobra importancia la oportunidad de preservar y fortalecer la capacidad de abasto de la Ciudad proveniente de los bosques urbanos y periurbanos, puesto que permite la captación e infiltración de agua de lluvia para recarga del acuífero y regulación del microclima.

Todo lo anterior plantea retos fundamentales para la agenda pública de la Ciudad, no únicamente en términos de la inclusión, equidad y calidad de vida de sus habitantes y de la población de la ZMCM en su conjunto, sino también desde el punto de vista de su seguridad humana y de la viabilidad misma del desarrollo urbano.

Bibliografía

Aquino Martínez, L. (2012). *Impacto de la urbanización sobre las dinámicas de las tormentas en el Valle de México.* México, Universidad Nacional Autónoma de México.

Banco Mundial (2013). *Agua urbana en el Valle de México: ¿Un camino verde para mañana?* México, Banco Mundial, Ministerio de Economía y Hacienda del Gobierno de España, Comisión Nacional del Agua y Asociación Nacional de Empresas de Agua y Saneamiento, A.C.

Cenapred (2016). *Inestabilidad de Laderas*. México, Centro Nacional de Prevención de Desastres. En: <http://www.cenapred.gob.mx/es/Publicaciones/archivos/7-FASCICULOINESTABILIDADDELADERAS.PDF>.

Centro Mario Molina (2014). *Estrategia Local de Acción Climática: Ciudad de México 2014-2020.* México, Centro Mario Molina para Estudios Estratégicos y Medio Ambiente.

Conagua (2009). *Atlas del agua en México 2009.* México, Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales. En: <http://cenca.imta.mx/pdf/SGP-25A-Atlas.pdf>.

Conagua (2012a). *Atlas del agua en México 2012.* México, Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales. En: <http://www.conagua.gob.mx/CONAGUA07/Noticias/SGP-36-12.pdf>.

Conagua (2012b). *Programa Hídrico Regional: Visión 2030. Región Hidrológico-Administrativa XIII: Aguas del Valle de México.* México, Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales. En: <http://www.cmic.org/comisiones/sectoriales/infraestructurahidraulica/publicaciones_conagua/Pdf/publicaciones/2012%20PDF/13-SGP-17-12AVM2012.pdf>.

Conagua (2013). *Estadísticas del agua de la Región Hidrológico-Administrativa XIII: Organismo de Cuenca Aguas del Valle de México. México*, Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales.

Conagua (2014). *Estadísticas del agua en México 2014*. México, Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales. En: <http://www.conagua.gob.mx/CONAGUA07/Publicaciones/Publicaciones/EAM2014.pdf>.

Escolero Fuentes, O. A., S. E. Martínez, S. Kralisch y M. Perevochtchikova (2009). *Vulnerabilidad de las fuentes de abastecimiento de agua potable de la Ciudad de México en el contexto del cambio climático.* México, Centro Virtual de Cambio Climático Ciudad de México, Centro de Ciencias de la Atmósfera/UNAM, Instituto de Ciencia y Tecnología del Distrito Federal.

González, A. y M. Perló (2005). *¿Guerra por el agua en el Valle de México? Estudio sobre las relaciones hidráulicas entre el Distrito Federal y el Estado de México*. México, Programa Universitario de Estudios sobre la Ciudad/UNAM, Fundación Friedrich Ebert. En: <http://www.puec.unam.mx/pdf/publicaciones_digitales/guerra_por_agua.pdf>.

González, A., B. Jiménez, R. Gutiérrez y B. Morañón (2011). *Evaluación de la política de acceso al agua en el Distrito Federal*. México, Programa Universitario de Estudios sobre la Ciudad/UNAM.

González-Villareal, F. (2016). Estrategias para la sustentabilidad del acuífero del Valle de México. *H_2O Gestión del Agua*, año 3, núm. 10, pp. 4-9. En: <https://issuu.com/helios_comunicacion/docs/h2o_10_finok>.

Hernández-Espriú, J. A. (2013). *Modelo DRASTIC-Sg: Una nueva herramienta para mejorar la gestión del acuífero de la Ciudad de México.* México, Proyecto clave 121128 Conacyt- Fondo Mixto para la Investigación Científica y Tecnológica. En: <http://www.ai.org.mx/ai/images/sitio/201309/ingresos/jhe/2_trabajo_ai_hedzespriu_2013.pdf>.

Jáuregui, E. (2000). *El clima de la Ciudad de México.* México, Universidad Nacional Autónoma de México.

León, C. y C. Neri, (2010). *Pobreza urbana y cambio climático para la Ciudad de México. Informe final.* México, Centro Virtual de Cambio Climático de la Ciudad de México, Centro de Ciencias de la Atmósfera/UNAM. En: <http://www.cvcccm-atmosfera.unam.mx/sis_admin/archivos/ccypobreza.pdf>.

López Bravo, L. (2015). *Evaluación de la predictibilidad del tiempo atmosférico en la Ciudad de México.* México, Universidad Nacional Autónoma de México.

Magaña Rueda, V. O., N. Vargas, G. Galguera y C. Neri (2012). *Estudio para sistematizar una propuesta metodológica del análisis de la vulnerabilidad actual y bajo cambio climático*. México, Instituto de Geografía/UNAM, Instituto Nacional de Ecología. En: <http://www.inecc.gob.mx/descargas/cclimatico/2012_est_prop_met_vul_cc.pdf>.

Magaña Rueda, V., J. Méndez Pérez, L. Galván Ortiz, L. López Bravo y B. Méndez Antonio, (2010). Estudio de vulnerabilidad diferenciada ante eventos extremos del clima en la Zona Metropolitana de la Ciudad de México: aspectos climáticos. En: C. León y C. Neri (coords.), *Informe final. Estudio: pobreza urbana y cambio climático para la Ciudad de México*. México, Banco Mundial, Gobierno del Distrito Federal.

Sacmex (2016). *Base de datos del consumo promedio de agua potable en metros cúbicos*. México, Sistema de Aguas de la Ciudad de México.

Semarnat (2011). *Programa para mejorar la calidad del aire de la Zona Metropolitana del Valle de México 2011-2020*. México, Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales, Secretaría de Salud, Gobierno del Distrito Federal; Gobierno del Estado de México.

Solano Rojas, D. E. (2013). *Evaluaciones de riesgo por fallamiento asociado a subsidencia derivadas de InSAR*. Tesis para grado de ingeniero geólogo, México, Universidad Nacional Autónoma de México. En: <http://www.ptolomeo.unam.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/132.248.52.100/5629/TESIS.PDF.pdf?sequence=>.

Información en línea

Conabio (2012). Cuencas Hidrológicas. En: Portal de Geoinformación. Sitio: <http://www.conabio.gob.mx/informacion/gis/>.

Conagua (2007a). Regiones Hidrológicas Administrativas, escala 1: 250 000. República Mexicana. Sitio: <http://www.conabio.gob.mx/informacion/gis/>.

Conagua (2007b). Subregiones Hidrológicas, escala 1:250 000. República Mexicana. Sitio: <http://www.conabio.gob.mx/informacion/gis/>.

Conapo (2014). *Índice de Marginación*. Sitio: http://catalogo.datos.gob.mx/dataset/indice-de-marginacion>.

INEGI (2016). Cartografía Urbana. Sitio: <http://www.inegi.org.mx/geo/contenidos/urbana/default.aspx>.

AUTORES

Carlos Anzaldo Gómez

Es diseñador de asentamientos humanos por la Universidad Autónoma Metropolitana (UAM) y egresado de la maestría en Desarrollo Urbano de El Colegio de México. Se ha desempeñado como colaborador del Programa de Estudios Metropolitanos de la UAM. Fue líder de proyecto en el Fideicomiso de Estudios Estratégicos sobre la Ciudad de México y director de Poblamiento y Desarrollo Regional Sustentable de la Secretaría General del Consejo Nacional de Población. Su principal actividad se ha centrado en el desarrollo de estudios e instrumentos para la planeación del desarrollo, así como la actualización de los índices de marginación a diferentes escalas territoriales, la coordinación de los trabajos del Grupo Interinstitucional para la Delimitación de las Zonas Metropolitanas de México, el seguimiento a los Objetivos de Desarrollo del Milenio, y la formulación de contenidos sobre migración interna, urbanización y distribución territorial de la población.

Sandra Paulina Baca Servín

Recientemente graduada de la maestría en Riesgos y Peligros Naturales de la Universidad de Durham en Inglaterra, es egresada de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional Autónoma de México. Ha colaborado en proyectos relacionados con cartografía minera, hidráulica, catastro y medio ambiente en diversas instituciones públicas del país.

Luis Alejandro Burgos Dzib

Es egresado de la Facultad de Economía y cursa la especialización en Estadística Aplicada en el Instituto de Investigaciones en Matemáticas Aplicadas y en Sistemas de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM). Posee experiencia en investigación sobre crecimiento y convergencia en el Programa Universitario de Estudios del Desarrollo de la UNAM.

Camilo Caudillo Cos

Es profesor investigador asociado en el Centro de Investigación en Geografía y Geomática Ing. Jorge L. Tamayo. Maestro en Estudios de Población por la Facultad Latinoamericana de Ciencias Sociales y en Geomática por el Centro Geo, donde imparte cursos en la especialidad y el diplomado en Geomática. Sus líneas de investigación se relacionan con fenómenos urbanos: la relación entre el entorno construido y el comportamiento de viajes, segregación residencial, criminología ambiental, entre otros. Es auor de artículos en revistas especializadas, así como en capítulos de libros. Ha participado en diversos congresos y simposios internacionales.

Nirani Corona Romero

Bióloga con especialidad y maestría en Geomática, es investigadora asociada A del Centro de Investigación en Geografía y Geomática Ing. Jorge L. Tamayo. Su experiencia tanto académica como laboral se ha enfocado a la modelación de crecimiento urbano e identificación de sus posibles consecuencias en los recursos naturales, tema que ha desarrollado desde la licenciatura. Su investigación abarca el monitoreo de la cubierta vegetal mediante métodos de percepción remota; el análisis de biodiversidad, de cuencas y de biomasa en ecosistemas forestales.

Socorro Flores Gutiérrez

Técnica académica en el Laboratorio de Análisis Socioterritorial de la Universidad Autónoma Metropolitana, Unidad Cuajimalpa. Es, además, investigadora en el Instituto de Estudios Criminológicos Transdisciplinarios. Licenciada en Geografía y Ordenación del Territorio por la Universidad Autónoma del Estado de México, con especialidad y maestría en Geomática por el Centro de Investigación en Geografía y Geomática Ing. Jorge L. Tamayo. Se interesa en líneas de investigación de análisis espacial, sistemas de información geográfica, percepción de inseguridad y segregación socioespacial.

José Mauricio Galeana Pizaña

Geógrafo, con especialidad y maestría en Geomática. Cursa el programa de doctorado en Geografía en la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM) y forma parte de la plantilla de profesores de asignatura del Colegio de Geografía de esa institución. Es investigador asociado del Centro de Investigación en Geografía y Geomática Ing. Jorge L. Tamayo. Su área de experiencia se refiere a sistemas de información geográfica, percepción remota y geoestadística aplicada a recursos naturales, biomasa y sistemas productivos. Ha publicado diversos artículos en revistas internacionales arbitradas e indexadas y en revistas del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología. Fue ganador del concurso nacional de tesis de licenciatura sobre ecosistemas y biodiversidad que organiza la Comisión Nacional de Áreas Protegidas.

Claudia Lorena Galindo Arizpe

Licenciada en Economía por la Universidad Nacional Autónoma de México, con maestría en Desarrollo Urbano por la Universidad Abierta de Cataluña. Se ha dedicado fundamentalmente a la investigación aplicada, elaboración de estudios territoriales y tareas de coordinación de proyectos de vinculación. Asimismo, al diseño y evaluación de políticas públicas relacionadas con los temas de sustentabilidad y desarrollo territorial tanto nacional como local y regional. Es investigadora del Centro de Investigación en Geografía y Geomática Ing. Jorge L. Tamayo.

Aldo Daniel Jiménez Ortega

Es licenciado en Economía y maestro en Estrategia Agroempresarial por la Universidad Nacional Autónoma de México y la Universidad de Chapingo, respectivamente. Ha cursado diplomados en Geomática y en regulación económia. Se ha desempeñado como consultor especialista en la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. Forma parte de la Red de Investigación de Sustentabilidad Alimentaria de Centro Geo, donde orienta su investigación hacia la agricultura familiar, caracterización de la región Pacífico Sur (Michoacán, Guerrero, Oaxaca y Chiapas), los procesos de transferencia de conocimientos a través de redes de innovación y la sustentabilidad de la provisión de servicios ecosistémicos.

Alejandro Mohar Ponce

Investigador titular del Centro de Investigación en Geografía y Geomática Ing. Jorge L. Tamayo. Maestro en Ciencias egresado de la London School of Economics, con maestría en Desarrollo Urbano por la Universidad Abierta de Cataluña. Desde el año 2001 se desempeña como coordinador de proyectos orientados a generar aportes en políticas públicas, con énfasis en la evolución de la agenda pública e institucional. Asimismo, en las temáticas de desarrollo regional, dinámicas territoriales urbanas, cambio ambiental global y adaptación y sustentabilidad alimentaria.

Juan Manuel Núñez

Es investigador asociado del Centro de Investigación en Geografía y Geomática Ing. Jorge L. Tamayo, especialista en áreas de la geomática como análisis espacial, percepción remota y sistemas de información geográfica. Su investigación se ha dirigido hacia la cuantificación, monitoreo, análisis y modelado espacial de cobertura arbórea en ambientes rurales y urbanos. Ha participado en más de una docena de proyectos de investigación y cuenta con diversas publicaciones en revistas especializadas, capítulos de libros y memorias tanto internacionales como nacionales sobre geomática aplicada a temas ambientales. Imparte de manera regular cursos y talleres sobre percepción remota y sistemas de información geográfica.

Marisol Romero Magallán

Es maestra en Medio Ambiente, Cultura y Sociedad por la Universidad de Edimburgo y licenciada en Sociología por la Universidad Nacional Autónoma de México. Su investigación se ha centrado en las áreas verdes de la Ciudad de México, particularmente en torno a los conflictos por su uso y manejo. En la actualidad se desempeña como directora del Huerto Tlatelolco, un proyecto de agricultura urbana en el centro de la Ciudad.

Tesalia Valencia Belén

Licenciada en Economía por la Universidad Nacional Autónoma de México, cuenta con diplomados en Geomática y en Desastres y Cambio Climático. Ha sido consultora en la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. En la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM) ha participado en proyectos de evaluación de programas y de investigación sobre economía agrícola. Escribe regularmente para el Observatorio Económico Latinoamericano sobre temas relacionados con la economía internacional.

ÍNDICE

DE CUADROS,
FIGURAS Y GRÁFICAS

Funcionalidad territorial y delimitación de la Zona Metropolitana de la Ciudad de México desde la perspectiva de flujos laborales

Cuadro 1. Delegaciones y municipios que integran la Zona Metropolitana del Valle de México, *27*
Cuadro 3. Zona Metropolitana de la Ciudad de México. Población total, población ocupada residente y población que trabaja en la Ciudad de México por delegación y municipio, 2015, *34*
Cuadro 2. Distribución de la población ocupada que trabaja en la Ciudad de México y reside en otra entidad federativa, 2015, *33*
Figura 1. Cuenca de México, *25*
Figura 2. Área de Estudio del Programa de Ordenación de la Zona Metropolitana del Valle de México, *26*
Figura 3. Zona Metropolitana del Valle de México, *30*
Figura 4. Área de estudio: Zona Metropolitana de la Ciudad de México, 2015, *36*
Gráfica 1. Población ocupada en la Ciudad de México que reside en otra entidad federativa y porcentaje acumulado en los primeros cien municipios, 2015, *32*

Modelo espacial y pronóstico de la expansión de la mancha urbana, 1995-2030

Cuadro 1. Capas que requiere el modelo SLEUTH para su implementación, insumos y métodos por los cuales fueron creadas, *45*
Cuadro 2. Valores obtenidos a partir del análisis de los pesos de las vías de transporte para la corrida del SLEUTH, *48*
Cuadro 3. Coeficientes obtenidos de la calibración del SLEUTH para correr la fase de predicción, *52*
Cuadro 4. Porcentaje de pérdida del área de los Parques Nacionales que se encuentran en la Cuenca de México, 1995-2030, *63*
Matriz de intersecciones por tipo de camino para el año 2015, *81*
Figura 1. Ubicación de la Cuenca de México, *42*
Figura 2. Tipo y número de capas de información en arreglo matricial que requiere el modelo SLEUTH para su implementación, *43*
Figura 3. Ilustración del análisis empleado para la obtención de los porcentajes de ocupación del área urbana por tipo de camino, *47*
Figura 4. Vías de transporte de la Cuenca de México que tienen la mayor influencia en la expansión de la mancha urbana, *49*
Figura 5. Expansión de la mancha urbana en la Cuenca de México, 1995-2030, *54*
Figura 6. Incremento de la mancha urbana por periodo en la Cuenca de México, 1995-2030, *55*
Figura 7. Expansión de la mancha urbana en la Ciudad de México, 1995-2030, *57*
Figura 8. Superficie e incremento de la mancha urbana en la Ciudad de México, 1995-2030, *58*
Figura 9. Porcentaje del territorio de cada delegación de la Ciudad de México ocupado por la mancha urbana, *59*
Figura 10. Incremento de manzanas por área geoestadística básica, 2005-2010 y 2010-2015 en la Ciudad de México, *61*
Figura 11. Número de manzanas por área geoestadística básica en la Ciudad de México, 2005, 2010 y 2015, *62*
Figura 12. Territorio de las diferentes unidades de gestión ambiental ocupado por los asentamiento humanos, 2005-2030, *66*
Figura 13. Porcentaje del territorio de cada municipio de la Zona Metropolitana de la Ciudad de México ocupado por la mancha urbana, 1995-2030, *70*
Figura 14. Expansión de la mancha urbana en la Zona Metropolitana de la Ciudad de México, 1995-2030, *71*
Figura 15. Incremento de la mancha urbana por periodo en la Zona Metropolitana de la Ciudad de México. 1995-2030, *73*
Figura 16. Incremento de manzanas por área geoestadística básica en la Zona Metropolitana de la Ciudad de México, 2005-2010 y 2010-2015, *74*
Figura 17. Número de manzanas por área geoestadística básica en la Zona Metropolitana de la Ciudad de México, 2005-2010 y 2010-2015, *75*
Figura 18. Pérdida de unidades de gestión ambiental en la Zona Metropolitana de la Ciudad de México por la expansión de la mancha urbana, 1995-2030, *78*
Gráfica 1. Superficie ocupada por la mancha urbana para cada entidad de la Cuenca de México, *53*
Gráfica 2. Incremento de la mancha urbana en la Ciudad de México, 1995-2030, *56*
Gráfica 3. Pérdida en porcentaje de las diferentes unidades de gestión ambiental por el crecimiento de la urbe, 2005-2030, *65*
Gráfica 4. Superficie ocupada por la mancha urbana en los municipios de la Zona Metropolitana de la Ciudad de México, 1995-2030, *69*
Gráfica 5. Pérdida en porcentaje de las diferentes unidades de gestión ambiental en la Zona Metropolitana de la Ciudad de México por el crecimiento de la mancha urbana, 1995-2030, *76*

Tendencias y prospectiva demográfica, 1990-2030

Cuadro 1. Zona Metropolitana de la Ciudad de México. Población y crecimiento medio anual por ámbito geográfico, 1990-2015, *86*
Cuadro 2. Resumen de las tasas de cambio demográfico por ámbito geográfico, 1990-2015, *96*
Cuadro 3. Migración interestatal y saldo neto migratorio, 2010-215, *103*
Cuadro 4. Estructura poblacional por grandes grupos de edad, 1990-2015, *104*
Cuadro 5. Razones de dependencia demográfica total, juvenil y de la tercera edad, 1990-2015, *105*
Figura 1. Zona Metropolitana de la Ciudad de México. Crecimiento medio anual por delegación y municipio, 1990-2015, *97*
Figura 2. Zona Metropolitana de la Ciudad de México. Autocorrelación espacial de la tasa de crecimiento por delegación y municipio, 1990-2015, *98*
Figura 3. Conglomerados de delegaciones y municipios por dinámica urbana, 2010-2015, *114*
Gráfica 1. Tasa de mortalidad infantil, 1990-2030, *88*
Gráfica 2. Esperanza de vida al nacimiento, 1990-2030, *88*
Gráfica 3. Tasa global de fecundidad, 1990-2030, *89*
Gráfica 4. Inmigrantes y emigrantes interestatales, 1990-2030, *91*
Gráfica 5. Participación en el total de la migración interestatal, 1990-2030, *91*
Gráfica 6. Migración neta internacional, 1990-2030, *93*
Gráfica 7. Tasa de crecimiento medio anual, 1990-2015, *93*
Gráfica 8. Crecimiento por delegación y municipio, 1990-2010, *94*
Gráfica 9. Crecimiento por delegación y municipio, 2000-2015, *95*
Gráfica 10. Incremento demográfico y porcentaje acumulado por delegación y municipio, 1990-2015, *99*
Gráfica 11. Migrantes interestatales por entidad de origen y municipio de destino, 2010-2105, *103*
Gráfica 12. Comparación entre las proyecciones de población del Conapo y las estimaciones de la Encuesta Intercensal por delegación y municipio, por rangos de población, 2015, *107*
Gráfica 13. Tamaño de la población y participación en la ZMCM, 2010-2030, *108*
Gráfica 14. Población por grupos de edad y razón de dependencia demográfica, 2010-2030, *109*
Gráfica 15. Incremento demográfico previsto por delegación y municipio, 2020-2030, *110*
Gráfica 16. Tasas de crecimiento medio anual por ámbito geográfico, 1990-2015, *111*
Gráfica 17. Tasas de crecimiento medio anual por ámbito geográfico, 2010-2015, *112*
Gráfica 18. Densidades y superficie urbanizada, 2010-2015, *112*

De la casa al trabajo, evolución de la movilidad laboral

Cuadro 1. Flujos laborales generales, *123*
Cuadro 2. Flujos por tipo de empleo, *124*
Cuadro 3. Distribución modal de los viajes laborales 2015, *124*
Cuadro 4. Distribución de los tiempos de viaje al trabajo, 2015, *125*
Cuadro 5. Estadísticos descriptivos de autocontención laboral e informalidad, *128*
Cuadro 6. Características de las redes y comunidades detectadas, *137*
Figura 1. Porcentaje de viviendas que disponen de automóvil, *127*
Figura 2. Autocontención laboral en el año 2000, *129*
Figura 3. Mapa del patrón espacial de la clasificación de los flujos generales en el año 2000, *136*
Figura 4. Mapas de las comunidades resultantes por fecha y población, *138*
Figura 5. Mapa del índice compuesto de centralidad con las comunidades de la matriz general de 2015 y la producción de conjuntos de vivienda social durante el periodo 2000-2015, *141*
Figura 6. Ciclo de dependencia del automóvil, *144*
Figura A1. Matriz origen-destino y su transformación en grafo, *147*
Figura A2. Diagrama de campo de flujos. Clasificación por cuadrante, *148*
Gráfica 1. Evolución de los vehículos registrados en la Zona Metropolitana de la Ciudad de México, *126*
Gráfica 2. Autocontención laboral en el año 2000, *130*
Gráfica 3. Diagramas de cajas y bigotes de los índices de Gini de flujos (valores crudos), *131*
Gráfica 4. Diagramas de campos de flujos laborales, *134*
Gráfica 5. Diagramas de cuerdas de las matrices de flujos laborales reducidas por comunidad (miles), *139*

Tendencias espacio-temporales en la segregación socioespacial

Cuadro 1. Descripción de los indicadores utilizados para el análisis de componentes principales, *159*
Cuadro 2. Estadísticos descriptivos por variable para el año 2000, *159*
Cuadro 3. Estadísticos descriptivos por variable y zona para el año 2000, *160*
Cuadro 4. Estadísticos descriptivos por variable y zona para el año 2010, *163*
Cuadro 5. Estadísticos descriptivos por variable y zona para el año 2010, *163*
Cuadro 6. Comparación grado de segregación socioespacial en 2000 y 2010, *167*

Cuadro 7. Frecuencia de las áreas geoestadísticas básicas de acuerdo con las variables más importantes por región, 2000 y 2010, *170*
Cuadro 8. Población residente por la variable más importante y región, 2000 y 2010, 170
Cuadro A.1. Comunalidades de las variables para el año 2000, *173*
Cuadro A.2. Varianza total explicada para el año 2000, *173*
Cuadro A.3. Matriz de componentes para el año 2000, *174*
Cuadro A.4. Comunalidades de las variables para el año 2010, *174*
Cuadro A.5. Varianza total explicada para el año 2010, *174*
Cuadro A.6. Matriz de componentes para el año 2010, *174*
Figura 1. Grado de segregación socioespacial en el año 2000, *161*
Figura 2. Grado de segregación socioespacial en el año 2010, *166*
Figura 3. Variables más importantes localmente del primer componente, *168*
Figura 4. Variables locales más importantes en el primer componente, 2000 y 2010, *169*

Una mirada a la economía de la Ciudad de México

Cuadro 1. Participación relativa de las delegaciones en el valor agregado censal bruto de la Ciudad, 1998 y 2013 (porcentajes), *195*
Cuadro 2. Valor agregado censal bruto nacional y de la Zona Metropolitana de la Ciudad de México, Ciudad de México y delegaciones, 1998 y 2013, *197*
Gráfica 1. Contribución de la Ciudad de México al PIB nacional, 2015 (porcentajes), *180*
Gráfica 2. Composición del valor agregado censal bruto de la Zona Metropolitana de la Ciudad de México, 1998-2013 (porcentaje), *180*
Gráfica 3. Contribución relativa de la Zona Metropolitana de la Ciudad de México en el PIB nacional, 2013 y comparación con otras zonas metropolitanas del país (porcentajes), 181
Gráfica 4. Peso relativo de los factores de la producción de la Ciudad de México en el total nacional promedio, 1998-2013 (porcentajes), *182*
Gráfica 5. Personal ocupado: peso relativo de la Ciudad de México, la Zona Metropolitana de la Ciudad de México y estados seleccionados en el total nacional, promedio 1998-2013, *182*
Gráfica 6. Evolución de la tasa media de crecimiento anual del PIB nacional y el PIB de la Ciudad de México, 1994-2015 (porcentajes), 183
Gráfica 7. Contribución de la Ciudad de México al PIB sectorial del país, promedio 2003-2015 (porcentajes), *183*
Gráfica 8. Evolución del PIB de la Ciudad de México, 1993-2015. 8a. Crecimiento del PIB de la Ciudad de México, 1993-2015 (millones de pesos a precios de 2008), *184*
Gráfica 8. Evolución del PIB de la Ciudad de México, 1993-2015. 8b. Peso relativo del PIB de la Ciudad de México en el PIB nacional, 1993-2015 (porcentajes), *185*
Gráfica 9. Evolución y cambio en la contribución de la Ciudad de México y los estados en el PIB nacional, 1993-2015. 9a. Evolución del PIB de la Ciudad de México y las entidades con mayor contribución al PIB nacional, 1993-2015 (millones de pesos a precios de 2008), *186*
Gráfica 9. Evolución y cambio en la contribución de la Ciudad de México y los estados en el PIB nacional, 1993-2015. 9b. Cambio porcentual en la participación del PIB de las entidades federativas en el PIB nacional, 1993-2015, *187*
Gráfica 10. Tasa media de crecimiento anual. Nacional, Ciudad de México y entidades con mayor contribución al PIB nacional, 1993-2015 (porcentajes), *188*
Gráfica 11. Tasa media de crecimiento anual promedio del PIB por entidad federativa, 1993-2015 (porcentajes), *188*
Gráfica 12. Cambio en la estructura sectorial del PIB de la Ciudad de México, 2003 y 2014 (porcentajes), 189
Gráfica 13. Variación porcentual en participación de los grandes sectores en el PIB de la Ciudad de México, 2003-2014, 189
Gráfica 14. Productividad: Ciudad de México y promedio nacional, 2005 y 2015 (miles de pesos por trabajador), *192*
Gráfica 15. Producto por trabajador de la Ciudad de México y las entidades con mayor contribución al PIB nacional, 2005-2015. 15a. Producto por trabajador, 2005-2015 (pesos constantes de 2008), *193*
Gráfica 15. Producto por trabajador de la Ciudad de México y las entidades con mayor contribución al PIB nacional, 2005-2015. 15b. Tasa media de crecimiento anual, 2005-2015 (porcentajes), 193
Gráfica 16. Contribución de las delegaciones al valor agregado censal bruto de la Ciudad de México, 1998 y 2013 (porcentajes), *194*
Gráfica 17. Valor agregado censal bruto generado en las delegaciones, 1998 y 2013 (millones de pesos a precios constantes de 2013), *196*
Gráfica 18. Evolución de la productividad en las delegaciones de la Ciudad de México, 1998 y 2013 (índices), *198*
Gráfica 19. Evolución de la productividad, 1998-2013. Promedio nacional, Ciudad de México, Zona Metropolitana de la Ciudad de México y municipios de la ZMCM (índices), *199*
Gráfica 20. Productividad, 1998 y 2013. Promedio nacional, Ciudad de México, Zona Metropolitana de la Ciudad de México y municipios de la ZMCM (índices), 199
Gráfica 21. Productividad en los principales municipios de la Zona Metropolitana de la Ciudad de México, 1998-2013 (índices), *200*

Tendencias territoriales del empleo en la Ciudad de México

Cuadro 1. Personal ocupado total, 1998 y 2013 (número de personas), *205*
Cuadro 2. Peso relativo del personal ocupado en el total nacional, 1998-2013 (porcentajes), *206*
Cuadro 3. Personal ocupado: tasa media de crecimiento anual, 1998-2013 (porcentajes), *206*
Cuadro 4. Personal ocupado. Variación porcentual, 1998-2013, *208*
Cuadro 5. Cambios en la distribución del personal ocupado en el país. Entidades con mayor peso relativo, 1998-2013 (porcentajes), *210*
Cuadro 6. Tasa media de crecimiento anual del personal ocupado. Total nacional, Ciudad de México y entidades seleccionadas, 1998-2013 (porcentajes), *210*
Cuadro 7. Distribución sectorial del personal ocupado en la Ciudad de México, 1998-2013 (porcentajes), *212*
Cuadro 8. Personal ocupado en la Ciudad de México, por delegación, 1998-2013 (número de personas y porcentajes), *215*
Cuadro 9. Tasa media de crecimiento anual del personal ocupado en la Ciudad de México, por delegaciones, 1998-2013 (porcentajes), *221*
Cuadro 10. Distribución del personal ocupado en la Ciudad de México, por delegaciones, 1998 y 2013 (número y porcentajes), *222*
Figura 1. Incremento relativo del personal ocupado en la Ciudad de México, por delegaciones, 1998-2013, *218*
Figura 2. Tasa media de crecimiento anual del personal ocupado en la Ciudad de México, por delegaciones, 1998-2013, *220*
Figura 3. Cambio en la distribución del personal ocupado de la Ciudad de México entre las delegaciones, 1998 y 2013, *227*
Gráfica 1. Distribución del personal ocupado en la Zona Metropolitana de la Ciudad de México, 2013, 204
Gráfica 2. Evolución del personal ocupado en la Ciudad de México y los municipios de la Zona Metropolitana de la Ciudad de México en relación con el total nacional, 1998-2013 (Número de personas), *204*
Gráfica 3. Contribución relativa de la Ciudad de México, la ZMCM y los municipios de la zona metropolitana en la población ocupada total del país, 1998-2013 (porcentajes), *206*
Gráfica 4. Personal ocupado: tasa medio de crecimiento anual, 1998-2013 Ciudad de México, Zona Metropolitana de la Ciudad de México, municipios de la Zona Metropolitana y nacional (porcentajes), *207*
Gráfica 5. Tendencia de cambio en el volumen del personal ocupado, 1998-2013 (número de personas), *207*
Gráfica 6. Participación del personal ocupado de la Ciudad de México y los municipios de la zona metropolitana en relación con el total nacional, 1998 y 2013 (porcentajes), *208*
Gráfica 7. Distribución del personal ocupado en el país, 1998 y 2013 (porcentajes), *209*
Gráfica 8. Tasa media de crecimiento anual del personal ocupado en la Ciudad de México y entidades seleccionadas, 1998-2013 (porcentajes), *211*
Gráfica 9. Distribución sectorial del personal ocupado en la Ciudad de México (promedio 1998-2013), *213*
Gráfica 10. Distribución sectorial del personal ocupado en la Ciudad de México. Promedio 1998-2013 (porcentajes), *213*
Gráfica 11. Cambio en la distribución sectorial del personal ocupado en la Ciudad de México, 1998 y 2013 (porcentajes), *214*
Gráfica 12. Personal ocupado en la Ciudad de México, por delegación, 1998 y 2013 (número de personas), *216*
Gráfica 13. Personal ocupado en la Ciudad de México, por delegaciones, 1998-2013 (número de personas), *217*
Gráfica 14. Incremento relativo en el personal ocupado de las delegaciones de la Ciudad de México, 1998-2013 (porcentajes), *219*
Gráfica 15. Tasa media de crecimiento anual del personal ocupado en las delegaciones de la Ciudad de México, 1998-2013 (porcentajes), *219*
Gráfica 16. Tasa media de crecimiento anual del personal ocupado en las delegaciones de la Ciudad de México, 1998-2013 (porcentajes), *223*
Gráfica 17. Distribución del personal ocupado entre las delegaciones de la Ciudad de México, 1998 y 2013 (porcentajes), *226*
Gráfica 18. Delegación Tlalpan. Distribución sectorial del personal ocupado, 1998 y 2013, *228*
Gráfica 19. Delegación Xochimilco. Distribución sectorial del personal ocupado, 1998 y 2013, *229*
Gráfica 20. Delegación Tláhuac. Distribución sectorial del personal ocupado, 1998 y 2013, *230*
Gráfica 21. Delegación Milpa Alta. Distribución sectorial del personal ocupado, 1998 y 2013, *231*
Gráfica 22. Delegación La Magdalena Contreras. Distribución sectorial del personal ocupado, 1998 y 2013, *232*
Gráfica 23. Delegación Miguel Hidalgo. Distribución sectorial del personal ocupado, 1998 y 2013, *233*
Gráfica 24. Delegación Álvaro Obregón. Distribución sectorial del personal ocupado, 1998 y 2013, *234*
Gráfica 25. Delegación Cuajimalpa. Distribución sectorial del personal ocupado, 1998 y 2013, *235*
Gráfica 26. Delegación Azcapotzalco. Distribución sectorial del personal ocupado, 1998 y 2013, *236*
Gráfica 27. Delegación Gustavo A. Madero. Distribución sectorial del personal ocupado, 1998 y 2013, *237*
Gráfica 28. Delegación Cuauhtémoc. Distribución sectorial del personal ocupado, 1998 y 2013, *238*
Gráfica 29. Delegación Benito Juárez. Distribución sectorial del personal ocupado, 1998 y 2013, *239*
Gráfica 30. Delegación Coyoacán. Distribución sectorial del personal ocupado, 1998 y 2013, *240*
Gráfica 31. Delegación Iztapalapa. Distribución sectorial del personal ocupado, 1998 y 2013, *241*
Gráfica 32. Delegación Iztacalco. Distribución sectorial del personal ocupado, 1998 y 2013, *242*
Gráfica 33. Delegación Venustiano Carranza. Distribución sectorial del personal ocupado, 1998 y 2013, *243*

Empleo y economía desde una perspectiva metropolitana

Cuadro 1. Distribución relativa del personal ocupado en los municipios de la Zona Metropolitana de la Ciudad de México, 1998-2013 (porcentajes), *249*
Cuadro 2. Estructura sectorial del personal ocupado en los municipios de la Zona Metropolitana de la Ciudad de México, 1998-2013 (porcentajes), *259*
Cuadro 3. Personal ocupado en municipios seleccionados de la ZMCM, 1998 y 2013. Estructura sectorial y tasa media de crecimiento anual, *260*
Cuadro 4. Distribución del personal ocupado en la Zona Metropolitana de la Ciudad de México, 1998-2013. Principales delegaciones y municipios (porcentajes), *265*
Cuadro 5. Distribución del personal ocupado en la Zona Metropolitana de la Ciudad de México por lugar de importancia, 1998-2013. Principales delegaciones y municipios (porcentajes y posición), *266*
Anexo 1. Cambio en la distribución relativa del personal ocupado en la ZMCM, 1998 y 2013, *274*
Figura 1. Cambio en la distribución del personal ocupado entre los municipios de la Zona Metropolitana de la Ciudad de México, 1998 y 2013, *252*
Figura 2. Incremento relativo del personal ocupado en los municipios de la Zona Metropolitana de la Ciudad de México, 1998-2013, *254*
Figura 3. Tasa media de crecimiento anual del personal ocupado de los municipios de la Zona Metropolitana de la Ciudad de México, 1998-2013, *256*
Figura 4. Cambio en la distribución del personal ocupado en la ZMCM 1998 y 2013 (porcentajes), *268*

Figura 5. Evolución del valor agregado censal bruto para los principales sectores, por comunidad, *270*
Figura 6. Evolución del personal ocupado para los principales sectores, por comunidad, *272*
Figura 7. Evolución de la formación bruta de capital fijo para los principales sectores, por comunidad, *273*
Gráfica 1. Distribución territorial del personal ocupado en la Zona Metropolitana de la Ciudad de México, Promedio 1998-2013 (porcentajes), *248*
Gráfica 2. Cambio en el peso relativo del personal ocupado de los municipios en el total del personal ocupado de los municipios de la Zona Metropolitana de la Ciudad de México, promedio 1998-2013 (porcentajes), *250*
Gráfica 3. Personal ocupado en los municipios de la Zona Metropolitana de la Ciudad de México. Incremento porcentual, 1998-2013, *251*
Gráfica 4. Tasa media de crecimiento anual del personal ocupado en la Zona Metropolitana de la Ciudad de México, sus municipios y la Ciudad de México, 1998-2013 (porcentajes), *253*
Gráfica 5. Tasa media de crecimiento anual del personal ocupado de los municipios de la Zona Metropolitana de la Ciudad de México, promedio 1998-2013 (porcentajes), *255*
Gráfica 6. Distribución sectorial del personal ocupado en los municipios de la Zona Metropolitana de la Ciudad de México, 1998 y 2013 (porcentajes), *258*
Gráfica A.1. Evolución de la estructura sectorial del valor agregado en las Comunidades de la Zona Metropolitana de la Ciudad de México, *278*
Gráfica A.2. Evolución de la estructura sectorial del personal ocupado en las comunidades de la Zona Metropolitana de la Ciudad de México, *281*
Gráfica A.3. Evolución del valor agregado con respecto al personal ocupado a nivel sectorial en las comunidades de la Zona Metropolitana de la Ciudad de México, *284*

Tendencia dominante en la funcionalidad del espacio urbano-rural en la Cuenca de México

Cuadro 1. Cálculo de la superficie susceptible de cambio, 2015-2030, *295*
Cuadro 2. Cálculo las restricciones de altitud y pendiente a partir de los principales cultivos, *296*
Cuadro 3. Parámetros de restricción de altitud y pendiente, *296*
Cuadro 4. Procesos de cambio en el uso de suelo, 1976-2011, *298*
Cuadro 5. Procesos de cambio en el uso de suelo 2000-2007 y 2007-2015, Landsat, *298*
Cuadro 6. Estructura de uso de suelo y vegetación 2000, 2007 y 2015, *301*
Cuadro 7. Estructura de uso de suelo y vegetación en el escenario 2030, *304*
Figura 1. Estructura de uso de suelo y vegetación, 1976-2011, *299*
Figura 2. Procesos de cambio en el uso de suelo y vegetación, 1976-2015, *300*
Figura 3. Escenario tendencial de uso de suelo y vegetación, 2030, *305*
Figura 4. Estructura de uso de suelo y vegetación en el área de expansión urbana, 2030, *306*
Gráfica 1. Estructura de uso de suelo y vegetación como porcentaje de la superficie de la Cuenca, 1976-2011, *297*

Imperativos para una ciudad sustentable: áreas arboladas y planeación territorial

Cuadro 1. Indicadores relacionados con las áreas arboladas de la ZMVM, *319*
Cuadro 2. Distribución del volumen de emisiones de dióxido de carbono por movilidad y carbono aéreo almacenado en las áreas arboladas de la ZMVM, *320*
Cuadro 3. Principales programas de ordenamiento ecológico aplicables a la Zona Metropolitana del Valle de México, *323*
Cuadro A.1. Estimaciones de superficies forestales perdidas anualmente en suelo de conservación de la Ciudad de México, *333*
Cuadro A.2. Resumen de características de las imágenes de satélite Landsat y SPOT, *333*
Cuadro A.3. Validación de la confiabilidad mediante estadístico kappa y matriz de confusión, *333*
Figura 1. Contornos urbanos para la Zona Metropolitana del Valle de México, *314*
Figura 2a. Landsat VCF de la Zona Metropolitana del Valle de México, 2000, *316*
Figura 2b. Landsat VCF de la Zona Metropolitana del Valle de México, 2005, *317*
Figura 2c. Landsat VCF de la Zona Metropolitana del Valle de México, 2010, *318*
Figura 3. Instrumentos para el manejo de las áreas arboladas en la Zona Metropolitana del Valle de México, *321*
Figura 4. Áreas naturales protegidas por jurisdicción en la Zona Metropolitana del Valle de México, *325*
Figura 5. Escenario tendencial de áreas arbóreas en la Zona Metropolitana del Valle de México, *329*
Figura A.1. Cubierta forestal 1986-2010, *334*

El desbalance hídrico en la Cuenca de México y el cambio del microclima

Cuadro 1. Disponibilidad natural media de agua per cápita para la Región Hidrológica Administrativa XIII Aguas del Valle de México, *343*
Cuadro 2. Viviendas particulares habitadas, con disponibilidad de agua, en las delegaciones de la Ciudad de México, *348*
Cuadro 3. Consumo de agua potable por delegación en 2005, 2010 y 2015, *353*
Figura 1. Extensión territorial del sistema hidráulico que abastece de agua a la Zona Metropolitana de la Ciudad de México, *342*
Figura 2. Porcentaje de viviendas sin agua entubada en la Zona Metropolitana de la Ciudad de México en el año 2000, *350*
Figura 3. Porcentaje de viviendas sin agua entubada en la Zona Metropolitana de la Ciudad de México en el año 2010, *351*
Gráfica 1. Proporción de la población con acceso sostenible a fuentes mejoradas de abastecimiento de agua, *344*
Gráfica 2. Viviendas particulares habitadas con agua entubada y su distribución porcentual según dotación de agua para la Ciudad de México, 2010, *345*
Gráfica 3. Ocupantes en viviendas particulares habitadas, con disponibilidad de agua por acarreo en sus diversas modalidades, *349*
Gráfica 4. Porcentaje del consumo total de agua potable en millones de metros cúbicos por delegación, 2005-2015, *352*
Gráfica 5. Consumo de agua potable (litro por habitante al día) por delegación en 2005, 2010 y 2015, ***354***

Tendencias territoriales determinantes del futuro de la Ciudad de México

Se imprimió en agosto de 2016 en los talleres de Arte Gráfico, Álamos núm. 8, colonia Tlapacoya, Ixtapaluca, Estado de México
La edición consta de mil ejemplares