

Zona Metropolitana de la Ciudad de México: crecimiento y expansión al 2040

Prospectiva territorial
usando modelos
de simulación urbana

Roberto Ramírez Hernández



Zona Metropolitana
de la Ciudad de México:
crecimiento y expansión al
2040

Prospectiva territorial usando modelos
de simulación urbana

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

Dr. Enrique Luis Graue Wiechers
Rector

Dr. Leonardo Lomelí Vanegas
Secretario General

Dr. Luis Agustín Álvarez Icaza Longoria
Secretario Administrativo

Dra. Guadalupe Valencia García
Coordinadora de Humanidades

INSTITUTO DE INVESTIGACIONES ECONÓMICAS

Dr. Armando Sánchez Vargas
Director

Dra. Isalia Nava Bolaños
Secretaria Académica

Ing. Patricia Llanas Oliva
Secretaria Técnica

Mtra. Graciela Reynoso Rivas
Jefa del Departamento de Ediciones

PROGRAMA UNIVERSITARIO DE ESTUDIOS SOBRE LA CIUDAD

Dr. Javier Delgado Campos
Director

Mtra. Jessica Bautista Vergara
Secretaria Técnica Académica

Mtra. Mariana Sánchez Vieyra
Secretaria Técnica de Proyectos

Lic. Graciela Chávez Olvera
Jefa del Departamento de Publicaciones

Zona Metropolitana de la Ciudad de México: crecimiento y expansión al 2040

Prospectiva territorial usando modelos
de simulación urbana

Roberto Ramírez Hernández

Universidad Nacional Autónoma de México
Coordinación de Humanidades
Instituto de Investigaciones Económicas
Programa Universitario de Estudios sobre la Ciudad

México 2020



Zona Metropolitana de la Ciudad de México: crecimiento y expansión al 2040
Prospectiva territorial usando modelos de simulación urbana

Autor: Roberto Ramírez Hernández

Primera edición digital pdf, abril 2021

ISBN: 978-607-30-4434-9

D.R. © Universidad Nacional Autónoma de México
www.unam.mx

Coordinación de Humanidades
Circuito Mario de la Cueva s/n, Ciudad Universitaria,
Alcaldía Coyoacán, C.P. 04510, Ciudad de México.
www.humanidades.unam.mx

Instituto de Investigaciones Económicas
Circuito Mario de la Cueva, Ciudad de la Investigación en Humanidades,
Ciudad Universitaria, Alcaldía Coyoacán, C.P. 04510, Ciudad de México.
www.iiec.unam.mx

Programa Universitario de Estudios sobre la Ciudad
República de Cuba núm. 79, Centro Histórico,
Alcaldía Cuauhtémoc, C.P. 06010, Ciudad de México.
www.puec.unam.mx

Hélida De Sales Yordi
Cuidado de la edición

Laura Elena Mier Hughes
Diseño de portada

Elizabeth Vargas López
Formación tipográfica

El contenido de esta obra es responsabilidad del autor.
Queda prohibida la reproducción parcial o total de esta obra por cualquier
medio, incluidos los electrónicos, sin la autorización escrita del titular de los
derechos patrimoniales.

Hecho en México / Made in Mexico

Para Judith, porque su amor, compañía
y apoyo lo son todo. Gracias infinitas.

Para mis padres, porque su memoria
y su protección me acompañarán siempre.

“México es la ciudad en donde lo insólito sería que un acto, el
que fuera, fracasase por inasistencia. Público es lo que abunda,
y en la capital, a falta de cielos límpidos, se tienen, y a raudales,
habitantes, espectadores, automovilistas, peatones”.

Carlos Monsiváis

ÍNDICE

Prólogo.....	11
Introducción.....	13
Capítulo I. Literatura y principios teóricos en el crecimiento y expansión de una ciudad.....	17
Capítulo II. De la Ciudad de México a la Zona Metropolitana de la Ciudad de México.....	111
Capítulo III. Patrones de crecimiento y expansión de la ZMCM entre 1990 y 2010	169
Capítulo IV. Modelo de crecimiento y expansión para la Ciudad de México y su ZM al 2040.....	217
Conclusiones.....	283
Anexo.....	293
Referencias.....	297

PRÓLOGO

Adolfo Sánchez Almanza

La investigación de Roberto Ramírez Hernández sobre el crecimiento económico y la expansión física de la Zona Metropolitana de la Ciudad de México constituye un importante esfuerzo teórico-analítico de diagnóstico y prospectiva territorial, usando modelos de simulación y predicción de la expansión urbana con información histórica y grandes bases de datos.

A partir de una amplia revisión teórica sobre los procesos que originan diferentes modelos morfológicos asociados a la concentración demográfica y económica en el territorio, con conceptos clave como dimensión espacial de la economía y concentración económica espacial, se ofrecen escenarios con mayor certidumbre sobre las tendencias y retos que enfrentan las ciudades.

El estudio de la gran Zona Metropolitana de la Ciudad de México considera factores naturales, sus etapas históricas de crecimiento urbano en el marco de los modelos económicos aplicados en el país, su expansión física con cambios en el uso del suelo y algunas relaciones con las políticas públicas, planes y programas de ordenamiento territorial.

El análisis exploratorio de datos espaciales utiliza variables de población, empleo, vivienda y actividades económicas, las cuales se asocian con el uso del suelo industrial, comercial, de servicios y residencial metropolitano. En este marco propone un modelo matemático formalizado para explicar el crecimiento y la expansión física de la metrópoli.

Este tipo de análisis es una contribución fundamental para la planeación del territorio y orientar el diseño e instrumentación de las políticas públicas que prevean los graves problemas que enfrentarán la ciudad, su región de influencia y el país.

Los escenarios económico-espaciales metropolitanos indican una expansión constante de la población y de sus actividades en el territorio, con usos

de suelo mixtos que requieren de nuevas infraestructuras, equipamientos y servicios urbanos necesarios para mejorar la calidad de vida de sus habitantes.

Los resultados del modelo econométrico de simulación espacial con autómatas celulares indica que la Zona Metropolitana de la Ciudad de México seguirá creciendo hasta llegar a 23.4 millones de habitantes en el año 2040, con una tendencia física de expansión sobre todo hacia los municipios del norte y oriente, con importantes cambios de uso de suelo, y en condiciones de segregación socioespacial, marginación y pobreza. ¿Es posible ordenar este crecimiento?, ¿cuál es la función del Estado y la planeación?, ¿cuál es la imagen objetivo de la metrópoli?, ¿qué sucederá si en el presente no se toman las decisiones correctas?

Estos escenarios obligan a impulsar un proceso de planeación que permita dirigir el desarrollo tomando las decisiones adecuadas en el momento oportuno, antes que recurrir a acciones de remediación o corrección de fenómenos que implicarán enormes costos sociales, económicos y ambientales.

En México se requiere tomar en cuenta la prospectiva en la planeación territorial, la cual perdió relevancia ante las fuerzas del mercado. Por ello, será indispensable realizar estudios serios como el presente para alcanzar un modelo de país más justo, equilibrado y ordenado con zonas metropolitanas, como la de la Ciudad de México, que ofrezcan las mejores condiciones sociales, económicas y ambientales para que sus residentes tengan la mejor calidad de vida.

INTRODUCCIÓN

La Ciudad de México ha experimentado cambios significativos en las últimas décadas desde el punto de vista económico, y a pesar de tener una importante influencia en su crecimiento poblacional no se ha hecho evidente la asociación entre investigadores y estudiosos de la ciudad y sus procesos. Esto significa que en la Ciudad de México se ha observado un fenómeno de expansión física y poblacional, hasta convertirse en la Zona Metropolitana de la Ciudad de México, que ha sido constante, pero con cambios en los patrones de ocupación territorial que no se han relacionado con las modificaciones en la estructura económica de la ciudad, y mucho menos con los cambios económicos de carácter estructural suscitados en el país a partir de los años ochenta.

Lo anterior pone en evidencia la falta de entendimiento de los procesos evolutivos en la ciudad. Ciertamente, en las últimas cuatro décadas ha aparecido una cantidad importante de estudios descriptivos que han caracterizado el crecimiento poblacional, la expansión física de la ciudad y los procesos económicos al interior de la Ciudad de México y su Zona Metropolitana. Estos temas no se han asociado lo suficiente; al contrario, se han abordado como temas indivisibles, sin relación alguna (como si fueran una perspectiva integral), lo cual ha dado como resultado que los esfuerzos comprendan cabalmente los factores que determinan los procesos de crecimiento y expansión, y aún menos se hace un esfuerzo consolidado para realizar análisis prospectivo que permitiera comprender mejor las tendencias de crecimiento de la ciudad en el mediano y largo plazos.

Por otro lado, el manejo de diferentes gobiernos de origen político diverso ha mostrado su ineficacia. La descoordinación entre autoridades capitalinas y mexiquenses para el caso de la Zona Metropolitana, la poca efectividad de las políticas de ordenamiento territorial, los planes y programas destinados a contener, o en el mejor de los casos, desviar el crecimiento desmedido de la

Ciudad de México y su Zona Metropolitana hacen clara la falta de vocación y conocimiento de las autoridades en materia de planeación, y aún más clara la ineficiencia para ejecutar los programas diseñados. Por lo anterior, el panorama para la Ciudad de México y su Zona Metropolitana (ZMCM) no observa soluciones efectivas, al menos en el corto plazo.

Este problema no es privativo de la capital de México; muchas urbes en el país, y en el mundo, han hecho esfuerzos por comprender los procesos de crecimiento y expansión urbanas, en algunos casos esfuerzos insuficientes, mal orientados o incluso muy escasos; en otros, ha habido tareas y coordinación mucho más significativas, que han derivado en crecimiento más ordenado y con mejores posibilidades de entender, bajo puntos de vista prospectivos, cuáles son los escenarios más probables para sus ciudades. La diferencia básica radica en el conocimiento de los procesos de crecimiento urbano y los factores que los explican, así como en un esfuerzo coordinado por ejecutar planes realistas y con información útil, mediante instrumentos de medición precisos y oportunos.

De ahí que se afirme que el conocimiento cabal de los procesos de crecimiento económico-poblacional y expansión urbana, con el fin de identificar los factores que regulan los fenómenos, deberían pasar por lo menos por una revisión seria de conceptos asociados a la teoría del crecimiento económico urbano lo más actualizada posible, a los patrones teóricos de ocupación en el territorio, y su relación con la concentración económico-espacial en el mismo. Este conjunto de referencias teóricas debería ser suficiente para establecer un marco de referencia capaz de proporcionar una propuesta teórica de explicación del crecimiento de una ciudad, asociada a los procesos económicos y sociales expresados en el territorio urbano, de modo que como siguiente paso puedan plantearse planes y programas coherentes y realistas que ofrezcan un desarrollo urbano equilibrado y racional.

En los estudios sobre la Ciudad de México se observa la falta de perspectiva económica que explique espacial y territorialmente la expansión urbana, así como el crecimiento económico y poblacional de la ciudad. La mayor parte de los estudios se realizan con una idea demográfica o físico-espacial, sin considerar el efecto que tiene el comportamiento económico en la estructura y en la forma física de la ciudad y del comportamiento de su economía. Más aún, es notable el patrón policéntrico de esta, constituido por diversos centros de actividad económica en su interior, y su asociación con el empleo, la población y su respectiva localización.

A pesar de ello y de su naturaleza fundamentalmente económica, no se ha realizado un estudio que de manera rigurosa, a partir de un abordaje económico que incluya la dimensión espacial de la economía,* la caracterice y muestre de modo formal su naturaleza económica y las implicaciones que tiene para el desarrollo urbano, por su vinculación entre actividad económica, su localización y los usos de suelo a que da lugar.

Por otra parte, la política territorial y la planeación urbana de la Ciudad de México se han caracterizado por ser reactivas y por carecer, como en el caso de los estudios, de un análisis económico riguroso sobre las repercusiones del comportamiento económico en la estructura urbana y su funcionamiento.

De ahí la necesidad de investigar y demostrar el carácter económico del desarrollo urbano en la Ciudad de México, mostrando el origen económico de su estructura policéntrica y sus consecuencias en la expansión urbana de la ciudad. El desarrollo económico y social de la ciudad, y su expresión espacial y territorial, bajo este punto de vista permitirá elaborar un análisis de prospectiva de crecimiento urbano de esta, una vez que se valide la perspectiva de la dimensión espacial de la economía para la Ciudad de México, con el fin de contribuir a la toma de decisiones y a la formulación de políticas para el desarrollo urbano de la ciudad.

El presente trabajo está dividido en cuatro partes: en el capítulo I se revisan de manera exhaustiva los principios teóricos y estudios en materia de crecimiento urbano disponibles en la literatura. Estos representan los pilares formales en la estructura de un marco conceptual orientado hacia la propuesta y construcción de un modelo de simulación, el cual permitirá conocer las tendencias de urbanización en la ciudad hasta el 2040, mismas que son comprendidas mediante el uso de suelo, la densidad poblacional y el empleo. Con los elementos anteriores se realiza una propuesta teórica, fundamental en la concepción de los factores explicativos del crecimiento económico y del desarrollo de una ciudad. En este capítulo también se abordan diversos elementos metodológicos, para construir el citado modelo de simulación de prospectiva territorial.

En el capítulo II se establecen los antecedentes y hechos estilizados que dan lugar a una revisión histórica del crecimiento poblacional y económico

* Los conceptos dimensión espacial de la economía y concentración económica espacial serán revisados con detalle en el capítulo I.

de la ciudad hasta inicios de los años noventa. Asimismo, se analizan las características físicas del territorio del valle de México, que representan uno de los factores de crecimiento más importantes, debido a las ventajas naturales y creadas que han propiciado los procesos de urbanización de la capital mexicana. También se examinan las tendencias de urbanización a partir de la transformación del territorio físico, tal como la desecación del sistema lacustre del valle de México y el entubamiento de los diferentes ríos, para ser transformados en vialidades. Se analizan tales transformaciones en el siglo xx, que a su vez han dado lugar a los diversos usos de suelo existentes.

En el capítulo III se encuentran los elementos de la evidencia empírica, esto es, una descripción de patrones de uso de suelo encontrados en el territorio de la Ciudad de México y su Zona Metropolitana, que han evolucionado entre 1990 y 2010. Esta caracterización se hace con herramientas de análisis exploratorio de datos espaciales (ESDA, por sus siglas en inglés), metodología de vanguardia en el análisis económico-espacial. Es importante señalar que dicha caracterización permite construir la base de datos que alimentará el modelo de prospectiva territorial citado.

Finalmente, en el capítulo IV se hace la propuesta formal del modelo de prospectiva territorial mediante técnicas de simulación. Este modelo permitirá conocer las tendencias de crecimiento en el empleo y en la población de la ciudad, así como las de ocupación territorial y cambios en la densidad. También se realizan análisis de escenarios con el modelo, esto es, usando alternativas de política en restricción de usos de suelo se observan las nuevas tendencias de urbanización hasta el 2040, de manera que sea posible medir los efectos en cada escenario. De este modo, se propone una herramienta útil y novedosa para las actividades de planeación urbana.

Capítulo I.
Literatura y principios
teóricos en el crecimiento
y expansión de una ciudad

Introducción

La discusión de lo que significa urbano, y el concepto de ciudad en general, ha dado lugar a una gran variedad de enfoques teóricos que pretenden su explicación. El presente capítulo aborda tales enfoques para dar respuesta, desde la teoría, a los principales cuestionamientos en torno al crecimiento económico urbano y poblacional inherente a las ciudades, la manera en que estos inciden al interior de las mismas, y finalmente cómo ambos dan lugar a la expansión física de una ciudad y cómo se expresa en usos de suelo, infraestructura y equipamiento urbanos.

Pese al propósito expresado, no ha existido hasta ahora una teoría que incorpore todos los principios, esto es, que se presente como una perspectiva teórica integral que permita conocer los detalles relacionados con el crecimiento urbano, mucho menos si son asociados a conceptos centrales como la actividad económica en el espacio.

Generalmente, los principios que explican el crecimiento de las ciudades han sido abordados desde vertientes muy específicas. En ellas se plantean los conceptos sin establecer relación con otros aspectos igualmente relevantes, y no digamos si se trata de la expresión territorial de las actividades económica y poblacional al interior de las ciudades.

De allí que la propuesta de este capítulo sea, en primer lugar, abordar los principios básicos que rigen la concentración en el territorio, tanto de la actividad económica como de la demográfica, esto es, conocer las causas que determinan la concentración en el espacio. En segundo lugar, cómo se distribuye la concentración a lo largo y ancho del territorio en sitios de alta densidad, y cómo ello da lugar a un sistema jerárquico de lugares centrales que sitúa la actividad económica y poblacional de acuerdo con principios de localización bien establecidos. En tercer lugar, proponer una metodología para la construcción

de un modelo de prospectiva territorial en el que se expresen estos principios como factores explicativos del crecimiento de una ciudad.

Finalmente, se plantea cómo este sistema de sitios da lugar a procesos de urbanización, de tal manera que estos se expresan territorialmente en usos de suelo urbano bien definidos, así como en infraestructura, redes de transporte y servicios urbanos asociados a las actividades económicas y poblacionales, contenidas en dicho territorio, de tal manera que en él se integran sus características físicas y los usos económico y poblacional que se le da al suelo en referencia. Lo anterior da lugar a un territorio económico en el que cada elemento, características físicas y naturales, actividad económica y actividad poblacional son interdependientes y condicionan el crecimiento y la expansión de la ciudad en cuestión.

Por ello en la primera parte se revisa la literatura disponible sobre crecimiento urbano y los diversos enfoques que pretenden la explicación del crecimiento de una ciudad. En la segunda parte se plantean y analizan los principios teóricos asociados a la concentración económica y poblacional en un espacio territorial, y su comportamiento en función de una diversidad de factores en los que se da lugar a sistemas jerárquicos de lugares centrales. Estos conforman las estructuras policéntricas de las grandes ciudades que favorecen usos de suelo urbano específicos, así como los principios de localización productiva y residencial de los espacios urbanos. Después se realiza una interpretación de estos principios para llegar a una concepción teórica de cómo surge, crece, evoluciona y decae una ciudad, y de lo que acontece en su interior.

Finalmente, en la tercera parte se revisan los recursos metodológicos para la construcción de un modelo de crecimiento urbano, en el que se vea reflejado lo que sucede al interior de la ciudad desde el punto de vista económico y demográfico, con la intención de que los principios teóricos revisados en las partes uno y dos de este capítulo sean el sustento formal de este modelo de prospectiva territorial.

• • • • •

Revisión de literatura sobre crecimiento urbano: estudios sobre el crecimiento económico y la expansión de las ciudades

La importancia de las ciudades ha dado lugar a una gran variedad de enfoques teóricos que pretenden establecer los principios básicos del crecimiento urbano.

Estos enfoques tienen orígenes diversos y responden desde perspectivas sociales, históricas, económicas y demográficas, sin soslayar vertientes probablemente más recientes como las del urbanismo, la arquitectura o la geografía.

De allí que resulte complejo clasificarlas. Al hablar de su crecimiento se hace por lo general en relación con el incremento de su población total de un periodo a otro; asimismo, se hace referencia a su expansión física, la cual se concibe como la incorporación de espacios o territorios a una ciudad, de modo que su crecimiento poblacional está fuertemente asociado, por regla general, con el territorial. La Organización de las Naciones Unidas [ONU, 1952], por ejemplo, ha aceptado la complejidad de abordar lo urbano al afirmar que no existe una frontera claramente definida entre lo urbano y lo rural.¹ Autores de la talla de Émile Durkheim [1987], Sorokin y Zimmerman [1928] o Pierre George [1982] han realizado propuestas para definir a la ciudad desde criterios más objetivos, siempre con limitaciones.

Pese a estos esfuerzos, el conocimiento de las ciudades y su evolución, plasmado en la evidencia teórica es todavía insuficiente. Más aún si se pretende conocer los procesos de crecimiento económico en los espacios urbanos. Los enfoques teóricos, así como las propuestas metodológicas del crecimiento económico intraurbano, son pocos. De este modo, no se han hecho evidentes los patrones territoriales de la actividad económica en las ciudades, ni se han asociado con su crecimiento económico total. Se ha dado mayor importancia a la ciudad como una unidad social, demográfica o económica.

En relación con las perspectivas que abordan el crecimiento en las ciudades, el mayor esfuerzo lo representan las vertientes que manejan el concepto del policentrismo, cuya idea principal es destacar la presencia de un sistema de lugares centrales en los espacios urbanos. En la actualidad el policentrismo urbano se vincula casi en su totalidad con propuestas metodológicas para la identificación de subcentros de actividad económica, además de algunas ideas de asociación con la estructura territorial citadina, su relación con fenómenos de dispersión y expansión urbanas, así como la implicación en los usos de suelo.

¹ En el Anuario demográfico de las Naciones Unidas [ONU, 1952] se concluye lo siguiente: “[...] no existe un punto en el continuo que va desde la gran aglomeración a los pequeños agrupamientos o viviendas aisladas en donde desaparezca lo urbano y comience lo rural; la división entre la población urbana y rural es necesariamente arbitraria”.

Cabe decir que dichos subcentros son medidos generalmente con base en el empleo localizado en las ciudades, lo cual los convierte en zonas de empleo, pero bien podrían ser medidos por otros atributos, tales como su valor agregado bruto, por ejemplo.

Dicho lo anterior, el policentrismo urbano es en la actualidad el concepto más claramente relacionado con los esfuerzos de explicación de los patrones de crecimiento económico que se da en las ciudades.

En resumen, es claro que existen dos orientaciones básicas para la explicación del crecimiento de las ciudades: la primera aborda el crecimiento urbano de manera agregada, dado que no identifica factores, ni elementos referidos al territorio natural, ni su influencia en las actividades intraurbanas, mucho menos trata la estructuración interna de la actividad productiva y residencial, ni su expresión en usos de suelo urbano. Esta perspectiva plantea la ciudad como un todo indivisible, en la que no se asume diferenciación con respecto al territorio intraurbano. La segunda, al ser una perspectiva desagregada territorialmente hablando, ve la ciudad como un espacio territorial en el que existe una lógica que estructura la actividad económica y la poblacional en diversos patrones de localización interna, mismos que tienen su expresión en los usos de suelo resultantes de dicha lógica.

Crecimiento urbano desde una perspectiva agregada

El crecimiento de las ciudades ha sido estudiado desde una variedad de perspectivas muy diversa. Muchas disciplinas del conocimiento humano se han interesado de manera muy especial por el desarrollo y crecimiento urbano. Los factores identificados como responsables, en mayor o en menor medida, tienen su origen en ramas de naturaleza muy diferente. Es así que podemos encontrar intentos de explicación cuyo origen puede ser económico, geográfico, histórico, geográfico, social o, incluso, cultural.

Los planteamientos que diversos estudiosos han hecho en torno del crecimiento urbano son, en consecuencia, muy variados. Por ejemplo, uno de los primeros planteamientos, es el relacionado con el tamaño de las ciudades. De allí que autores como Henderson [1974], así como Overman e Ioannides [2001] relacionan el tamaño urbano con la interacción económica entre las ciudades y sus economías de escala. Otros autores señalan la densidad poblacional como un factor de atracción de mayores niveles de concentración poblacional, tal

como se expresa en los trabajos de Mills y Tan [1980], Clark [1951] o Glaeser y Kahn [2004]. Los mismos Glaeser y Kahn destacan la descentralización del empleo en la expansión de las ciudades. Asimismo, autores como Kim [1995] o Holmes y Stevens [2004] ponen el acento en los procesos de especialización productiva.

Son muchos los autores que, como los anteriores, destacan el papel clave de la actividad económica sobre el crecimiento y la expansión de las ciudades. Además de los mencionados, también se destacan trabajos de Duranton y Puga [2001], o bien Henderson, Kuncoro y Turner [1995], quienes insisten en procesos como la innovación, la producción y la gestión en este sentido. Kolko [1999] por su parte manifiesta que la manufactura y los servicios, en específico, desempeñan papeles centrales en el crecimiento de las ciudades.

Otras vertientes del estudio de las ciudades señalan, a diferencia de los anteriores, que el crecimiento urbano tiene su explicación en la interacción de su actividad residencial, esto es, que en la medida en que la población urbana sea mayor, la interacción entre sí también lo será y por ello la tendencia será el aumento del tamaño urbano. Como sostiene Jacobs [1969], esto es debido a que la creciente interacción da lugar a derrames de conocimiento que tienen como consecuencia procesos de innovación económica que derivan finalmente en crecimiento económico urbano.

Es así que para autores como Jacobs el tamaño urbano está asociado con los procesos de crecimiento de la población, mientras que para otros, como Henderson, las economías de escala están asociadas con la especialización y el tamaño urbano. El equilibrio es alcanzado cuando la congestión urbana y por lo tanto los costos asociados igualan los rendimientos, dando lugar a que la ciudad detenga su crecimiento. De allí que el tamaño de las ciudades se ha vuelto un tema de sumo interés para los estudiosos de las ciudades. Henderson [1974] y Glaeser [1991] han abordado los temas relativos a cuál es el tamaño ideal para una ciudad, los niveles y tipos de especialización económica asociados, así como las relaciones costo-beneficio existentes. Otros autores se han preocupado por conocer los tamaños de las ciudades en el largo plazo. Cuberes [2010], por ejemplo, plantea un crecimiento diferenciado en la ciudad, habiendo en cada etapa niveles de crecimiento más o menos acelerados según las condiciones específicas de la ciudad.

Un planteamiento destacado es la idea del crecimiento económico en un territorio o región bajo un comportamiento “logístico” que plantea dicho proceso hipotético en tres fases: un crecimiento inicial lento, una expansión

acelerada donde están presentes los rendimientos crecientes y, finalmente, un decaimiento en función del cambio en los patrones de rendimientos a escala.

Tal comportamiento puede ser modelado a través de una función de S alargada [Asuad, 2007: 231-235], es decir, la función matemática denominada logística. La idea que desde el punto de vista de la concentración geográfica en el contexto de la economía regional es planteada por Richardson [1986] y posteriormente, en términos de la concentración económica espacial (CEE) para la perspectiva de la dimensión espacial de la economía, por Asuad [2007: 232-234].² En ambas la idea central es que la concentración en una región o territorio que por sí misma se encuentra en un contexto de espacio limitado con recursos igualmente escasos, tenderá a pasar por las tres fases descritas de crecimiento lento inicial, expansión acelerada y decaimiento. No obstante, existen antecedentes del uso de esta función en la modelación de otro tipo de procesos de concentración de poblaciones.³

Es claro que al reinterpretar la idea de la concentración y su evolución a través del comportamiento planteada por Richardson y por Asuad de manera separada, y aplicarla al contexto de las ciudades, se tiene que el crecimiento

² Asuad [2007: 231-235] plantea lo siguiente: “[...] en todo sitio económico se asume la existencia de un nivel mínimo de concentración de tal forma que, a partir de ese punto, la función de concentración inicia su crecimiento en el tiempo. El comportamiento funcional de la concentración económica espacial en un sitio es de tipo logarítmico en forma de S caracterizada por el crecimiento de la concentración económica inicial a partir de un umbral mínimo K hasta que a partir de un punto de inflexión P_i disminuye su ritmo de crecimiento hasta anularse e incluso hacerse negativa, lo que en el largo plazo se caracteriza como una tendencia de la concentración económica hacia el agotamiento. El umbral de concentración máximo de un sitio está sujeto al comportamiento de las fuerzas centrípetas y centrífugas en un sitio económico, de tal forma que cuando se alcanza propicia el funcionamiento de las fuerzas centrífugas mientras que, de no hacerlo, operan las fuerzas centrípetas. Este comportamiento se puede observar en un sitio económico como resultado de la saturación de la densidad económica en áreas de ese sitio, generalmente centrales, lo que propicia un efecto de dispersión o de mancha de aceite hacia la periferia. Cabe aclarar que el umbral máximo puede ser modificado por la política pública. En caso de agotamiento de la concentración económica espacial se ha alcanzado el umbral límite o frontera máxima”.

³ El comportamiento de una concentración bajo estas condiciones se ha tratado en el ámbito de los procesos de concentración biológica por autores como Gompertz [1825], Quetelet [1835] y Verhulst [1838], quienes son los primeros en modelar mediante funciones logarítmicas, exponenciales y logísticas el crecimiento de poblaciones con un umbral (una cota superior) limitando recursos de espacio o de otro tipo. No obstante, Verhulst es el primero en utilizar específicamente la función matemática de tipo logístico, misma que se ha popularizado hasta nuestros días.

urbano también experimenta estas tres fases: la primera con un crecimiento lento, en el que se acumulan recursos y capital capaces de dotar de infraestructura urbana suficiente para crecer de modo acelerado en una fase posterior. La segunda con una expansión acelerada donde la presencia de rendimientos crecientes es clara, y finalmente una tercera, donde se incurre en costos crecientes y desaceleración por saturación y agotamiento de los recursos, tanto económicos como de reservas territoriales. De allí que las tasas de crecimiento y expansión urbanas sean diferenciadas en función de las distintas etapas históricas de la ciudad. En algunas el crecimiento será acelerado y en otras será lento.

En resumen, la principal preocupación del crecimiento urbano en los enfoques agregados es el tamaño a largo plazo, la especialización económica de las ciudades y su relación con el tamaño, así como la participación de cada ciudad en un sistema urbano funcionalmente hablando, por lo que la ciudad en sí desempeña un papel importante en un grupo de ellas, siendo la interacción entre sí la característica de mayor relevancia.

CUADRO 1.1 Estudios sobre crecimiento urbano desde una perspectiva agregada

Autores	Argumentos centrales
Jacobs (1969)	El crecimiento de las ciudades es resultado de la interacción de su actividad residencial.
Henderson (1974)	El crecimiento de las ciudades es resultado de la presencia de economías de escala. Dichas EE configuran también los patrones de especialización económica urbana.
Clark (1951), Mills & Tan (1980), Glaeser & Kahn (2001)	El tamaño de las ciudades influye de manera importante en las densidades al interior de las ciudades.
Henderson, Kuncoro & Turner (1995), Duranton & Puga (2001)	El crecimiento urbano es resultado de los patrones de innovación.
Kolko (1999)	El crecimiento urbano es resultado de la actividades manufacturera y de servicios.
Glaeser & Kahn (2001)	El crecimiento urbano es resultado de la localización y la descentralización del empleo.
Overman & Ioannides (2001), Negro & Henderson (2003)	El tamaño de las ciudades configura las diversas interacciones económicas, demográficas y de otros tipos.
Kim (1995) y Holmes & Stevens (2004)	El crecimiento urbano es resultado de los patrones de especialización económica urbana.

Fuente: elaboración propia. Nota: todos los cuadros, gráficas, expresiones, figuras y mapas de esta obra han sido elaborados por el autor, salvo cuando se indique una fuente distinta.

Crecimiento urbano desde una perspectiva intraurbana

Las perspectivas teóricas de crecimiento urbano en esta vertiente pretenden señalar la importancia de los patrones tanto económicos como residenciales que se dan al interior de los espacios urbanos. Asimismo, pretenden establecer una relación entre estos patrones y la estructura económica, así como la forma urbana; tales patrones se expresan en el territorio mediante los usos de suelo urbano resultantes de dicha actividad.

Es así que los usos de suelo se volvieron clave en el entendimiento de los procesos de crecimiento y expansión de las ciudades desde una perspectiva intraurbana. Los autores que han abordado este punto de vista lo han hecho con criterios muy diversos. De este modo tenemos a quienes han destacado los procesos de localización de las actividades económicas como Von Thünen [1826] y otros representantes de la destacada Escuela Germánica como Weber [1929], Christaller [1963] o Lösch [1954]. Otros, entre ellos Alonso [1964], realizaron una síntesis muy importante de estas ideas. Destacan también los primeros postulados de Marshall [1890] sobre ocupación, los cuales sentaron las bases para comprender la estructuración de los usos de suelo.

Asimismo, son fundamentales los modelos de estructuración de usos de suelo a partir de la actividad económica que plantearon Burgess [1925], Hoyt [1939], Harris y Ullman [1945], Alonso [1964], Muth [1969] y Thrall [1987].

En este sentido, autores como Bradford y Kelejian [1973], Clark y Onaka [1983], Kendig [1984], Margo [1992], Haurin y Brasington [1996], South y Crowder [1997], Bogart y Cromwell [2000], así como Dieleman, Clark y Deurloo [2000] han planteado que los cambios demográficos y el estilo de vida urbano son factores de crecimiento urbano importantes.

Por otro lado, para autores como Devaney [1991] así como Megbolugbe y Simmons [1995], destacan las preferencias en ocupación y vivienda como factor clave. En el mismo sentido lo hacen Cervero y Landis [1995] y Garreau [1991] con las redes de transporte, Cullen y Levitt [1999] con la incidencia de la delincuencia, DeGrove [1993] con la aplicación de planes urbanos, Tiebout [1956], Bayoh, Irwin y Haab [2002] con los cambios en los servicios urbanos, Mieszkowski y Mills [1993] con los niveles de ingreso familiar, o Alba y Logan [1991] con los problemas de la segregación racial.

Aunado a lo anterior, es el policentrismo presente en las ciudades uno de los principales factores en la explicación de los procesos intraurbanos y de la estructuración de la actividad económica dentro de las ciudades. Varios son

los trabajos que destacan la idea central de formación de centros, subcentros o lugares centrales, entre ellos los del precursor del tema, Walter Christaller, cuyos estudios son especialmente importantes dado que desarrolló de manera empírica una teoría de la distribución de los asentamientos urbanos en función de las actividades económicas "centrales" o de especial importancia. Así, al combinar teorías relacionadas por la forma de la distribución espacial potencial de los centros de mercado con las teorías más orientadas a los procesos y derivadas del análisis de la manera cómo funcionan los sistemas económicos, surgió una teoría formal. La teoría del lugar central, así llamada por Christaller en 1933. Su teoría resultó determinante dado que introduce el concepto de centralidad múltiple, es decir, de varios lugares centrales los cuales poseen cierta área de influencia. Lo anterior está demostrado por Christaller [1963: 137-151] con su gráfica de áreas de mercado no superpuestas, donde cada una sería un área de influencia con su respectivo lugar central.

Por otro lado, Auguste Lösch elaboró un modelo bajo condiciones de competencia imperfecta en el que el espacio resulta una "variable" clave; además desarrolló el concepto de región económica mediante la delimitación del área de mercado según una serie de postulados previos; tal área de mercado debería ser como un hexágono, puesto que al trazar un sistema de lugares centrales como los propuestos por Christaller, cuyas áreas de mercado abarquen cualquier punto en un territorio, es el hexágono la única figura geométrica que conforma un sistema con áreas contiguas e idénticas que cumple con sus postulados. Asimismo, dichos lugares centrales reflejarían la jerarquización de los mismos, dando a los de mayor orden las funciones de más relevancia, esto es, las funciones de lugar central. Lösch precisa también el surgimiento de rutas de transporte asociadas con los grandes centros que producen una gran variedad de bienes y servicios, lo que da lugar a redes de transporte que conectan los lugares centrales propiciando la formación de estructuras espaciales de mayor complejidad. De tal manera que la actividad económica se puede concentrar en cinturones, corredores o franjas y regiones, dependiendo de la densidad de población y de la distancia, identificando tres principales tipos de áreas económicas en función de las características de sus áreas de mercado: a) áreas de mercado simple, b) redes de áreas de mercado o franjas o cinturones, y c) sistemas de redes de áreas de mercado o regiones económicas.

De este modo, Lösch establece que las interacciones económicas sobre el espacio geográfico dan lugar a un sistema complejo de lugares centrales y franjas o cinturones con sus respectivos hinterlands (áreas de influencia),

cuyas vinculaciones constituyen regiones económicas. No obstante, el efecto que propicia una arteria de transportación de bajo costo (carretera, río navegable, etcétera), funciona al vincular el centro y la periferia. Por lo que los productores y la población tienden a localizarse cerca de la vía, dando lugar al surgimiento de nuevas actividades y usos del suelo como franjas o corredores que atraen y concentran actividad económica y alteran el uso físico y económico del suelo.

El concepto de lugar central o, más específicamente, de un sistema jerárquico de lugares centrales interactuando mediante conexiones logradas por redes de transporte, inspirado en los postulados de Christaller y su teoría del lugar central, resultó clave en la explicación de los procesos de aglomeración en un territorio. Esto significa que los lugares centrales christallerianos constituirían una red de lugares o puntos de diferente tamaño que cumplen distintos papeles en función de la jerarquía alcanzada en esa red.

En su origen esta idea se asoció con los sistemas regionales, donde las ciudades cumplían el papel de los lugares centrales identificando la importancia de cada ciudad con su tamaño, de modo que cada lugar central de Christaller tenía una jerarquía en el sistema. Sin embargo, después quedó claro que para todo proceso de aglomeración en el espacio es aplicable la idea de lugar central y la relación de centro-periferia. De este modo, se han identificado dentro de las ciudades los mismos sistemas de lugares jerárquicos en los cuales se lleva a cabo la mayoría de las actividades de producción y consumo, así como de vivienda. Estos lugares se han llamado de manera tradicional "subcentros de actividad económica", o simplemente "centros de actividad económica". Los subcentros, centros o lugares centrales dentro de un espacio urbano son evidencia del fenómeno del policentrismo al interior urbano.

Varios investigadores han intentado explicar la formación de los centros de actividad al interior de las ciudades mediante una gran variedad de técnicas, herramientas y puntos de vista metodológicos. Krugman [1997], por ejemplo, propone el análisis de Fourier; Batty y Longley [1994] usan modelos basados en fractales, o bien aquellos basados en las cadenas de Márkov [Conlisk, 1992].

Los alcances de estos y otros modelos pretenden representar economías de escala internas o externas, así como condiciones de competencia imperfecta tales como las presentes en rendimientos crecientes. En este sentido destacan modelos como los de Dixit y Stiglitz [1977], Anas [1992], Anas y Kim [1992] o Schultz y Stahl [1996]. Pese a los esfuerzos hechos, los modelos siempre han mostrado algunas características de inestabilidad que evitan su uso confiable de manera amplia y en el largo plazo.

Richardson [1986] destaca el trabajo de Lave [1974] y su propuesta de modelo de simulación para la comparación de economías y deseconomías de aglomeración. En este modelo se reproduce el surgimiento de centros de actividad económica dentro de un espacio en el que se minimizan costos de transporte. De allí que este modelo, bajo estas condiciones, sea capaz de revelar el número de centros de actividad que surgen luego de estas condiciones. Es así que el surgimiento de centros se da cuando los costos por viaje/pasajero son superiores a la tasa de viajes realizados, lo que implica necesariamente la incosteabilidad del transporte hacia los centros de trabajo. De allí que se justifique el inicio de nuevos centros que permitan disminuir estos costos de transporte.

El mismo Richardson plantea el trabajo de Miyao [1981], que pretende optimizar el número de centros (de empleo en este caso) tomando en cuenta los flujos de viajes a los centros, así como las horas pico en términos de tráfico, con lo que los costos de transporte son diferentes según las horas pico mencionadas.

En ambos casos se llegó a la conclusión de que un espacio urbano pasa de contar con un único centro de actividad económica (de un patrón monocéntrico), a tener dos o más centros que logran el equilibrio entre costos de transporte y la tasa de viajes realizados, es decir, un patrón policéntrico. De allí la conclusión de una transición de un patrón monocéntrico a uno policéntrico conforme la ciudad se expande.

Es por ello que el estudio de los patrones policéntricos de una ciudad generan cada vez más interés entre los estudios de los fenómenos urbanos. Entre los autores que han abordado el tema, tanto del surgimiento y evolución del policentrismo en las ciudades como de la identificación de los centros mediante una gran variedad de técnicas, se encuentran los trabajos de Fujita y Ogawa [1980], Greene [1980], Griffith [1981], Baerward [1982], Dunphy [1982], Bender y Hwang [1985], Erickson y Gentry [1985], Erickson [1986], McDonald [1987], Scott [1988], Bourne [1989], Cervero [1989], Heikkila, Gordon, Kim et al. [1989], Dowall y Treffeisen [1991], Shukla y Waddel [1991], Giuliano y Small [1991], Clark y Kuijpers-Linde [1994], McDonald y Prather [1994], Song [1994], Gordon y Richardson [1996], McMillen [1996, 2001 y 2003b], Cervero y Wu [1997], Craig y Ng [2001], Burns, Boix y Roca [2001], Martori y Suriñach [2002], Pan [2003], Baumont, Ertur y Le Gallo [2003], Muñiz, García y Galindo [2005], McMillen y Lester [2003], así como McMillen y Smith [2003].

CUADRO 1.2 Estudios sobre crecimiento urbano desde una perspectiva intraurbana

Autores	Argumentos centrales
Von Thünen (1826), Marshall (1890), Burgess (1925), Hoyt (1939), Harris & Ullman (1945), Alonso (1964), Muth (1969) y Thrall (1987)	El crecimiento urbano tiene una relación directa con los usos de suelo existentes, demostrando que existe un patrón de localización cognoscible y específico.
Bradford & Kelejian (1973), Clark & Onaka (1983), Kendig (1984), Margo (1992), Haurin & Brasington (1996), South & Crowder (1997), Bogart & Cromwell (2000) y Clark, Deurloo & Dielman (2000)	El crecimiento urbano y los patrones de uso de suelo están determinados por el estilo de vida de los habitantes, mismos que generan determinados patrones demográficos al interior de las ciudades.
Devaney (1991) y Megbolugbe & Simmons (1995)	Preferencias específicas en la adquisición de vivienda.
Cervero & Landis (1995) y Garreau (1991)	Las redes de transporte afectan los patrones de urbanización.
Mieszkowski & Mills (1993)	Cambios en los niveles de ingreso familiar afectan los patrones de urbanización.
Berry-Cullen & Levitt (1999)	Los niveles de la delincuencia afectan los patrones de urbanización.
Alba & Logan (1991)	Los conflictos por segregación racial afectan los patrones de urbanización.
DeGrove (1993)	Las decisiones oficiales y la intervención por planes urbanos afectan los patrones de urbanización.
Tiebout (1956), Bayoh, Irwin & Haab (2002)	Las comodidades derivadas de cambios en el nivel de servicios o por surgimiento de nuevos servicios urbanos afectan los patrones de urbanización.

Fuente: elaboración propia.

• • • • •

Principios teóricos de la concentración

I: factores y condiciones que originan la concentración

Espacio natural, espacio económico y territorio económico

El espacio es el elemento clave en el análisis de los procesos económicos, de allí la importancia de aclarar los conceptos derivados.

El espacio geográfico o espacio natural se concibe como la síntesis de las interacciones de las actividades humanas y naturales de los diversos procesos y fenómenos naturales y sociales que se desarrollan conjuntamente con sus dimensiones espaciales y temporales [Asuad, 2007].

En este proceso es fundamental la interacción e interdependencia que se produce entre los cambios estructurales productivos y los correspondientes a la movilidad, desplazamiento, localización y reestructuración espacial de las actividades económicas y población sobre el espacio geográfico natural y socialmente construido, este último reflejado territorialmente en el desarrollo urbano [Asuad, 2007].

Toda actividad económica requiere espacio físico, esto es, que cualquier proceso económico debe llevarse a cabo mediante recursos, sean físicos o no, que ocupan un espacio físico para darse. Por este motivo toda actividad física posee como atributo una localización específica que da lugar a otros procesos. De allí que, en el comportamiento económico de los agentes, la dimensión temporal y espacial influye en las decisiones económicas.

Los requerimientos de espacio de la actividad económica corresponden al sitio o lugar (espacio sitio), a una distancia que haga viable la actividad (espacio distancia), y a las interacciones de producción y consumo que definen su vínculo y enlace con actividades que le son indispensables (espacio de interacción) [Asuad, 2007].

Por otro lado, el espacio económico corresponde al plano en el que los agentes económicos toman decisiones, y este difiere del espacio geográfico. En otros términos, el espacio económico se concibe como las interacciones económicas que se dan en y entre los diversos sistemas económico-espaciales, condicionados por sus espacios, sitios y distancias.

Una región económica es un subsistema del espacio económico que se caracteriza por su funcionamiento homogéneo, de tal forma que presenta una regularidad en su actuación. Un elemento de la región es el centro regional,

área que concentra actividades y opera como principal mercado, que articula y subordina las decisiones económicas de su área de complemento o hinterland.

La región económica es abierta, por lo que se establecen relaciones económicas interregionales y contiene también actividades económicas nacionales e internacionales. La relación entre espacio natural y espacio económico forma el territorio económico, el cual surge por la transformación del medio ambiente físico, al dar lugar a nuevos usos del suelo y equipamientos. El territorio económico se expresa mediante el sistema de localidades rurales y urbanas, y de las redes de transporte y comunicación.

De allí que el espacio físico y sus características determinan en gran medida los procesos de concentración económica y poblacional, esto es, aquellos procesos que posteriormente favorecen los fenómenos de urbanización. Muchas de estas características representan ventajas que aceleran dichos procesos de concentración, mientras que otras de estas características lo limitan o lo impiden.

Para los procesos de urbanización, y de acuerdo con diversos enfoques interesados en el crecimiento de las ciudades, se debe reconocer la pendiente del territorio, es decir, el grado de inclinación del terreno donde se construye es determinante en la decisión de tener un asentamiento o no, pues en la medida en que esta inclinación se haga mayor, menor es la posibilidad de construcción. Urbanistas, arquitectos y otros estudiosos en temas de desarrollo urbano han establecido tipologías para el territorio donde se especifica la conveniencia de construir o no.

Del mismo modo, la distancia y la localización de la concentración influye de modo determinante en el desarrollo urbano. En la medida en que las distancias sean menores, más posibilidades hay de ser alcanzados por nuevos procesos de urbanización; por este motivo es claro que las ciudades crecen y se expanden con mayor facilidad en sitios vecinos a las periferias urbanas. El mejor reconocimiento de lo anterior lo hacen los modelos de centro-periferia estudiados desde las épocas de Thünen hasta las actuales, donde Paul Krugman, Fujita y otros han señalado la importancia de las distancias en los procesos de concentración económica y, por lo tanto, de urbanización.

Desde luego, otras características físicas del territorio pueden ser determinantes en estos procesos; por ejemplo, los tipos de suelo, de diferentes calidades y atributos, no todos aptos para los asentamientos humanos. Asimismo, las cercanías con cuerpos de agua, cadenas montañosas, climas extremos, alta

incidencia de fenómenos naturales, como huracanes o terremotos, pueden limitar la urbanización, aunque no necesariamente detenerla.

*La concentración económica espacial en las ciudades
bajo la perspectiva de la dimensión espacial de la economía*

El término concentración económica se ha usado por autores importantes, desde los estudiosos de la Escuela Germánica, precursores del entendimiento del espacio físico y su relación con la economía, como Thünen, Weber, Christaller o Lösch, hasta los impulsores de la Ciencia Regional de Walter Isard, pasando por Paul Krugman o Nicholas Kaldor, por mencionar algunos de los más destacados. Se reconoce cada vez con mayor frecuencia que la actividad económica, en función de alguna rama o industria, tiende a aglomerarse, es decir, a permanecer junta en una misma porción de territorio, lo que hace que aumente la densidad de la referida actividad económica en ese sitio.

Otra denominación común es concentración geográfica, dejando clara la condición territorial de la concentración. Para Leitner [2001], por ejemplo, la concentración geográfica es el grado con que la actividad económica en una rama determinada se aglomera en algunas porciones de territorio. El mismo Leitner afirma que los términos "espacial", "geográfica" y "regional" en relación con la aglomeración, son considerados sinónimos. No obstante, la diferencia crucial entre los términos concentración económica geográfica y concentración económica espacial recae en el reconocimiento del espacio como un ente dimensional integrado a los procesos económicos, y no un simple atributo o característica monodimensional de los mismos.

Por concentración económica espacial (CEE) se entiende el proceso de aglomeración de la actividad económica en el espacio que se expresa mediante el aumento de la densidad económica en este, en relación con los espacios vecinos.⁴

⁴ Para Asuad [2007: 142], la concentración es la elevada densidad de la actividad económica sobre un área, donde dicha densidad económica corresponde a una relación entre la masa de actividad económica y el espacio ocupado. La diferencia fundamental entre la idea de concentración económica espacial (CEE) y la de concentración económica tradicional, es la introducción del concepto de dimensión espacial de la economía, es decir, lejos del enfoque usado anteriormente, donde el espacio corresponde a un atributo más de la actividad económica, y por lo tanto puede expresarse como una variable determina-

La concentración económica en el espacio surge en determinadas condiciones: específicamente ante la presencia de ventajas determinadas en el sitio referido, mismas que por definición no lo están en sitios adyacentes, con lo que es claro que el espacio no ofrece homogeneidad de condiciones para la actividad económica, y con ello esta tenderá a ubicarse en los sitios con dichas ventajas en detrimento de otros sitios. Estas ventajas pueden ser de múltiples naturalezas,⁵ pero es evidente que todas ellas implican mayores rendimientos a escala. Asuad [2007] plantea estas ventajas mediante el concepto de rentabilidad, en el que la CEE se dará en un sitio específico si ofrece la mayor rentabilidad, esto es, si es el sitio con las mayores ventajas en términos de los principios del enfoque de la Dimensión Espacial de la Economía,⁶ habrá concentración.

Un planteamiento análogo del propio Asuad es considerar dos sitios determinados en los que existen redes de transporte e interacciones económicas. En cada uno existirán condiciones específicas para la permanencia de la actividad económica; luego entonces, en cada sitio, y en función de sus características espaciales específicas, se tendrán también determinados niveles de rentabilidad económica. Así, la actividad económica del sitio con menor rentabilidad de los dos tenderá a perder la actividad que posee, desplazándose hacia el sitio más rentable, propiciando procesos de dispersión económica espacial y de concentración económica espacial, respectivamente. El autor plantea también un modelo formal para comprender cómo se llevan a cabo los procesos de concentración y dispersión en función de los niveles de rentabilidad del par de sitios mencionados.

Si bien no existen referencias sobre trabajos que relacionen de manera directa los procesos de concentración o dispersión económica, con el crecimiento urbano, sí queda claro que al ser las ciudades, espacios donde crece la actividad económica, y que por ello involucran de manera indubitable los atributos espaciales mencionados, los procesos de concentración y dispersión econó-

da con la CEE y la dimensión espacial de la economía; la actividad económica tiene asociada una serie de atributos de índole espacial claramente definidos: tamaño, forma, localización, dirección y movimiento.

⁵ Específicamente es posible clasificar en dos grupos estas ventajas: naturales, que son las ofrecidas por las condiciones físicas del territorio y que no han sufrido intervención humana. Las artificiales son aquellas que han sido producto de la modificación por entes sociales de las condiciones originales del territorio a favor de estos.

⁶ Tamaño, forma, localización, dirección y movimiento.

mica espaciales son llevados a cabo en un nivel urbano, y que allí se den todos los procesos de urbanización imaginables, entre los que evidentemente están asociados los procesos de crecimiento demográfico, infraestructura y expansión urbanas.

Externalidades espaciales, ventajas físicas naturales y artificiales en el espacio

Dado que el espacio natural no ofrece las mismas condiciones físicas en todos sus puntos, esto es, que el espacio no es homogéneo, o bien que existen disparidades de diversa índole en el territorio, ello implica la presencia de ventajas de distinta naturaleza en algunos de los sitios pertenecientes al espacio natural, en detrimento de otros; de este modo, la concentración se dará preferentemente en aquellos sitios con dicha dotación de ventajas o externalidades, relacionadas con los atributos espaciales, esto es, externalidades espaciales. Estas ventajas o externalidades espaciales pueden ser de origen natural, es decir, condiciones del espacio natural que ofrecen beneficios en los que no ha existido intervención del hombre (características físicas, localización, clima, recursos naturales, etcétera). Las ventajas artificiales (infraestructura, localización, niveles de inversión, etapa de urbanización de la ciudad, etcétera) se generan ante decisiones de modificación de las condiciones naturales del espacio.

Algunos trabajos han destacado el papel de las ventajas naturales en el espacio geográfico y en los procesos económicos; por ejemplo, Gallup, Sachs y Mellinger [1999] establecieron que ante características del territorio muy específicas se tienen procesos de crecimiento económico y poblacional distintos, de tal modo que estas características limitan o potencian estos procesos, asociando a cada territorio ventajas o desventajas.⁷

⁷ Gallup, Sachs y Mellinger destacaron la importancia del espacio físico en los procesos económicos. Algunas de sus conclusiones específicas fueron las siguientes: 1) Las regiones tropicales tienen en su desarrollo una gran desventaja frente a las regiones de clima templado debido, probablemente, a la incidencia de las enfermedades tropicales y a las diferencias en la productividad agrícola. 2) La densidad poblacional favorece el crecimiento en las regiones costeras con buen acceso al comercio interno, regional o internacional, pero lo afecta negativamente en el hinterland. 3) El crecimiento de la población en un país está negativamente relacionado con su potencial relativo de crecimiento, es decir, que la

El trabajo de Gallup, Sachs y Mellinger hizo hincapié en la importancia de incorporar las características físicas del territorio en los procesos económicos que en este se llevaban a cabo. Sin embargo, en él no queda claro qué factores de explicación en específico, vinculados con las características físicas del territorio, intervienen en los procesos económicos y de qué manera lo hacen.

Desde el punto de vista urbano, lo anterior demuestra la misma validez: la formación de las ciudades ha estado siempre relacionada con las características físicas del territorio donde se han asentado, buscando por regla general recursos hídricos y de potencial agropecuario en primer término, y de clima y localización en segundo término, que faciliten la generación de productos de subsistencia.

Economías de aglomeración

Las economías de aglomeración son externalidades espaciales resultado de la proximidad entre las mismas actividades. Por este motivo existe una lógica circular en la que las empresas atraen a otras empresas para competir o complementarse, y que así los consumidores sepan de su existencia. De acuerdo con varios autores, las economías de aglomeración (EA) representan ventajas derivadas de la concentración económica, por lo tanto, son un claro incentivo para el crecimiento urbano; sin embargo, son generadoras de concentración económica.

Dichas externalidades espaciales se refieren a los beneficios obtenidos gracias a la proximidad entre las industrias o actividades económicas; no obstante, las EA condicionan cambios en la estructura urbana, y más específicamente en función del papel que desempeñan en los mercados; esto es, dependiendo del tipo de actividad, la lógica de las EA actuará diferenciadamente.

De allí que pueda decirse que las EA consisten en una condición que favorece los procesos de concentración económica. Esta condición posee una serie de atributos que favorecen los procesos, por ejemplo, la cercanía de las empre-

población está aumentando más rápido en los países menos preparados para experimentar un desarrollo económico rápido. 4) El potencial de desarrollo está inversamente asociado con la distancia a las costas.

sas minimiza los costos de transporte y facilita los niveles de accesibilidad que estimulan la actividad económica en el sitio específico, la dotación de recursos localizados, y toda ventaja natural y/o artificial da lugar también a los procesos de concentración.

La condición de rendimientos crecientes

Toda actividad económica está sujeta a rendimientos, es decir, a ganancias (en un sentido amplio) que implican para el productor un estímulo o beneficio, que desde luego buscará aumentar o por lo menos conservar. Este es el motivo por el que los rendimientos son un elemento central en el análisis económico; siempre en la actividad económica va inherente la relación con los rendimientos.

Puede entenderse el costo total de producción como costos originales y complementarios. Por ejemplo, si una fábrica funciona usando una pequeña porción de su capacidad total, los costos recaen en una producción reducida y el costo total promedio por unidad es grande. En la medida en que aumenta el nivel de producción, el costo unitario del rendimiento tiende a ser menor que el costo total promedio por unidad del rendimiento original.

Si se habla ahora de rendimiento, es posible asumirlo como el rendimiento de la producción. Asimismo, al decir costo normal de la producción, es en referencia al costo total promedio por unidad del rendimiento normal.

Si existe un incremento en la producción y se asocia a un decremento en el costo unitario, decimos que interviene la ley del costo decreciente o, bien, del rendimiento creciente.

Es entonces cuando se habla de rendimientos crecientes. Se establece así una condición indispensable en la localización de actividad económica en un sitio específico. Dicho de otra manera, cuando en un sitio se concentra la actividad económica, una de las razones fundamentales es porque ese sitio se encuentra ante la presencia de rendimientos crecientes, lo que implica que los costos por unidad son menores, proporcionalmente hablando, que la producción de artículos o servicios producidos. De allí que las condiciones propicien el aprovechamiento de ventajas, y con ello, se presente la concentración de la actividad económica en el sitio referido.

Los rendimientos crecientes han sido objeto de estudio cada vez de más autores, destacando particularmente los enfoques de Paul Krugman, quien insiste permanentemente en artículos y modelos, como el centro-periferia,

que la concentración económica es reflejada por la presencia de rendimientos crecientes.

Kaldor [1968] también destacó el papel de los rendimientos crecientes en actividades como la industrial, donde expone la relación entre ellos como motores del crecimiento económico regional. Para Kaldor, la explicación acerca de las disparidades en el crecimiento económico de las regiones no tiene únicamente que ver con las ventajas comparativas, esto es, con la dotación de recursos naturales, sino que también intervienen las ventajas que genera el desarrollo industrial de una región, el cual, a su vez, es producto de los rendimientos crecientes existentes en ella. Por otro lado, el mismo Kaldor insiste en que el crecimiento económico regional también tiene que ver con la demanda exterior (fuera de la región), por lo que en función del desarrollo industrial y del progreso tecnológico endógeno, dicha demanda puede ser atendida y con ello apuntalar el crecimiento económico.

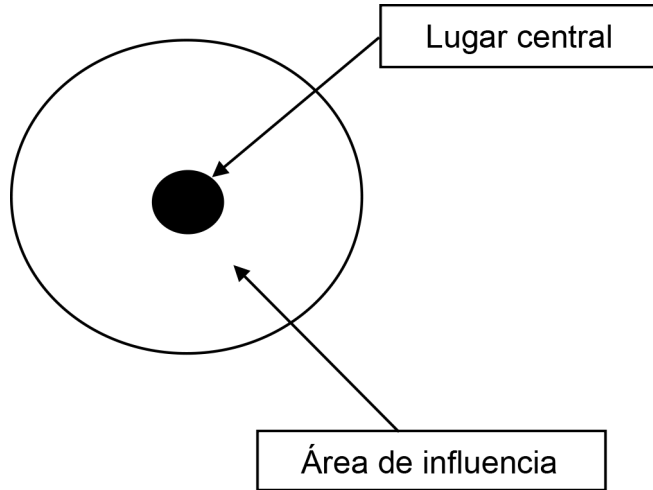
Uno de los aportes fundamentales de Krugman consiste en proponer un modelo matemático capaz de reflejar condiciones de rendimientos crecientes y economías de escala, lo que implica entonces la posibilidad de modelar formas de competencia imperfecta que, de acuerdo con la evidencia empírica, son las que se ven reflejadas en el crecimiento urbano real. El modelo de Krugman incorporó las características del modelo de Dixit y Stiglitz [1977], el cual refleja sin precedentes las condiciones de competencia imperfecta y de rendimientos crecientes.

Por lo tanto, dicha teoría plantea los efectos de la concentración como consecuencia de la presencia de rendimientos crecientes a escala, y por lo tanto de estructuras de mercado imperfectas, relacionando de manera directa el concepto de los rendimientos crecientes con la concentración económica, y por lo tanto con la expansión urbana.

El patrón de centro-periferia y el concepto de lugar central

Por patrón de centro-periferia se entiende la relación que un sitio económico, lugar central, centro, o simplemente lugar donde se da la concentración, establece con el área que lo circunda, esto es, que dicha área, que hemos de llamar área de mercado, área de influencia o hinterland, mantiene una "dependencia" mayor respecto al centro que comparativamente tendría con otros sitios; por ello, y si consideramos un espacio continuo, todo punto dentro de esta área de

FIGURA 1.1 Patrón de centro-periferia



Fuente: elaboración propia.

influencia se trasladará de manera prioritaria al centro o sitio económico de referencia, en detrimento de algún sitio alternativo.

El tamaño del área de influencia dependerá esencialmente de dos elementos: estará en función del tamaño, nivel de concentración o importancia del centro, de tal suerte que a mayor tamaño de centro mayor sería su área de influencia. Asimismo, un área de influencia podrá estar en función del nivel y tipo de actividades económicas llevadas a cabo en el centro. Si este posee actividades que otros centros cercanos no tienen, es decir, que sus actividades son de alto nivel o de mayor centralidad, su área de influencia será mayor.

Lo anterior resulta fundamental para comprender que un patrón de centro-periferia puede ser distinto de otro en niveles de importancia y tamaño, de modo que sus áreas de influencia serán también diferentes.

Los conceptos de centro-periferia, lugar central y área de influencia han sido estudiados con profundo interés. Por ello surgió una vertiente de estudio denominada teoría del lugar central, buscando la descripción y explicación de estos elementos en una formalización efectiva.

La teoría del lugar central (TLC), concebida a partir de los planteamientos de Walter Christaller [1933] y enriquecidas posteriormente por A. Lösch [1954], establece la importancia y funciones de un lugar central como proveedor de bienes y servicios a su área de influencia, de tal manera que los costos de transporte son mínimos gracias a la distancia menor entre este y el área de influencia referida.

Christaller estudió el patrón de asentamientos humanos en el sur de Alemania. En el paisaje llano donde Christaller vivió, pudo observar que las ciudades de cierto tamaño eran más o menos equidistantes. Con esta observación Christaller examinó y definió las funciones de cada estructura de asentamientos y el tamaño de su área de influencia. Le resultaba posible modelar cada patrón de los lugares de asentamiento con formas geométricas como triángulos y hexágonos.⁸

La TLC define un lugar central como una localidad importante que tiene un número de asentamientos más pequeños a una distancia igual de él. Estos pueblos más pequeños utilizarían de este los comercios y servicios más importantes con mucha frecuencia. Un lugar central ofrece muchos bienes y servicios a más de una ciudad pequeña posible. Este marco planteó algunas reglas simples:

- Cuanto mayor sea el asentamiento que funge como lugar central, menor será el número de localidades pequeñas dependientes de este.
- Entre más escaso sea el servicio específico de un asentamiento, mayor será el área o esfera de influencia de este.

La aglomeración conurbada producida bajo un asentamiento más grande tiene una vasta área de influencia. También tiene una mayor cantidad de servicios. Las ciudades que cuentan con menos servicios son más abundantes y

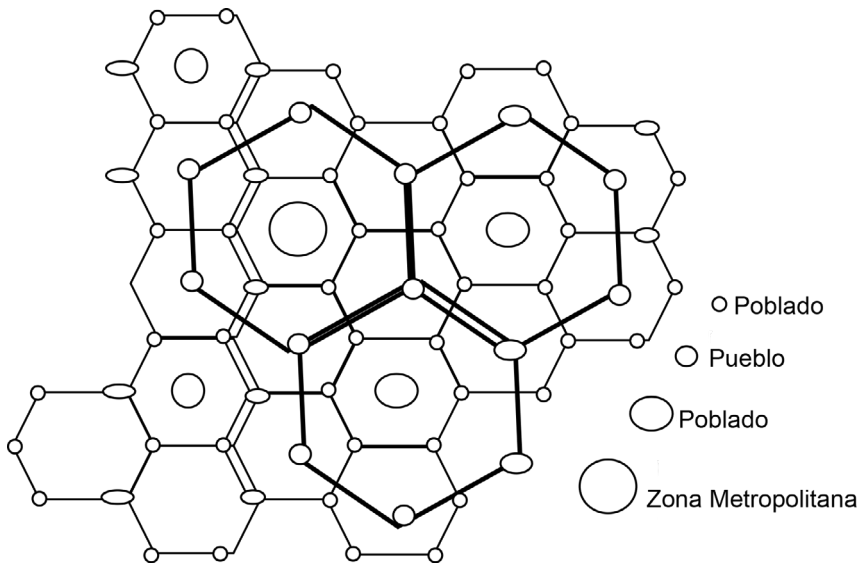
⁸ La idea christalleriana de emplear hexágonos en lugar de circunferencias como área de influencia, se sustenta en el hecho de que con hexágonos no quedan puntos o sitios en el espacio continuo sin pertenecer a un área de influencia, al menos. Tal como sí sucede con circunferencias. Las que no pertenecen a ninguna área de influencia se llaman "sitios o áreas sin atención".



tienen zonas de influencia más pequeñas. Este patrón continúa en una forma jerárquica para incluir asentamientos más pequeños, como pueblos y aldeas.

Cada tipo de asentamiento se localizará de manera equidistante respecto a los asentamientos del mismo tamaño. De este modo, un patrón hexagonal de asentamientos urbanos se encuentra disperso en el territorio.

FIGURA 1.2. Conformación de lugares centrales y áreas de mercado al verse como poblaciones de diferentes tamaños de acuerdo con la TLC de Christaller



Fuente: Christaller [1933].

Sin embargo, Christaller y Lösch no han sido los únicos que han aportado a los conceptos de lugar central. J. H. von Thünen planteó originalmente un modelo de producción y consumo agrícola con enfoque territorial, donde era claro que existía una evidente diferenciación en la importancia de un lugar central y de la relación concéntrica con su periferia. Asimismo, han sido claves los conceptos vertidos por estudiosos como Boudeville, Perroux, y particularmente John Friedman, quienes sentaron las bases para la comprensión de los conceptos de centro-periferia que derivaron en vertientes teóricas como la de los polos de crecimiento.

El propio Friedman presentó un modelo de distribución económica sobre el espacio, que contiene claramente el concepto de centro-periferia como elemento generador de "centros de crecimiento", mismos que coinciden con las ciudades de mayor tamaño [Asuad, 2007: 70-71].

Las teorías de Christaller y Lösch han sido cuestionadas desde varios ángulos; el propio Krugman plantea que estas carecen de la suficiente formalización matemática (al igual que la teoría de la localización de Alfred Weber), además de no reflejar las condiciones de competencia imperfecta prevalentes como estructura de mercado, y de parecer más un ejercicio de geometría que una teoría económica [Krugman, 1997: 38-39].

A pesar de las críticas, la teoría del lugar central destaca la importancia de la concentración económica y de su desempeño fundamental en la estructuración de los territorios económicos. Gracias a los avances en la teoría y a los nuevos enfoques de la economía urbana, ha ganado una gran importancia el papel de las estructuras económico-policéntricas en las ciudades; dichas estructuras serían incomprensibles sin los aportes de los teóricos de la relación centro-periferia y de la localización.

Mención aparte merece el modelo de centro-periferia de Paul Krugman, quien en 1991 presentó una primera versión (a la que posteriormente se le hicieron mejoras) en la que destacaban varias cualidades muy importantes: siendo un modelo de desarrollo endógeno, basaba su funcionamiento en la interacción de economías de escala, costos de transporte y condiciones de migración. Quizá uno de los atributos más importantes es el hecho de que el mismo Krugman criticó de modelos precursores el no reflejar correctamente las condiciones de mercados imperfectos y los rendimientos crecientes, necesarios para explicar la concentración económica. Krugman aceptó la influencia que su modelo tenía a partir de la propuesta hecha por Dixit y Stiglitz en 1977, la cual destacaba la importancia y forma de modelar estructuras de mercado imperfectas [Krugman, 1997: 111-122].

Fuerzas de desplazamiento económico entre lugares centrales

La conformación de un conjunto de lugares centrales requiere por definición del desplazamiento de la actividad económica de uno a otro. Estas fuerzas de traslación han recibido diversas denominaciones y han sido explicadas en el contexto de las diferentes corrientes teóricas. Myrdall [1959], por ejemplo, en

su concepto de causación circular acumulativa establece que la concentración opera mediante la actuación de dos fuerzas de desplazamiento espacial complementarias: las fuerzas centrípetas, cuya tendencia es a la concentración de la actividad económica en un lugar central, mediante la atracción de capital y mano de obra circundante hacia el centro, con lo que a cada momento este centro gana en productividad. Asimismo, a otras fuerzas de tendencia contraria, es decir, que alientan el desplazamiento hacia "afuera" o hacia la desconcentración, las denominamos fuerzas centrífugas.

Perroux había proporcionado un análisis similar al de Myrdall en su estudio de los polos de crecimiento, donde a las fuerzas centrípetas o de atracción las denomina "efectos de polarización" o "efectos de concentración", en tanto que a las de desplazamiento hacia afuera las menciona como "efectos de dispersión", mismos que surgen ante la inversión de las regiones ricas sobre las regiones pobres, generando así beneficios de naturaleza económica, una vez que la demanda se incrementa y el ingreso se multiplica [Perroux, 1955: 7-17].

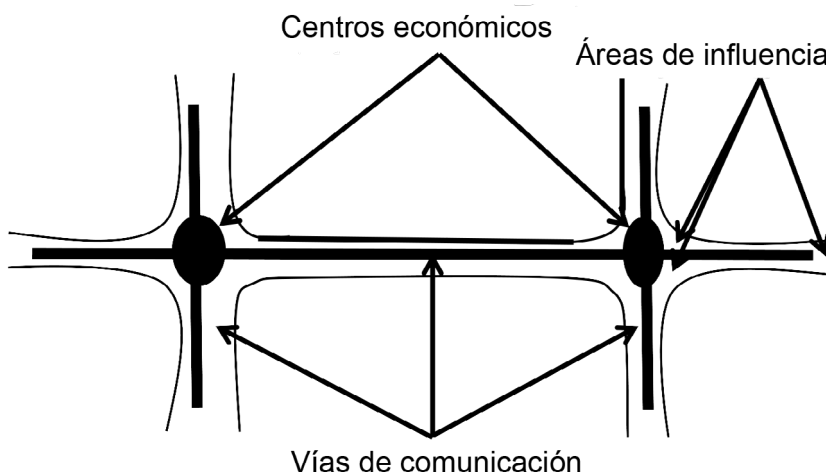
Por otra parte, Hirschman [1958] plantea una serie de explicaciones en el mismo sentido que lo había hecho Perroux, y que un año después reforzaría Myrdall, al establecer que las regiones pobres se benefician de la capacidad económica de las ricas, debido a los efectos de "infiltración", esto es, del desplazamiento económico de un sitio a otro. En el proceso de crecimiento de las regiones pobres se da una tendencia a la "corrección" por parte de estas regiones, y de acuerdo con la estructura económica regional y los polos de desarrollo existentes, de manera que en etapas posteriores serán capaces de proveer insumos propios, producto de la naciente industria local impulsada por los efectos de infiltración, creando finalmente procesos de encadenamiento hacia adelante y hacia atrás [Hirschman, 1958: 183-201].

Dentro de los trabajos más importantes que abordan el desplazamiento de la actividad económica destacan los de August Lösch [1954], quien precisó el papel de las rutas de transporte vinculadas a grandes centros productores de una gran variedad de bienes y servicios, hecho que da lugar a estructuras espaciales de mercado más complejas. De esta manera, para Lösch estas estructuras bien pueden clasificarse en tres tipos: a) áreas de mercado simples, b) redes de áreas de mercado, franjas o cinturones, y c) sistemas de redes de áreas de mercado o regiones económicas.

Lösch planteó que las interacciones económicas (esto es, los flujos económicos dados entre un par de centros productores, cuyo desplazamiento se

llevaba a cabo mediante las vías de comunicación que conectaban dichos centros) daban lugar a un complejo sistema de lugares centrales con formas espaciales variadas, entre las que destacaban las de forma "alargada", es decir, las que formaban corredores o franjas a lo largo de la vía comunicante, y que como cualquier otro lugar central tendrían también su área de mercado, hinterland o área de influencia. Para Lösch, el papel de las vías de comunicación es la vinculación de los centros con las áreas periféricas; de este modo, los flujos económicos expresados por la demanda y oferta tenderán a localizarse en áreas cercanas a las vías de comunicación, dando lugar a nuevas actividades y usos de suelo, constituyendo así corredores económicos [Lösch, 1954].

FIGURA 1.3. Conformación de corredores económicos



Fuente: elaboración propia.

Destacan también los trabajos de Jean Poittier [1963], quien plantea que la tendencia del desarrollo económico, considerando un contexto de desarrollo polarizado, es a desplazarse en el espacio geográfico usando las principales rutas de transporte responsables de conectar los centros industriales más importantes.

En este sentido, señala que el espacio natural condiciona la localización de las vías de transporte, siendo las zonas planas, los cauces de ríos y otros cuerpos hídricos los lugares más propicios para tal efecto. Es claro que dicha influencia del espacio físico es muy relevante en los procesos de desarrollo económico polarizado. Asimismo, las condiciones de progreso tecnológico que logren redes de comunicación más eficientes son también determinantes en los procesos de desarrollo económico regional.

Por otro lado, Poittier señaló los beneficios económicos en términos de mayores niveles de demanda de bienes y servicios que lograban habitantes o empresas, gracias a la localización de las vías de comunicación principales, generados por la intensa circulación de usuarios y sus demandas [Poittier, 1963: 58-132].

Concentración económica espacial (CEE) y dispersión económica espacial (DEE)

Las ideas planteadas por autores como Christaller, Weber, Lösch, Perroux, Myrdall, Hirschman y Poittier, entre otros, bosquejan con claridad los procesos de concentración económica en el espacio natural, el cual lleva dicha concentración a condiciones específicas y da lugar a un desarrollo económico en ciertos puntos o lugares centrales, como los planteados por Christaller [1933], que para lograr el desplazamiento económico en el espacio requieren de una red de vías de transporte (o redes de transporte) que interconecten los sitios y así eleven los niveles de accesibilidad entre sí.

De allí que Asuad [2007] establezca los conceptos de concentración económica espacial (CEE) y dispersión económica espacial (DEE) bajo el enfoque de la dimensión espacial de la economía basado en las ideas de concentración, interacción y polarización de estos autores, mismos que dan indicio de que la actividad económica se concentra o se dispersa en función de condiciones de ventaja, asociadas al territorio físico. Lo anterior mediante la red de transporte que da movilidad, dirección e intensidad a los flujos económicos, producto de dichos desplazamientos, tal como lo establece el enfoque de la dimensión espacial de la economía.

En su concepción, Asuad establece que la rentabilidad de un sitio es el factor que desencadena las fuerzas de desplazamiento económico en las redes de transporte descritas. A estas fuerzas de desplazamiento Asuad las llama

concentración económica espacial (CEE) y dispersión económica espacial (DEE), respectivamente [Asuad, 2007: 142].

Concentración económica y concentración poblacional

Diversos enfoques de crecimiento urbano han dado un papel relevante como factor causal a la concentración poblacional, supeditando la actividad económica y otras actividades sociales a un desempeño producto de la consecuencia del crecimiento de la población.

Es claro que la concentración económica y la población crecen de manera simultánea, y de allí el prolongado debate sobre qué es causa y qué es efecto. Sin embargo, y de acuerdo con lo revisado en relación con la concentración económica, el crecimiento económico de una ciudad es resultado de las economías de aglomeración generadas y de la presencia de rendimientos crecientes y en un espacio urbano. Tales condiciones propician concentración económica.

La concentración, a su vez, propicia el crecimiento económico. La dispersión es también una fuerza determinante pues, como se ha afirmado, aparece cuando la rentabilidad (es decir, la presencia de rendimientos crecientes) en un sitio disminuye. Este se hace menos atractivo y propicia el desplazamiento de la actividad económica a otro sitio, con lo que cada vez más un nuevo espacio territorial es ocupado en el proceso del nacimiento de nuevos subcentros y, con ello, la expansión de las ciudades.

De allí que la población no propicie el crecimiento de una ciudad. El crecimiento poblacional es resultado del aprovechamiento de las ventajas económicas naturales o creadas en un sitio, es decir, de actividades de subsistencia. Con ellas se dan irremediamente actividades de intercambio para satisfacer otras necesidades básicas (por ejemplo, el agricultor necesita del fabricante de telas para subsistir y viceversa). En otras palabras, la población crece ante el surgimiento de mercados que propician intercambios en actividades de subsistencia y sus productos. Por lo tanto, la población crece porque existe actividad económica intrínseca que permite su subsistencia. El crecimiento de los mercados se mantiene en un círculo virtuoso con el crecimiento poblacional mientras existan rendimientos, y de allí el crecimiento económico de la ciudad.

Para Richardson [1971], la insuficiencia de datos económicos de crecimiento urbano,⁹ así como los limitados esfuerzos por desarrollar enfoques económicos urbanos han contribuido al escaso entendimiento de lo anterior. Ha resultado más cómodo apoyarse en datos demográficos (de mucha mayor disponibilidad) y en el aumento de la población para entender el crecimiento urbano. Esto ha dado lugar a la idea errónea de que el origen del crecimiento urbano se debe al aumento de la población [Richardson, 1971: 87-88].

De allí que Richardson señale el peligro de que los criterios de crecimiento y bienestar sean divergentes. Esto es, si asumimos el crecimiento urbano en términos del cambio de población, ello no implica necesariamente que el bienestar de la población urbana haya aumentado también. El mismo Richardson argumenta que en muchas ciudades se crece (en términos del aumento demográfico), por ejemplo, gracias a procesos de inmigración, y eso no implica mayor bienestar, por el contrario, provoca disminución en los niveles de bienestar por diseconomías de escala asociadas con el medio ambiente, presión sobre la vivienda disponible, aumentos en el costo de vida, así como en la demanda de servicios urbanos [Richardson, 1971: 88].

⁹ Richardson establece que se carece casi siempre de esquemas de contabilidad social urbana. No obstante, es posible mencionar muchos otros casos: en México, por ejemplo, la estadística económica generada no está diseñada para informar sobre el desempeño económico de las ciudades. En los censos económicos del Instituto Nacional de Estadística y Geografía (Inegi) se construyen los datos con base en un área geoestadística básica (AGEB) y municipios, pero no se reportan ciudades ni zonas metropolitanas (cosa que sí sucede con la información demográfica, aunque no en todos los casos). No se ofrecen tampoco reportes de producto interno bruto (PIB) urbano, pese a que la mayoría del PIB nacional es generado en las ciudades. Asimismo, difícilmente se encuentran datos oficiales acerca de niveles de inversión generados e incluso empleo. Por regla general, para contar con todos estos datos es necesario que los usuarios del Inegi construyan la información por medios propios.

• • • • •

Principios teóricos de la concentración II: comportamiento de la concentración en el espacio y factores asociados

Conformación de sistemas jerárquicos de lugares centrales y funciones de lugar central

A partir de la teoría del lugar central de Christaller, el papel que desempeñan los lugares centrales en la actividad económica cobró una importancia capital, facilitando la comprensión de la manera en que la actividad económica se estructura en el espacio.

Ha existido un amplio debate, sin que se haya logrado un consenso sólido, acerca de las clases de actividades económicas que predominan en los lugares centrales. Sin embargo, sí existen acuerdos de los tipos generales y características de la actividad económica asentada en dichos lugares.

De acuerdo con Christaller [1933], las actividades asentadas en los lugares centrales son generalmente aquellas que cumplen funciones de alto orden, es decir, las que generan bienes y servicios con niveles de demanda muy elevados, por lo que sus áreas de mercado (de influencia) son también muy grandes. Entonces, los consumidores de dichos bienes y servicios están dispuestos a grandes desplazamientos para proveerse de ellos.

Actividades como las descritas generalmente coinciden con bienes de alto valor agregado y servicios por lo regular orientados al productor. Aunque no existe un acuerdo completo de dichas actividades, se acepta que son de naturaleza terciaria, como servicios financieros, profesionales, corporativos y dirección de empresas, grandes almacenes comerciales, servicios del gobierno federal y estatal, grandes hospitales, universidades, sedes de instituciones sociales, religiosas, etcétera [Christaller, 1933: 140-141].

El mismo autor propone un índice para calcular el grado de centralidad en un sitio, de tal manera que se cuantifique la importancia del lugar desde el punto de vista de su función de lugar central. El método propone estimar el "exceso" de importancia mediante la diferencia en el número de conexiones telefónicas en el lugar, con respecto al número de habitantes de la región. Se asume el supuesto de que, a mayor número de aparatos telefónicos, mayor la importancia de las actividades que se realicen en dicho lugar central [Christaller, 1933: 146-151]. Posteriormente, Davies [1967] propuso otro índice de

centralidad, en el que a partir del coeficiente de localización se pondera por el número de establecimientos, tanto en la región como en el lugar central [Davies, 1967: 61-79].

El aporte de los métodos para el cálculo de la centralidad de los lugares consiste en que se tiene un procedimiento para entender que cada sitio puede tener distintos niveles de importancia, y por ello de “centralidad”, estableciendo así que cada lugar central tiene una jerarquía diferente. Christaller dejó ver que el sistema de lugares centrales en una región se estructura de manera jerárquica, es decir, que cada uno de ellos suele tener un grado de importancia distinto, y en función de dicho grado de importancia o “centralidad” será posible localizar los diversos bienes y servicios correspondientes: a mayor jerarquía del lugar, mayor jerarquía en los bienes y servicios, mismos que además poseerán mayores áreas de mercado. No obstante, los bienes y servicios de bajo orden no son exclusivos de lugares de bajo orden; por el contrario, se encuentran localizados también en lugares de alto orden [Miguel, 2004: 161-166].

Los lugares centrales se configuran entonces en un sistema jerárquico en el que quedan establecidas funciones económicas de primer orden (de la mayor importancia) exclusivamente en sitios centrales de primer orden, de tal manera que el orden o jerarquía superior de las funciones corresponde a los lugares centrales de orden similar.

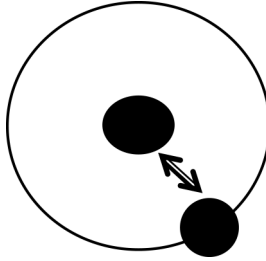
Patrones de la concentración en el espacio urbano: patrón monocéntrico urbano y patrón policéntrico urbano

Patrón monocéntrico urbano

Según los conceptos de centro-periferia y lugar central, el crecimiento de las ciudades se asocia al surgimiento de uno o varios centros de actividad económica manifestados en empleo, producción, valor agregado, o cualquier otra variable económica. Los centros o aglomeraciones interactúan en mayor o menor grado, propiciando que la actividad económica se desplace en los flujos que generan. Todo al interior de un espacio compartido por una población.

Tradicionalmente, se ha concebido a las ciudades como centros donde el crecimiento parte de un centro único de actividad económica y que va ensanchando su área de influencia conforme la ciudad va creciendo; de este modo,

FIGURA 1.4. Patrón monocéntrico



Fuente: elaboración propia.

un modelo típico de centro-periferia explicaría este patrón de crecimiento económico urbano monocéntrico, situando sus actividades económicas de acuerdo con una lógica de localización bien establecida.

En este sentido, el patrón monocéntrico fue concebido en los modelos de los primeros teóricos espaciales. J. H. von Thünen [1826], por ejemplo, planteó en su modelo un patrón de tipo monocéntrico, donde de manera explícita alude a la estructura económica de un suelo, con base en su rentabilidad y en una serie de círculos concéntricos, donde el lugar central coincide evidentemente con el centro de estos, y hace diferenciaciones con respecto a la distancia y a la renta del suelo en función de esta [Thünen, 1826].

Pese a la poca evidencia empírica, es posible observar que las ciudades y poblados de tamaño pequeño, e incluso mediano, cumplen con las características de un patrón monocéntrico. Igualmente puede asociarse el monocentrismo a las etapas tempranas del desarrollo urbano de un sitio. Esto coincide con otros planteamientos derivados de la propia economía urbana; por ejemplo, Richardson [1971] ha planteado que las ciudades pequeñas tienden a tener un nivel de especialización económica mayor, y que el tipo preponderante de economías de aglomeración generadas, por lo tanto, corresponden a economías de localización. De allí que si la economía del sitio es altamente especializada, implica que el empleo en su mayoría pertenece a un mismo tipo de actividad y rama económicas, así como que la actividad económica esté localizada en un mismo lugar. De todo lo anterior se deriva que existe un patrón monocéntrico para ese sitio.

William Alonso [1964] planteó un modelo denominado de “renta ofertada”,¹⁰ en el cual se formalizan los razonamientos de Thünen y su modelo monocéntrico de actividad agrícola, pero aplicado al entorno urbano. Los planteamientos de Alonso, de corte neoclásico, explican la asociación de la renta a los costos de transporte en que se incurre al aumentar la distancia al distrito central de negocios (CBD)¹¹ y cómo se relacionan con los diferentes niveles de ingreso neto y de utilidad fija. Alonso preserva los supuestos asumidos por Thünen en relación con la homogeneidad del suelo y las condiciones de competencia perfecta.

Por otro lado, el modelo de Alonso planteó también los principios de localización de la actividad económica en función de su distancia del CBD.

El patrón monocéntrico ha sido utilizado como modelo para intentar explicar la estructuración espacial de los usos de suelo al interior de las ciudades. Burgess [1926] propuso en su teoría de la zonas concéntricas o círculos concéntricos una explicación histórica del desarrollo urbano y particularmente del uso del suelo en la ciudad de Chicago. A diferencia del enfoque de Thünen, Burgess ofrece un estudio descriptivo sobre la dinámica urbana. Se propone que el uso de suelo en una ciudad puede ser clasificado como una serie de zonas concéntricas (Figura 1.5), y que la ciudad crece por la expansión de estas zonas hacia el exterior. La zona I es el distrito central de negocios (CBD) y se encuentra en el centro de la ciudad. La siguiente zona se considera de transición y generalmente puede ser de propósitos múltiples. Pueden localizarse actividades de vivienda en conjunto con actividades de industria. De acuerdo con Burgess, este tipo de suelo es típico de guetos o barrios de inmigrantes.

La zona III se caracteriza por ser un barrio para la clase trabajadora. Entre las áreas con actividades de industria se encuentran zonas de vivienda de inmigrantes de segunda generación que viven en casas antiguas y con pocas comodidades.

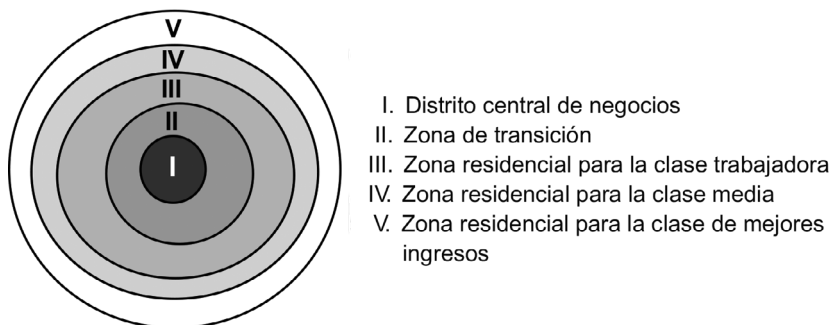
¹⁰ Bid-rent model o bien Bid-price curves.

¹¹ El distrito central de negocios (DCN) o CBD por sus siglas en inglés (central business district) es la zona en el espacio donde se concentran las actividades económicas. Para el caso de un espacio monocéntrico es la única zona de actividad económica. Para un espacio policéntrico es la zona más importante de actividad económica dado su tamaño, nivel de concentración económica, nivel de diversificación de las actividades, y por la localización exclusiva de actividades de alto nivel o de alta centralidad.

La zona IV está ocupada por los habitantes de clase media. Sus hogares son más recientes y amplios que los de la zona III. Finalmente, las viviendas de la zona V están reservadas para los habitantes de ingresos más altos; poseen la mejor calidad, así como todas las comodidades.

El siguiente esquema ilustra la propuesta de Burgess.

FIGURA 1.5. Patrón de desarrollo urbano de Burgess



Fuente: Burgess [1926].

Del mismo modo que Thünen, Burgess asume un espacio geográfico homogéneo, en el que la topografía y demás características del territorio físico no tienen influencia en la estructuración urbana, esto es, únicamente la distancia es un factor a considerar. Bajo estas circunstancias, un patrón urbano de tipo monocéntrico explicaría cabalmente la expansión de una ciudad.

Burgess presentó su modelo en 1925 como un ideal de crecimiento o expansión urbana representable por “una serie de círculos concéntricos numerables, que designarían tanto las zonas sucesivas de expansión urbana como los tipos de áreas diferenciadas en el proceso de expansión”. El modelo de Burgess es una abstracción estática de un proceso dinámico: el ascenso de las clases más acomodadas se constata con la ocupación de los espacios más dignos, en detrimento del desplazamiento que somete a los menos afortunados [Bailly, 1978]. Esta estructura intraurbana, fruto de un proceso ecológico de crecimiento, responde a los conceptos de expansión-sucesión (la tendencia

de cada zona interior a extender su zona mediante una invasión de la zona exterior inmediata), y de sus antagónicos concentración-descentralización (los grupos y usos que pueden competir optan por ocupar los lugares centrales, mientras que aquellos que no pueden hacerlo son segregados hacia las zonas más exteriores).

Las críticas del modelo de Burgess se centran en:

- Se cuestiona la validez empírica de la "zona" como herramienta clasificatoria. Las pruebas empíricas a las que se ha sometido el modelo han dado resultados contradictorios. Así, Davie, en su trabajo El modelo del crecimiento urbano, pone a prueba el modelo aplicándolo a la ciudad de New Haven. El estudio manifiesta que sus veintidós áreas "no se ajustan a un modelo de círculos concéntricos. Ninguna de estas coronas es homogénea en ningún sentido" [Davie, 1938]. Por su parte, Zorbaugh, en su exposición sobre áreas naturales, hará extensible a "todas las ciudades americanas" el modelo de expansión de círculos concéntricos [Zorbaugh, 1926].
- Ausencia de coherencia entre atributos de tipo familiar y el resto de atributos enunciados por Burgess.
- Inconsistencia teórica e instrumental en el concepto de "área natural".
- Modelo excesivamente generalista, lo que lo ha convertido en un modelo "ideal". Burgess inicialmente lo hizo extensible a cualquier ciudad o pueblo. Posteriormente rectificó y lo circunscribió a las ciudades estadounidenses con vocación comercial-industrial [Timms, 1976].

No obstante, el modelo de Burgess fue el punto de partida para otros investigadores. Entre ellos, Homer Hoyt, quien en 1939 propuso el modelo de sectores radiantes, el cual completa el de Burgess, pues propone un diagrama en el que los límites impuestos por los círculos concéntricos de Burgess se interrumpen y se amplían del centro a la periferia adoptando formas irregulares.

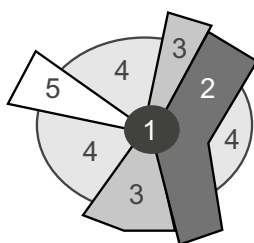
El modelo sectorial nace en el seno de la administración federal del gobierno estadounidense. Su finalidad, a diferencia del modelo de Burgess, es eminentemente práctica. Busca ser una generalidad empírica susceptible de ser utilizada en el proceso de toma de decisiones (de naturaleza exclusivamente financiera), asociada a las políticas de planificación. Teniendo en cuenta este origen, resulta lógico observar que las únicas variables utilizadas por el modelo para caracterizar las distintas zonas fueran los niveles de renta y las

posibilidades de pago vinculadas a ellos [Timms, 1976]. El nivel de renta constituye el punto central de este modelo, desde el que se enuncia la estructura y diferenciación urbana.

Para Hoyt el cambio urbano obedece a una teoría sectorial [Hoyt, 1939]. El cambio, la movilidad y el crecimiento tienen como principal motor la supuesta atracción ejercida por las "élites" (clases sociales con mayor poder adquisitivo). Son estas las que, emplazadas inicialmente en el centro de la ciudad, su área de empleo, se irán desplazando a lo largo de las principales y más rápidas vías de comunicación en busca de mejores enclaves que el obsoleto y congestionado centro. Esta expansión, que sigue la forma de una cuña, obedece a un movimiento de fuerzas centrípetas, del centro a la periferia, y en ella se libera un espacio que, deteriorado, será ocupado por capas de menor poder adquisitivo [Bailly, 1978]. Pese a ello, "la tendencia natural de las áreas de renta elevada es la de desplazarse hacia la periferia, pero sin abandonar el sector en el que primitivamente se localizaban" [Hoyt, 1939].

Los modelos de Burgess y Hoyt comparten el concepto de gradiente, basado en la hipótesis ecológica de que la comunidad se organiza en función de un centro dominante, a partir del cual, y según se incrementa la distancia respecto a él, esta disminuye.

FIGURA 1.6. Patrón de desarrollo urbano de Hoyt



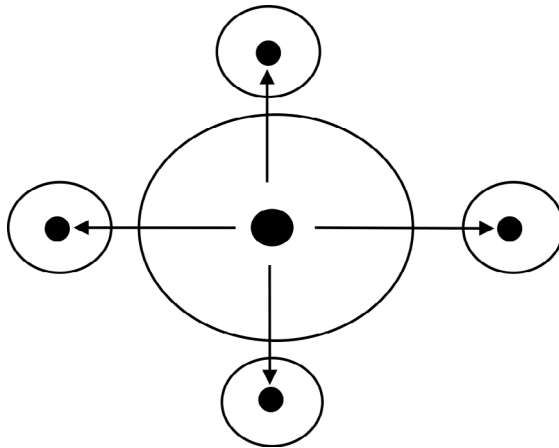
1. Distrito Central de Negocios
2. Actividades de comercio al mayoreo e industria ligera
3. Zona residencial para la clase trabajadora
4. Zona residencial de clase media
5. Zona residencial de clase acomodada

Fuente: Hoyt [1939].

Patrón policéntrico urbano

Por policentrismo se entiende la presencia de dos o más centros, nodos o subcentros de actividad que interactúan¹² desde el punto de vista económico sobre un espacio. Si dicho sistema de centros o lugares centrales tiene lugar al interior de una ciudad, se concibe este fenómeno como policentrismo urbano.

FIGURA 1.7. Patrón policéntrico



Fuente: elaboración propia.

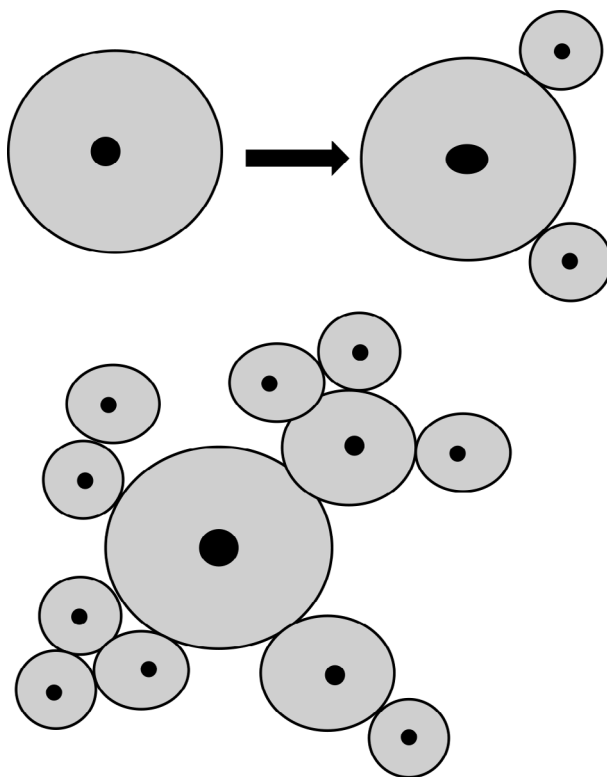
Christaller fue uno de los primeros estudiosos en sentar las bases para la comprensión del policentrismo al plantear la teoría del lugar central. Destacó la conformación estructural de la economía en una serie de centros o subcentros con sus propias áreas de mercado (áreas de influencia). El propio Christaller admitía tácitamente que la presencia de un sistema de centros interactuando entre sí era evidente.

La idea generalmente aceptada sobre el origen y evolución de una estructura policéntrica es que se parte de un centro único o patrón monocéntrico, y

¹² Por interacción económica podemos entender que un par de centros de actividad económica compiten debido a su naturaleza económica similar, o bien que se complementan gracias a la formación de encadenamientos productivos entre ellos y dada su actividad económica relacionada.

conforme se expande el área de influencia no puede crecer indefinidamente, debido a la incursión de costos de transporte crecientes, y de allí tendrá que ser otro centro económico el que dé lugar a la actividad de los habitantes o empresas.

FIGURA 1.8. Transición de un patrón monocéntrico a un patrón policéntrico



Fuente: elaboración propia.

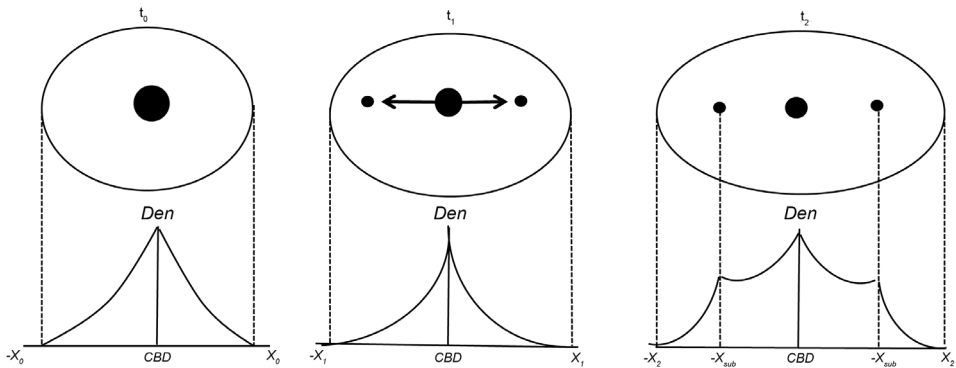
Los enfoques para la comprensión de la formación de los centros económicos han derivado en vertientes variadas; por otro lado, los enfoques metodológicos empleados también han influido en resultados poco consistentes e incluso contradictorios. Batty y Longley [1994] propusieron el uso de fractales para intentar reproducir la formación de centros; otros, como Colinsk [1992],

se han basado en modelos de tipo markoviano para propósitos similares; Paul Krugman [1997] ha propuesto el análisis de Fourier para abordar la modelación. Un trabajo muy destacado es, según Harry W. Richardson, el de L. Lave [1974], quien propuso un modelo de simulación para comparar el desempeño de economías y deseconomías de aglomeración.

Más allá de técnicas para modelación de las estructuras policéntricas, algunos autores como Stiglitz [1977] han pretendido comprender el proceso de formación de centros económicos mediante rendimientos a escala y concepciones basadas en competencia monopolística.

El elemento con mayor aceptación en relación con la explicación de su origen, es la presencia de deseconomías de aglomeración en el centro debido a factores que provocan desventajas (precio del suelo muy alto, contaminación, tráfico vehicular, delincuencia y otros temas asociados a la saturación en espacios urbanos), y a su vez presencia de economías de aglomeración en áreas periféricas [Muñiz, Galindo y García, 2005: 8]. Esta condición rompe el equilibrio inicial en términos de la rentabilidad de los sitios, provocando el desplazamiento de la actividad económica a nuevos lugares, esto es, dando lugar a nuevos centros de actividad o, lo que es lo mismo, a una estructura policéntrica.

FIGURA 1.9. Transición de un patrón monocéntrico a un patrón policéntrico



Fuente: Muñiz, Galindo y García [2005].

En la figura 1.9 puede verse cómo una estructura monocéntrica (en t_0) y su correspondiente densidad económica indican que la cercanía al CBD incrementa esta densidad, y por otro lado, esta disminuye conforme se aleja hasta su umbral (es decir, hasta el límite del área de influencia), en este caso denotado por el intervalo $[-x_0, x_0]$. No obstante, y al aumentar las deseconomías de aglomeración en el CBD, surgen en t_1 nuevos centros en otros sitios con presencia de economías de aglomeración, cuya densidad económica se ve alterada, esto es, se “suaviza” la gráfica de gradiente de densidad hasta los umbrales marcados por las áreas de influencia de los nuevos centros, en este caso, denotados por el intervalo $[-x_1, x_1]$.

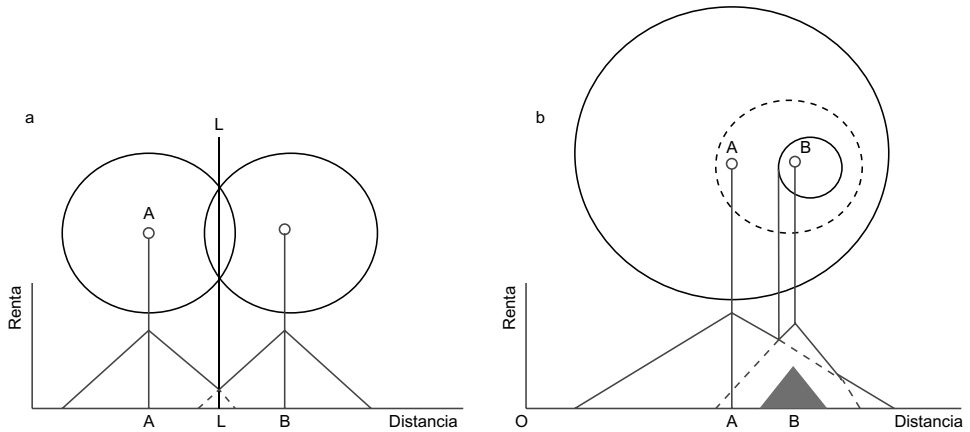
Finalmente, en t_2 se recomponen los patrones de densidad económica espacial de modo que el CBD pierde algo de esta densidad para ser trasladada a los nuevos centros de actividad económica, de tal manera que nuevamente la densidad será mayor conforme la distancia al nuevo centro sea menor.

Un esfuerzo significativo por comprender el surgimiento de los centros urbanos a partir de un patrón monocéntrico y su relación entre sí, es aportado por Alonso [1964], quien planteó mediante gradientes de renta del suelo, la evolución del tamaño y su relación con las distancias y la renta del suelo asociada [Alonso, 1964: 130-142]. Básicamente, el trabajo de Alonso abordó en su modelo de renta ofertada las condiciones de competencia y/o de complementariedad económica de un par de centros económicos. Asimismo, estudió el comportamiento de la renta de los dos centros de acuerdo con su tamaño y distancia.

En la figura 1.10 (a y b) se tienen dos centros competidores, su renta según la distancia a su centro, y cómo esta varía en función de la cercanía entre ellos. La renta baja conforme nos acercamos al límite del área de influencia; sin embargo, si al ir disminuyendo la renta (por el alejamiento del centro A, véase a) nos aproximamos al centro B, en los puntos donde las áreas de influencia de A y B se traslapan (esto es, donde está trazada la línea L), la renta ya no disminuye, por el contrario, comienza a aumentar en función de su gradual acercamiento al centro B.

Por otro lado, si tenemos A y B como dos centros competidores, siendo B más pequeño que A, y estando B dentro de A (ver b), es posible ver cómo el patrón de renta se altera en A al alejarse de su centro; una vez que se entra al área de influencia de B (sin importar que B esté dentro del área de mercado de A), la renta aumenta nuevamente debido a la influencia de B, lo que significa que el valor del suelo se altera en función de la cercanía de centros alternos.

FIGURA 1.10 A Y B.
Interacción entre dos centros competidores



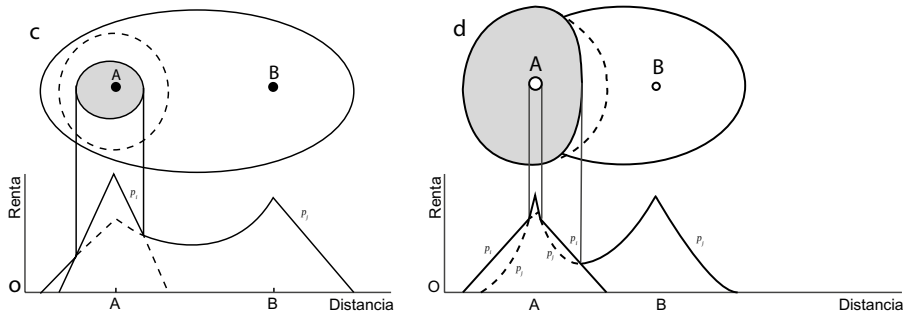
Fuente: Alonso [1964].

En la figura 1.11 (c y d) Alonso plantea la interacción entre dos centros complementarios, esto es, de diferente función económica y cuyo patrón de renta del suelo se asocia con el tipo de actividad económica y los ingresos de los hogares. Esto significa que en los centros manufactureros la tendencia es que se asienten hogares de bajos ingresos, mientras que en centros de negocios y de comercio la tendencia sería a que se asienten hogares de altos ingresos, lo cual daría una lógica específica a la localización residencial respecto de la localización económica de los espacios urbanos.

Puede verse —en c— que al tener dos centros cuya actividad económica principal sea complementaria, para A que se asume por Alonso como un centro de negocios y de actividades comerciales donde se asentarán principalmente hogares de altos ingresos, el precio del suelo sube con rapidez en función de su acercamiento al centro de A; no obstante, conforme aumenta la distancia hacia A el precio disminuye, aunque este aumente de manera gradual al acercarnos a B, que es un centro manufacturero, donde la tendencia de localización residencial es que prevalezcan hogares de bajos ingresos.

En d se plantea una situación similar, pero asumiendo un centro A del mismo tamaño que B, y asumiendo que el uso de suelo justo en el centro de A es un área pequeña, como una “isla” de uso de suelo diferenciado del resto de A.

FIGURA 1.11 C Y D. Interacción entre dos centros complementarios



Fuente: Alonso [1964].

No obstante, otros autores han estudiado el policentrismo bajo otras perspectivas igualmente importantes e interesantes. García y Muñiz [2005] establecen que existe una clara diferencia entre los estudios estadounidenses y los europeos. De acuerdo con los autores, en el caso estadounidense los subcentros responden a tendencias descentralizadoras en empleo y población, mientras que en el caso europeo tienen más que ver con ciudades de tamaño pequeño o mediano, con una larga historia, dándose una especie de “tradición” en el centro de empleo. Sin embargo, los autores aceptan que la realidad responde a los dos enfoques teóricos, pero el problema reside en que no se ha logrado la integración de ambos [García y Muñiz, 2005: 1-4].

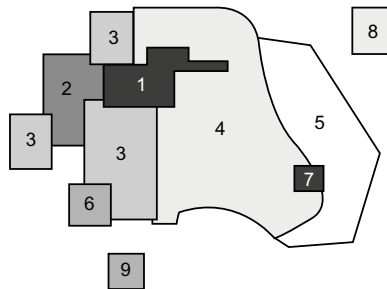
Otros autores aceptan las dos corrientes como explicaciones para la formación de subcentros, esto es, que la expansión urbana puede dar como resultado subcentros de actividad económica tanto de fenómenos de expansión y descentralización como de tipo tradicional.

Por otro lado, se acepta que también pueden existir factores de explicación en la conformación de subcentros de naturaleza diferente: el surgimiento de nuevas centralidades puede darse no solamente como resultado de la interacción de las fuerzas del mercado, sino como producto de un proyecto territorial que bien podría desarrollarse en torno a una infraestructura existente, u otras condiciones que puedan aprovecharse, y que sea respuesta a los costos o diseconomías de las centralidades existentes. De allí que la planeación urbana puede ser clave en el surgimiento de nuevos centros económicos.

Lo anterior deja en claro que, dados los problemas de saturación urbana que sufren muchas ciudades, no es raro, y sí en cambio deseable, que muchos de los subcentros que surgen lo hagan mediante políticas de ordenamiento territorial.

En relación con el crecimiento urbano y la conformación de usos de suelo al interior de las ciudades, existen trabajos destacados que relacionan estos temas con las estructuras policéntricas emergentes. Harris y Ullman [1945] establecieron en su teoría de núcleos múltiples que la expansión de la ciudad no se produce a partir de un único distrito central, como apuntaron las respectivas tesis de Burgess y Hoyt. Para Harris y Ullman, la estructura urbana se desarrolla a partir de núcleos múltiples. Son cuatro los factores que, combinados, motivan el desarrollo de núcleos independientes: 1) existen actividades que requieren servicios y una planificación específica; 2) actividades semejantes se agrupan intentando beneficiarse de las economías de aglomeración que generan; 3) actividades incompatibles se emplazarán guardando cierta distancia; y 4) todas las actividades quedan sometidas al proceso de selección espacial que el precio del suelo impone [Harris y Ullman, 1945].

FIGURA 1.12. Patrón de desarrollo urbano de Harris y Ullman



1. Distrito central de negocios
2. Actividades de comercio al mayoreo e industria ligera
3. Zona residencial para la clase trabajadora
4. Zona residencial de clase media
5. Zona residencial de clase acomodada
6. Industria pesada
7. Distrito periférico de negocios
8. Barra residencial
9. Barra industrial

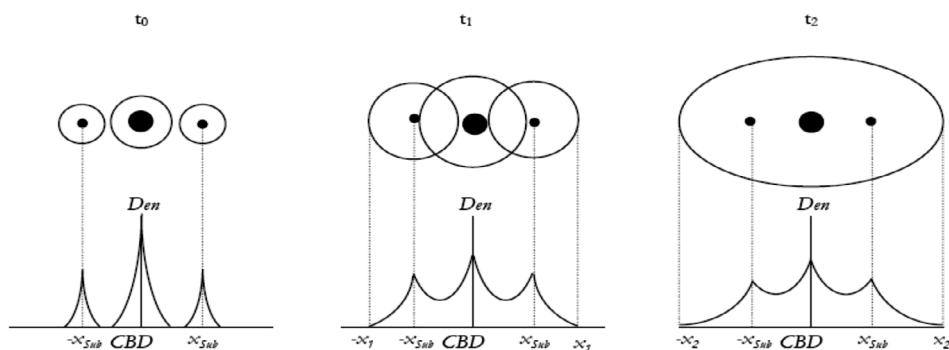
Fuente: Harris y Ullman [1945].

Este modelo, igual que sus predecesores, refleja la expansión. Los autores identifican las áreas homogéneas más comunes, asociándolas a los distintos núcleos múltiples. Es en este hecho, en la gran variedad tipológica y en el elevado número de núcleos, donde el modelo ha sido más cuestionado, lo cual ha dificultado su generalización.

Finalmente, además de principios y modelos que pretenden explicar su formación y su papel en las estructuras urbanas, es claro que el policentrismo tiene una participación fundamental en la expansión de las ciudades, pues estructura y reestructura los espacios urbanos en función de la movilidad del interior al exterior de las ciudades por parte de la actividad económica, manifestada en patrones de concentración y dispersión económico-poblacional, y en su asociación con las economías y diseconomías de aglomeración.

Al observar la figura 1.13 en la transición de t_0 a t_1 puede verse que con el surgimiento de nuevos centros se tiene como consecuencia una disminución en los costos de transporte relacionados con desplazamientos hogar-centro de trabajo y de allí un “solapamiento” (traslape) en las áreas de mercado de trabajo del CBD y de los centros de actividad económica, que al intensificarse este entre t_1 y t_2 se integran por completo las áreas de mercado del CBD y centros para conformar un área de mercado total que integra todo el sistema policéntrico urbano, de allí que al surgir nuevos centros en la periferia de las ciudades, implique necesariamente la expansión urbana de la ciudad.

FIGURA 1.13. Surgimiento de nuevos centros y disminución de costos de transporte hogar-centro de trabajo



Fuente: Muñiz, Galindo y García [2005].

Esto quiere decir que esencialmente como responsables de la expansión urbana tenemos a las economías de aglomeración y la interacción entre concentración y dispersión económica espacial y poblacional, que da como resultado una reestructura de los espacios urbanos, misma que propicia el surgimiento de nuevos centros de actividad económica.

Es evidente que la relación entre los distintos centros al interior de los espacios urbanos establece además una relación jerárquica, donde la mayor importancia, y por tanto influencia, la tienen los centros de mayor tamaño, que a su vez tienen funciones económicas de lugar central.

Principios de localización de la actividad económica y requerimientos de espacio

La actividad económica y poblacional en un espacio urbano, o simplemente en la conformación de un sistema jerárquico de centros y subcentros, tiene una localización específica, de acuerdo con requerimientos propios de la actividad, y la industria tenderá a una lógica de localización que no se relaciona con la lógica de los servicios.

La teoría de la localización busca las respuestas a la conducta seguida en una decisión de localizar una planta, empresa, industria o cualquier establecimiento. Es claro que esta conducta no está regida (al menos no racionalmente) por procesos aleatorios. Al ubicar un negocio se busca minimizar costos de transporte, distancia a los mercados o insumos requeridos, y es deseable una mayor accesibilidad o cualquier otra ventaja que permita su permanencia en el sitio elegido.

Aunque han sido numerosos los autores que han contribuido a la construcción de la teoría de la localización, son quizá tres de ellos los fundamentales, dado que sentaron las bases que posteriormente otros desarrollarían; estos tres pensadores son los integrantes de la llamada Escuela Germánica: Johann Heinrich von Thünen, Alfred Weber y Walter Christaller. Asimismo, son esenciales también las contribuciones de August Lösch y de William Alonso.

Desde que David Ricardo planteó que la tierra poseía diversos niveles de calidad, y por lo tanto generaría rentas diferentes [Ricardo, 1815], quedó claro que los rendimientos de la tierra constituyen un punto crucial en el entendimiento del modo en el que se usa. Para Thünen, sin embargo, este argumento ricardiano no era suficiente para explicar el uso discriminatorio de

la tierra, pues era claro que la distancia entre sitios también jugaba un papel importantísimo en la decisión de usar tal o cual terreno para producción. La razón específica recae en el costo de transporte, como se ha comentado anteriormente [Thünen, 1826].

Dependiendo de cada actividad económica la tendencia a localizarse en los espacios urbanos es diferente, de acuerdo con la disponibilidad, la cual incide en el costo del suelo. De allí que las actividades de mayores necesidades de suelo, esto es, las que requieren de un uso extensivo, tiendan a localizarse en áreas de menor costo, las cuales coinciden de manera general con las periferias urbanas. Contrariamente a ello, las actividades con menores necesidades de espacio, esto es, con capacidad de usar suelo de manera intensiva, pueden afrontar mejor los costos y por ello tienden a aprovechar las ventajas que dan la accesibilidad y los menores costos de transporte.

Alonso [1964] establece un análisis a partir del patrón monocéntrico en el que razona y plantea, mediante una gráfica en la que queda clara la renta del suelo¹³ por la que cada tipo de actividad económica¹⁴ estaría dispuesto a adquirirlo, y donde la distancia al CBD es la variable clave en el proceso [Alonso, 1964]. De esta manera, los servicios (sector de oficinas) son los que tienen mayor proclividad a pagar un precio más alto por el suelo, seguidos de la industria, la actividad residencial y finalmente las actividades agrícolas.

En función de lo anterior, es importante resumir el comportamiento de cada tipo de actividad asociándolo a la actividad urbana.

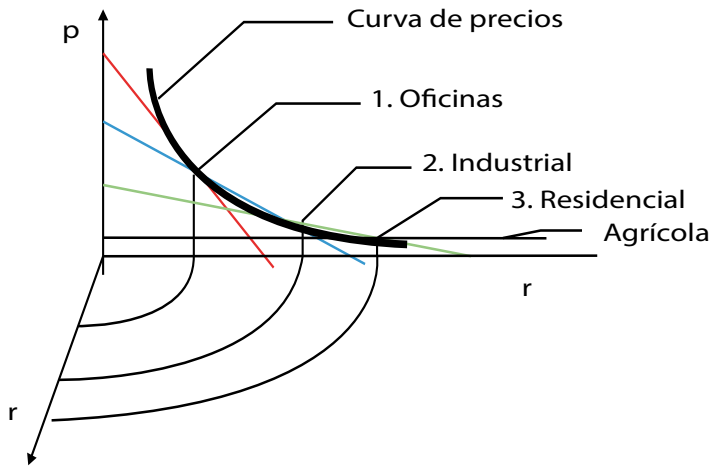
Principios generales de localización urbana productiva

Harry W. Richardson [1971] estableció una serie de principios de localización de carácter general donde las actividades económicas urbanas y sus decisiones de localización al interior son explicadas de modo satisfactorio. Estos

¹³ El modelo de Alonso define la renta como el remanente que queda cuando se han sustraído costos de producción y transporte, y un nivel deseado de beneficios del ingreso obtenido por la venta del producto.

¹⁴ El concepto "actividad económica" se usa como sinónimo del término "empresas", objeto de estudio de Alonso en su análisis de 1964, aplicado al ámbito urbano.

FIGURA 1.14. Localización de actividades económicas urbanas (sectores)



Fuente: Ramírez Franco [2008] y Richardson [1977].

principios pretenden dar elementos de comprensión preliminar sobre la ubicación de establecimientos y empresas en términos muy generales. Se describen a continuación [Richardson, 1971: 39-41]:

1. Las actividades que sirven al mercado urbano en conjunto tienden a localizarse en el centro. Las actividades que sirven a mercados no locales tienden a ocupar lugares periféricos.
2. Cuanto más especializada sea una función, mayor es su tendencia a ocupar un emplazamiento céntrico.
3. Cuanto mayor sea la superficie que requiera un establecimiento, mayor es la probabilidad de que se localice en las afueras. Esto deriva del hecho de que el precio de suelo tiende a estar en relación inversa a la distancia al centro de la ciudad.
4. Las decisiones de localización urbana están influidas por la existencia de controles del uso del suelo y otras restricciones de la planificación urbana sobre utilización de los terrenos del centro. Si aceptamos la existencia de externalidades espaciales (es decir, que la decisión de localizar una unidad repercute sobre las decisiones de las otras), se puede demostrar

que los controles del uso de suelo y la zonificación tienen un fuerte efecto estabilizador sobre los esquemas de localización urbana.

5. La presencia de deseconomías externas pecuniarias (por ejemplo, costos crecientes del suelo) o de deseconomías externas tecnológicas (humos, ruidos, congestión del tráfico) provoca un cierto grado de descentralización, aunque la respuesta varía según la medida en que un establecimiento esté ligado al núcleo central.
6. La dicotomía núcleo central-suburbio en las decisiones de localización urbana ha de ser matizada por el hecho de que las grandes ciudades suelen contener centros secundarios fuera del CBD. En algunos casos, un emplazamiento en uno de los centros secundarios puede constituir una solución aceptable.
7. Las decisiones de localización urbana son interdependientes (ver punto 4). Esta interdependencia aparece a menudo en el fenómeno de la aglomeración. Por ejemplo, la aglomeración de establecimientos similares puede crear economías externas: la facilidad del contacto personal en la zona de oficinas (servicios) o el hecho de que la reunión de diversas tiendas minimiza los costos de desplazamiento y atrae clientes. Además, las actividades complementarias tienden a aglomerarse: oficinas y cafeterías, teatros y restaurantes, almacenistas y compañías de transportes. Por otra parte, ciertas actividades se repelen como, por ejemplo, fábricas que crean molestias y hogares de la clase alta.
8. Los factores históricos son de importancia para explicar el esquema de localización de una ciudad. Los establecimientos pueden seguir ocupando lugares centrales mucho después de que haya desaparecido la razón que lo justificaba. Las firmas no cambian de localización por cuanto ello resulta más económico. Una investigación hecha en Los Ángeles reveló que la industria seguía situada junto al ferrocarril, aunque ya no lo utilizaba. La edad de una ciudad es decisiva para entender el patrón de su localización urbana. En una ciudad antigua un gran porcentaje de los lugares centrales estarán ocupados por firmas muy antiguas que se resisten a dejarlos, y aunque los locales quedaran libres, los costos de adquisición y reforma de edificios viejos pueden ser altos. Por otra parte, en una ciudad relativamente nueva hay más posibilidades para elegir localización y buenos emplazamientos en los suburbios, pero también menos competencia por los locales céntricos, sin el problema que representan demasiados solares pequeños.

9. La generalización más amplia, basada en la experiencia de países industriales desarrollados, es que existe una concentración locacional creciente en unas cuantas ciudades grandes y una fuerte tendencia a la descentralización dentro de estas áreas. Si esto es así, indica que los emplazamientos suburbanos al borde de las grandes ciudades son el mejor de los mundos. Tienen fácil acceso al gran mercado metropolitano y a las diversiones urbanas, disfrutan de un ambiente agradable y no tienen que soportar las desventajas, la congestión y los altos costos de los lugares céntricos.

Vistos de manera específica, los principios de localización productiva pueden ser ampliados para cada actividad productiva.

Localización de la actividad agropecuaria

Las actividades agropecuarias requieren grandes extensiones de suelo para llevarse a cabo esto es, hacen un uso muy extensivo del suelo y por ese motivo requieren de un suelo de menor costo, de otro modo les sería muy difícil afrontarlos. Lo anterior hace evidente que la localización de las actividades agropecuarias no puede ser cerca de los lugares centrales o distrito central (CBD) [Ramírez, 2016].

Esto quiere decir que este tipo de actividades se localizarán en la periferia.

Localización de la actividad industrial

De la misma manera que con la actividad agropecuaria, la actividad industrial requiere grandes extensiones de suelo, lo que hace que las características de la actividad agropecuaria se apliquen a la industria.

Por ello, la industria tiende a localizarse en la periferia y no en el CBD o lugar central debido a los requerimientos extensivos de suelo. De otro modo implicaría altos costos por uso de suelo, esto quiere decir que la industria requerirá suelo de menor costo [Richardson, 1971: 42-44].

No obstante, las cosas pueden ser diferentes en función de la especialización de los sitios, esto es, si un sitio tiene alta especialización industrial es posible que la relación de distancia de la actividad industrial respecto al

CBD se modifique. La evidencia empírica muestra que en la medida en que la extensión de una ciudad se hace mayor (y simultáneamente se diversifica la economía), la industria experimenta costos crecientes, y con ello la tendencia a desplazarse a la periferia será más clara [Ramírez, 2016].

Localización del comercio y de los servicios

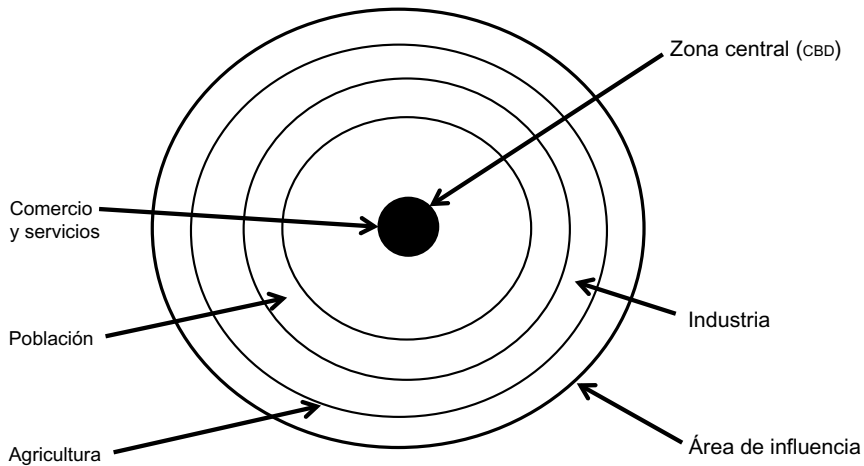
El comercio y los servicios mantienen una relación de requerimientos de suelo diametralmente opuesta a la industria y la actividad agropecuaria debido a que sus actividades pueden llevarse a cabo sin grandes requerimientos de suelo o, mejor aún, pueden realizarse a la vez en una misma unidad territorial, lo que implica que su uso es mayormente intensivo. Esto les permite afrontar los altos costos del suelo adyacente o perteneciente al CBD. Luego entonces, el comercio y los servicios tienden a estar localizados en el CBD o cerca de él [Richardson, 1971: 46-49], aprovechando así la ventaja de la accesibilidad de las redes de transporte y sin problema para afrontar los costos del suelo urbano.

Una diferenciación importante es el tipo de comercio y servicios ejercidos, ya que el comercio y/o servicios al por mayor, esto es, en escala mayorista (comercio) o servicios orientados al productor (industria y comercio) y que por lo tanto, no tienen transacciones directas con la población urbana, tienden entonces a hacer uso de las ventajas referidas (accesibilidad y afronte exitoso de los costos del suelo del CBD gracias a su uso intensivo) y localizarse en el CBD [Ramírez, 2016].

No obstante, el comercio al por menor y/o los servicios al consumidor, que sí tienen transacciones directas con la población urbana, no necesariamente pueden afrontar los altos costos del suelo del CBD. Por otro lado, ya que su influencia y actividad son locales (su mercado no posee un área de influencia de gran extensión), tienden a permanecer cerca de los núcleos o subcentros de población [Richardson, 1971: 44-46], de modo que se espera que su comportamiento sea el mismo que el de la localización de la población [Ramírez, 2016].

Por otro lado, la localización productiva en un patrón policéntrico no es muy diferente del caso monocéntrico, esto ya que los requerimientos de espacio son los mismos, la industria y la actividad agrícola tienen la misma tendencia a ubicarse en la periferia de las ciudades, de tal forma que puedan asumir de manera óptima los costos de suelo. Asimismo, y en términos generales, los

FIGURA 1.15. Principios de localización productiva en el patrón monocéntrico



Fuente: elaboración propia.

servicios, específicamente los denominados de “alta centralidad” o “mayor centralidad”,¹⁵ así como el comercio de mayor escala, es decir, “al por mayor”, conservan los mismos principios de localización debido a su capacidad para afrontar los altos costos del suelo urbano central en función de sus menores requerimientos de suelo.

Aunado a lo anterior, aquellos centros de actividad económica que presenten deseconomías de aglomeración, esto es, condiciones que ya no alienten la concentración, experimentarán el proceso inverso, en el que la desconcentración se hará evidente.¹⁶ De allí que el desplazamiento de actividades hacia otros centros con mayor rentabilidad se hará presente.

¹⁵ También denominados “servicios al productor”.

¹⁶ Tales como contaminación, alto valor del suelo urbano, delincuencia, tráfico excesivo y otros problemas asociados a los altos niveles de saturación.

Por lo anterior, el surgimiento de nuevos centros implica una reestructuración económica en términos espaciales y favorece una reconfiguración de usos y de valores del suelo. De allí que conforme la estructura policéntrica cambia en el tiempo y en el espacio de una ciudad, los usos y los valores del suelo también se ven afectados. Los nuevos valores permiten nuevos procesos de oferta y demanda de suelo para la gran diversidad de actividades económicas en una ciudad, lo que tiene como consecuencia nuevos procesos de localización productiva, mismos que se rigen por los principios descritos: actividades de comercio y servicios de alto valor, tendientes a ocupar los espacios centrales de la ciudad, y la industria y la agricultura propensos a ocupar espacios en la periferia urbana.

Es importante decir que las actividades económicas referidas deben ser divididas en actividades a grande y pequeña escala.¹⁷ En función del tamaño de la actividad económica estará también definida su localización; de esta manera industria, comercio y servicios a gran escala están definidos de acuerdo con lo explicado previamente. Sin embargo, el comercio y los servicios de baja escala (comercio al por menor y servicios al consumidor) tienden a ocupar espacios adyacentes a las zonas residenciales en la ciudad, especialmente si son de bajos ingresos. Dicho de otra manera: las áreas de mercado o de influencia de los pequeños establecimientos de comercio y servicios son también pequeñas, puesto que abarcan poco espacio donde se localiza determinado número de consumidores residentes en los hogares cercanos.

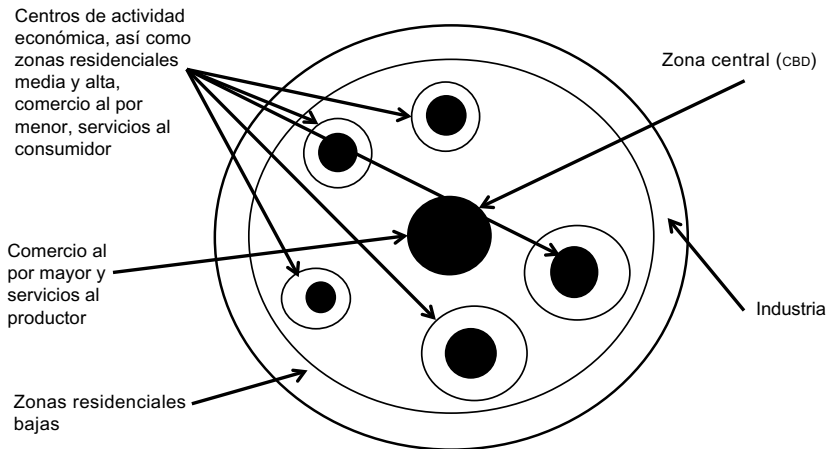
Por otra parte, es de destacar que las ciudades modernas en su distrito central han tendido a aminorar la atracción sobre la industria manufacturera, obviamente por la necesidad de espacio físico y diferencias entre el suelo del distrito y la periferia. Además, el cambio de transporte del camión al ferrocarril privilegia las localizaciones industriales en la periferia.

¹⁷ El comercio es dividido en comercio al por mayor y al por menor (mayoreo y menudeo), los servicios son divididos en servicios al productor (de altos ingresos, entre los que se consideran actividades corporativas, financieras, profesionales, etcétera) y servicios al consumidor (de bajos ingresos, entre los que se consideran actividades de mantenimiento, reparación de aparatos, atención a un público en general y que no implican grandes movimientos de capital). La industria es dividida en micro, pequeña, mediana y gran industria. Siendo la gran industria la única en utilizar por lo menos 5000 empleados para su funcionamiento.

Pocas industrias manufactureras permanecen centralizadas, salvo el vestido, alimentación, imprentas y misceláneas. Las grandes fábricas tienden a localizarse en la periferia.

De hecho, la distribución industrial se relaciona más con los tamaños que con el giro de la industria, de tal manera que la pequeña industria tiende a localizarse en el centro por la generación de economías de escala de los servicios, mientras que la gran industria prefiere la periferia con buen acceso al transporte. Las pequeñas empresas tienen más restricciones y tienden a desplazarse a distancias más reducidas.

FIGURA 1.16. Principios de localización productiva en el patrón policéntrico



Fuente: elaboración propia.

Principios de localización residencial y su relación con el crecimiento económico

Autores como Golledge [1996] han establecido que los patrones de localización de la población en los espacios urbanos no tienen suficiente claridad y por ello carecen de posibilidades para establecer una teoría clara. Se identifican factores como las diferencias culturales o factores regionales, que inciden en la tendencia por parte de la población a localizarse cerca de las áreas centrales de

una ciudad, o bien lejos de ellas, sin encontrar la misma característica en toda la evidencia empírica.

El autor sostiene que existen claras diferencias entre ciudades asiáticas y las americanas o las europeas, pues mientras en las primeras la tendencia es que los hogares de menores ingresos se localicen en la periferia y los de mayores ingresos cerca del CBD, en las restantes sucedía lo contrario [Gollledge, 1996].

Asimismo, Richardson [1971] ha establecido que existen dos vertientes básicas en la explicación de las decisiones de localización residencial: el enfoque de la estructura macroespacial y el enfoque microeconómico. Lo que es claro es que el costo del suelo incide decididamente en la localización de un hogar, es decir, que si el costo es alto, sin duda no se ubicarían allí los estratos bajos. Por ello, el costo del suelo es un factor fundamental en las decisiones de localización de la vivienda urbana.

No obstante, se ha desarrollado una diversidad de enfoques que pretenden explicar las decisiones y patrones de localización residencial, la mayoría basados en factores como el valor del suelo y la cercanía con los distritos centrales de negocios.

Existe una lógica entre localización residencial y valor expectante (el usuario que compra la vivienda se ubicará en aquel sitio que le hace pensar que tendrá un valor más alto en el futuro). Dependerá también de que haya vivienda. El factor de la intermediación y vivienda como inversión depende de la cantidad de vivienda. España es el país del mundo con más vivienda en propiedad. Los motivos de la compra en propiedad son: más ahorro y mayor integración social. Esto hace que países con altos índices de alquileres imiten, cada vez más, el modelo español. La mayoría de los modelos existentes de localización residencial son anglosajones, es por ello que en nuestro país no funcionan tan bien.

Áreas de mercado, funciones económicas y sus unidades espaciales económico-funcionales

De acuerdo con los principios anteriores, la actividad económica tiene una clara expresión en el espacio, la cual se da en patrones de concentración espacial. Los sitios donde tiene lugar esta concentración (que llamaremos sitios económicos [Asuad, 2007]), son aquellos que, a diferencia del resto de sitios en un

espacio físico, tienen una densidad económica significativamente mayor. La densidad da una clara evidencia de concentración económica que puede ser expresada mediante varios atributos económicos.¹⁸

Estos procesos de concentración económica espacial, originados como resultado de economías de aglomeración (producto de la existencia de rendimientos crecientes y de externalidades espaciales), dan paso a conjuntos de sitios concentrados que llamamos lugares centrales. Ellos mantienen una comunicación permanente mediante la infraestructura urbana y las redes de transporte existentes, las cuales permiten los desplazamientos y la interacción económica, asociados a sus altos niveles de actividad económica. Cuando tales conjuntos de lugares centrales se localizan en los espacios urbanos, decimos que estamos ante la presencia de una estructura policéntrica urbana.

La existencia de estructuras urbanas policéntricas permite no solamente la expansión de la ciudad y la forma urbana consecuente mencionada con anterioridad, sino la asignación de funciones económicas para cada caso. De allí que cada centro económico posea características específicas, como el tipo de actividad económica preponderante o especialización, su localización dentro de la ciudad, y una relación económica específica con los otros centros productivos, así como con empresas y hogares pertenecientes a la ciudad en su conjunto. A esta relación la llamamos función económica. De este modo, habrá centros industriales responsables del abasto de productos para el consumo de los mercados en la ciudad. Otros centros industriales podrán mantener relaciones con centros y población de otras localidades.

Asimismo, existirán centros de distribución de estos y otros productos, en los que tendrá lugar el comercio a pequeña y gran escalas, esto es, para mercados especializados o para áreas de mercado del consumidor final. Finalmente, habrá centros especializados en servicios de muy diversa naturaleza que, como en el caso del comercio, podrán ser a gran escala (servicios al productor) o a pequeña escala (servicios al consumidor), cuyo destino serán mercados especializados o de consumidor final.

¹⁸ Tales atributos pueden ser medidos en empleo, valor agregado, niveles de inversión, activos fijos, etcétera. Lo anterior no significa que los resultados de las mediciones den justo las mismas conclusiones pues cada variable mediría, desde luego, características distintas. No obstante, en todos los casos todas las variables económicas sí darían sustento suficiente de que la actividad económica es sensiblemente mayor en ese punto, y por lo tanto es evidencia de alguna forma de localización productiva.

Las relaciones derivadas de la especialización de los centros dan entonces cabida a funciones de complementariedad y de competencia económica entre estos, en las que de manera integrada espacio físico y actividad económica favorecen los procesos económicos que explican la forma y el crecimiento económico urbanos y su expansión. Estos atributos funcionales, denominados complementariedad y competencia económica, se refieren a la manera en que se relacionan las actividades económicas de los centros de actividad. Un centro industrial que, por ejemplo, se especialice en el ensamblado de automóviles bien necesitará de otros que produzcan autopartes y otros insumos inherentes al proceso de fabricación de vehículos. Este tipo de relaciones de complementariedad económica permiten la formación de cadenas productivas y de clústeres económicos.¹⁹

Asimismo, las relaciones pueden ser de competencia por integrarse al mismo proceso de actividad productiva, proveyendo de los insumos necesarios a la cadena productiva en cuestión.

Este tipo de vinculaciones tienen como consecuencia que la concentración económica espacial dé lugar a diferentes unidades económicas espaciales [Asuad, 2007]:

¹⁹ Según Michael Eugene Porter, se define a los clústeres como concentraciones geográficas de empresas interconectadas, proveedores especializados, proveedores de servicios, empresas en sectores próximos e instituciones asociadas (por ejemplo, universidades, agencias gubernamentales, asociaciones empresariales, etcétera) en ámbitos particulares que compiten pero que también cooperan.

Un clúster es un sistema al que pertenecen empresas y ramas industriales que establecen vínculos de interdependencia funcional para el desarrollo de sus procesos productivos y para la obtención de determinados productos o, dicho de otro modo, un clúster podría definirse como un conjunto o grupo de empresas pertenecientes a diversos sectores, ubicadas en una zona geográfica limitada, interrelacionadas mutuamente en los sentidos vertical, horizontal y colateral en torno a unos mercados, tecnologías y capitales productivos que constituyen núcleos dinámicos del sector industrial, formando un sistema interactivo en el que, con el apoyo decidido de la administración, pueden mejorar su competitividad [Perego, 2003].

a) Área económica funcional

En su forma más simple y general, el área económica espacial-funcional, o simplemente área económica funcional, se integra por dos elementos constitutivos: un centro económico y una área de influencia económica, lo que se caracteriza por un patrón de distribución espacial de la actividad económica de centro-periferia.

Esta estructura se concibe como la forma más simple de manifestación de una estructura funcional de la economía en el espacio.

Un área económica funcional se caracteriza por desempeñarse como zona de concentración y de vinculación económica entre un centro económico y su área de influencia en el territorio económico.

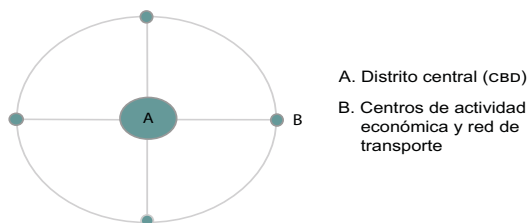
Se asume que dicha distribución manifiesta los procesos de concentración y de articulación económica en el espacio, y se puede caracterizar hipotéticamente como una microrregión [Asuad, 2007].

El área económica funcional se caracteriza porque su funcionamiento alude a un sistema muy simple, generalmente asociado a un nodo central, territorialmente caracterizada por una ciudad de mayor importancia que se localiza en un lugar central del espacio.

Su área de influencia inmediata es de poca importancia relativa, integrada por un sistema de ciudades o localidades y articulada por la red de transporte de manera convergente en su centro.

Vista desde la perspectiva del crecimiento urbano, el área económica funcional se integra por un sistema de centros de actividad económica, articulados por la red de vialidades urbanas que convergerían en el distrito central (CBD).

FIGURA 1.17. Área económica funcional



Fuente: Asuad [2007].

b) Zona económica funcional

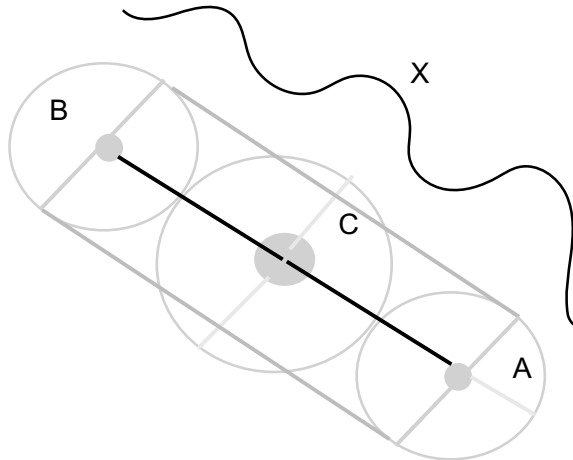
Consiste en un conjunto de áreas económico-funcionales que destacan porque su funcionamiento se integra a partir de varios nodos, representados territorialmente por las ciudades de mayor tamaño, en general localizadas centralmente con áreas de influencia vinculadas por la red de transporte.

Destaca por la existencia de un eje lineal que como sistema de transporte las une mediante la red de este, permitiendo la conformación de una franja que forma la zona y territorialmente está representada por el sistema de ciudades asociadas a un corredor de transporte [Asuad, 2007].

La formación de estos corredores económicos o zonas económicas funcionales está vinculada directamente con los niveles de accesibilidad alcanzados entre otros centros económicos importantes (por ejemplo, las ciudades principales o los distritos centrales de negocios, en el caso de los espacios urbanos), mismos que quedan enlazados mediante las redes de transporte. Otra manera de vinculación de estos corredores es por la limitación física de la propagación de la actividad económica, en un espacio restringido o limitado por barreras físicas naturales o artificiales, por ejemplo, ríos, lagos, cadenas montañosas, puentes, etcétera.

En los espacios urbanos también se pueden observar este tipo de conformación económico-territorial en corredores urbanos, donde los sitios económicos (es decir, donde se ubica la concentración económica espacial) tienen una forma física alargada y que se constituyen alrededor de vías urbanas o suburbanas importantes. Estos corredores económicos urbanos pueden considerar diferentes tipos de actividad económica, pero la tendencia de localización será similar a la del resto de centros económicos: servicios y comercio de alto nivel cerca del CBD, industria en la periferia, etcétera.

FIGURA 1.18. Zona económica funcional



X= zona restringida de acceso

Fuente: Asuad [2007].

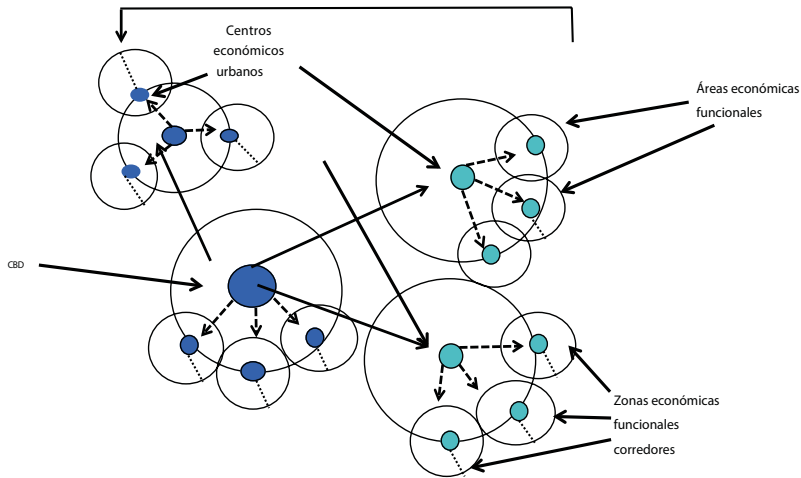
c) Región económica funcional

La región económica espacial funcional, o simplemente región económica funcional, consiste en el conjunto integrado de áreas y zonas económicas espaciales funcionales que se distinguen porque están conformadas por varios nodos económicos importantes, representados por las ciudades de mayor tamaño.

Sin embargo, la ciudad de mayor tamaño económico y poblacional, generalmente localizada en un lugar central, integra al resto de ciudades importantes mediante la red de transporte que se caracteriza por su estructura espacial convergente con la ciudad de mayor tamaño.

Para el caso de los espacios urbanos, el CBD integra el resto de centros de actividad económica mediante la red vial de transporte urbano y suburbano. Una región económica funcional, desde la perspectiva de la ciudad, consiste en toda la estructura policéntrica.

FIGURA 1.19. Región económica funcional



Fuente: Asuad [2007].

De lo anterior puede concluirse que la actividad económica al interior de los espacios urbanos, además de expresarse espacialmente mediante patrones de concentración que siguen los principios de centro-periferia, forman centros y estos, a su vez, estructuras policéntricas, en las que la conexión entre estos lugares centrales es gracias a la red vial de transporte.

Esta compleja estructura de centros económicos conectados por la red vial, desde un punto de vista funcional permite relaciones económicas entre ellos, que pueden ser de competencia o de complementariedad económica. El conjunto de centros económicos, sus interacciones económicas, así como las formaciones económico-funcionales a que dan lugar (áreas y zonas económicas funcionales), tienen como clara expresión económica el funcionamiento de mercados al interior de una ciudad. De ahí que pueda afirmarse que estos centros económicos y las características descritas favorecen la creación de los mercados con los que una ciudad funciona económicamente hablando.

De todo lo anterior puede concluirse con claridad que los mercados en los espacios urbanos, y desde luego los patrones de concentración espacial con que funcionan, permiten un constante crecimiento económico y una expansión física de la ciudad, siempre y cuando la reserva territorial y la política urbana no restrinja dicho crecimiento horizontal.

• • • • •

Principios de la concentración en la formación de ciudades y su expresión intraurbana en usos de suelo urbano

Los principios anteriormente expuestos dejan en claro que siendo la ciudad un espacio donde confluyen las actividades humanas, esto es, actividades poblacionales, sociales y culturales, también están presentes las actividades económicas que, como se ha visto, son las principalmente responsables del crecimiento y expansión de una ciudad. El crecimiento económico y la expansión tienen como consecuencia una serie de cambios en el espacio urbano, los cuales pueden ser vistos en los equipamientos, infraestructura y servicios, pero principalmente en los usos de suelo.²⁰

El uso de suelo como expresión de lo económico en los espacios urbanos

El uso de suelo es entonces resultado de las actividades económicas y de los procesos de concentración inherentes que se expresan en el espacio físico.

De allí que la observación de los usos de suelo y sus cambios sea clave en la comprensión de los procesos de urbanización, así como de los procesos económico-urbanos.

²⁰ El uso de suelo es, en términos generales, la clasificación del tipo de ocupación de un área territorial específica, que puede ser por alguna actividad natural o humana. Los criterios para clasificar los usos de suelo son múltiples y en ocasiones hacen compleja su comprensión. Entre los criterios más utilizados están aquellos que pretenden medir o cuantificar la capacidad de un suelo para generar actividades específicas, tales como agricultura, ganadería o minería. Otros criterios se orientan a la actividad u ocupación económica actual. Una de las divisiones más importantes es en relación con la actividad rural o urbana de los suelos, pues al ser suelo rural los usos de suelo se orientan generalmente a actividades de corte primario (agricultura, ganadería, minería, etcétera), mientras que si es suelo urbano se orientan a actividades secundarias o terciarias (industria, comercio y servicios) y/o actividad residencial. Cabe decir que particularmente en el caso del suelo urbano, las entidades públicas locales y responsables pueden tener su propia clasificación de usos de suelo, aunque en términos generales las clasificaciones coinciden en actividades desagregadas en materia de industria, comercio, servicios, habitacional y mixto.

Concepto de renta y valor del suelo en la planeación urbana

El suelo en las ciudades tiene una clara diferenciación en términos de su utilización, y por lo tanto, de la renta, valor y/o precio. Por renta se entiende el rendimiento neto anual de una unidad de suelo, aunque en la práctica el nivel de mercado de la renta pueda estar afectado por otros factores, como el plazo y las condiciones en que se da esa renta [Richardson, 1971: 51]. Por valor o precio del suelo entendemos la cantidad monetaria por la que es posible adquirir en el mercado una unidad de suelo, de allí que el precio esté en función de las fuerzas del mercado, esto es, de la oferta y demanda.

De acuerdo con Alonso [1964], para una familia o empresa que decide pagar un precio de suelo, el precio de postura (el precio que puede pagar) coincide con el valor de la renta. Si la renta está por encima del precio de postura entonces el demandante no adquirirá el suelo. Solamente si el precio de oferta puede pagar la renta se adquirirá el suelo en cuestión y se determinará así el uso. Esto significa que el uso de suelo no determina el precio ni la renta.

Lo anterior resulta un concepto fundamental en el análisis del crecimiento urbano y de la conformación de los usos de suelo. Es común la confusión de asumir que el precio está determinado por el uso, cuando en realidad el uso está determinado por la renta, y este, a su vez, determina los niveles de demanda de suelo que, al cotejarse con la oferta existente, dan lugar a los precios.

Esto último resulta muy trascendente en el entendimiento de los procesos de crecimiento y expansión urbana, y más aún en los esfuerzos de ordenamiento y zonificación. Generalmente, en los procesos de planeación la determinación de los usos de suelo se hace con base en criterios de racionalidad y orden estético-urbano, sin tomar en cuenta que estos usos tienden a cambiar fácilmente y en la práctica en función de sus niveles de rentabilidad. Esto puede echar por tierra cualquier plan de ordenamiento urbano.

La rentabilidad del suelo no ha sido estudiada suficientemente a pesar de ser un aspecto ampliamente abordado por muchos pensadores e investigadores. Como es bien sabido, fue ya una preocupación central para David Ricardo [1815], quien advirtió acerca de su valor y rentabilidad en función de la calidad de la tierra, haciendo una clara diferenciación de esta en función de la productividad obtenida. A pesar de ello, fue Thünen el primero en entender que la calidad de la tierra no es el único factor que incide directamente en la renta, sino que la distancia y el costo de transporte al lugar central desempeñan también un papel determinante. Posteriormente, otros pensadores tomaron estas ideas

y siempre han vertido su preocupación por la manera en que la renta del suelo se ve afectada.²¹ Pese a lo anterior, es claro que la renta del suelo ha sido abordada desde perspectivas muy diversas, como la del uso en agricultura (como lo hizo el mismo Thünen) o en la industria (como lo efectuó Weber).

Señalar qué factores determinan los niveles de renta del suelo no es sencillo debido a que pueden ser de múltiples orígenes; sin embargo, la mayoría están asociados con la localización urbana, de tal manera que los costos de transporte se minimizan en aquellos sitios muy cercanos a los lugares centrales de los espacios urbanos, ya sea por cercanía física, por elevados niveles de accesibilidad o por ambos.²² Existen autores como Chamberlin [1956] que establecen que por la localización de la actividad económica existen condiciones de competencia imperfecta que monopolizan los mercados de suelo urbano, propiciando con ello ventajas en algunos sitios, en detrimento de otros [citado por Richardson, 1971: 53].²³

En muchos sentidos, el uso de suelo es un indicador eficiente de la productividad del sitio pues es con este como se expresan las ventajas que dan

²¹ El uso de los términos “tierra” y “suelo” tiende a confundirse y utilizarse como sinónimos. En realidad, por “tierra” entendemos uno de los factores de producción básica, es decir, aquel encargado de la generación de alimentos y otras materias primas producto de la actividad natural de esa porción de territorio. Por “suelo” entendemos un atributo distinto de esa misma porción de territorio: su localización, la cual permite en algunos casos la ventaja del costo de transporte mínimo. De allí que lo anterior represente otro recurso capaz de dar mayor rentabilidad a una porción de terreno. Por ello, en los primeros esfuerzos de análisis, pensadores como Ricardo, Thünen y otros usaron el término “renta de la tierra”, asociando los atributos productivos en conjunto con las ventajas de localización de una porción de territorio.

²² No solamente la cercanía física es capaz de minimizar costos de transporte, la accesibilidad (la capacidad de desplazamiento de un sitio a otro) y la generación de economías de escala en el transporte pueden hacerlo también, de allí que en la medida en que se disponga de redes de transporte más eficientes el costo de transporte tienda a ser mínimo.

²³ De hecho, Chamberlin textualmente dice: “El factor de localización explica la renta de los terrenos urbanos de un modo total, y de los terrenos agrícolas en parte [...]. La renta urbana surge porque una parcela de tierra puede vender más: está mejor situada dentro de una determinada zona comercial en relación con una parte de los compradores [...]. El mercado al por menor [...] contiene elementos de monopolio, porque el factor de comodidad diferencia el producto en el espacio [...]. La renta de cualquier sitio urbano es una expresión del valor del privilegio monopólico de proveer servicios al por menor en ese sitio determinado. La competencia entre los empresarios para obtener estos beneficios de monopolio es la fuerza que les pone en manos de los propietarios del suelo” [Richardson, 1971: 53].

lugar a los niveles de renta. Citando a Smith (1969), la renta es un “índice de progreso urbano” [Smith, 1969 en Richardson, 1971: 53]. De allí que para comprender cabalmente los procesos de crecimiento y expansión urbana sea necesario observar el cambio en los usos de suelo urbano.

Accesibilidad, distancia e infraestructura urbana

Los procesos de crecimiento urbano y su inherente expansión física dan lugar a otros fenómenos; específicamente ante el aumento de la actividad económica y su consecuente aumento poblacional, también crece la demanda de servicios urbanos en general; con ello, y en la medida de la capacidad de respuesta del gobierno local, se da el incremento en equipamientos e infraestructura urbana en general.

De allí que los nuevos fenómenos de concentración sean la causa de nuevos procesos de urbanización.

Es importante lo anterior porque resulta una confusión común asociar algunos temas de infraestructura (como el transporte y la ampliación de las vialidades), con factores causales de la urbanización, esto es: “existe crecimiento y expansión urbanas porque las redes viales se amplían”.

Tal como sucede con la discusión sobre qué determina qué en la concentración poblacional frente a la concentración económica urbana, o lo que pasa con la discusión sobre si los usos de suelo son los responsables del valor del suelo, el debate sobre si las redes viales son causa o efecto de la urbanización y, en general, de los procesos de concentración, es más un asunto de incompreensión del comportamiento de la concentración económica espacial y de los factores que la causan: existen redes de transporte porque previamente hubo demanda de este servicio urbano, y dicha demanda tuvo lugar por efectos del aumento de la concentración poblacional, que a su vez es consecuencia de la concentración económica espacial, que a su vez es consecuencia de economías de aglomeración y externalidades espaciales. Luego entonces, las redes viales son una consecuencia de los procesos de urbanización, no son la causa. En este sentido resulta dudoso plantearse modelos causales en los que se afirme y pretenda demostrar que el surgimiento de una vialidad causa la concentración.

Lo anterior no implica tampoco que el surgimiento de nuevas vialidades no tenga injerencia en la expansión y en la forma urbanas. Una nueva vialidad aumenta significativamente los niveles de accesibilidad y con ello ciertamente

minimiza costos de transporte, con lo que este proceso genera nuevas ventajas que atraen la concentración a ese sitio específico. Por ello, las nuevas vialidades sí pueden atraer más concentración, pero no la generan como factor causal, y de allí la confusión.

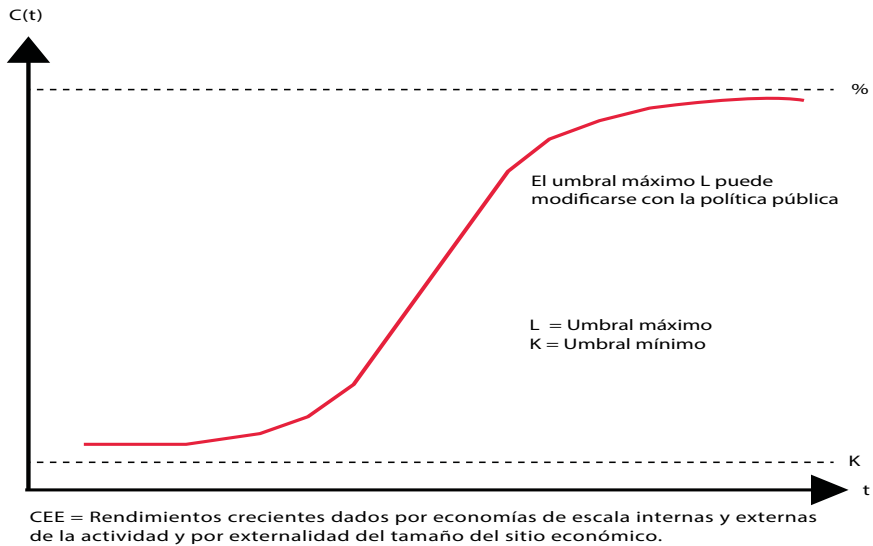
Crecimiento agregado y decadencia: los ciclos de una ciudad

El crecimiento urbano tiene límites específicos, esto significa que no es posible crecer de manera indefinida porque no se mantienen en el tiempo las condiciones de ventaja, la presencia de rendimientos crecientes ni los factores que propician la concentración. Lo anterior se deriva del hecho de que en el tiempo los costos de congestión se tornan crecientes y de allí el surgimiento de diseconomías de aglomeración que desalientan el crecimiento. Dicho de otro modo, ante un espacio limitado la concentración continua sobrepasa un límite o umbral en el que los rendimientos crecientes desaparecen para convertirse en rendimientos decrecientes, y de allí los costos crecientes expresados en problemas urbanos, tan comunes como la contaminación atmosférica, el tráfico vehicular excesivo, el incremento en la inseguridad, etcétera.

Las posibles tendencias de la concentración económica y su expresión espacial a largo plazo son abordadas por Asuad [2007: 231-235], quien plantea hipotéticamente un crecimiento inicial lento, una expansión acelerada donde están presentes los rendimientos crecientes, y finalmente un decaimiento en función del cambio en los patrones de rendimientos a escala. Este comportamiento puede ser modelado mediante una función de S alargada (ver nota al pie 2, en este capítulo, p. 24).

De acuerdo con el autor, el umbral en el que los procesos de concentración comienzan a disminuir no es fijo, sino que es posible modificarlo al otorgar más recursos que inhiban o controlen los costos, y así permanezcan las condiciones de los rendimientos crecientes que permiten la concentración y su permanencia. De allí que la política pública sea el actor principal en esta posibilidad de modificar el mencionado umbral [Asuad, 2007].

FIGURA 1.20. Proceso de concentración económica en un espacio y en el tiempo



Fuente: Asuad [2007].

La función matemática denominada logística o de S alargada, como coloquialmente se le conoce, ha sido utilizada para modelar el crecimiento de poblaciones, naturales o humanas, en un espacio limitado con recursos igualmente escasos. Gompertz [1825], Quetelet [1835] y Verhulst [1838] son los primeros en modelar mediante funciones logarítmicas, exponenciales y logísticas el crecimiento de poblaciones con un umbral (una cota superior) limitando recursos y/o espacio. No obstante, Verhulst es el primero en utilizar la expresión (1.1) como función logística, misma que se ha popularizado hasta nuestros días.

EXPRESIÓN 1.1. Función logística usada por Verhulst

$$f(t) = \frac{a}{1 + be^{-nt}}$$

Donde:

$t = 1, n =$ periodos

$a =$ límite o cota superior que funge como umbral máximo

Fuente: elaboración propia.

Con el desarrollo y profundización del tema, se han brindado alternativas a la curva logística convencional. También se ha popularizado la función en la expresión (1.2).

EXPRESIÓN 1.2. Función logística alternativa

$$f(t) = \frac{1}{\frac{1}{u} + (b_0 b_1^t)}$$

Donde:

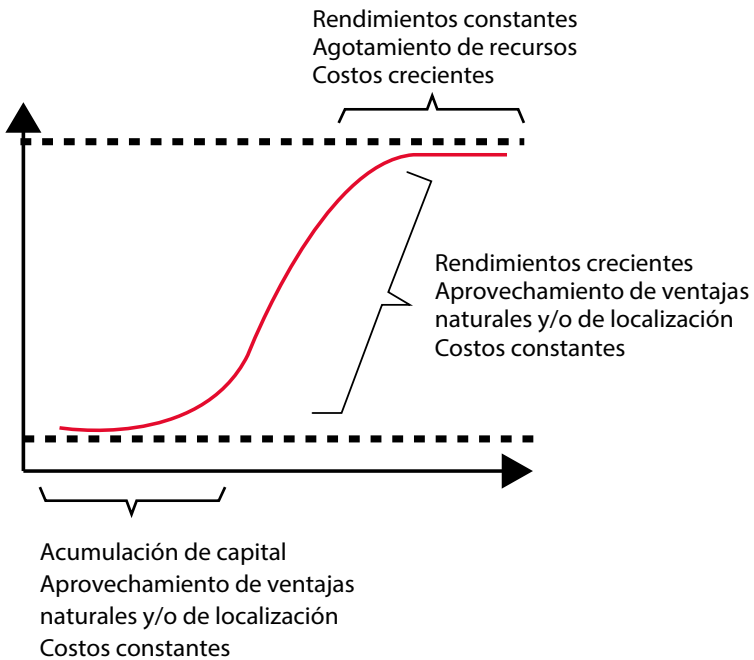
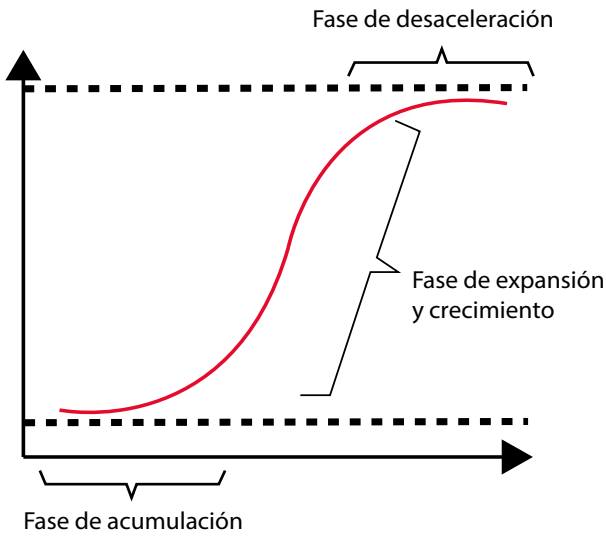
$t = 1, n =$ periodos

$u =$ límite o cota superior que funge como umbral máximo

Fuente: elaboración propia.

De acuerdo con las características de las ciudades (crecimiento en espacios y recursos limitados, fases "explosivas" de crecimiento y de decaimiento, etcétera), es posible modelar su crecimiento en el largo plazo, mediante una función logística.

FIGURA 1.21. El crecimiento urbano en tres fases



Fuente: elaboración propia.

Si reinterpretemos la idea de la concentración económica espacial y su evolución en una S alargada planteada por Asuad, tenemos que para el caso del crecimiento en las ciudades se tienen también tres fases de crecimiento: la primera fase con un crecimiento lento, en el que se acumulan recursos y capital, capaces de dotar de infraestructura urbana y productiva suficientes, para crecer de modo acelerado en una fase posterior.

La segunda fase, con una expansión acelerada, donde la presencia de rendimientos crecientes es clara, y finalmente una tercera fase, donde se incurre en costos crecientes y desaceleración por saturación y agotamiento de los recursos, tanto económicos como de reservas territoriales.

De allí que las tasas de crecimiento y expansión urbanas sean diferenciadas en las distintas etapas históricas de una ciudad. En algunas el crecimiento será acelerado y en otras será lento.

• • • • •

Propuesta de interpretación teórica sobre el crecimiento económico y la expansión de una ciudad, así como sus efectos en la formación de usos de suelo al interior de la misma

La revisión de los principios anteriores permite realizar una propuesta teórica en la que la interpretación de estos principios da lugar a una explicación formal sobre cómo surgen, crecen económica y poblacionalmente, cuál es el comportamiento de las ciudades en el tiempo en función de distintas fases de evolución y, principalmente, cómo se expresa lo anterior en las ciudades.

En este sentido, el eje rector de los principios teóricos relacionados con el enfoque de este trabajo es la dimensión espacial de la economía, la cual establece que el espacio incide en los procesos económicos de manera decisiva, y que los factores vinculados a la incidencia son varios: tamaño, forma, localización, dirección y movimiento, que se expresan como planos diferentes de una dimensión en la que debe ser visto el espacio donde se lleva a cabo la actividad económica. Asimismo, se retoman otros principios importantes para el enfoque del trabajo: la importancia de los atributos físicos del territorio, que determinan los procesos de concentración económica y poblacional. El patrón de centro-periferia se genera a partir de un fenómeno de concentración, ante la presencia de rendimientos crecientes. Al evolucionar da lugar a diferentes patrones de áreas concentradas, las cuales se conectan entre sí, para dar paso a patrones policéntricos expresados, posteriormente, en usos de suelo urbano.

También por ello se revisaron los conceptos de formación de áreas económico-funcionales y de corredores económicos.

En este sentido, el concepto de policentrismo, la teoría del lugar central, de Walter Christaller, y las teorías de la localización productiva de autores como Weber, el propio Christaller y Lösch, así como los enfoques de localización revisados por Burgess, Hoyt, Harris y Ullman para el crecimiento urbano, son también relevantes en este trabajo. Finalmente, para comprender los ritmos de crecimiento de una ciudad se revisaron los modelos de crecimiento y evolución a partir de funciones logísticas.

De allí que, en primer lugar, se establecen algunos rasgos arquetípicos que describen, en términos generales, el crecimiento económico y localización de población, y actividad económica de una ciudad. En segundo lugar, se plantea una propuesta de interpretación teórica con todos estos elementos.

• • • • •

Rasgos arquetípicos

1. La actividad económica en el espacio se distribuye de manera concentrada en unos cuantos sitios e integrada en su entorno inmediato, caracterizado genéricamente por el modelo de centro-periferia.
2. La concentración de la actividad económica en el espacio (CEE) de estos sitios, se debe a que existen ventajas físicas naturales y artificiales desde las cuales se articula y organiza la actividad económica de la periferia.
3. El crecimiento económico en el espacio se da a partir de la forma de la distribución de la actividad económica de centro-periferia, en la que de acuerdo con la dinámica económica entre estos elementos operan fuerzas que concentran o que dispersan dicha actividad económica.²⁴
4. Las fuerzas de concentración son resultado de las externalidades espaciales de los sitios que concentran la actividad económica, de acuerdo con la composición productiva y el tamaño económico y poblacional.

²⁴ En algunos enfoques teóricos a las fuerzas de concentración se les denomina fuerzas centrífugas y a las fuerzas de dispersión, fuerzas centrípetas.

5. Las fuerzas de dispersión operan como resultado de deseconomías de tamaño y/o cambios de actividad económica que encuentran ventajas locacionales en otros sitios.
6. La concentración económica y sus tendencias en el espacio dependen de tres factores principales:
 - a) Requerimientos de espacio de acuerdo con el tipo de actividad económica.
 - b) Intensidad en el uso de suelo.
 - c) Mercados de destino.
7. La concentración económica espacial (CEE) como resultado de los procesos anteriores forma el espacio económico, que al interactuar con el espacio natural y/o constituido renueva el territorio económico, definiendo las funciones económicas que esos espacios territorialmente expresan mediante los usos de suelo y las formas en que se distribuye la actividad económica en el espacio, que de manera genérica se considera teóricamente en tres tipos de unidades espaciales económico-funcionales:
 - a) Área económico espacial funcional (AEEF): se expresa en el espacio de manera simplificada, mediante un modelo de centro-periferia, territorialmente representado por una zona de alta densidad económica y poblacional, con características de alta centralidad, que articula la periferia mediante una red de transporte, vinculando pequeñas zonas de densidades menores.
 - b) Zona económica espacial funcional (ZEEF): conjunto de áreas que territorialmente se vinculan con un corredor por el que fluye la actividad económica y poblacional.
 - c) Región económica espacial funcional (REEF): es el conjunto de áreas y zonas que se articulan hacia un centro principal.
8. El crecimiento económico de una ciudad es resultado de las economías de aglomeración generadas, así como de la presencia de rendimientos crecientes y presentes en un espacio urbano. Tales condiciones propician concentración económica y/o dispersión económica, de manera que estas dos fuerzas dan lugar a la conformación de un sistema jerárquico de lugares centrales o subcentros, que mantienen la mayoría de la actividad económica en la ciudad. De este modo, tales sitios propician el surgimiento de mercados cuyas áreas de influencia atienden a la población residente dentro de tales áreas.

9. El sistema jerárquico de lugares centrales o estructura policéntrica se caracteriza por la diferenciación de los tipos de actividades de cada uno de los centros pertenecientes al sistema. Los tipos de actividad económica siguen los principios clásicos de localización productiva: la industria tenderá a permanecer en aquellos centros alejados de las áreas centrales urbanas o CBD. El comercio y servicios a gran escala tenderán a localizarse en los centros pertenecientes al CBD o en los centros cercanos a las áreas centrales urbanas. Finalmente, el comercio y los servicios de baja escala (al por menor) tenderán a estar cerca de las áreas residenciales urbanas.
10. Los servicios urbanos, equipamientos e infraestructura urbana en general son resultado de la demanda de la población residente, por lo que, al crecer una ciudad, crecerá también esta demanda de servicios. Son particularmente importantes las redes de transporte o vialidades urbanas, pues al ser un factor que disminuye los costos de transporte al aumentar la accesibilidad, pueden, a su vez, propiciar nuevos procesos de concentración que den una nueva forma urbana.
11. El crecimiento económico y poblacional y la expansión de una ciudad dan lugar a nuevas configuraciones de usos de suelo. Este constante crecimiento cambia los niveles de rentabilidad o de renta urbana de cada sitio, generando nuevos procesos de oferta y demanda de suelo, que a su vez determinan los valores de dicho suelo, teniendo como consecuencia los usos existentes.
12. La política urbana debe tomar en cuenta estos procesos si aspira a ser exitosa en su propósito de ordenar los usos de suelo urbano.
13. Una ciudad no puede crecer permanentemente, pues existe siempre un umbral en el que las condiciones que propician la concentración dejarán de actuar para dar paso a las fuerzas de dispersión. Esto significa que en la medida en que se mantengan las condiciones de rendimientos crecientes continuará el proceso de expansión de la ciudad; la expansión de la ciudad se detendrá una vez que ya no existan condiciones de rendimientos crecientes. Es importante decir que este umbral puede ser modificado mediante políticas públicas que aumentan los recursos disponibles, que al mismo tiempo vuelven a detonar externalidades espaciales y nuevamente habrá procesos de concentración. No obstante lo anterior, no es posible modificar ad infinitum las políticas, por

lo que en el largo plazo tampoco será posible que una ciudad crezca indefinidamente.

Actividad residencial en el espacio

- a) El asentamiento de la población está en función del comportamiento de las fuerzas de concentración y dispersión económica descritas. Por ello el crecimiento poblacional es resultado de la concentración económica.
- b) Cuando la actividad económica se concentra y existe espacio disponible para la ocupación residencial en zonas cercanas o contiguas, la tendencia a poblar ese espacio disponible es mayor, lo cual incrementa la densidad poblacional.
- c) Cuando la concentración económica en el espacio (CEE) tiende a saturar este espacio y requiere para su expansión de más espacio, la tendencia es al desplazamiento de la población hacia otras zonas, dados los incrementos inherentes en la renta del suelo urbano.
- d) La población tiende a concentrarse en lugares de la periferia urbana, cuyas condiciones específicas²⁵ permitan habitar en esos sitios.
- e) La población de bajos recursos tiende a localizarse alrededor de centros industriales debido al bajo precio de suelo de estos sitios. La población de altos recursos tiende a localizarse alrededor de centros de servicios de alta jerarquía, porque pueden afrontar con mayor facilidad los costos del suelo en esos sitios.

La concentración económica en el espacio (CEE) es el factor causal principal en el crecimiento económico urbano y la inherente expansión de las ciudades. La CEE tiene su origen en un conjunto de condiciones específicas en el espacio físico que facilitan los procesos de concentración. Las condiciones tienen que ver con la presencia de rendimientos crecientes originados en externalidades espaciales o ventajas relacionadas con el territorio (ventajas naturales del territorio o ventajas creadas por el mismo ser humano).

²⁵ Condiciones específicas que representan ventajas para asentarse allí, tales como: facilidad de transporte, servicios urbanos y precio del suelo asequible a ingresos (arrendamiento y/o venta).

Lo anterior implica que los procesos de concentración ocurrirán cuando se generen economías de aglomeración en aquellos sitios poseedores de las mencionadas externalidades espaciales; mientras existan estas ventajas y los rendimientos crecientes estén presentes, es decir, mientras el sitio ofrezca los mayores niveles de rentabilidad, seguirá la concentración. En el momento en que los rendimientos crecientes desaparezcan se estará rebasando un umbral o límite, que a su vez detonará procesos de dispersión económica espacial (DEE), efecto contrario a la CEE.

Esta lógica implica la conformación no de un sitio concentrado, sino de un conjunto o sistema de sitios concentrados o lugares centrales relacionados entre sí, de manera que dicho sistema será jerárquico. De allí que esté conectado permanentemente mediante las redes de transporte que llevarán los flujos económicos y poblacionales asociados a la actividad económica de estos sitios. Los mismos flujos o interacciones económicas serán parte de la actividad económica misma y podrán, a su vez, modificar la estructura espacial económica, generando nuevos rendimientos crecientes en muchos casos.

Por todo lo anterior, estos principios y factores, responsables del crecimiento económico y poblacional (procesos de urbanización), así como de la expansión física de la ciudad, pueden agruparse en cuatro:

- a) La concentración económica espacial y su conformación en un sistema de lugares centrales o estructura policéntrica.
- b) Las características físicas del territorio donde la ciudad se expande.
- c) La influencia de la infraestructura urbana, que nace como producto de la concentración anterior.
- d) Etapa histórica del crecimiento urbano global o crecimiento urbano agregado.

Propuesta de interpretación teórica

Derivada de la revisión anterior, la propuesta de interpretación teórica para el crecimiento económico y expansión de una ciudad queda planteada como sigue:

Una ciudad surge como el aprovechamiento de las ventajas físicas creadas en un territorio específico. Este aprovechamiento genera un proceso continuo de concentración económica y, como consecuencia, concentración poblacional en el sitio específico. A su vez, genera economías de aglomeración, y en función

de las características físicas de cada sitio en el territorio se darán nuevos procesos de concentración y dispersión, con un nivel específico de rentabilidad, para determinar nuevos procesos. Este se mantendrá hasta rebasar los umbrales de costos urbanos que cada ciudad posee, y al acercarse a ellos el crecimiento y la expansión urbana experimentan una desaceleración cada vez mayor.

El crecimiento urbano de una ciudad implica el crecimiento económico, reflejado en el aumento de la actividad económica, como el empleo y/o el ingreso, así como la expansión de la ciudad que se proyecta en la ocupación de nuevas áreas físicas y generalmente contiguas al área urbana ya existente. Dicha ocupación se manifiesta en el aumento de la población y la vivienda en dichas áreas. La actividad económica y poblacional de la ciudad da lugar a diferentes usos económicos del suelo, mismos que pueden ser mixtos o de un tipo de actividad económica específica. Estos usos de suelo reflejan entonces la composición económica, los mercados creados, los equipamientos y la infraestructura urbana, así como la actividad urbana en general en toda la ciudad.

En la figura 1.22 se sintetizan e ilustran estos procesos.

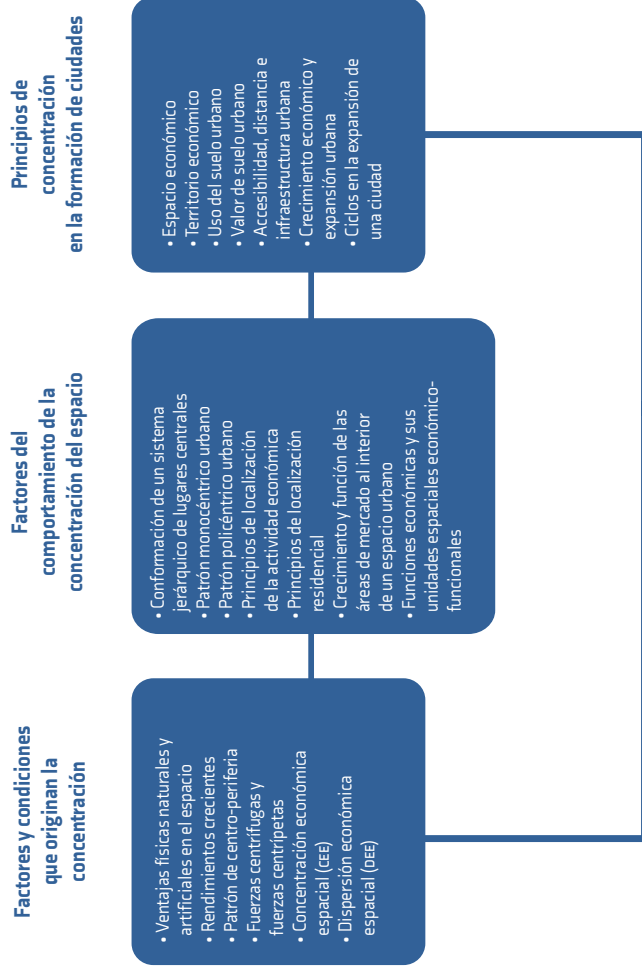
• • • • •

Revisión metodológica para la construcción de modelos de prospectiva territorial: elementos para modelos de predicción de cambio de uso de suelo

Para construir un modelo a partir de la concepción teórica (ya definida en la correspondiente propuesta de interpretación teórica) capaz de establecer tendencias de expansión urbana y predecir cantidades y localización específica en el territorio urbano (es decir, con una perspectiva de prospectiva territorial), se propone el uso de varias herramientas matemáticas, estadísticas y económicas, las cuales se revisarán en el siguiente apartado.

En primer lugar, el uso de la simulación como técnica de análisis de escenarios probables ha comprobado su importancia y eficacia en este objetivo. De allí que se revise el concepto de simulación y la manera de operar un modelo de simulación.

FIGURA 1.22. Propuesta de interpretación teórica sobre el crecimiento económico y la expansión de una ciudad, así como sus factores asociados



Fuente: elaboración propia.

• • • •

Simulación y elementos conceptuales

La simulación es una herramienta de análisis cada vez más utilizada. En la medida en que se comprende cabalmente su utilidad se incorpora en nuevos campos de conocimiento. Hoy en día no solamente la física, la química y la ingeniería emplean este enfoque metodológico, también disciplinas como la biología, la sociología, la demografía y la economía han recurrido a sus bondades.

Para González [1998], la simulación representa una manera de reproducir el comportamiento de un sistema, cuya naturaleza matemática/numérica facilita el alcance del objetivo. "La simulación es una técnica numérica para conducir experimentos en una computadora digital haciendo uso de gráficos, animación y otros dispositivos tecnológicos, la cual involucra ciertos tipos de modelos matemáticos y lógicos que describen el comportamiento de un sistema (o algún componente de este) durante un cierto periodo de tiempo" [González, 1998: 10].

Otra buena definición es la de Shubik: "La simulación de un sistema o un organismo es la operación de un modelo el cual es una representación del sistema u organismo. El modelo puede ser manipulado en formas que serían imposibles, demasiado caras, o imprácticas en la entidad real. La operación del modelo puede ser estudiada para inferir propiedades concernientes al sistema real" [citado por González, 1998: 10]. Específicamente para el crecimiento de ciudades hay poca literatura, pues aún el uso es incipiente; no obstante, sí es posible encontrar algunos casos de aplicación.

Entender cómo aplicar la simulación, y (más importante aún) cuándo hacerlo es una cuestión de comprender los elementos en torno al diseño de modelos de simulación. A continuación se enuncian los elementos básicos.

• • • • • • • • • •

Concepto del sistema y elementos que lo constituyen

Simular un fenómeno implica necesariamente identificar las partes integrantes e interrelacionarlas para conocer su comportamiento general. Por este motivo todo fenómeno debe ser visto como un sistema y conocer sus elementos integrantes.

Un sistema es un conjunto de elementos interrelacionados entre sí y que funcionan con un objetivo común [González, 1998: 18]. Se puede ejemplificar de muchas maneras un sistema con el fin de comprender el concepto; por

ejemplo, un automóvil es un sistema compuesto de motor, llantas, carrocería, dirección, frenos, transmisión, etcétera.

No obstante, para comprender cabalmente un sistema, es necesario conocer sus parámetros [Prawda, 1988: 317]:

1. Componente: cualquier parte importante del sistema (un sistema puede tener varios componentes).
2. Atributo: se refiere a las propiedades de cualquier componente del sistema (un componente puede tener varios atributos).
3. Actividad: cualquier proceso que causa cambios en el sistema.
4. Estado del sistema: descripción de los componentes, atributos y actividades de un sistema en un determinado periodo de tiempo.

Para Prawda [1988: 317] todo sistema se encuentra enmarcado dentro de un sistema mayor que le sirve como marco de referencia. A este macrosistema se le conoce como marco ambiental o medio amniótico.

Un buen sistema deberá contar con un modo de retroalimentación, esto es, una manera de monitoreo del comportamiento con respecto a ciertos estándares de medición. Así, será factible tomar medidas para control del sistema si este incurre en alguna desviación [González, 1998: 19].

• • • • •

Concepto de modelo de simulación y pasos generales

Un modelo de simulación es básicamente un diseño representativo del sistema en observación, que reproduce en condiciones controladas su comportamiento para observar la interacción de sus partes, es decir, simula dicho sistema. El modelo de simulación se basa generalmente en un modelo matemático para describir comportamientos del sistema y las relaciones entre sus partes. Tal modelo matemático establece tanto relaciones como comportamiento mediante ecuaciones, identidades, variables y funciones matemáticas.

Los pasos generales en la ejecución de un modelo de simulación son:

- a) Formulación del problema.
- b) Conceptualización del modelo.
- c) Obtención y procesamiento de los datos.
- d) Formulación del modelo matemático.

- e) Estimación de los parámetros del modelo.
- f) Implementación del modelo.
- g) Evaluación del modelo.
- h) Validación de resultados y calibración de parámetros.
- i) Diseño de experimentos de simulación.
- j) Análisis de resultados.
- k) Conclusiones y recomendaciones.

Es importante decir que estos pasos no necesariamente son secuenciales, esto es, que deben ser iterativos, de manera tal que sea posible calibrar el modelo (ajuste de parámetros) tantas veces como sea necesario [González, 1998: 22-27].



Simulación usando la técnica de Montecarlo

Los modelos de simulación reproducen el comportamiento de un sistema de acuerdo con una serie de relaciones entre variables que representan los atributos de dicho sistema. La serie de relaciones es expresada en un modelo matemático diseñado para tales efectos. No obstante, muchos sistemas requieren de componentes aleatorios, es decir, que muchos de sus comportamientos y atributos básicamente son al azar o, bien, no es posible expresarlos mediante una relación matemática de tipo analítico o determinístico.

Para expresar adecuadamente los comportamientos aleatorios es necesario usar números aleatorios que alimenten ciertas partes del modelo. Al generarlos e integrarlos al modelo de simulación, decimos que empleamos la técnica de Montecarlo o Monte Carlo.²⁶ De ahí que sea necesario tener siempre

²⁶ Este término de análisis o técnica se usó por primera vez de manera científica en una publicación sobre procesos estocásticos de Nicolás Metrópolis y Stanislaw Ulam en 1949. Históricamente, el término Monte Carlo fue un nombre en código usado en la Segunda Guerra Mundial para cálculos ultrasecretos que se realizaban con el fin de predecir el flujo de neutrones en una bomba atómica. El flujo de millones de electrones siguiendo caminos aleatorios por medio de una masa de moléculas de uranio solo puede ser modelado en una computadora, no es posible pronosticarlo de manera teórica. Como los caminos de los neutrones varían al azar, y como la construcción de la bomba atómica era una gigantesca apuesta, se dio a los cálculos el nombre en código de Monte Carlo, por el hecho de que esta es la capital del principado de Mónaco, el centro mundial de las apuestas (obviamente ganar la guerra era la gran apuesta) [González, 1998: 18].

en cuenta un método para generar números aleatorios, para asociarse a una variable también aleatoria, la cual obedece a una función de distribución probabilística. Así que la manera de generar los números aleatorios debe involucrar esta función de distribución y, desde luego, una variable aleatoria.

Autómatas celulares: concepción y aplicación en procesos estocásticos

Concepción

La metodología de autómatas celulares (CA)²⁷ consiste en calcular el estado de un píxel o celda en función de un estado inicial, considerar las condiciones en los pixeles circundantes (interacción o influencia de la vecindad espacial), así como un conjunto de reglas de transición. Si bien el algoritmo puede ser simple, es posible generar un comportamiento mucho más complejo y variado [Wolfram, 1986].

Los CA son de uso cada vez más común por su facilidad para tomar en cuenta las interacciones espaciales entre unidades territoriales. Se han utilizado en estudios de desarrollo urbano por White et al. [1997], Wu y Webster [1998], Li y Yeh [2000], Clarke y Gaydos [1998], pero además se han aplicado en modelos de uso del suelo capaces de simular varios tipos de uso de suelo [White y Engelen, 2000].

²⁷ Los autómatas celulares (CA) surgen en los cincuenta con John von Neumann. En primera instancia fueron interpretados como conjuntos de células que crecían, se reproducían y morían a medida que pasaba el tiempo (en pasos discretos). A esto se debe su nombre, a la similitud con el crecimiento de las células. Los autómatas celulares son un tipo de simulación que se compone de elementos muy simples: una cuadrícula con elementos que pueden adoptar distintos colores y pasos discretos de tiempo. En cada paso de tiempo el autómata celular evoluciona basándose en reglas muy simples. El nuevo valor (color) de una celda se calcula con base en la actual y sus vecinas. Esto se hace para todas las celdas al mismo tiempo (nota de Ramiro A. Gómez en <www.peiper.com.ar>).

Aplicación de los autómatas celulares (CA) en modelos de simulación urbana

Los modelos tradicionales de crecimiento urbano basados en cambio de uso de suelo utilizando CA consideran como variables clave en la simulación más o menos los mismos elementos: los niveles de accesibilidad en la red de transporte, el uso de suelo previamente establecido, las características físicas del territorio, como la pendiente del terreno, el tipo de suelo, los cuerpos de agua existentes, las restricciones político-administrativas a la urbanización en ciertas áreas, etcétera.

Tal es el caso de modelos muy consolidados como el SLEUTH, desarrollado por Keith C. Clarke y otros investigadores en la Universidad de California. Los requisitos de este modelo clásico son el uso de suelo en cuatro periodos, la red de transporte, suelo restringido por políticas, porcentaje de pendiente del terreno urbanizable y especificación de barreras naturales, como colinas, montañas y cerros. La mayoría de modelos desarrollados en todo el mundo bajo CA utilizan estos mismos parámetros [Clarke, 2008].

Un trabajo muy interesante en torno a la aplicación de CA para modelos de crecimiento urbano es el de Roger White [2012], donde se combinan las bondades de la metodología CA, los requerimientos tradicionales de información de entrada al modelo con la inclusión de la influencia que la estructura policéntrica de una ciudad tiene en la expansión. Asimismo, se estiman las cantidades de población y empleo en industria, comercio y servicios en las celdas territoriales.

Por otro lado, Liu y Phinn [2004] plantearon el uso de una función matemática que permitiera “regular” el ritmo de crecimiento global de una ciudad, en tanto que de manera simultánea se hace la determinación del uso de suelo en el plano de celda territorial. Con este planteamiento, Liu y Phinn ponderan las etapas de crecimiento de una ciudad, específicamente mediante funciones logísticas, de manera que si se están simulando las etapas iniciales de una ciudad, el ritmo de crecimiento será lento; si es la segunda etapa, será un ritmo acelerado, y si es la tercera y última, será nuevamente lento.

Modelos de simulación urbana y uso de autómatas celulares en ciudades mexicanas

En México no se tiene desarrollada una tradición en modelos de crecimiento urbano, y mucho menos basados en AC. Algunos trabajos de modelos de expansión urbana se hacen con otros enfoques. Delgado y Suárez-Lastra [2006] pronostican la probable expansión de la Ciudad de México al 2020 mediante un modelo basado en regresión logística binomial y asistencia de sistemas SIG usando AGEB,²⁸ donde señalan las zonas de mayor probabilidad de urbanización, es decir, "urbanización sí" o "urbanización no", por lo que no es un modelo de cambio de uso de suelo en el sentido general del término.

No obstante, sí representa un verdadero precedente en modelos de expansión urbana para la Ciudad de México. Las variables empleadas en el modelo de Delgado y Suárez-Lastra son: distancia a vías primarias de transporte, distancia a la localidad urbana más cercana, población de la misma, porcentaje de inclinación del territorio, número de empleos de industria en el municipio, número de empleos de servicios en el municipio, ingreso mediano municipal y proporción de hectáreas dedicadas a la actividad agrícola con sistema de riego [Delgado y Suárez-Lastra, 2006: 101-142].

Por otro lado, se tiene conocimiento de que el gobierno de la ciudad de Monterrey posee un modelo cuya función es pronosticar el crecimiento y expansión de la ciudad y prevé requerimientos de servicios urbanos.

Pérez Miranda et al. [2011] aplicaron CA al área de Texcoco para predecir el cambio de uso de suelo para el 2014, no solamente urbano, sino los distintos usos naturales como pastizal, bosque, áreas mineras, etcétera.

Posiblemente el único antecedente directo de un modelo de expansión urbana basado en autómatas celulares para una ciudad mexicana sea el de

²⁸ Un AGEB o área geoestadística básica consiste en la extensión territorial que corresponde a la subdivisión de las áreas geoestadísticas municipales. Constituye la unidad básica del marco geoestadístico nacional, y dependiendo de sus características se clasifica en dos tipos: área geoestadística básica urbana (AGEB urbana) y área geoestadística básica rural (AGEB rural). Cabe decir que la AGEB rural tiene una extensión territorial promedio de 11 000 ha, mientras que la AGEB urbana ocupa un conjunto de manzanas que generalmente van de 1 a 50, delimitadas por calles, avenidas, andadores o cualquier rasgo fácil de identificar en el uso de suelo, preferentemente habitacional, industrial, de servicios o comercial. Solo se asignan en localidades urbanas [Inegi, 2010].

Márquez [2008], quien propone el uso del conocido modelo SLEUTH para Ciudad Juárez, en Chihuahua, pronosticando su expansión al año 2030. En este modelo se emplean las variables típicas que requiere SLEUTH para su operación correcta: uso de suelo, en este caso en seis periodos (1973, 1986, 1992, 1999, 2003 y 2007), la red de transporte, suelo restringido por políticas, porcentaje de pendiente del terreno urbanizable y especificación de barreras naturales, como colinas, montañas y cerros.

Modelos estadísticos de elección discreta y de conteo

Regresión logística binomial

La regresión logística es un enfoque de modelado matemático que puede ser usado para describir la relación entre variables independientes para una variable dependiente [Kleinbaum, 2010]. Es una técnica de análisis multivariante, en la que la variable dependiente es dicotómica y la(s) variable(s) independiente(s) puede ser cualitativa o cuantitativa. Si en el modelo la variable independiente es cualitativa con H categorías, habrá que generar H-1 variables dummy para que todas las posibilidades de la variable queden debidamente representadas en el modelo [Álvarez, 1994].

Johnston distingue entre los siguientes tipos de variables:

- Dicotómicas o binarias.
- Policotómicas.
- Variables dependientes limitadas (censuradas o truncadas) [Juez y Díez, 1997].

Existen dos tipos de regresión logística: regresión logística simple, si en el modelo hay una sola variable independiente, y regresión logística múltiple, si en el modelo hay varias variables independientes [Álvarez, 1994].

En la regresión logística, la variable dependiente es dicotómica y sus valores habitualmente nominales. Para construir un modelo matemático se necesitan valores numéricos que pueden resultar si se toma en cuenta la probabilidad de obtener algún valor de la variable dependiente.

Del lado izquierdo de la ecuación se considera la variable dependiente, es decir, la probabilidad de que ocurra un evento $p(Y)$, y del lado derecho se

expresará la dependencia de esa probabilidad, en función de una o más variables independientes.

Por conveniencia de notación se llamará p a la probabilidad de que ocurra $p(Y)$, y se llamará $1-p$ a la probabilidad de que no ocurra.

El modelo pretende dar a conocer los factores que influyen en la probabilidad de que ocurra un determinado fenómeno. Por lo tanto, p sería la probabilidad de que dicho fenómeno ocurra.

En el lado izquierdo, o primer miembro, se tendría a p , y del otro lado una función en la que se relacionen las variables independientes que influyen en la probabilidad de que ocurra el fenómeno en cuestión (variable dependiente). Ya que la probabilidad encuentra su valor en un rango que va de 0 a 1, para que la relación funcional del segundo miembro sea coherente esta solo podrá tomar valores entre 0 y 1.

Así el modelo logístico puede ser escrito como:

EXPRESIÓN 1.3 Estimación de la probabilidad p ,
mediante regresión logística binomial

$$p = \frac{1}{1 + e^{-(\beta_0 + \beta_1 x)}}$$

Fuente: elaboración propia.

Donde p es una variable dependiente y representa la probabilidad de que ocurra un fenómeno determinado; las X son las variables independientes de interés; β_0 y β_1 son los coeficientes del modelo; β_0 es el término independiente y puede ser igual a cero, y β_1 es el coeficiente de regresión logística y debe ser significativamente distinto de cero.

Regresión logística multinomial

La regresión logística multinomial es una generalización de la regresión logística binomial, pues asume más de dos estados posibles en lugar de solamente

dos. Entonces, este modelo relaciona la probabilidad de que ocurra un determinado suceso en función de diversas variables.

El modelo general de la regresión logística para k variables independientes se expresa como sigue:

EXPRESIÓN 1.4. Estimación de la probabilidad p mediante regresión logística multinomial

$$p = \frac{1}{1 + e^{-(\beta_0 + \beta_1 x_1 + \dots + \beta_k x_k)}}$$

En este modelo el efecto que cada variable puede ejercer sobre p puede ser distinto cuantitativa y cualitativamente. Si el coeficiente de regresión logística de una variable es positivo, esta variable aumentará la probabilidad del evento que se evalúa; si este resultara negativo, la variable disminuirá la probabilidad de tal evento.

En este modelo, en el primer miembro de la función, se denota la probabilidad de desarrollo de un evento p, dada una colección de variables independientes que se colocan en el segundo miembro de la función. Donde β_0 a β_k son los parámetros a estimar de acuerdo con la información de las x.

Interpolación/extrapolación

La interpolación y la extrapolación permiten estimar valores intermedios (interpolación) o bien futuros (extrapolación) a partir de supuestos muy simples realizados sobre una o varias tasas de crecimiento determinadas por valores históricos. En el caso de la interpolación es necesario contar con dos valores (uno inicial y otro final), en los que se determinarán todos los valores entre estos.

Para el caso de la extrapolación se hacen los mismos supuestos y los valores estimados serán a futuro.

Como cualquier método de estimación de valores, en la interpolación y la extrapolación se tienen ventajas y desventajas. Las principales ventajas son la practicidad, la sencillez de su aplicación y la necesidad de muy pocos datos para realizar la estimación, lo que hace de estas técnicas una manera sencilla y al alcance de cualquiera para realizar los cálculos. La principal desventaja es que los supuestos asumen muy poco sobre el comportamiento real de la variable en estudio, con lo que es muy fácil caer en errores, y de allí que su precisión pueda ser cuestionable en muchos casos. No obstante, es posible realizar supuestos adicionales sobre su tasa de crecimiento y mejorar, de esta manera, la precisión en la estimación.

Entonces, para interpolar o extrapolar sobre una serie (con X_v y X_T conocidas) se define la estimación de la variable en estudio en el periodo siguiente, es decir $t+1$ como sigue:

EXPRESIÓN 1.5. Interpolación

$$x_{t+1} = (x_t)(1+tc)$$

Donde $tc = \left(\frac{x_T}{x_v}\right)^{\frac{1}{n}} - 1$ con $T > v$, esto es:

$$tc = \sqrt[n]{\frac{x_T}{x_v}} - 1$$

Donde n es el número de periodos intermedios entre t y v , más uno. Con $n > 1$.

Fuente: elaboración propia.

Modelos de predicción de cambio de uso de suelo

El crecimiento económico y la expansión de una ciudad requieren metodologías que ofrezcan, por un lado, simular las condiciones que plantea la teoría en materia de crecimiento urbano policéntrico, para entender la interacción de los actores responsables de la expansión y crecimiento económico. Por otro lado, que coadyuven en el análisis prospectivo del crecimiento urbano.

Estas metodologías deben, asimismo, ser lo suficientemente flexibles para modificar en el momento requerido los parámetros necesarios que ajusten y actualicen las tendencias de crecimiento urbano de una ciudad en un sentido o en otro, con el fin de observar distintos escenarios modelados. Los escenarios deberán ser capaces de ofrecer elementos de decisión en materia de política pública. De este modo, los esfuerzos de planeación urbana podrán ser aprovechados cabalmente para el crecimiento ordenado y racional que requiere una ciudad.

Por este motivo, los modelos de predicción de cambio de uso de suelo resultan pertinentes a estos propósitos. Su principal característica es que tienen la capacidad de establecer, mediante valores probabilísticos, la posibilidad de cambiar a un tipo de uso de suelo o a otro, todo en función de factores causales previamente establecidos y cuantificados. Estos valores probabilísticos permiten que se realicen ejercicios de simulación, específicamente mediante la metodología de Montecarlo previamente explicada.

El uso de modelos para pronosticar la expansión y el crecimiento urbano es relativamente nuevo. No obstante, gracias al desarrollo de computadoras, al avance en las perspectivas teóricas y la mejora en la generación de datos que dan la evidencia empírica necesaria para alimentar los modelos, hoy es posible usar modelos de mayor potencia. Asimismo, los enfoques y las metodologías se han diversificado considerablemente.

Específicamente, los modelos basados en el cambio de uso de suelo permiten tomar en cuenta los cambios en el plano territorial que sufre la actividad económica y poblacional dentro de las ciudades conforme estas crecen económicamente y se expanden. Es claro que el crecimiento provoca grandes cambios territoriales, siendo la evolución a patrones policéntricos el más claro de ellos. Pero existen cambios más profundos, de ahí que la observación de los cambios del uso de suelo en las ciudades mediante modelos con este propósito sea una perspectiva necesaria por su flexibilidad, precisión y apego a la realidad. Los modelos de cambio de uso de suelo urbano se centran en predicciones de uso

del suelo derivadas de modelos estructurales de las decisiones de desarrollo económico, del suelo, o la elección del lugar de residencia. Además, a estos modelos se les han incorporado explícitamente características de heterogeneidad espacial mediante atributos del paisaje o las características físicas del territorio.

En la actualidad son considerables los esfuerzos por representar el crecimiento económico y la expansión de las ciudades que se han hecho en distintas partes del mundo. Wegener [1994] estableció una comparación entre 13 modelos de cambio de uso de suelo, realizados en diversas universidades de todo el mundo, en los que se analizan los atributos modelados en específico, los enfoques teóricos utilizados y las políticas urbanas a las que se dirigieron. Wegener evalúa la idoneidad de los 13 modelos con respecto a nuevas necesidades, y especula acerca de los medios más prometedores para un mayor perfeccionamiento y difusión de estos modelos.

Irwin [2009] planteó una clasificación para modelos de predicción de cambio de uso de suelo. Es un recuento muy interesante, donde menciona los significativos esfuerzos realizados por profesionales de origen muy diverso. Se proponen enfoques que van desde la economía hasta la geografía cuantitativa. Irwin planteó en tres categorías generales los enfoques usados en los modelos de cambio de uso de suelo: modelos econométricos con simulación espacial, modelos de equilibrio espacial de patrones de uso de suelo, y modelos de uso de suelo basados en agentes. Se explican a continuación.

Modelos econométricos con simulación espacial

Los modelos econométricos del cambio de uso de suelo se derivan de los modelos económicos de uso de suelo basados en decisiones individuales, en las que los propietarios eligen un uso de suelo en un determinado periodo de tiempo tal que el rendimiento neto esperado con el tiempo se maximiza. Su funcionamiento esencial consiste en la estimación de probabilidades de transición en los usos de suelo de acuerdo con factores territoriales, de mercado o de otros tipos, en los que la influencia espacial es fundamental.

De acuerdo con Irwin [2009], el marco teórico de estos modelos está bien establecido en la economía urbana. Por otro lado, los modelos pueden variar en sus hipótesis sobre el espacio, las expectativas, la durabilidad de capital e incertidumbre. Esto debido a que los propietarios de tierras pueden condicionar los usos de suelo ante las expectativas creadas a la posible rentabilidad de sus

terrenos, esto es, por cambios probables en factores como el crecimiento de la población local.

Vale la pena señalar que en este enfoque se encuentra la metodología de CA, modelos de simulación en los que se representa el territorio mediante una serie de células o cuadros de igual tamaño, y cada una de ellas corresponde a un uso específico de suelo. Estos modelos han gozado de una tremenda popularidad en la geografía, ciencias ambientales y otras disciplinas relacionadas. Los datos sobre el cambio de uso de suelo en diferentes épocas se utilizan para estimar empíricamente las transiciones del suelo con base en el uso de estas células. El modelo se simula en el tiempo con las probabilidades de transición derivadas empíricamente para generar predicciones de los patrones de uso de suelo y el cambio. Cabe decir que los métodos multivariados que se emplean típicamente en la literatura sobre CA revelan correlaciones, pero no relaciones causales. Esto limita considerablemente la utilidad de la simulación si el objetivo es descubrir los efectos causales de la hipótesis y los factores socioeconómicos y biofísicos en el patrón de uso de la tierra.

La preferencia por el uso de modelos econométricos con simulación espacial ha ido en franco aumento; no obstante, el uso de la metodología de CA es probablemente en la que más se han centrado los casos de aplicación. Entre los principales trabajos tenemos a Batty [2000, 1998, 1997]; Wu y Webster [2000, 1998]; Wu [1998a, 1998b, 1998c, 1996]; Batty, Xie y Domingo [1999]; Clarke y Gaydos [1998]; Batty y Xie [1997]; Batty, Couclelis y Eichen [1997]; Clarke, Hoppen y Gaydos [1997]; Couclelis [1997, 1989, 1985]; Wagner [1997]; White y Engelen [1997, 1994, 1993]; White, Engelen y Uljee [1997]; Cecchini [1996]; e Itami [1994] [White et al., 2012: 1 252-1253].

Modelos de equilibrio espacial

En relación con los modelos de equilibrio espacial, y de acuerdo con Irwin, Glaeser [2008] establece: "El supuesto de equilibrio en la distribución espacial es la base de la economía urbana en la que todo lo demás se encuentra" [Glaeser, 2008; citado por Irwin, 2009: 8]. El concepto está motivado por la movilidad básica de las personas y las empresas de un lugar a otro. Este sencillo hecho implica que, gracias a un periodo de tiempo suficientemente largo, durante el cual se negocian los lugares, las personas con idénticas preferencias son indiferentes a su ubicación, a pesar de que los atributos asociados con la ubicación

(por ejemplo, acceso a los servicios de empleo de barrio) son espacialmente heterogéneos. Los precios se modifican en función de las diferencias de ubicación y por lo tanto se mantienen en equilibrio, de ahí que los precios perfectamente compensen ventajas de localización y la desventaja, para que las personas sean indiferentes al factor espacial y los servicios públicos se igualen en el espacio. Esta hipótesis proporciona un medio simple, pero poderoso, de la contabilidad para el proceso de capitalización. Los modelos espacialmente heterogéneos de uso de suelo urbano utilizan la hipótesis de un espacio, considerando el equilibrio como un medio para dar cuenta de la influencia de fuentes adicionales de variación espacial en los precios de equilibrio.

Un punto de partida común es el patrón monocéntrico, en el que los costos de transporte a un distrito central de negocios proporcionan generación de rentas de suelo espacialmente diferenciadas. El equilibrio espacial implica que la renta de suelo se ajustará de tal manera que el incremento marginal en los costos de transporte desde una localización es compensado por la disminución de la renta de la tierra. El uso del patrón monocéntrico como es aceptado hoy en día limita seriamente el uso de estos modelos.

Un modelo de uso de suelo integrado que se ha desarrollado en los últimos años es el Land Use Scanner, basado en sistemas SIG para la simulación de uso futuro del suelo, que tiene una base en la teoría del equilibrio económico. Koomen y Buurman establecen como objetivo de su estudio comparar la teoría económica detrás del Land Use Scanner, mediante el funcionamiento de los mercados de suelo reales.

Modelos basados en agentes

Finalmente, los modelos basados en agentes (ABM) son métodos de modelado relativamente nuevos y cada vez más utilizados por los científicos sociales interesados en la vinculación de la conducta y la interacción de agentes heterogéneos con la dinámica compleja a mayor nivel de agregación. Las ventajas de estos modelos más convencionales, como los de toma de decisiones económicas, han llevado a su uso cada vez mayor en algunas áreas de la economía, incluyendo las finanzas y otras áreas de la economía de la empresa.

Parker [2003] ofrece la revisión sobre la aplicabilidad de ABM a modelos de uso del suelo [Parker et al., 2003, citado por Irwin, 2009: 10-12]. Las razones son convincentes si uno está interesado en la dinámica de los patrones espacia-

les heterogéneos en el tiempo y la vinculación de estos con el comportamiento de los hogares, los urbanizadores, empresas y otros agentes que influyen en el uso de suelo. En particular porque los modelos ABM se realizan en un entorno de simulación, se pueden incorporar fácilmente las fuentes de datos espaciales y factores de heterogeneidad que son de difícil tratamiento en los modelos analíticos. Además, la simulación basada en este enfoque permite el paso por el tiempo, y los agentes se derivan agregando patrones de uso de la tierra de abajo hacia arriba. Un tratamiento riguroso de los mercados de suelo urbano en este marco aún no se ha desarrollado. Esto es en parte porque los modelos económicos urbanos, que se basan en el supuesto de un equilibrio espacial, proporcionan poca orientación en el modelado de la evolución de los mercados de suelo cuando esta condición no se cumple. Sin equilibrio espacial, ¿cómo aprovechar un mejor modelo? La falta de rigor económico se debe también al hecho de que los economistas han estado notablemente ausentes de este campo del desarrollo del modelo. Como resultado, los fundamentos económicos han sido ignorados por la mayoría de los modelos ABM urbanos de uso del suelo.

No obstante, estos modelos tienden a centrarse en gran medida en la heterogeneidad espacial y el agente, así como en la especificación de la toma de decisiones, normas de las familias y otros agentes en el modelo. Por ejemplo, Otter [2001] modeló empresas y su interacción con la localización residencial, para estudiar la aparición de agrupaciones urbanas [Otter et al., 2001, citado por Irwin, 2009: 9-11]. Existen diferentes tipos de hogares y las empresas se definen por sus características y preferencias. La competencia es omitida en el modelo, sin embargo, una vez que un agente localiza una célula que está ocupada, no puede ser impugnada por otros agentes, y por lo tanto el modelo carece de toda representación de los mercados de suelo. Irwin mencionó a Benenson [1998] en el desarrollo de un modelo de dinámica de la población urbana, en la que el precio de la vivienda se modela como una función del ingreso de los hogares y el valor medio de las casas vecinas [Benenson, 1998, citado por Irwin, 2009: 9-11]. Asimismo, Irwin estableció que Warren desarrolló un modelo de segregación en la ciudad central y los suburbios, donde los precios se modelan como una función del tamaño del lote y dos variables diseñadas para captar la relación entre demanda de vivienda en un barrio determinado: la tasa de ocupación y la tasa neta de crecimiento de la población en el barrio [Warren s./f., citado por Irwin, 2009: 9-11].

Capítulo II. De la Ciudad de México a la Zona Metropolitana de la Ciudad de México

Antecedentes de su expansión y la relación con su actividad económica y su política urbana durante el siglo xx

Introducción

En el presente capítulo se establecen los antecedentes del crecimiento y la expansión de la Ciudad de México y su Zona Metropolitana como bases y hechos estilizados para la comprensión del fenómeno urbanos que ha experimentado la capital de México, cómo los planes y políticas urbanas no han tenido el resultado positivo para el que fueron diseñados, y cómo no se han comprendido cabalmente los factores que intervienen en su expansión, ni cómo la actividad económica es generalmente soslayada en estos factores, siendo elementos clave en su comprensión.

De ahí que se plantee como principal propuesta de este trabajo un modelo de prospectiva territorial para el crecimiento y expansión de la Ciudad de México y su Zona Metropolitana que permita asomarse a posibles escenarios en términos de expansión, usos del suelo y, desde luego, crear la capacidad para establecer requerimientos de servicios urbanos futuros. Este modelo se deberá regir por principios teóricos racionales, compatibles y a la altura de los conocimientos de frontera en la materia.

Asimismo, se revisan las características físicas del valle de México (área de estudio de este trabajo) para comprender uno de los factores fundamentales en el crecimiento y expansión urbana de cualquier ciudad, pero en específico de la Ciudad de México y su Zona Metropolitana. En la tercera parte se revisa el crecimiento histórico (desde inicios del siglo xx hasta nuestros días) desde una perspectiva agregada de la ciudad, con el fin de comprender sus ritmos de crecimiento y expansión en función de la etapa histórica en la que se encuentra la ciudad, y con ello comprender otro de los factores fundamentales en el desarrollo de una urbe, específicamente la de México.

Finalmente, se hace un análisis descriptivo del patrón de los usos del suelo al interior de la Ciudad de México y su Zona Metropolitana, también desde inicios del siglo xx y hasta 1990, para comprender la influencia del modelo eco-

nómico anterior (sustitución de importaciones) en la evolución económica de la ciudad, en sus usos del suelo y en sus patrones de crecimiento y expansión. Asimismo se revisa la influencia de los planes y políticas de desarrollo urbano que ha tenido la expansión de la ciudad en este periodo.



Supuestos sobre la concepción de la Ciudad de México

El nombre Ciudad de México ha sido utilizado por la mayoría de estudiosos e interesados en su evolución desde un punto meramente formal y normativo. “Ciudad de México” o “ciudad de México” ha tenido diversos significados en distintas épocas y así han surgido diferentes confusiones, incluso en su estudio y caracterización.²⁹

²⁹ La Ciudad de México o ciudad de México se ha denominado como tal a partir de la época independiente, esto es, al inicio del Distrito Federal en el año 1824 (antes era conocida simplemente como la capital de la Nueva España). En ese entonces se entendía por “ciudad de México” el área urbana de la ciudad, nombrada como capital del país, la cual quedó dentro del recién formado Distrito Federal, en el mismo 1824. Durante muchos años a esta área urbana se le conoció como “México” o como “Ciudad de México”; sin embargo, coexistió con diversas divisiones políticas, en las que han existido municipalidades, prefecturas, distritos y finalmente delegaciones (hoy denominadas alcaldías). Al inicio del siglo xx la Ciudad de México fue dividida en 12 áreas llamadas “cuarteles”; desde entonces el Distrito Federal contó con 12 delegaciones y con la Ciudad de México (dividida a su vez en 12 cuarteles). A partir de 1970 desapareció la Ciudad de México como parte de la división política del Distrito Federal (al igual que sus 12 cuarteles) y fue dividida en cuatro nuevas delegaciones: Cuauhtémoc, Benito Juárez, Miguel Hidalgo y Venustiano Carranza. Por ello, a partir de 1970, el término “Ciudad de México” desapareció como término legal en referencia a un territorio, pero al mismo tiempo se le comenzó a llamar Ciudad de México a la capital del país, sin hacer distinción de si se refería al territorio legal del Distrito Federal o incluía la zona conurbada del Estado de México. Con los años, el discurso político de los jefes del Departamento del Distrito Federal (DDF) y presidentes de la República, así como en la actualidad de los jefes de Gobierno del Distrito Federal (GDF) se han apropiado del término “Ciudad de México” para referirse al territorio del Distrito Federal hasta ser generalmente aceptado, pero no necesariamente legal, causando confusión en la definición exacta de lo que es en realidad la Ciudad de México. A partir de 2016 se estableció por parte del gobierno capitalino una reforma constitucional a fin de cambiar el estado jurídico del Distrito Federal y muchas de sus funciones y relaciones con otras instancias políticas. Por ello, a partir de 2016 lo que se ha conocido como Distrito Federal pasó a llamarse formal y nuevamente Ciudad de México, así como las delegaciones políticas cambiaron de nombre a alcaldías.

Para efectos de este trabajo se entiende por Ciudad de México o ciudad de México, una unidad económico-funcional³⁰ en la que la suma de las diferentes localidades urbanas, municipios y delegaciones, dan a la ciudad un estatus de ente económico integrado. En términos de información y análisis, se tomarán los datos de la llamada Zona Metropolitana de la Ciudad de México (ZMCM) dada su facilidad de manejo, relativa disponibilidad de datos y su proximidad conceptual al término “unidad económico-funcional”. En este sentido, términos como “Distrito Federal” no tienen un sentido analítico certero, como tampoco el concepto Zona Metropolitana del Valle de México (ZMVM).

Para efectos del presente trabajo, se entenderá por Ciudad de México y su Zona Metropolitana o su ZM, toda actividad económica y poblacional registrada en todas las localidades urbanas contenidas en las 58 unidades político-administrativas que actualmente componen la Zona Metropolitana de la Ciudad de México (ZMCM).³¹

³⁰ Una unidad económico-funcional se forma a partir de una o más manifestaciones de concentración económica en el espacio, esto es, en un territorio donde se localiza(n) dicha(s) concentración(es). Estos fenómenos de concentración guardan una estrecha relación de complementariedad económica, de tal manera que sus interacciones espaciales, es decir, sus flujos económicos, son significativamente más importantes que otras zonas o territorios. De este modo, la unidad económico-funcional desempeña una serie de papeles económicos y da lugar a todo un sistema económico que se asocia con las características físicas del territorio. La unidad económico-funcional no considera los límites político-administrativos que pudiera haber. De esta manera, una entidad federativa o un municipio, en el caso de México, no refleja fielmente la actividad económica en las áreas contiguas y por ello no puede verse como unidad económico-funcional.

³¹ La definición actual de Zona Metropolitana de la Ciudad de México fue asignada por consenso por las tres instancias responsables de medir y analizar los procesos en las ciudades mexicanas: la Secretaría de Desarrollo Social (Sedesol), el Instituto Nacional de Estadística y Geografía (Inegi) y el Consejo Nacional de Población (Conapo). La definición vigente fue actualizada en 2005 y consiste en las mismas 58 unidades político-administrativas, en este caso, municipios del Estado de México, el municipio Tizayuca del estado de Hidalgo y las 16 alcaldías de la Ciudad de México.

• • • • •

La transformación del entorno físico del valle de México mediante políticas y acciones de urbanización hasta fines del siglo xx

La Ciudad de México y su ZM están asentados en el territorio conocido como valle de México. Se encuentra sobre los 19°20' de latitud norte y 99°05' de longitud oeste. Se considera al valle de México como parte de una cuenca endorreica³² (llamada entonces la cuenca de México o la cuenca del valle de México), la cual tiene una elevación promedio de 2240 msnm y una superficie de 9560 km²; esta superficie considera parte del Estado de México, el sur de Hidalgo, el sureste de Tlaxcala y casi la totalidad de la Ciudad de México. Esta cuenca presenta valles intermontañosos, mesetas y cañadas, así como terrenos semiplanos, en lo que alguna vez fueron los lagos de Texcoco, Zumpango, Xaltocan, Xochimilco y Chalco. También se encuentran prominencias topográficas aisladas, como el cerro de la Estrella, el cerro del Peñón y el cerro de Chapultepec, entre otros (<es.wikipedia.org/wiki/Valle_de_México>).

La cuenca del valle de México es de carácter lacustre y la corteza ha soportado grandes esfuerzos, produciéndose una profunda fractura. Está circundada por montañas y cubierta en diferentes puntos por áreas lacustres producto de los mencionados lagos, mismos que existieron al final de la época glacial. Al cerrarse la cuenca en el Cuaternario superior, las aguas pluviales quedaron encajonadas, formando un sistema lacustre denominando posteriormente a cada uno como lago de Texcoco, Xaltocan, Zumpango, Xochimilco y Chalco. El fondo de la cuenca es una planicie lacustre de 1431 km², a una altitud que varía entre 2230 y 2240 msnm, y se mantiene seca artificialmente. El parteaguas de la cuenca se extiende por la zona montañosa circundante, la que frecuentemente se eleva por encima de los 3000 msnm (<es.wikipedia.org/wiki/Valle_de_México>).

Las características físicas del valle de México, tanto las que son producto de atributos naturales (clima, cadenas montañosas, recursos hídricos, suelos,

³² Una cuenca endorreica es un área en la que el agua no tiene salida fluvial hacia el mar. La palabra es de etimología griega: endo (interior) y rhein (fluir), cualquier lluvia o precipitación que caiga en una cuenca endorreica permanece allí, abandonando el sistema únicamente por infiltración o evaporación, lo cual contribuye a la concentración de sales. En las cuencas endorreicas en las que la evaporación es mayor que la alimentación, los lagos salados han desaparecido y se forman salares. Las cuencas endorreicas también son denominadas sistemas de drenaje interno.

etcétera), como aquellos producto de transformaciones humanas (desección del sistema lacustre, restricciones a la urbanización, entubamiento de ríos y canales, etcétera), han combinado sus potenciales y generado un área natural en la que, como se verá en este capítulo, han sido posibles los asentamientos humanos, los cuales han transformado el entorno natural a favor de los procesos de urbanización de la cuenca del valle de México. No obstante lo anterior, es claro que dicho espacio natural tiene sus recursos limitados y de ahí que sea literalmente imposible la urbanización continua y permanente. Sin embargo, es posible señalar las áreas del valle de México cuyo potencial de urbanización es aún considerable, mas no necesariamente deseable.

MAPA 2.1. Cuenca del valle de México (área de estudio)



Fuente: elaboración propia a partir de datos del Inegi.

Características orográficas del valle de México y sus atributos para la urbanización

En el norte del valle se localizan la sierra de Guadalupe y el cerro del Chiquihuite. En el centro se ubica el cerro de la Estrella, hacia el oriente se encuentran el cerro de San Nicolás y la sierra volcánica de Santa Catarina. Al sur y suroeste el terreno se eleva más de 3 600 metros de altitud, en la región conocida como la sierra del Ajusco-Chichinautzin, que aparta la Ciudad de México del valle de Cuernavaca, mientras que al poniente, la sierra de las Cruces la separa del valle de Toluca (<es.wikipedia.org/wiki/Valle_de_México>).

Las principales elevaciones topográficas son los volcanes Popocatepetl (5465 metros de altitud) e Iztaccíhuatl (5230 metros de altitud), localizados en el sureste de la ciudad.

Al observar con detalle la cuenca del valle de México, puede verse que en la parte norte y centro el promedio de inclinación del territorio es de menos de 3°, mientras que en el sur es de menos de 12°.

De acuerdo con la clasificación, es claro que la parte norte y centro del valle de México es la que presenta territorios más adecuados para la urbanización (ver cuadro 2.1).

CUADRO 2.1. Rangos de pendiente y su conveniencia en procesos de urbanización

Rangos de pendiente
0°-3°: debido a que este rango se presenta como una superficie más horizontal, puede decirse que es de las zonas con características de pendientes óptimas para el crecimiento urbano. Aunque hay que tomar en cuenta que también son lugares en donde el movimiento del agua es lento, y aun puede generar inundaciones, pero con la inclusión de un buen drenaje (ya sea natural o artificial) son óptimas para la instalación de zonas urbanas.
3°-12°: aunque la inclinación del terreno es mayor, y el movimiento de partículas o agua es muy rápido, puede decirse que son zonas óptimas para la instalación de áreas urbanas.
12°-18°: estas zonas las tenemos principalmente en las bases de elevaciones montañosas, en donde se da el cambio con la planicie lacustre. Son zonas que pueden considerarse como moderadamente buenas para la instalación de áreas urbanas, aunque tomando en cuenta el tipo de constitución litológica, ya que a mayor dureza del subsuelo, menores problemas de erosión se tendrán.

CUADRO 2.1. Rangos de pendiente y su conveniencia en procesos de urbanización (continuación)

Rangos de pendiente
18°-25°: este rango se asigna como susceptible de urbanización, pero no recomendable, ya que en este punto el movimiento del agua sobre la superficie genera procesos de erosión mucho más intensos. Se puede dar la urbanización, pero se deberán tomar medidas contra la pérdida de materiales por efectos de la erosión hídrica.
25°-35°: este es el grupo menos recomendado para la instalación urbana, ya que en muchas de las zonas el movimiento de materiales se da por efectos de gravedad, aparte de la influencia de la acción hídrica que hace que el socavamiento del terreno sea mayor.
35°-45°: en este grupo se considera como casi nula la recomendación para instalar áreas urbanas; aquí la caída de material por gravedad es evidente, así como la acción hídrica.
45°-90°: en estas zonas no se recomienda la instalación de áreas urbanas ya que, en caso de instalar urbanizaciones, el movimiento de tierras hace que sea un riesgo inminente de desastre.

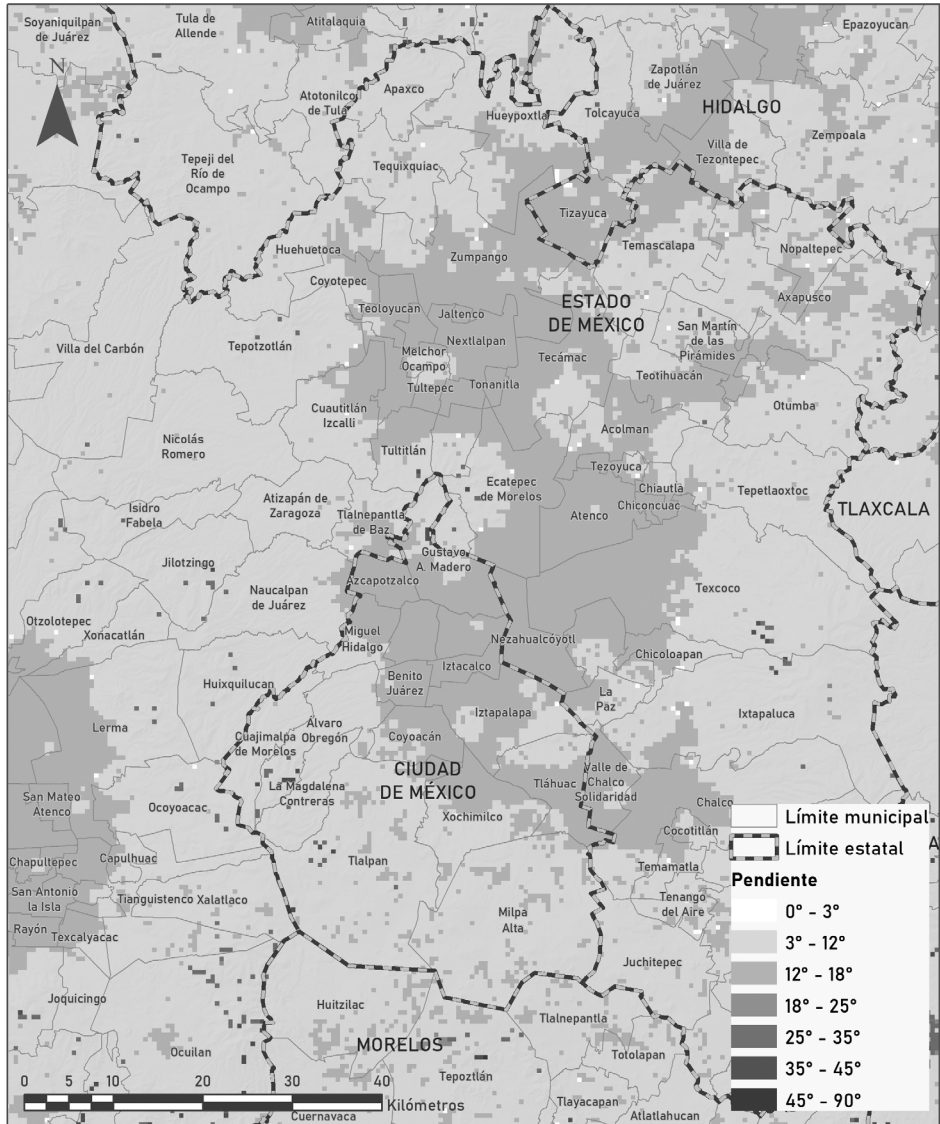
Fuente: elaboración propia.

El valle de México es entonces un territorio con una mayoría de planicies, limitado al sur por la sierra del Ajusco-Chichinautzin, al poniente por la sierra de Las Cruces, al oriente por la sierra Nevada y la sierra de Santa Catarina, y al norte por la sierra de Guadalupe. No obstante, se presenta un territorio al nororiente (alcaldías Gustavo A. Madero e Iztacalco, municipios de Ecatepec, Tlalnepantla, Tecámac, Acolman, Atenco, Texcoco, Chicoloapan, Chimalhuacán y Nezahualcóyotl, entre otros) con planicies de menos de 3° de pendiente promedio, lo que hace a este territorio el más atractivo para la urbanización.

En este sentido, es claro que desde el punto de vista meramente físico-territorial, el valle de México ha presentado, desde siempre, mejores condiciones para la urbanización hacia el norte y el nororiente. Pese a que en el norte existe la sierra de Guadalupe, es en realidad compacta y no limita severamente la urbanización, como sí lo hacen las otras sierras en el resto de puntos cardinales del valle de México (ver mapa 2.2).

De allí que la mancha urbana ha ocupado la sierra de Guadalupe hasta aproximadamente 250 metros por encima de su base y con pendientes pronunciadas de más 30°, así como la ha rodeado literalmente para continuar su extensión hacia los municipios de Coacalco, Tultitlán, Tultepec, Cuautitlán y Cuautitlán Izcalli, entre otros.

MAPA 2.2. Inclinación promedio en el valle de México



Fuente: elaboración propia a partir de datos del Inegi.

Características hidrográficas del valle de México y sus atributos para la urbanización

Los principales ríos que han recorrido la Ciudad de México descienden de las sierras y constituyen la denominada cuenca del río Moctezuma, que abarca toda el área metropolitana. En esta cuenca se localizan los ríos Tacubaya, Los Remedios, Mixcoac, Churubusco, Consulado, etcétera (los tres últimos entubados) así como, los canales Chalco, Apatlaco y Cuemanco, entre otros. Además, se encuentra el lago Xochimilco y los lagos artificiales de San Juan de Aragón y Chapultepec (<es.wikipedia.org/wiki/Valle_de_México>).

Cabe señalar que algunas corrientes y cuerpos de agua mencionados han sido confinados para el consumo local.

Es importante decir que las acciones y políticas de los gobiernos en turno de la ciudad se han orientado al entubamiento de muchos de estos ríos por asuntos de salubridad en primer lugar, pero principalmente para continuar con las obras de control del drenaje profundo, y al mismo tiempo crear nuevas vías de comunicación que han estimulado a su vez los niveles de accesibilidad; tal es el caso de las avenidas y ríos del mismo nombre: Río Mixcoac, Río Churubusco, Río San Joaquín, Río Consulado, Viaducto Miguel Alemán (río de La Piedad y río Becerra), Plutarco Elías Calles, Canal de Apatlaco y el actual entubamiento del río de Los Remedios al norte de la ciudad, entre otras.

La cuenca lacustre del valle de México y los trabajos de desecación de los lagos

El sistema de los cinco lagos en el valle de México, hoy casi desaparecido, ha sido determinante en muchos aspectos de la urbanización de la Ciudad de México.

Esta cuenca estaba formada en la época prehispánica por los lagos de Zumpango, Xaltocan, Texcoco, Xochimilco y Chalco. Ocasionalmente se habla de la laguna de México, pero solo se menciona en referencia al periodo histórico en que los indígenas residentes construyeron un dique entre la sierra de Guadalupe, al norte del lago de Texcoco, y el cerro de la Estrella, al sur del mismo.

Una característica singular de este sistema de lagos era el carácter distinto de sus aguas. Mientras que los lagos de Xochimilco y Chalco estaban formados por aguas dulces, las aguas de Texcoco, Zumpango y Xaltocan eran salobres.³³

Las primeras acciones para modificar las condiciones de los lagos en el valle de México buscaron ventajas inherentes al crecimiento de la sociedad azteca: la creación de un sistema de chinampas para producción agrícola; la habitación de los islotes naturales en el lago de Texcoco, como los utilizados en la creación de Tenochtitlan y Tlatelolco; la construcción de un dique o albarradón, denominado Albarradón de Nezahualcóyotl, con el objetivo de separar las aguas dulces de los lagos de Xochimilco y Chalco, de las aguas saladas de los lagos Texcoco, Zumpango y Xaltocan;³⁴ y la creación de un sistema de tres calzadas, que unían el islote de Tenochtitlan con las riberas del lago. Hacia el norte partía la calzada de Tepeyácac (o del Tepeyac, que actualmente corresponde a la calzada de los Misterios de la Ciudad de México). La calzada de Tlacopan (actualmente calzada México-Tacuba) unía Tenochtitlan con Tlacopan, uno de los estados confederados de la Triple Alianza. La más larga de este sistema de calzadas era la de Iztapalapa (actualmente calzada de Tlalpan y avenida San Antonio Abad), que con rumbo hacia el sur llegaba hasta un islote llamado Xóloc, donde se bifurcaba. Un brazo se dirigía a Coyoacán y el otro a Mexicaltzingo, en territorio del señorío de Iztapalapa.

Todas estas acciones constituyeron las primeras tareas de urbanización de la futura Ciudad de México. Cabe decir que estos trabajos no buscaban la

³³ De hecho, los antiguos pobladores de las riberas y los islotes de estos tres lagos se dedicaban a la explotación de sal, que obtenían mediante la evaporación del agua del lago. De cualquier modo, el agua de los lagos del valle de México no era provechosa para la vida humana. Las aguas de los lagos de Texcoco, Zumpango y Xaltocan no eran potables por su alta salinidad, y las aguas dulces de Xochimilco y Chalco no eran provechosas más que para la agricultura, pues los residuos de las plantas y animales que poblaban los ecosistemas asociados les daban mal sabor. Por ello, los pobladores de México-Tenochtitlan debieron introducir un sistema de abasto de agua potable para importar el líquido de los manantiales aledaños, como el caso del manantial en el cerro de Chapultepec, con un acueducto.

³⁴ El dique fue construido entre Atzacualco, en el norte del lago, e Iztapalapa, al sur. Dividía la laguna en dos partes. Al oriente, quedaban las aguas salobres de Texcoco, y al poniente, el vaso se llenó con aguas dulces (pero no potables) provenientes de los lagos de Xochimilco y Chalco. La división fue posible en la medida en que estos últimos se encuentran a una mayor altitud que el vaso oriental de Texcoco. El dique poseía esclusas que permitían vaciar la laguna de México cuando el nivel de las aguas fuera peligroso.

desaparición de los lagos, sino por el contrario, coexistir con ellos en un esfuerzo de sustentabilidad económica y urbana.

Con el advenimiento de la etapa colonial se llevó a cabo una serie de acciones para desecar los lagos. Pese a que se había aconsejado el establecimiento del gobierno en algún poblado de tierra firme, como la propia villa de Coyoacán o Texcoco, Hernán Cortés decidió establecer el gobierno de la Nueva España sobre la misma Tenochtitlan. Los españoles reconstruyeron casi toda la infraestructura hidráulica del lago: el acueducto de Chapultepec, que proveía de agua potable “más clara que el cristal” (es.wikipedia.org/wiki/Lago_de_Texcoco), y las tres calzadas que unían la isla con tierra firme. Pero no hicieron lo mismo con el albardón, hecho que se convirtió en la sentencia de desecación de los lagos del valle de México. Los diques y las calzadas, además de regular el nivel de las aguas, servían para su propia conservación en algunas secciones del lago, que durante el estío solían desecarse al tener una profundidad menor.

Sin embargo, la deficiente reconstrucción de las obras de ingeniería hidráulica precolombina por parte de los conquistadores ocasionó que la laguna de México (el sector occidental del lago de Texcoco) desapareciera a los pocos años de consumada la Conquista. A esta falta de atención hacia la utilidad del sistema de calzadas habría que sumar la clausura de numerosos canales que surcaban México.

De esta manera se dieron incontables problemas de inundaciones en la antigua Ciudad de México. La primera de ellas fue la de 1555, que motivó la planificación de un sistema de drenaje de las aguas del valle. El plan fue abandonado al retroceder el nivel de las aguas. Otras memorables inundaciones fueron las ocurridas en 1580, 1607, 1622, 1629, 1707, 1714, 1806, 1819; y ya en el periodo del México independiente, en 1856, 1865, 1900, 1901 y 1910. La peor de las crecidas fue la de 1629. De allí que, a partir de la supuesta inutilidad y peligrosidad del lago de Texcoco, el gobierno colonial español dio inicio a las obras de drenaje en el siglo *xvi*, que finalmente llevaron a la paulatina desaparición de casi todo el lago de Texcoco y de los otros cuatro, a lo largo de los siglos *xvii*, *xviii*, *xix* y mediados del siglo *xx* (es.wikipedia.org/wiki/Lago_de_Texcoco).³⁵

³⁵ Las tareas de desecación y desagüe del sistema lacustre del valle de México van desde un precario sistema de desagüe en 1555, la construcción del Tajo de Nochistongo entre 1607 y 1789, la construcción

No obstante lo anterior, las consecuencias de la desecación paulatina del sistema lacustre del valle de México, si bien han permitido la expansión física de la ciudad en el centro, centro-sur, sur, nororiente, suroriente y especialmente el oriente,³⁶ también han traído consecuencias negativas muy importantes, como la desertificación de la zona y el consecuente desequilibrio ecológico local, además de la imposibilidad de habitar grandes extensiones del exlago (área federal del exlago de Texcoco)³⁷ debido a las características del suelo salino, antiguo lecho del lago de Texcoco, condiciones insalubres para las poblaciones residentes por las grandes tolvaneras de polvo y sosa cáustica vertida sobre las casas en la zona. La administración de Enrique Peña Nieto (2012-2018) anunció la creación del Nuevo Aeropuerto Internacional de la Ciudad de México (NAICM) en estos terrenos. Pese a lo anterior, el gobierno actual (Andrés Manuel López Obrador, 2018-2024), decidió cancelar el proyecto para dar lugar a la construcción del nuevo aeropuerto en la Base Militar de Santa Lucía.

Áreas naturales protegidas y otras restricciones para el uso de suelo mediante políticas y acciones de urbanización

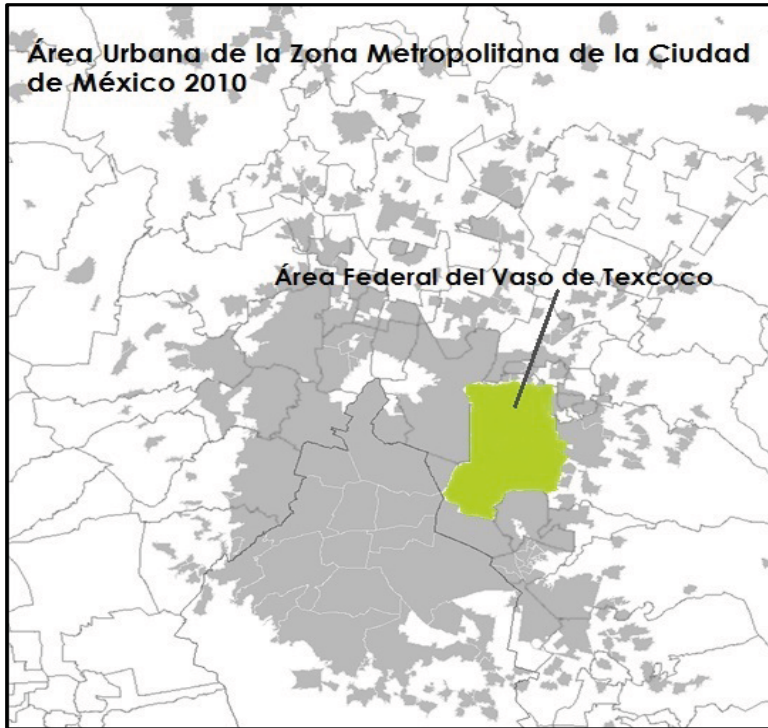
Es posible dividir la restricción a la urbanización en dos tipos esenciales: las barreras naturales y las artificiales.

del Canal de Huehuetoca, pasando por los trabajos del Gran Canal del Desagüe iniciados por el gobierno de Porfirio Díaz a inicios del siglo xx, el funcionamiento del túnel de Tequixquiac en 1954, el entubamiento de diversos ríos en la ciudad como los de La Piedad, Churubusco, Consulado, Mixcoac, entre otros, así como el funcionamiento del Drenaje Profundo de la Ciudad de México, cuya primera etapa concluyó en 1975, y cuya conclusión se proyectó en 2014, con el funcionamiento en plenitud del Túnel Emisor Oriente (TEO).

³⁶ En el oriente de la ciudad, municipios como Nezahualcóyotl (antes parte del municipio de Texcoco) y Chimalhuacán, así como una parte de Ecatepec fueron habitados rápidamente a partir de los sesenta ante la nueva disponibilidad de territorio “urbanizable”.

³⁷ Actualmente, y derivado de las acciones de manejo hidráulico, el área del exlago de Texcoco está constituida por embalses y charcas temporales, principalmente: lago Nabor Carrillo, lago Recreativo, laguna Xalapango, Cuatro Caminos, Charcas de Potreros y La Cruz. La zona se encuentra a cargo del gobierno federal, administrada por la gerencia del Lago de Texcoco de la Comisión Nacional del Agua (Conagua), Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales.

MAPA 2.3. Área federal del exlago de Texcoco



Fuente: elaboración propia a partir de datos del Inegi.

Dichas barreras pueden condicionar los procesos de urbanización mediante los cuerpos de agua del territorio, así como por la forma y configuración de la tierra asentada en el territorio en cuestión. Hablamos de barreras naturales cuando estas características territoriales condicionantes de la urbanización se originan en atributos en los que la mano del hombre no tiene intervención alguna. En el caso de las barreras artificiales, las características mencionadas son modificadas por obra y decisión de grupos humanos, que al dictar acciones que eventualmente cambiarán los atributos físicos del entorno natural, condicionarán determinados procesos. Tales acciones se conocen como políticas y/o instrumentos para la urbanización de un territorio.

En relación con los cuerpos de agua existentes en un territorio, del mismo modo que ríos y lagos del valle de México, así como las acciones que las diferentes autoridades han tomado en referencia a dichos cuerpos de agua, han

contribuido a los nuevos procesos de urbanización, y otras características del valle de México han limitado o impedido la concentración urbana.

En este caso (barreras naturales relativas a las características del territorio y su suelo) se encuentran las sierras y formaciones montañosas, así como barrancas que limitan la urbanización: las sierras de Guadalupe al norte, de Las Cruces al poniente, Ajusco-Chichinautzin al sur, y las de Nevada y Santa Catarina al oriente. En todos los casos, con excepción de la sierra de Guadalupe al norte, resultan un límite eficaz para la urbanización capitalina.

Por las características compactas de la sierra de Guadalupe en conjunto con otros factores, como la disponibilidad territorial y el crecimiento inherente de las vialidades al norte de la ciudad, dicha sierra no ha representado un freno para la concentración urbana; por el contrario, la mancha urbana ha rodeado a la sierra, y hasta cierto punto la ha “devorado”.

En relación con las barreras artificiales, es decir, las zonas restringidas por decreto, planes de ordenamiento o alguna otra normatividad, se tienen principalmente algunas zonas federales, donde la más importante sin duda es la zona federal del exlago de Texcoco, que por características ya explicadas no hace viable la urbanización; sin embargo, hay otras zonas importantes, como las áreas naturales protegidas (ANP) y de conservación en diversos puntos de la ciudad.³⁸ La zona restringida más importante de este tipo está al sur de la ciudad, en la sierra del Ajusco-Chichinautzin, límite entre el área urbana y la zona de restricción, que abarca la mayoría de las alcaldías Tlalpan, Milpa Alta, Tláhuac, Magdalena Contreras, una buena parte de Álvaro Obregón y Cuajimalpa.

Otras zonas restringidas importantes son la Ciudad Universitaria en Coyoacán, Sedena en Naucalpan, los bosques de Chapultepec y San Juan de Aragón, Aeropuerto Internacional de la Ciudad de México, los parques Nacional del Ajusco, Alameda Central, Los Dinamos, entre otros.

Por este motivo, es claro que las barreras artificiales, y de hecho toda acción, decreto o plan de ordenamiento es, en sí mismo, un instrumento de política con suficiente poder para modificar cualquier proceso de urbanización

³⁸ Área Natural Protegida (ANP): en la que legalmente se ha establecido algún régimen de protección para salvaguardar sus valores, principalmente naturales, aunque algunas veces también los culturales o históricos, y que son administradas por una variedad de autoridades y organismos.

que las barreras naturales y las ventajas naturales del territorio posean. Esto es, las barreras artificiales resultan de mayor influencia que las naturales.

Las áreas constituídas como ANP, zonas de conservación, zonas federales, parques públicos y áreas de actividad urbana sin posibilidad de urbanización, así como de barreras naturales, por ejemplo formaciones montañosas y sierras en el valle de México son mostradas en el mapa 2.4.

• • • • •

Crecimiento urbano agregado por etapas y su relación con los modelos económicos del país durante el siglo xx

Al observar el ritmo de crecimiento y de expansión de la Ciudad de México de manera agregada, es claro que dicho proceso no ha sido constante en el tiempo, esto es, en función del periodo histórico su evolución se ha dado a velocidades distintas. El siglo xx es de particular atención porque se observa un crecimiento relativamente lento las primeras cuatro décadas (1900-1940); después la ciudad experimentó un incremento muy significativo en su crecimiento económico, poblacional y en su expansión física, suceso que es posible cotejar hasta fin de siglo, es decir al año 2000, y luego se da una franca desaceleración en este proceso de crecimiento que ha sido posible verificar, de acuerdo con los datos disponibles, hasta el 2010.

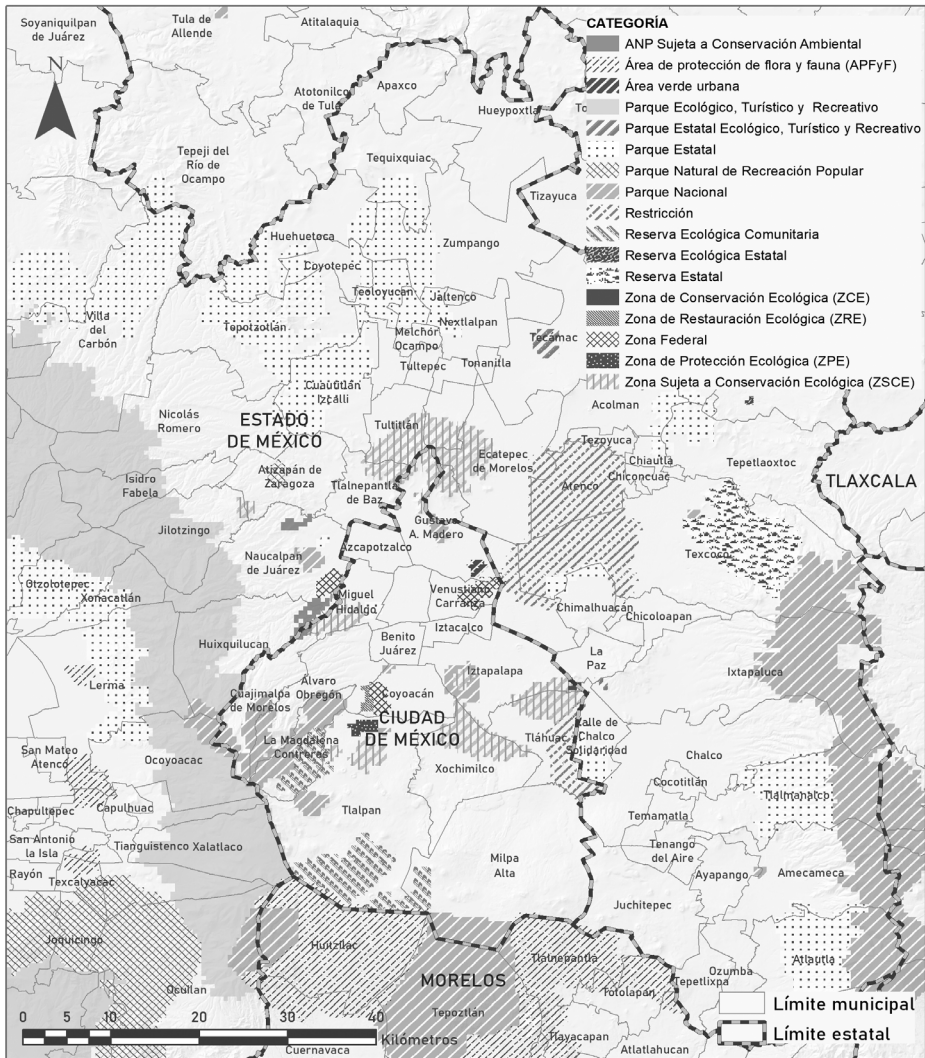
Cabe decir que este patrón de crecimiento es de similar comportamiento en la población total de la ciudad y en el área urbana que ha ocupado en los diferentes periodos históricos, lo que es una clara evidencia del crecimiento sujeto a recursos limitados.

Acumulación de capital y lenta expansión (1900-1940)

En el año 1900 la Ciudad de México contaba con 344 721 habitantes; asimismo, tuvo 67 424 empleos, de los cuales 31.5% eran de industria y el resto de comercio y servicios. Su área urbana para entonces fue de 12 km². La participación del producto interno bruto (PIB) de la Ciudad de México respecto al nacional era apenas de 9.2 por ciento.

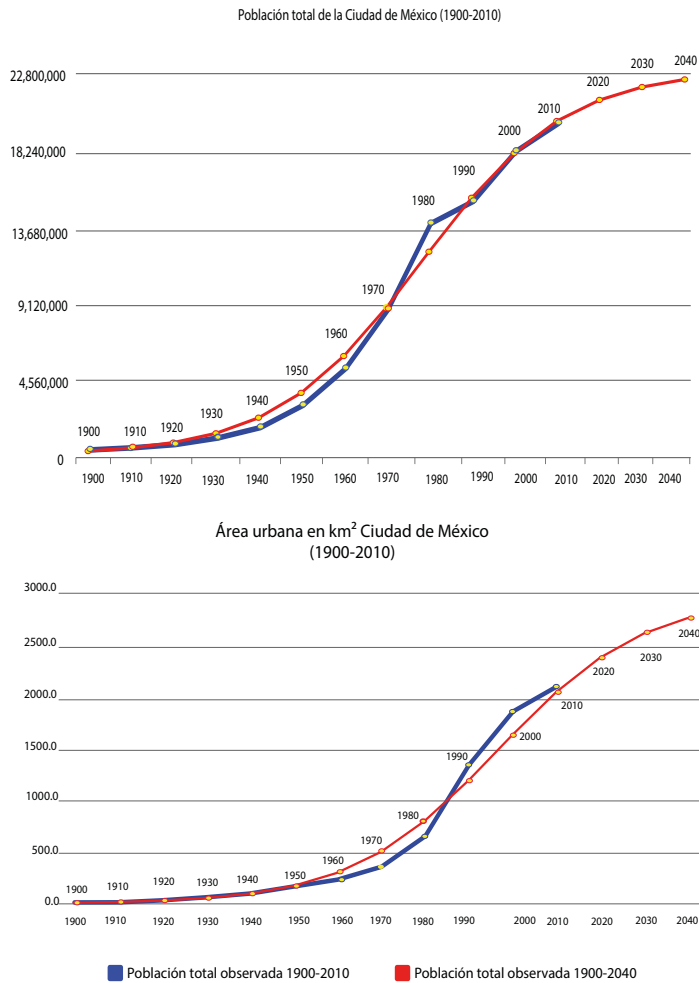
Hacia el año 1940 la ciudad ya tenía 1 670 315 habitantes, con lo que su crecimiento desde 1900 fue aproximadamente de 385%. El empleo pasó a casi 300 000 (esto es, un incremento de 344%). La participación del PIB

MAPA 2.4. Áreas restringidas para la urbanización



Fuente: elaboración propia a partir de datos del Inegi.

GRÁFICA 2.1. Crecimiento de población y expansión de la Ciudad de México*



*Para la proyección del área urbana y de la población total de la Ciudad de México se estimó una curva logística $f(t)$ usando datos reales del periodo 1900-2010. Para el AU se obtuvo un coeficiente de determinación $r^2 = 0.988$ $F = 803.84$ significativo a 1 % y para la PT un $r^2 = 0.99$ $F = 955.27$, también significativo al 1 %.

Fuente: elaboración propia a partir de datos de los Censos de Población y Vivienda del Inegi y otras fuentes.

capitalino sobre el nacional tuvo un crecimiento espectacular de 21 puntos porcentuales (de 9% en 1900 a 30% en 1940). Estos cambios también fueron evidentes en la expansión de la ciudad, pues en 1940 ya contaba con 98.6 km², es decir, un incremento de 722%, o bien otros 86.6 km² durante el periodo, lo que representó una expansión anual promedio de 18% (ver cuadro 2.3).

De ahí que su ritmo de crecimiento poblacional anual entre 1900 y 1940 fue de aproximadamente 9.6%. El crecimiento económico de la Ciudad de México en esas décadas tuvo (como puede verse) un incremento muy importante. La participación de la ciudad en el PIB nacional pasó de 9% a 30%, lo cual se tradujo en tasas de crecimiento anual de 2.3% para el país y 5.4% para la ciudad, lo que dio clara evidencia de la mayor velocidad del crecimiento económico capitalino con respecto al país, y con ello se fomentaron de manera muy importante las economías de aglomeración, así como las concentraciones poblacional y económica continuaron en los años siguientes con importantes ritmos de expansión y crecimiento económico.

Cabe decir que la diversificación de las actividades económicas se expandió con el crecimiento urbano experimentado, especialmente las asociadas con los servicios, ya que alrededor de 85% de su producción correspondió a actividades terciarias: comercio, restaurantes, hospedaje, comunicaciones, almacenamiento, alquiler de inmuebles, servicios financieros, etcétera [Sánchez, 2004: 39].

• • • • •

El desarrollo estabilizador o modelo industrializador y su importancia en la ciudad (1940-1970)

Muchos autores preocupados por la evolución de la Ciudad de México han atendido diversas vertientes: Gustavo Garza, Jaime Sobrino, Guillermo Aguilar o Adolfo Sánchez Almanza han dedicado sus esfuerzos en buena medida a la comprensión de los aspectos económicos de la ciudad; Carlos Garrocho, Priscilla Connolly, Javier Delgado o Roberto Eibenschutz, a la problemática del desarrollo urbano de la Ciudad de México; Boris Graizbord y Martha Schteingart, a temas medioambientales; el mismo Graizbord y Bernardo Navarro, al transporte urbano. Lo anterior sin soslayar el estudio de lo histórico de la ciudad donde destacan los trabajos de Ian Scott, Luis Unikel, Gustavo Garza y Ma. Teresa Gutiérrez de MacGregor, entre muchos otros.

El trabajo de estos y otros importantes autores ha contribuido decididamente al entendimiento de la ciudad. No obstante, no se cuenta aún con estudios

CUADRO 2.2. Ciudad de México. Crecimiento económico, poblacional y expansión (1900-2010)

Ciudad de México: Datos económicos, poblacionales y de área urbana (1940-1970)									
Modelo industrializador									
	Área urbana Ciudad de México (km ²)	Población total (P _T)	Viviendas habitadas (V _H)	Empleo				PIB (miles de pesos de 2003)	
				Industria	Comercio	Servicios	Gobierno		Total
1940	98.6	1 670 315	393 120	89 358	95 214	114 657	nd	299 229	23 351.1
1950	168.4	2 982 075	649 627	156 697	122 584	284 117	nd	563 398	48 652.2
1960	235.0	5 155 327	1 272 366	406 905	154 228	354 199	nd	915 332	83 406.6
1970	361.2	8 656 851	2 028 526	658 275	229 841	586 807	nd	1 474 923	177 106.7

Ciudad de México: Datos económicos, poblacionales y de área urbana (1970-1994)									
Agotamiento y transición									
	Área urbana Ciudad de México (km ²)	Población total (P _T)	Viviendas habitadas (V _H)	Empleo				PIB (miles de pesos de 2003)	
				Industria	Comercio	Servicios	Gobierno		Total
1970	361.2	8 656 851	2 028 526	658 275	229 841	586 807	nd	1 474 923	177 106.7
1980	659.4	13 734 654	2 886 133	903 914	448 478	402 884	nd	1 755 276	336 158.3
1990	1 357.60	15 047 685	3 120 673	811 703	658 337	636 561	1 204 117	3 310 718	360 586.5

Ciudad de México: Datos económicos, poblacionales y de área urbana (1994-2012)									
Apertura económica									
	Área urbana Ciudad de México (km ²)	Población total (P _T)	Viviendas habitadas (V _H)	Empleo				PIB (miles de pesos de 2003)	
				Industria	Comercio	Servicios	Gobierno		Total
1990	1 357.6	15 047 685	3 120 673	811 703	658 337	636 561	1 204 117	3 310 718	360 586.5
2000	1 878.4	18 010 877	4 135 609	1 040 918	1 185 556	1 479 731	937 940	4 644 145	436 852.1
2010	2 123.0	19 663 792	5 084 515	909 179	1 627 586	2 261 147	1 147 540	5 945 453	485 325.6

Fuente: elaboración propia a partir de datos de los Censos Económicos de 1940 a 2009, así como de los Censos de Población y Vivienda 1940 a 2010 del Inegi. Debido a la falta de muchos de los datos mencionados, se realizaron estimaciones econométricas a partir de los datos disponibles.

CUADRO 2.3. Ciudad de México. Crecimiento económico, poblacional y expansión (1900-2010) (%)

Crecimiento acumulado de la Ciudad de México (1900-1940)									
	Área urbana Ciudad de México (km ²)	Población total (PT)	Viviendas habitadas (VH)	Empleo			PIB (miles de pesos de 2003)		
				Industria	Comercio	Servicios		Gobierno	Total
1900-1940	721.7	394.5	393.2	321.0	363.1	347.2	nd	343.8	719.1
1940-2000	1905.1	979.3	952.0	1064.9	1145.1	1190.6	nd	1138.6	1770.8
2000-2010	13.0	9.2	22.9	-12.7	37.3	52.9	nd	29.5	11.1

Crecimiento anual promedio de la Ciudad de México (1900-2010)									
	Área urbana Ciudad de México (km ²)	Población total (PT)	Viviendas habitadas (VH)	Empleo			PIB (miles de pesos de 2003)		
				Industria	Comercio	Servicios		Gobierno	Total
1900-1940	18.0	9.6	9.6	8.0	9.1	8.7	nd	9.6	18.0
1940-2000	30.1	16.3	15.9	17.7	19.1	19.8	nd	19.0	29.5
2000-2010	135.0	0.9	2.3	-1.3	3.7	5.3	nd	2.9	1.1

Fuente: elaboración propia a partir de datos de los Censos Económicos de 1940 a 2009, así como de los Censos de Población y Vivienda 1940 a 2010 del Inegi. Debido a la falta de muchos de los datos mencionados, se realizaron estimaciones econométricas a partir de los datos disponibles.

que de manera integral aborden la problemática urbana, esto es, una perspectiva que involucre los aspectos físicos, sociales, demográficos y económicos que conllevan los procesos de crecimiento y expansión de la ciudad.

Consciente de la enorme dificultad de lo anterior, el presente trabajo pretende entonces involucrar en su análisis, y en la medida de lo posible, el estudio de los aspectos físico-territoriales, históricos, económicos y sociales que han derivado en una estructura económico-poblacional que se expresa en usos del suelo en la ciudad tal como son observados.

Es claro que durante los cuarenta el país y en concreto la Ciudad de México, vivieron nuevas condiciones para su desarrollo. México se encontró con una serie de circunstancias políticas que derivaron en aspectos económicos muy relevantes. Tales características tuvieron una clara expresión espacial, esencialmente en las ciudades mexicanas, y en especial en la capital. Se identifica el periodo de 1940 hasta aproximadamente 1970, desde un punto de vista económico y político, como “el desarrollo estabilizador”, es decir, la industrialización del país, y en particular de la Ciudad de México, como uno de los factores más relevantes en su desarrollo urbano y su crecimiento económico.

A partir del año 1940 la Ciudad de México gozó de una gran estabilidad que le permitió el crecimiento y desarrollo económico sin grandes sobresaltos, y como resultado del entorno internacional de la Segunda Guerra Mundial, que vio en México (al menos por parte de Estados Unidos) el recurso ideal para el suministro de materias primas e insumos para la guerra. Este auge, asociado a dichos factores exógenos y a las políticas del desarrollo estabilizador y su modelo industrializador, permitió el crecimiento de la ciudad en todos sentidos.

Como resultado de estos sucesos, la Ciudad de México tuvo un dinamismo envidiable en el periodo, en comparación con el crecimiento económico del país. La capital presentó una tasa de incremento del PIB de 7% anual, mientras que el país en conjunto creció en promedio 6.2% anual, teniendo lugar la mayor velocidad de crecimiento del PIB en el sector secundario, pues la ciudad creció al 7.8% anual, y el país lo hizo al 7.2% anual (ver cuadro 2.4).

Este dinamismo económico en la Ciudad de México entre 1940 y 1970 tuvo como consecuencia una nueva estructura económico-territorial para la capital, dando lugar no solamente a una expansión urbana horizontal y explosiva, sino también a nuevos patrones de ocupación territorial en su actividad productiva. El patrón monocéntrico típico en ciudades pequeñas, y específicamente en la Ciudad de México, pasó de una etapa de clara transición a un patrón policéntrico,

en el que tuvieron lugar nuevos procesos de aglomeración económica en sitios específicos de la ciudad, fuera del Centro Histórico [Ramírez, 2016a: 79-80].

Por otro lado, y como consecuencia de lo anterior, hacia los cincuenta la Ciudad de México dejó de asentarse únicamente en el Distrito Federal e inició un proceso de conurbación al extender su área urbana a los municipios de Naucalpan y Tlalnepantla del Estado de México, con lo que formalmente se dio lugar a la Zona Metropolitana de la Ciudad de México (ZMCM).

Pese al favorable entorno, el crecimiento en el resto del país no tuvo el mismo ritmo que en la ciudad, lo que fomentó mayores niveles de desigualdad económica y social. Los flujos migratorios campo-ciudad aumentaron considerablemente después de los cuarenta. Se llegó a tener tasas de crecimiento poblacional alarmantes, y la ciudad creció y se expandió a ritmos sensiblemente mayores que en las postrimerías del siglo xx.

Entre 1940 y 1970 se consolidó la importancia económica de la ciudad en el ámbito nacional. La participación de la Ciudad de México pasó de 30% a casi 38% en el PIB nacional. Por otro lado, la industria capitalina ganó una importancia similar respecto de la industria nacional, al pasar de una participación de 35% a casi 42% del PIB nacional en actividades secundarias, con lo que el crecimiento en 30 años fue de casi 7 puntos porcentuales. Pese a lo anterior, el PIB terciario mantuvo niveles similares, al pasar de una participación de 35% a 41% del PIB terciario nacional. Es claro que la importancia económica de la Ciudad de México fue suficiente para ser considerada como el principal motor del desarrollo nacional en el periodo. Todo, gracias a las actividades industriales (ver cuadro 2.4).

No obstante, la composición productiva de la Ciudad de México tuvo cambios significativos que es necesario destacar: en 1940 la participación del PIB secundario capitalino con respecto al PIB total de la Ciudad de México era de 23%, mientras que para 1970 había crecido a 29%. El PIB terciario capitalino de 1940 tuvo una participación de casi 76% respecto al producto interno total de la ciudad, mismo que cayó a 70% para 1970. Lo anterior reveló un claro proceso de industrialización para la Ciudad de México, mismo que impulsó su actividad económica y de allí las economías de aglomeración que desencadenaron fuertes procesos de concentración y expansión territorial en la ciudad (ver cuadro 2.4).

CUADRO 2.4. México y Ciudad de México. PIB por sectores (1900-2008)

Sectores	1900		1940		1970		1980		1988		1998		2003		2008	
	México	ZMVM	México	ZMVM	México	ZMVM	México	ZMVM	México	ZMVM	México	ZMVM	México	ZMVM	México	ZMVM
Valores absolutos en millones de pesos de 1993																
Total	30940.2	2850.7	77588.7	23351.1	472024.0	177106.7	891084.8	336158.3	9582296	305551.6	432312.2	1505378.0	439646.0	1768865.0	462278.8	
Primario	7259.8	91.5	11926.7	236.6	43350.1	741.3	60475.7	1330.5	65980.3	772.0	77146.4	57806.5	351.7	64973.9	305.1	
Secundario	4457.9	350.3	15469.7	5443.1	123211.3	51627.4	244815.6	98576.1	253905.1	78413.7	384038.1	388237.0	86302.5	464588.9	89391.8	
Terciario	19222.5	408.9	50192.3	17671.4	305462.6	124738.0	585798.5	236251.7	639344.2	226365.9	870310.1	329426.4	1059184.0	352997.8	372628.1	
PIB per cápita en pesos de 1993																
Total	2273.8	8269.6	3947.8	14970.7	9787.9	19890.5	13329.8	24220.8	11943.9	20087.3	13913.8	24085.7	14801.1	23264.1	16914.4	23919.0
Porcentajes horizontales																
Total	100	9.2	100	30.1	100	37.5	100	37.7	100	31.9	100	32.5	100	29.2	100	26.1
No agropecuario	100	11.7	100	35.2	100	41.1	100	40.3	100	34.2	100	34.4	100	30.4	100	27.1
Primario	100	1.3	100	2.0	100	1.7	100	2.2	100	1.2	100	1.5	100	0.6	100	0.5
Secundario	100	7.5	100	35.2	100	41.9	100	40.3	100	31.0	100	26.5	100	22.2	100	19.2
Terciario	100	12.5	100	35.2	100	40.8	100	40.3	100	35.4	100	37.9	100	33.3	100	30.1
Porcentajes verticales																
Total	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
Primario	23.5	3.2	15.4	1.0	9.2	0.4	6.8	0.4	6.9	0.3	5.8	0.3	3.8	0.1	3.7	0.1
Secundario	14.4	12.3	19.9	23.3	26.1	29.2	27.5	29.3	26.4	25.7	28.8	23.5	25.8	19.6	26.3	19.3
Terciario	62.1	84.5	64.7	75.7	64.7	70.4	65.7	70.3	66.7	74.1	65.4	76.2	70.4	80.3	70.1	80.6
Tasas de crecimiento																
Total																
Primario																
Secundario																
Terciario																

Fuentes: Garza, G. [2000], datos de 1900 a 1998 citados por Appendini, Kirsten y otras fuentes. Los datos correspondientes a 2003, 2008 y 2013 son de elaboración propia y se construyeron a partir de los Censos Económicos de 2004, 2009 y 2014 del Inegi.

••••••••••

Agotamiento y transición económica y su importancia en la ciudad (1970-1994)

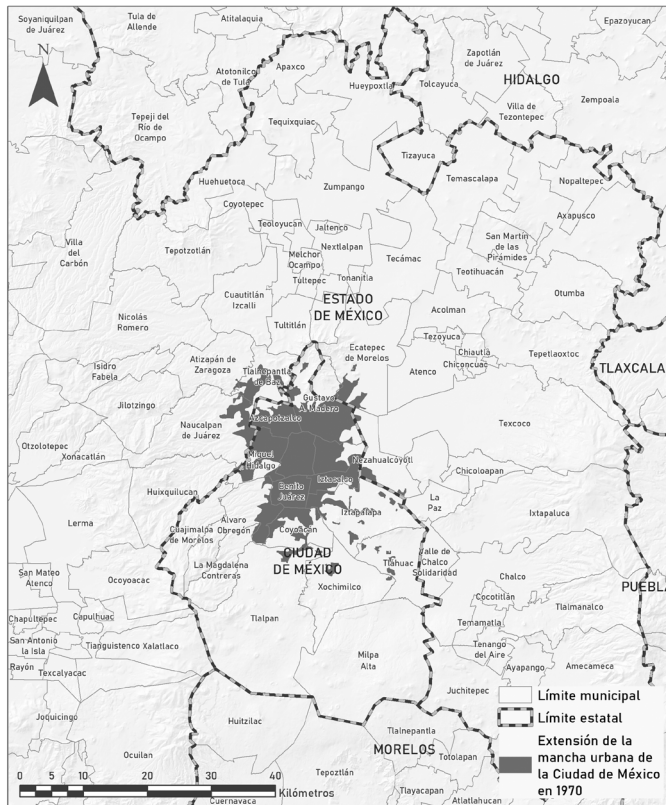
A inicio de los años setenta el modelo económico adoptado por el país experimentó claras señales de agotamiento, y con ello los primeros indicios de inestabilidad y crisis, haciendo evidente una dolorosa y prolongada etapa de transición y ajuste, que desde luego también afectó a la Ciudad de México, donde las políticas centralistas ya no eran bien vistas.

MAPA 2.5. Área urbana de la Ciudad de México (1940)



Fuente: elaboración propia a partir de datos del Inegi.

MAPA 2.6. Área urbana de la Ciudad de México (1970)



Fuente: elaboración propia a partir de datos del Inegi.

Por otro lado, buena parte de los ajustes del país consistieron en la apertura rápida de la economía mexicana, aspecto en el que aún los autores no se han puesto de acuerdo en los principales efectos para la ciudad y para el país mismo. Lo que es claro es que cambiaron los patrones de crecimiento y expansión de las ciudades, especialmente los de la Ciudad de México.

De allí que en este periodo de transición de un modelo hacia el interior, a otro completamente al exterior, la Ciudad de México llegó a su punto más alto en términos de concentración poblacional y económica, y mediante políticas de descentralización de responsabilidades y fomento a la actividad económica en otras partes del territorio, la ciudad comenzó un lento proceso de dispersión

económica y poblacional.³⁹ Lo anterior se dio muy particularmente en actividades del sector secundario, esto es, la industria, con lo que paulatinamente la Ciudad de México ha perdido importancia, mientras que los servicios han ganado gradualmente peso económico, consolidando un proceso de terciarización económica.

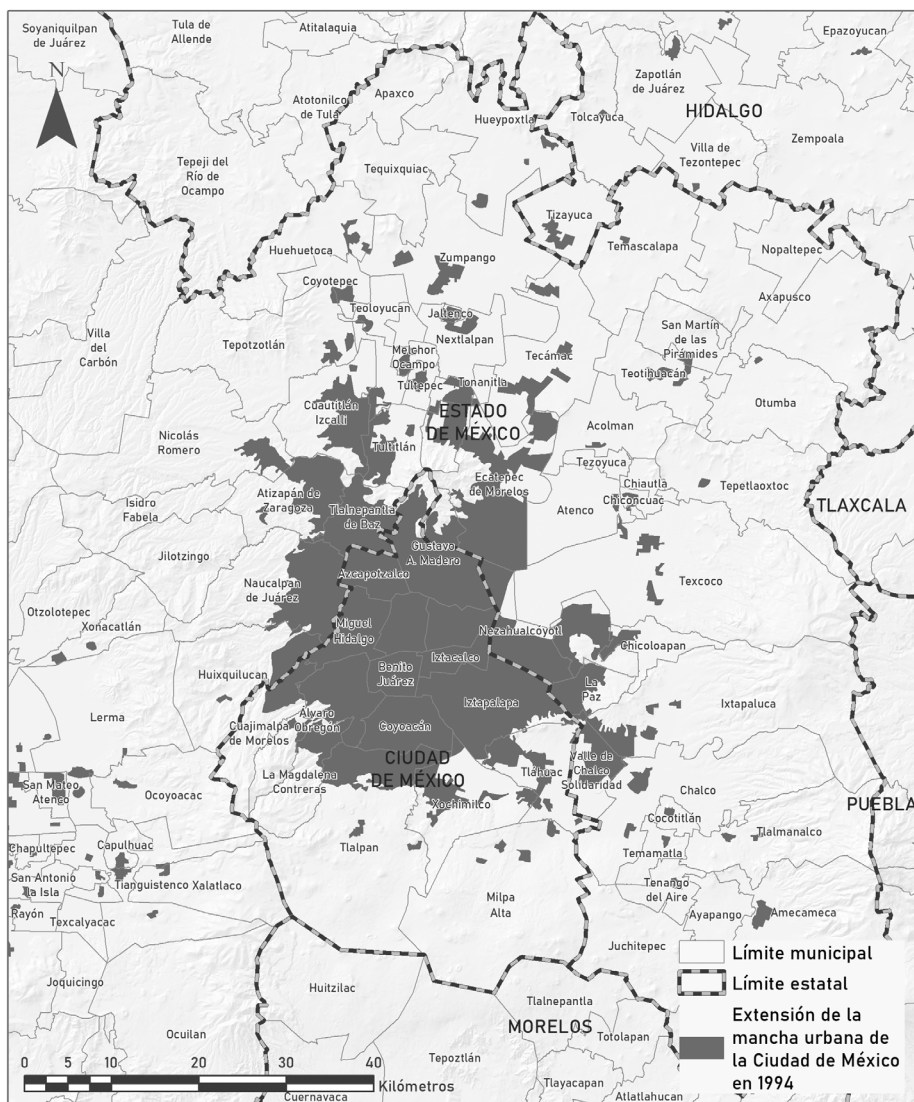
Las señales de agotamiento y costos urbanos crecientes fueron evidentes para la Ciudad de México: excesivo crecimiento horizontal, niveles alarmantes de contaminación, incapacidad gubernamental para afrontar los niveles de demanda de servicios urbanos (transporte, agua, energía eléctrica, vialidades, etcétera) costos del suelo crecientes, delincuencia en aumento, entre otros, que hicieron crisis con el doloroso suceso de los sismos del 19 y 20 de septiembre de 1985, en que la ciudad experimentó significativos procesos de despoblamiento de las áreas centrales (mismas que sufrieron los daños más importantes) así como desplazamiento poblacional a la periferia urbana, expandiendo aún más a la ciudad en esta época.

Decadencia urbana. La apertura económica y el agotamiento de la Ciudad de México (1994-2010)

La entrada en vigor del Tratado de Libre Comercio de América del Norte (TLCAN) en 1994 marcó un auténtico parteaguas económico, político y social para el país. A partir de entonces, y desde una perspectiva sectorial, la Ciudad de México experimentó cambios importantes, pues su crecimiento y participación con respecto al PIB nacional fue perdiendo importancia. Los datos económicos más recientes revelan que la Ciudad de México ha continuado con esta disminución de importancia en el territorio nacional. De acuerdo con los Censos Económicos de 2009, la ciudad participaba en el PIB nacional con 26.1% (ver

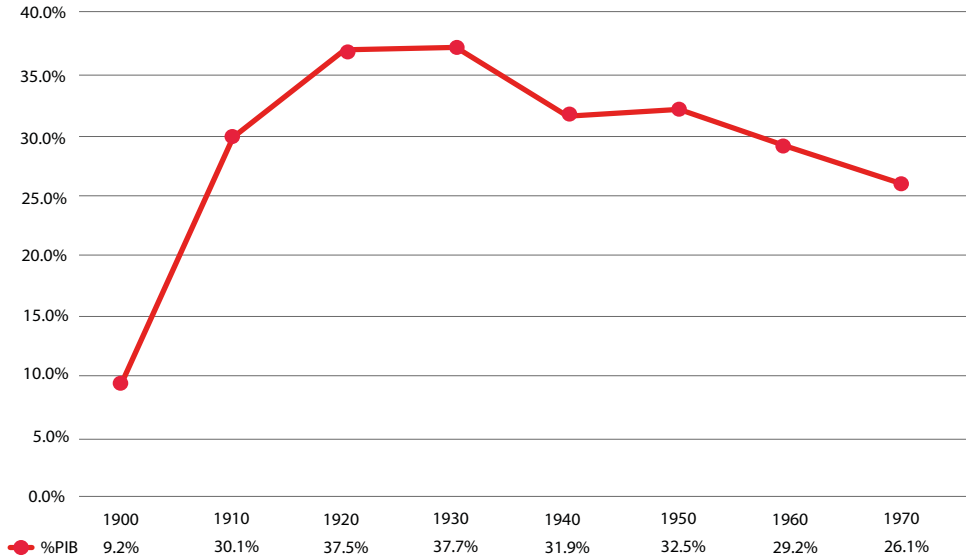
³⁹ Mucha de la actividad económica industrial de la Ciudad de México se desplazó gradualmente hacia otras regiones localizadas principalmente al norte del país, favoreciendo los procesos de integración económica con Estados Unidos. En cuanto a la población, su dispersión es evidente al observar la continua expansión urbana en el territorio, donde la periferia urbana ha crecido cada vez a más municipios del Estado de México. Estos procesos de conurbación han provocado que a partir de 2008 se discuta sobre la incorporación de alrededor de 28 municipios del estado de Hidalgo a la Zona Metropolitana del Valle de México (ZMVM).

MAPA 2.7. Área urbana de la Ciudad de México (1994)



Fuente: elaboración propia a partir de datos del Inegi.

GRÁFICA 2.2. Participación del PIB de la Ciudad de México en el nacional



Fuente: elaboración propia a partir de datos del Inegi.

gráfica 2.3). Esto significa que desde 1980 (momento de mayor participación), hasta 2008 (última medición disponible), la participación del PIB capitalino en el nacional ha perdido 11.6 puntos en el ingreso del país. La controversia no se ha hecho esperar, pues algunos autores argumentan la pérdida de competitividad de la ciudad, mientras que otros afirman que es parte de un proceso de redistribución económica nacional debido al TLCAN.

Es claro que a partir del proceso relativamente rápido de apertura económica a mediados de los ochenta, la Ciudad de México ha cambiado sus patrones de actividad económica, entre los que destaca una terciarización económica, esto es, una evidente especialización en materia de servicios, acompañada de un proceso de aparente desindustrialización. De ahí que se afirme que paulatinamente ha dejado de ser una ciudad industrial para consolidarse en una de servicios.

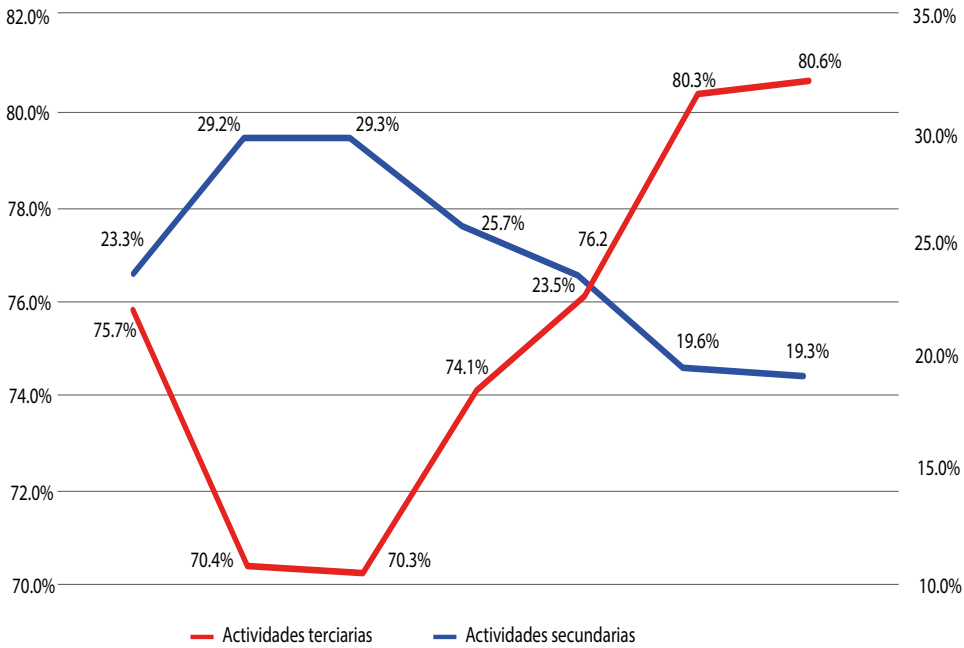
En este sentido, si se observa el conjunto de actividades productivas de mayor valor agregado (pertenecientes a actividades no agropecuarias), la Ciudad de México había mantenido hasta 1998 participaciones muy importantes respecto al PIB nacional (entre 35% y 40%); sin embargo, para 2003 esta parti-

cipación bajó a 30%, con lo que de nuevo queda clara la pérdida de importancia de la Ciudad de México en las actividades productivas del país.

Por otra parte, en las participaciones de actividades primaria, secundaria y terciaria con respecto al producto generado por la ciudad también se advierten cambios significativos. Las actividades agropecuarias no tienen peso en el territorio capitalino, por ello, los cambios de mayor relevancia se dan en los sectores secundario y terciario, donde las actividades de transformación pierden de manera muy importante su participación en la economía capitalina, pasando de 29.3% en 1980 a 19.6% en 2003 y a 19.3% en 2008, lo que significa que en 28 años la Ciudad de México ha disminuido sus actividades de transformación en 10 puntos porcentuales, especialmente en la industria manufacturera, como se verá más adelante.

En el mismo periodo, los mismos 10 puntos porcentuales son ganados por las actividades terciarias (actividades de servicios), pasando de 70.3% en 1980, a 80.3% en 2003 y a 80.6% en 2008.

GRÁFICA 2.3. Composición del PIB por actividad en la Ciudad de México



Fuente: elaboración propia a partir de datos del Inegi.

De lo anterior se verifica con relativa sencillez el proceso de terciarización que experimenta desde entonces la economía de la Ciudad de México (ver gráfica 2.4).

Los sectores económicos (expresados en el sistema de clasificación de actividades económicas adoptado por México, Estados Unidos y Canadá a la entrada en vigor del TLCAN, el Sistema de Clasificación Industrial de América del Norte, SCIAN) dejan clara evidencia de lo observado en el conjunto de actividades (primarias, secundarias y terciarias), es decir, que la estructura económica no solamente de la Ciudad de México, sino del país mismo en varios casos, está cambiando con relativa rapidez, trasladando la especialización de sus actividades productivas a aquellas pertenecientes a los servicios (actividades terciarias).

Desde un punto de vista territorial, el país entero sufrió en el periodo cambios importantes: aumento de tamaño en las principales ciudades, especialmente las localizadas al norte de la República, surgimiento de nuevas empresas (localizadas principalmente al norte del país), desplazamiento de empresas del centro hacia el norte del país y mayores niveles de especialización en algunos sitios, pero principalmente se ha propiciado un crecimiento económico desigual, pues mientras las regiones al norte del país han recibido beneficios tangibles, las regiones al sur prácticamente no han variado en sus niveles de desarrollo económico.

• • • • •

Descripción de los patrones de uso de suelo y otras características relevantes de la ciudad durante el siglo xx

La Ciudad de México ha sido el centro urbano económico, político, cultural y social más importante del país. Su crecimiento en los diferentes periodos ha destacado del resto de ciudades mexicanas, y es entonces inherente la gran problemática para su entendimiento y la elaboración de sus políticas. Las razones por las que los diferentes gobiernos le han dado tanta importancia a la ciudad son múltiples, pero sin duda la mayoría de ellas está asociada con su manejo político. En otros términos, la ciudad ha experimentado hasta tiempos muy recientes políticas centralizadoras que le han dado varios privilegios importantes y específicos, pero al mismo tiempo le han desencadenado conflictos sin paralelo.

Esto significa que el factor central para que la Ciudad de México tenga el peso que aún tiene en el país, está asociado con decisiones de los diversos

regímenes políticos, que han dado históricamente un peso más importante a la capital que a otras ciudades del país. En la época del imperio azteca, México-Tenochtitlan fue el centro, donde las decisiones clave recaían en la ciudad y en el tlatoani en turno.⁴⁰ los caminos, la infraestructura urbana, la política de tributo, la actividad militar y otras actividades se llevaban a cabo utilizando la ciudad como el centro total.

En la época de la Colonia, el imperio español decidió mantener a la ciudad como el centro de decisiones de la Nueva España. En la época independiente, la novel Ciudad de México continuó siendo la capital de la nueva república y con ello decisiones y actividades continuaron pasando siempre por la ciudad y por el presidente de la República, residente, junto con su gobierno, en la Ciudad de México. Asimismo, en las épocas porfiriana, revolucionaria y posrevolucionaria, la Ciudad de México siempre fue el centro de decisiones políticas y económicas más importantes.

Los distintos gobiernos siempre alentaron los esfuerzos de inversión para la creación de más infraestructura urbana para la capital, particularmente en materia de vialidades y carreteras que conectaran la ciudad con las ciudades más importantes en el país. Es claro que la actividad económica de la ciudad fue también uno de los factores de mayor relevancia, pues el mercado más importante para el país se ubicó desde los primeros tiempos en la capital mexicana, dando también el sector de consumidores más importante en número y en poder adquisitivo de todo el país.

De esta forma, toda la política centralizadora ha dado a la Ciudad de México, en las diferentes épocas históricas, ventajas muy claras que incrementaron constantemente la inversión, la infraestructura y la accesibilidad a los mercados, de allí al empleo y al mejor ingreso, en detrimento de la gran mayoría de lugares en el país.

⁴⁰ Tlatoani fue el término usado por varios pueblos de habla náhuatl en Mesoamérica para designar a los gobernantes de los *āltepētl* o ciudades, los cuales eran elegidos por los nobles (*pīpiltin*) como gobernantes de entre una familia o dinastía gobernante en las distintas poblaciones. A los tlatoanis gobernantes de varios *āltepētl* (como el caso de los mexicas) se les denominó *huēy tlahtoāni*, "gran orador". El término se ha traducido al español de forma incorrecta como rey o emperador, siendo esto impreciso al no formar reinos o imperios los pueblos mesoamericanos, y no solo los mexicas llamaron así a sus gobernantes, fue un término de uso común entre los pueblos nahuas (<es.wikipedia.org/wiki/Tlatoani>).

Actividad económica, demográfica y otros factores de conformación del uso de suelo urbano (1900-1940)

El periodo de 1900 a 1940 se caracterizó por grandes transformaciones políticas, económicas, sociales y desde luego urbanas, pues el entorno de inestabilidad política y social del final del porfiriato y la Revolución mexicana conllevaron una serie de cambios que dieron como resultado un modelo institucional que buscó reducir las grandes brechas socioeconómicas existentes. De ahí el gran impulso a la industria y específicamente en la capital. Por ello la ciudad se consolidó como el motor de crecimiento económico a partir de políticas centralizadoras y que permitieron la gradual acumulación de capital, inversión e infraestructura para el modelo industrializador a partir de los años cuarenta.

El advenimiento del siglo xx trajo cambios muy significativos para la capital mexicana. Lentamente la ciudad acumulaba influencia (de por sí importante). El centralismo del gobierno continuó dando a la Ciudad de México el papel de mayor peso en el desarrollo del país, y pronto quedó claro que eran necesarias nuevas reservas territoriales para expandir la ciudad, además de convertir localidades típicamente rurales en urbanas, con lo que la división municipal también requirió nuevos cambios.

Hasta marzo de 1903, el Distrito Federal estaba dividido en la municipalidad de México y seis distritos: Azcapotzalco, Guadalupe Hidalgo, Tacubaya, Coyoacán, Tlalpan y Xochimilco, con 21 municipalidades divididas en los distritos. A partir del 26 de marzo de 1903 se emitió el decreto en el cual el Distrito Federal quedaba dividido en 13 municipalidades: México, Guadalupe Hidalgo, Azcapotzalco, Tacubaya, Tacuba, Mixcoac, Cuajimalpa, San Ángel, Coyoacán, Tlalpan, Xochimilco, Milpa Alta e Iztapalapa [Espinosa López, 2007: 135].

En 1929 el sistema municipal dejó de funcionar para dar paso a 13 delegaciones políticas y un Departamento Central con cabecera en la Ciudad de México, que al mismo tiempo sería la cabecera del Distrito Federal y continuaría siendo la capital del país. De esta manera se tuvo el Departamento Central y las 13 delegaciones: Guadalupe Hidalgo, Azcapotzalco, Iztacalco, General Anaya, Coyoacán, San Ángel, Magdalena Contreras, Cuajimalpa, Tlalpan, Iztapalapa, Milpa Alta, Tláhuac y Xochimilco.

Esta nueva organización dio paso al Departamento del Distrito Federal (DDF), cuyas funciones fueron desempeñadas por un jefe, a quien reportaban, a su vez, un jefe para el Departamento Central y un jefe para cada delegación [Espinosa, 2007: 160].

El patrón de expansión física se orientó principalmente hacia el oeste y suroeste de la ciudad, a fines del siglo XIX y principios del XX. Se crearon nuevos barrios, fraccionamientos o colonias, como Arquitectos (posteriormente la colonia San Rafael), Paseo Nuevo, Tabacalera, Juárez, donde se urbanizó en 1876 sobre la Hacienda de la Teja, al igual que la Cuauhtémoc y Roma en 1902, donde antes eran los potreros de la Romita que rodeaban el Paseo de la Reforma; lo que sería la colonia Alta Vista se fraccionó en la Hacienda Goicoechea en 1906. Asimismo, se anexaron otras colonias residenciales, como Coyoacán, que se fraccionó en la municipalidad del mismo nombre, y San Ángel, que lo hizo en 1906 en el convento de El Carmen (<es.wikipedia.org/wiki/Paseo_de_la_Reforma>).

La expansión física de la ciudad en 1920 siguió su tendencia hacia el oeste y suroeste sobre las actuales avenidas México-Tacuba, Lázaro Cárdenas, Paseo de la Reforma y Revolución, a las que se unieron las municipalidades de Azcapotzalco, Tacuba, Tacubaya y Mixcoac. Con la incipiente industrialización hacia el norte interesaron a la clase obrera y migrantes del campo los terrenos baratos y próximos de las fábricas; así se formaron colonias proletarias como la Industrial o la Vallejo. La actual zona de Lindavista surgió a partir de la colonia Industrial en 1930 (alcaldía Gustavo A. Madero).

Los nuevos patrones de urbanización dieron también claros indicios de procesos de segregación socioespacial en la ciudad. De este modo, algunas partes centrales, el poniente y el sur, mostraron cada vez más áreas residenciales "exclusivas" y asociadas con algunas avenidas importantes. El Paseo de la Reforma, que inició en 1864 como calzada para el uso exclusivo de los emperadores Maximiliano y Carlota de Habsburgo,⁴¹ comenzaba en Chapultepec, en las faldas del cerro donde está el Castillo, y terminaba en la glorieta de Carlos IV (cruce de Reforma con la actual avenida Juárez, en la glorieta del Caballito). Al ser abierta al público la poblaron lujosas residencias porfirianas, casas de

⁴¹ En la época del imperio (a mediados del siglo XIX), esta célebre avenida era conocida como el "Paseo del Emperador" o el "Paseo de la Emperatriz", y originalmente como el "Paseo Nuevo". Era de exclusivo uso para los emperadores al enlazar el Palacio de Gobierno en el Zócalo de la ciudad, con el Castillo de Chapultepec, residencia de los emperadores. Con el restablecimiento de la República por parte de Benito Juárez, la avenida fue llamada en 1867 "Paseo Degollado", dando un carácter público a su uso, a partir de 1872. Finalmente se le llamó "Paseo de la Reforma", también en 1872, por Sebastián Lerdo de Tejada a la muerte de Juárez, y como homenaje a su obra y contribución, mediante las Leyes de Reforma.

campo, quintas, palacios, hoteles ostentosos, establecimientos recreativos y toda clase de casonas exclusivas de las clases más prósperas.

A partir de 1920 el Paseo de la Reforma tuvo una extensión hacia el poniente, conectando Chapultepec con la salida a la carretera a Toluca, previo paso por nacientes y pudientes colonias residenciales como Chapultepec Heights (más tarde Lomas de Chapultepec).

Debido a procesos migratorios en los que la Ciudad de México absorbía la mayoría de dichos flujos, la población pasó de poco más de 400 000 habitantes en 1910, a poco más de millón y medio en 1940. El centralismo contribuyó decididamente a este fenómeno; sin embargo, se dieron nuevos factores en este periodo que reforzaron el crecimiento poblacional en la capital del país: el fomento del proceso industrial, que sería la antesala del modelo industrializador mexicano a partir de los años cuarenta, y el movimiento de la Revolución mexicana, que en muchas partes del país provocó despoblamientos, aunque dichos flujos poblacionales en gran medida los absorbió la ciudad.

A la par del crecimiento poblacional de la ciudad se daba el económico. En este periodo fue significativa la creación de redes de transporte (en especial las vías ferroviarias) que aumentaron de forma considerable su influencia en el territorio nacional; con ello, la economía de la ciudad se vio fuertemente beneficiada, puesto que se incrementaron sus relaciones de intercambio y demanda interna. La Ciudad de México se consolidó entonces como el destino para la producción de todo tipo de bienes y servicios, teniendo así el área de mercado más importante del país. Aunado a lo anterior, la política centralista porfiriana de fomento a la actividad industrial aumentó aún más la importancia de la ciudad.

La energía eléctrica recién introducida en la Ciudad de México porfiriana atrajo una gran variedad de fábricas, que por lo general se instalaron en los límites urbanos; por ejemplo, en la zona de Tacubaya se encontraban dos fábricas de papel en las que se envolvía, empacaba o se imprimía. Otras fábricas generaban productos de diversa índole, tales como alimentos, cerillos, zapatos, etcétera. En la zona de Tlalpan se tenían innumerables fábricas, como la Peña Pobre (fabricante de papel); la Fama Montañesa, de hilados y tejidos; la fábrica San Fernando, que elaboraba casimires, alfombras y otros artículos de lana. Asimismo, en San Ángel se localizaban la papelera Santa Teresa y otras textiles como Loreto, La Hormiga y La Abeja. Por el rumbo de San Cosme se encontraban el rancho El Chopo y la cervecería La Central. En Chapultepec se ubicaba la licorera La Casa, mientras que en la colonia Roma se encontraba la famosa

chocolatera La Suiza, y en San Lázaro la empackadora de chiles y otros alimentos en conserva Clemente Jacques [De Gortari y Hernández, 1988: 90-92].

Después de la culminación de la Revolución, que dejó estragos en la economía, es hasta los años veinte cuando una incipiente industrialización se establece hacia el norte de la Ciudad de México; antes la capital (hoy Centro Histórico de la Ciudad de México), que era el centro económico, dejó de serlo hasta los años cuarenta, cuando se da un acelerado desarrollo industrial.

Entre 1930-1940 se acentuaron los procesos de concentración y centralización sobre la creación de instituciones federales, así como las vías de comunicación, el Departamento del Distrito Federal (DDF), donde se ejercerían las funciones de gobierno para toda la entidad federativa, el establecimiento como el eje central comercial del Banco de México, el Banco Nacional Hipotecario Urbano y Obras Públicas, la Nacional Financiera y el creciente aparato administrativo federal.

Durante la administración de Lázaro Cárdenas (1934-1940) se introdujeron importantes reformas tendientes a la provisión de empleo en la Ciudad de México. Cárdenas se interesó en atraer capital industrial, por lo que promovió obra pública en el centro de la ciudad. Esto condujo a que la nueva industria se localizara, como la asentada hasta el momento, en lugares cercanos al centro, como las actuales alcaldías Gustavo A. Madero y Azcapotzalco, que en ese entonces bien podrían considerarse periferia de la ciudad.

En resumen, la Ciudad de México experimentó cambios muy importantes en sus estructuras productiva y demográfica que dieron como consecuencia la expansión de la ciudad en 722% entre los años 1900 y 1940 (ver cuadro 2.3). Si bien en 1900 la Ciudad de México poseía aún una estructura económico-territorial claramente monocéntrica, esta expansión sentó las bases, a partir de 1940, de una transición a una estructura de varios centros, esto es, policéntrica. Las principales áreas de comercio y servicios de la ciudad continuaron concentrándose en el denominado Centro Histórico de la Ciudad de México. No obstante, la naciente industria capitalina, con un importantísimo papel económico para la ciudad y para el país en el desarrollo estabilizador, dio lugar a la localización de concentraciones significativas de actividad industrial en la periferia urbana, especialmente en el norte de la ciudad (zonas que hoy se conocen como las alcaldías Gustavo A. Madero, Azcapotzalco, parte de la delegación Miguel Hidalgo, Tlalnepantla y Naucalpan).

Crecimiento de áreas productivas y líneas de expansión urbana entre 1940 y 1990

Pese a las tendencias centralistas producto de las decisiones de gobierno, mismas que permanecieron incólumes durante el desarrollo estabilizador, la actividad industrial mostró en el periodo señales de descentralización. Las actividades secundarias de la ciudad (cada vez más importantes) dieron lugar a nuevas localizaciones, principalmente hacia el norte, donde el enlace con otras ciudades y con la frontera de Estados Unidos (principal mercado de destino) dio lugar a la expansión hacia el municipio de Tlalnepantla y después a Naucalpan, ambos en el Estado de México. La industria capitalina ocupó también parte de las actuales alcaldías Gustavo A. Madero, Miguel Hidalgo, Azcapotzalco y Álvaro Obregón. Hacia 1940 estaban registrados 3 018 establecimientos industriales de transformación, la mayoría localizados al norte de la ciudad [Espinosa, 2007: 197].

De allí que se dio lugar al crecimiento de nuevas zonas industriales tales como la zona industrial de Vallejo (en el límite entre las alcaldías Azcapotzalco y Gustavo A. Madero), cuyo principal eje de transporte fue la calzada Vallejo. Asimismo, surgieron lentamente las zonas industriales de Naucalpan, Tlalnepantla y Xalostoc en los municipios de Naucalpan y Tlalnepantla, conurbados con las alcaldías mencionadas, al norte de la Ciudad de México. Azcapotzalco en particular fue dotada con suficiente infraestructura para considerarla una zona industrial de gran importancia para la ciudad. La terminal de Pantaco fue el principal nodo de carga ferroviaria al enlazar otros puntos de la nueva industria capitalina, como las zonas de Vallejo, Tlalnepantla, Naucalpan y la zona norponiente de la ciudad (actual alcaldía Miguel Hidalgo), colindante con el sur de Azcapotzalco.

Cabe decir que otras zonas de la ciudad también tuvieron un crecimiento industrial notable, como las colonias Lomas de Becerra, 8 de Agosto y Carola, al poniente de la ciudad, en la alcaldía Álvaro Obregón. La principal actividad fue la explotación de minas de arena y la fabricación de cemento, cal, yeso, etcétera. Asimismo, en colonias como Anáhuac, Granada y Ahuehuetes, en la actual alcaldía Miguel Hidalgo, se desarrollaron actividades como ensamblado de automóviles, fabricación de bebidas, piezas y artículos de oficina, etcétera. Algunas de estas actividades aún se realizan en esa zona.

Por otro lado, el comercio y los servicios en la ciudad también crecieron, pero a diferencia de la industria, no requirieron nuevas extensiones de

suelo para llevar a cabo sus actividades, ni fueron consideradas de riesgo para la población, por lo que su principal tendencia fue a continuar localizados en las áreas centrales de la ciudad. De esta manera, el Centro Histórico se consideró el principal o prácticamente el único centro distribuidor de todo tipo de artículos y servicios al consumidor. En 1940 existían 19 mercados en toda la ciudad para el abasto de productos de consumo doméstico, principalmente alimentos perecederos [Espinosa, 2007: 190]. La Merced era considerado el mercado más importante (y por mucho) por su condición central, al estar localizado en el Centro Histórico; fue el principal centro de abasto y distribución de alimentos perecederos y no perecederos hasta los ochenta, al grado de que las calles adyacentes también fungieron como lugares de distribución, como es hasta nuestros días.⁴² Otras zonas comerciales importantes que mantuvieron su influencia fueron la Lagunilla y el barrio de Tepito, el cual ha existido desde la época prehispánica. No obstante, todas estas zonas comerciales actuales se inscriben en el mismo territorio del Centro Histórico de la Ciudad de México.

En relación con los servicios de la ciudad, específicamente los servicios al productor,⁴³ que se caracterizan por sus condiciones de alta centralidad, sucedió lo mismo que con el comercio, se mantuvieron localizados en las áreas centrales de la ciudad durante el periodo. Cabe decir que desde el siglo XIX, en particular con la expansión de la ciudad a partir del siglo XX, el Paseo de la Reforma destacó como una de las avenidas más hermosas y simbólicas de la ciudad, en la que se comenzó a desarrollar el más importante corredor de servicios con que cuenta la ciudad desde entonces.

Aunado a lo anterior, su comunicación con las áreas centrales de la ciudad hizo de Paseo de la Reforma una avenida ideal para la localización de corporativos empresariales, oficinas, hoteles y restaurantes exclusivos, centros financieros, embajadas y otros servicios importantes. Entre los años veinte y treinta, Paseo de la Reforma se transformó de una hermosa avenida que contenía casonas porfirianas y predios arbolados para la población de mayores

⁴² El barrio de la Merced, de acuerdo con sus características comerciales, puede localizarse en el perímetro formado por las avenidas Fray Servando Teresa de Mier (sur), Corregidora (norte), Anillo de Circunvalación (poniente) y Congreso de la Unión (oriente).

⁴³ Se consideran servicios al productor aquellos como los financieros, inmobiliarios, seguros, profesionales, corporativos y de dirección de grandes empresas, etcétera.

ingresos de la época, en un corredor económico donde las empresas ubicaron sus edificios corporativos de diversos orígenes.

A partir de 1970, y como resultado de la constante expansión, la periferia de la Ciudad de México continuó sufriendo cambios significativos. La industria localizada tradicionalmente en áreas como Azcapotzalco, Gustavo A. Madero, Tlalnepantla, Naucalpan y Ecatepec experimentó un lento, pero constante, proceso de reconfiguración espacial hacia la nueva periferia en el norte de la ciudad, en municipios como Tultitlán, Cuautitlán Izcalli, Cuautitlán de Romero Rubio, entre otros. Esto no necesariamente implicó un desplazamiento de la industria existente hacia estos nuevos sitios, sino que de manera simultánea esta desapareció al tiempo que otra iba surgiendo en los nuevos sitios mencionados, ya fuera de nueva creación o se desplazó a estos municipios. Con el paso del tiempo, las zonas industriales más consolidadas como Vallejo, Tlalnepantla, Naucalpan y Xalostoc, localizadas en Azcapotzalco, Gustavo A. Madero, Naucalpan, Tlalnepantla y Ecatepec, comenzaron a perder peso en favor de nuevas zonas en los mencionados corredores. Otras zonas de industria concentrada desaparecieron por decreto, como la vieja refinería de Azcapotzalco, que dejó de funcionar en 1991, para dar lugar a un parque público, y de este modo usar el antiguo suelo industrial en otras actividades, en este caso, en equipamiento urbano.

Cabe decir que la preferencia de las empresas manufactureras por esta zona era por localizarse muy cerca de las vías de acceso principales, como la autopista México-Querétaro, la México-Pachuca, la nueva Vía Morelos, Periférico Norte, entre otras de reciente aparición, por lo que muy pronto esta zona se dividió en dos corredores industriales a lo largo de dichas vías.

Pese a la gran diversificación de la industria capitalina, existieron ciertas preferencias de localización en función del ramo; por ejemplo, en Azcapotzalco, Tlalnepantla y Naucalpan se localizó mucha de la industria metalúrgica ligera; la textil y del calzado se ubicó preferentemente en Azcapotzalco, Álvaro Obregón y Gustavo A. Madero; la de alimentos en Azcapotzalco, mientras que la química se ubicó al sur de la ciudad (Coyoacán) [Aguilar y Alvarado, 2004: 281 y Bataillon, 1968].

Además de la paulatina reconfiguración espacial de la industria capitalina, las decisiones de los gobiernos capitalinos también contribuyeron a los nuevos fenómenos de concentración económica. Se buscó, por ejemplo, reordenar y descentralizar el comercio y los servicios: a fines de 1982 se inauguró la Central de Abastos (Ceda), localizada en la alcaldía Iztapalapa. La Central de Abastos

representa, aun hasta nuestros días, la principal opción de comercialización de alimentos, procesados y frescos en la Ciudad de México. Si bien aún existe y tiene la misma función económica el barrio de la Merced y otros barrios aledaños en el Centro Histórico, este ha perdido alguna importancia en comercio al mayoreo, debido a la descentralización alcanzada con la Central de Abastos; sin embargo, sigue siendo un importante centro de comercio al menudeo.

En relación con los servicios, particularmente los corporativos y profesionales, si bien poco a poco fueron desplazándose desde el Centro Histórico (desde los años treinta), siguiendo por las vialidades más importantes, y con las que se tiene acceso a estas, es decir, el Paseo de la Reforma y la avenida Insurgentes (en su tramo centro-sur), conformándose como los dos corredores económicos más importantes de la ciudad en materia de servicios, nunca han sufrido un desplazamiento significativo, posiblemente por su capacidad de afrontar los altos costos del suelo de la zona y por las ventajas de accesibilidad que tienen como lugares centrales.

En los ochenta, el jefe del Departamento del Distrito Federal, Carlos Hank González promovió el diseño de un proyecto de descentralización llamado Plan Integral de Santa Fe. El proyecto de Santa Fe surgió como iniciativa de un grupo interdisciplinario de arquitectos, urbanistas e ingenieros que propusieron al entonces regente de la ciudad la reconversión de uno de los espacios más degradados del área metropolitana, es decir, los tiraderos de basura de Santa Fe, en una zona de “primer mundo”, aprovechando su cercanía con varias zonas de alto nivel, como las Lomas de Chapultepec, Tecamachalco y otros elegantes suburbios que empezaban a formarse en los ochenta en el sector poniente de la Ciudad de México.

Para ello, se diseñó un plan integral de desarrollo urbano que paulatinamente iría fraccionando y construyendo la infraestructura necesaria para atraer la inversión de la iniciativa privada, y de esa manera financiar un esquema de ciudad que debería servir de modelo para desarrollos futuros, y zonificando los terrenos, de acuerdo con la función que iban a desempeñar determinando, asimismo, la altura y cantidad de espacios verdes con los que debería de contar.

Fue así que en menos de 10 años se asentaron en la zona varios corporativos de empresas transnacionales y mexicanas que encontraron en Santa Fe un entorno idóneo para desarrollarse e inscribirse en el mundo global de los negocios. Simultáneamente inició en la zona el desarrollo del centro comercial Santa Fe, uno de los más grandes de Latinoamérica, que atrajo a importantes

cadenas internacionales y facilitó el proceso de población de este fraccionamiento con el surgimiento de grandes proyectos inmobiliarios.

A principios de los noventa, la Ciudad de México había sufrido una importante transformación en su estructura productiva, desde el punto de vista espacial. De este modo, fueron notables los múltiples centros de alta densidad económica, ubicados a lo largo y ancho del territorio de la ciudad. El patrón de localización quedó claramente identificado: un sistema de centros de industria muy localizados en la periferia metropolitana del norte y al poniente de la ciudad. Otro sistema mucho más compacto son las áreas centrales de la ciudad, donde se ha localizado el comercio al por mayor. Finalmente, también en las áreas centrales, pero configurado por varios corredores a lo largo de algunas avenidas importantes de la ciudad, un sistema de centros de servicios de alto valor, tales como servicios profesionales, corporativos, inmobiliarios y financieros, entre otros. Dicha condición policéntrica de la Ciudad de México es claramente identificable en sus diversas zonas y barrios [Ramírez, 2016a: 79-80].

• • • • •

Infraestructura urbana y redes de transporte en la ciudad entre 1940 y 1990

Entre 1940 y 1950 la principal tendencia en ocupación territorial se dio hacia el poniente y sur de la ciudad, donde se pasó de casi 100 a 171.52 km², es decir, una expansión de casi 73%. La calzada de Tlalpan y la avenida Insurgentes se convirtieron en las principales vías de acceso desde el sur al centro de la ciudad. En el poniente se hizo más importante la urbanización, principalmente en lugares cercanos a Chapultepec y hacia la carretera a Toluca, en la que la calzada de los Madereros fue la principal vía de transporte.

Entre 1950 y 1960 hubo una expansión de alrededor de 55%, al pasar de 171.52 a más de 266 km² de superficie urbana en la ciudad. La tendencia en ocupación territorial se dirigió hacia el poniente (hasta los límites de la ciudad, con los municipios de Tlalnepantla y Naucalpan), hacia el sur (urbanizando cada vez más la alcaldía Coyoacán, y en menor medida Iztapalapa y Álvaro Obregón), y lenta, pero constantemente hacia el oriente (en los límites con los actuales municipios de Nezahualcóyotl y Ecatepec).

Las principales vías de transporte utilizadas fueron la calzada de los Madereros, rebautizada como avenida de los Constituyentes en 1957, y la creciente carretera a Querétaro, en los municipios de Naucalpan y Tlalnepantla, don-

de las zonas de Chapultepec y Polanco (en la actual alcaldía Miguel Hidalgo) tuvieron un crecimiento notable. El surgimiento de nuevas vías principales, como el viaducto Miguel Alemán (fundado en 1952, a partir del entubamiento del río de La Piedad), así como las avenidas Cuauhtémoc y Universidad (esta última como enlace con la nueva Ciudad Universitaria, inaugurada en 1952),⁴⁴ estimuló también el aumento de la densidad poblacional y económica en la ciudad.

Por otro lado, las avenidas Insurgentes sur y Tlalpan continuaron estimulando la expansión urbana hacia el sur. Hacia el norte se aprovechó la creciente influencia de la carretera México-Laredo para enlazarse con la avenida Insurgentes en la parte norte.

La zona central de la ciudad también mantuvo fuertes transformaciones mediante ampliaciones importantes, como el proyecto de ampliación de Paseo de la Reforma en 1964, que hasta inicios de los sesenta abarcaba la calzada original del siglo anterior, entre la estatua de Carlos IV y Chapultepec, y la extensión hasta la salida a la carretera a Toluca a partir de 1920. Con el proyecto de Ernesto P. Uruchurtu, Paseo de la Reforma fue prolongada por su extremo nororiente, a partir de la estatua de Carlos IV hasta la glorieta de Peralvillo. Tal extensión implicó grandes cambios en la fisonomía e infraestructura de la ciudad; el objetivo fue conectar la naciente y gigantesca Unidad Habitacional Nonoalco-Tlatelolco, símbolo del desarrollismo urbano modernista, concebido en la administración de Adolfo López Mateos por el jefe del Departamento del Distrito Federal de entonces, Ernesto P. Uruchurtu.

Por otro lado, esta década tuvo la notable influencia del flamante Anillo Periférico (inaugurado en tres etapas: Conscripto-Barranca del Muerto en 1961, Barranca del Muerto-San Jerónimo en 1962 y Conscripto-Autopista México-Querétaro en 1967), que dirigió la urbanización en el norponiente hacia los municipios de Tlalnepantla y Naucalpan, y conectando Ciudad Satélite, de reciente creación. La urbanización en el nororiente también creció notablemente al iniciar el funcionamiento de la avenida Insurgentes centro en 1961 (Insur-

⁴⁴ La avenida Universidad se llamaba originalmente avenida Fernando Casas Alemán, sin embargo, los estudiantes de la Universidad Nacional pidieron, en tono cada vez más elevado, el cambio de nombre por avenida Universidad. La exigencia llegó al grado de tapar con letreros la nomenclatura oficial con el nombre propuesto. Al final, el nombre cambió para satisfacer la petición de un número importante de estudiantes.

gentes desde La Raza hasta Paseo de la Reforma), y de Insurgentes norte en 1962 (Insurgentes desde la Raza hasta la actual Indios Verdes, en conexión con la antigua carretera México-Laredo). El enlace con Insurgentes sur no se pudo dar de inmediato debido a una serie de problemas legales.

Otra vialidad que comenzó a fortalecerse en este periodo fue la calzada Vallejo, que antiguamente fue la calzada prehispánica que conectaba México-Tenochtitlán con Tenayuca, en el norte del valle de México. Pese a que la calzada Vallejo fue una vía pequeña durante muchísimos años, sin mayor crecimiento, su expansión se dio a partir de los sesenta como respuesta a la creciente urbanización de la zona (surgieron un gran número de colonias como Prado Vallejo, Exhacienda de Enmedio, Industrial Vallejo, Trabajadores del Hierro, Coltongo, etcétera) y esta a su vez, como producto de la creciente industria en la zona, a partir de los cuarenta. De allí que el crecimiento urbano en el norte fue principalmente de las clases trabajadoras.

Asimismo, en 1965 se inauguró la carretera Naucalpan-Toluca, que evitaba que los vehículos provenientes del norte del país entraran a la Ciudad de México para llegar a Toluca.

Hacia el sur, la urbanización también fue dirigida por el Anillo Periférico en su tramo hasta San Jerónimo (surponiente), y se agregó una nueva vía de acceso: la avenida Canal de Miramontes, inaugurada en agosto de 1962, con la cual se terminó con el último canal navegable entre Xochimilco y la Ciudad de México.

En el oriente de la ciudad la urbanización se valió de una serie importante de vías de nueva creación: la avenida Río Consulado, abierta en 1961, que conectó el Aeropuerto Internacional de la Ciudad de México (inaugurado en 1931) con el nororiente y el oriente. Asimismo, en agosto de 1962 se inauguró la avenida Río Churubusco. Las avenidas Río Consulado y Río Churubusco fueron integradas junto con la avenida Melchor Ocampo al Circuito Interior, que enlaza el oriente con el poniente de la ciudad. Cabe decir que ambas avenidas se dieron como resultado de la política de entubamiento de algunos ríos del mismo nombre.

El 5 de mayo de 1962 fue inaugurada la calzada Ignacio Zaragoza y su enlace con la flamante Autopista México-Puebla, que sustituyó el viejo camino real que había servido desde la época colonial para la comunicación entre ambas ciudades.

A partir de 1970 la continua expansión de la ciudad obligó a la generación de más infraestructura y equipamientos urbanos, así como de nuevas vías de

transporte. De esta manera, se conectaron en este periodo las nuevas zonas urbanas localizadas predominantemente en el norte de la ciudad.

La principal tendencia de la urbanización de la Ciudad de México en los setenta, se dirigió hacia el norte y oriente de la ciudad.

En 1974 se inauguró la vía Morelos en el municipio de Ecatepec, el cual ganó gran importancia debido al desmesurado aumento poblacional en la zona. La vía Morelos también se convirtió, con el tiempo, en una de las vías más importantes para la ciudad. Asimismo, se inauguró en 1980 la vía José López Portillo en el Estado de México, a partir de una simple vía que contaba con dos carriles en sentidos opuestos y llevaba el nombre de avenida Circunvalación (incluyendo la vía Dr. Gustavo Baz). Como sucedió con el crecimiento poblacional en la zona, la vía López Portillo fue ampliando el número de carriles en ambos sentidos y con ello su importancia.

El Distrito Federal, parte esencial de la ahora Zona Metropolitana de la Ciudad de México (ZMCM), sufrió a partir de finales de los setenta una serie de transformaciones de gran relevancia en materia de movilidad, y por lo tanto en la infraestructura vial de la ciudad. Debido a los constantes aumentos en los niveles de tráfico vehicular, contaminación, ruido y demás consecuencias negativas, el regente del DDF en turno (Carlos Hank González) diseñó e implementó en la ciudad, un sistema de vialidades denominado ejes viales.⁴⁵ Esta medida permitió en los siguientes años aliviar los problemas de saturación vehicular inherentes a una excesiva concentración económica y poblacional en la ciudad. Pese a la intención de los ejes viales, pronto quedó claro que esta medida sería temporal, pues el constante aumento poblacional, económico y, por lo tanto vehicular, agotaría las bondades de dicho sistema vial.

Quizá la obra en materia de transporte público urbano más importante, a partir de los años setenta y hasta nuestros días, sea el tren urbano de la Ciudad de México, conocido coloquialmente como "Metro". El proyecto del Metro elevó de manera importante los niveles de movilidad en la ciudad

⁴⁵ Los ejes viales consisten en la unión de un conjunto de vías típicas de transporte, en las que se transita por lo común en un mismo sentido (norte-sur, oriente-poniente, etcétera) para alcanzar distancias relativamente grandes. Así, un mismo eje vial contendrá varias calles, avenidas y calzadas que se enlazan una como continuación de la otra. Cabe decir que una de las principales características de los ejes viales es la ampliación en la anchura de las vialidades, lo que ha permitido un aumento en el número de vehículos transitando de manera simultánea, aumentando así el flujo en velocidad y cantidad.

y permitió la transportación masiva de habitantes. De allí que fuera de vital importancia enlazar los principales centros de trabajo y de población mediante este sistema de transporte público. En 1967 se iniciaron los trabajos para su construcción y en 1969 se inauguró el primer tramo de la Línea 1. Pese a este esfuerzo por impulsar el Metro de la Ciudad de México, durante el sexenio de Luis Echeverría (1970-1976) las obras para extender el Metro se mantuvieron prácticamente detenidas; fue hasta el sexenio de José López Portillo (1976-1982) que se reanudó. Se usaron otras opciones para tratar de extender el servicio de transporte público masivo con la eficiencia del Metro, sin los elevados costos de este, tales como el tren ligero, que operó a principios de los años ochenta. El tren ligero básicamente ha operado en el sur de la ciudad conectando Xochimilco con la Línea 2 del Metro.

Otro esfuerzo importante en materia de transporte público urbano fue la creación de la Ruta 100 en 1981, producto de la expropiación de un conjunto de concesiones de transporte urbano. En el Estado de México, esto es, en los municipios conurbados, se creó un sistema similar denominado Sistema de Transporte Troncal.

En los años setenta se hicieron esfuerzos por descentralizar los servicios de transporte foráneo; de este modo, entre 1973 y 1979 se crearon cuatro centrales de autobuses localizadas en los cuatro puntos cardinales, cercanas a las carreteras y autopistas que enlazaban la ciudad,⁴⁶ con la finalidad de ubicar las terminales de las rutas foráneas de autobuses fuera del centro de la ciudad.

Crecimiento poblacional y su localización entre 1940 y 1990

En 1940 la Ciudad de México contaba con alrededor de 1.7 millones de habitantes, que residían en un área urbana de aproximadamente 100 km².

La Ciudad de México ha sido una metrópoli que por diferentes factores no ha tenido un crecimiento vertical como otras ciudades; los procesos de

⁴⁶ En el norte se creó la Central de Autobuses del Norte, que articula la ciudad con las carreteras hacia Pachuca y Querétaro; la Terminal de Autobuses del Sur, con la carretera hacia Cuernavaca; la Terminal de Autobuses del Oriente (conocida como Vía Tapo), que enlaza la carretera hacia Puebla, y finalmente, la Terminal de Autobuses del Poniente, que conecta la carretera hacia Toluca.

desarrollo económico del país, más las políticas centralistas reafirmaron su crecimiento urbano horizontal. De este modo, la ciudad agregó 369 km² a su área urbana entre 1940 y 1970, con lo que la expansión urbana en este periodo fue de 369%, al pasar de 100 a 469 km².

Del mismo modo, la población creció más de 418% entre 1940 y 1970, al pasar de 1.7 a 8.7 millones de habitantes. Este explosivo incremento poblacional tuvo su origen no solo en las altas tasas de natalidad en el periodo, sino en los procesos migratorios (principalmente de población rural que buscaba mejores oportunidades en la ciudad). Lo anterior tiene también su origen, desde luego, en los factores productivos a partir de las economías de aglomeración mencionadas.

En este periodo la población creció más de 78%, pasando de 1.7 a 3 millones de habitantes. El crecimiento poblacional se estimuló especialmente en la periferia de la ciudad,⁴⁷ con el nacimiento de colonias modestas y proletarias. Por otra parte, la población de bajos recursos mantuvo su tendencia natural a crear asentamientos alrededor de las vías importantes, tales como Insurgentes sur y calzada Tlalpan al sur de la ciudad; Villa de Guadalupe y Azcapotzalco al norte; asimismo en localidades como Tacuba al poniente, e Iztacalco e Iztapalapa al oriente de la ciudad. Las clases altas y medias, por otro lado, buscaban alejarse de áreas centrales para obtener mayores comodidades, privacidad, vivir cerca de familias de mayor nivel económico y comprar terrenos lícitos, que con el paso del tiempo se irían al alza en los precios; más tarde consolidarían al poniente de la ciudad los fraccionamientos de las colonias Lomas de Chapultepec, Chapultepec Morales, Polanco y Anzures.

En relación con el crecimiento poblacional, pasó de alrededor de 3 millones en 1950, a poco más de 5 millones de habitantes en 1960, esto es, un incremento de casi 73% en 10 años.

Entre 1960 y 1970 la expansión se aceleró nuevamente llegando a los mismos niveles que en los años cuarenta, pasando de poco más de 266 a 469 km², que representó un total de 76.3%. La tendencia de ocupación territorial señalaba

⁴⁷ En los años cuarenta, la Ciudad de México era concebida como el área urbana continua, localizada al interior del Distrito Federal, misma que al expandirse en la siguiente década enfrentó fenómenos de conurbación con algunos municipios del Estado de México, dando lugar a la Zona Metropolitana de la Ciudad de México como área urbana funcional.

hacia los cuatro puntos cardinales. A fines de los años sesenta los municipios de Tlalnepantla, Naucalpan, Atizapán de Zaragoza (lado poniente y norponiente), Ecatepec y Chimalhuacán (lado oriente y nororiente), y Coyoacán y Tlalpan (lado sur) tendrían altas tasas de ocupación urbana. El lado norte, con Gustavo A. Madero, inició una urbanización aún más rápida en este periodo. Cabe señalar que el crecimiento de la población continuó a la par que la expansión de la ciudad: se tuvo un incremento de 68% en la década, pasando de poco más de 5 millones a alrededor de 8.7 millones de habitantes.

Para los sesenta, a partir de la rápida urbanización de los municipios de Ecatepec y Chimalhuacán surgieron las primeras colonias que a la postre serían parte del municipio de Nezahualcóyotl, creado en 1964, al invadir terrenos informales con el surgimiento de asentamientos irregulares, carentes de servicios públicos, donde su población aumentaba a gran velocidad. Igual sucedió con los municipios de Naucalpan, Tlalnepantla y Ecatepec, que continuaron poblándose bajo una situación de total informalidad, favoreciendo a las clases populares de bajos ingresos.

Como resultado del importante crecimiento económico de la ciudad durante el periodo 1940-1970, se enfrentaron procesos de urbanización adyacentes a las zonas industriales, ya que estos lugares ofrecieron a la población trabajadora opciones de vivienda. Tales procesos de urbanización desencadenaron un incremento de costos en el suelo urbano como resultado del cambio en la rentabilidad del suelo y del nuevo grado de centralidad en estos sitios, teniendo que relocarse en las nuevas periferias de la ciudad en expansión.

Durante el periodo 1970-1990 se dio un mayor poblamiento de uso habitacional en los municipios conurbados de Atizapán de Zaragoza, Coacalco, Tultepec y Texcoco en el norte, Nezahualcóyotl, La Paz y Chalco en el oriente, así como Huixquilucan en el poniente, a causa de que el Distrito Federal se mantuvo de algún modo ordenado en relación con los asentamientos de vivienda, pues contuvo lentamente el crecimiento de la mancha urbana y obligó a expulsar a la mayor parte de la población hacia sus límites, ampliando zonas periurbanas y provocando un crecimiento acelerado en los municipios del Estado de México, y como consecuencia estimulando aún más el crecimiento horizontal de la ciudad.

Pese a lo anterior, el Departamento del Distrito Federal toleró algunos asentamientos en zonas como Tlalpan, Tláhuac, Cuajimalpa, Coyoacán, Iztapalapa y Venustiano Carranza. Estos asentamientos irregulares eran predominantemente para las clases populares.

A partir de 1980 en el Distrito Federal se dio un proceso de desconcentración que motivó a la población a desplazarse de áreas centrales a municipios conurbados. Los principales factores fueron la saturación en las áreas centrales, los altos costos del suelo urbano en la zona, y los sismos del 19 y 20 de septiembre de 1985, que causaron daños de gran magnitud en el Centro Histórico y en colonias situadas en las delegaciones centrales (principalmente Cuauhtémoc y Benito Juárez). Los principales municipios receptores fueron Chalco, Chiautla, Chicoloapan, Chiconcuac, Ixtapaluca, Nicolás Romero, Tecámac, Texcoco, Zumpango, Tultepec, Tepetzotlán, Coyotepec, Tizayuca, Naucalpan, Chimalhuacán, Atizapán de Zaragoza, La Paz, Ecatepec y Coacalco [Gutiérrez, 1995]. Asimismo, dos de los municipios más importantes llegaron a su límite: Nezahualcóyotl y Tlalnepantla, con lo que este periodo tuvo el crecimiento horizontal más importante de la ciudad.

De acuerdo con datos del Inegi, en 1990 la Ciudad de México llegó a 15047685 habitantes. Su área urbana se duplicó con respecto a 1980 (pasó de 659.4 a 1357.6 km²). El patrón de poblamiento fue cambiando desde los años cincuenta, cuando la Ciudad de México se convirtió en Zona Metropolitana, pero a partir de los setenta fue claro que la expansión y el crecimiento poblacional se dirigieron de manera mayoritaria hacia el norte y oriente de la ciudad. De ahí que los municipios conurbados del norte (Tultitlán, Tecámac, Texcoco, Atizapán, Ecatepec, etcétera) y del oriente (Chimalhuacán, Nezahualcóyotl, La Paz, Chalco, Ixtapaluca, etcétera) tuvieron un incremento muy significativo en el periodo.

De hecho, el incremento poblacional total entre 1970 y 1995 para delegaciones y municipios conurbados en el norte fue de alrededor de 165.7%, mientras que para delegaciones y municipios conurbados en el oriente fue de aproximadamente 221.5%.

El crecimiento poblacional explosivo en la Ciudad de México en dicho periodo se dirigió de manera clara a los municipios conurbados del Estado de México, e incluso el municipio de Tizayuca en el estado de Hidalgo, dando al Distrito Federal un papel secundario y mostrando procesos de despoblamiento en las zonas centrales (Miguel Hidalgo, Cuauhtémoc, Benito Juárez y Venustiano Carranza). El crecimiento poblacional fue de 23.5%, mientras que en los municipios conurbados en su conjunto fue de 371.7%. Pese a lo anterior, es claro que durante los setenta el ritmo de crecimiento fue sensiblemente mayor. Poco después este ritmo ha caído en la desaceleración paulatina (ver cuadro 2.5).

CUADRO 2.5. Crecimiento poblacional en la Ciudad de México (1970-1995)

	1970	1980	1990	1995
ZMCM	8 656 851	13 734 654	15 047 685	16 898 316
Distrito Federal	6 874 165	8 831 079	8 235 744	8 489 007
Municipios conurbados	1 782 686	4 903 575	6 811 941	8 409 309

Crecimiento %	1970-1980	1980-1990	1990-1995	1970-1995
ZMCM	58.70	9.60	12.30	95.20
Distrito Federal	28.50	-6.70	3.10	23.50
Municipios conurbados	175.10	38.90	23.40	371.70

Fuente: elaboración propia a partir de Censos de Población y Vivienda de 1970, 1980 y 1990, así como conteo de población 1995, del Inegi.

Planes de ordenamiento y programas de desarrollo urbano en la Ciudad de México (1940-1994)

Los procesos económicos y sociodemográficos no fueron los únicos factores determinantes en el crecimiento y expansión de la ciudad. Las decisiones y políticas de gobierno, federales y estatales, fueron actores decisivos también.

Hasta 1940 la Ciudad de México concentró sus esfuerzos en materia de ordenamiento urbano en medidas como definir la división política del Distrito Federal,⁴⁸ restringir la altura de los edificios,⁴⁹ redefinir la nomenclatura de las calles,⁵⁰ o promulgar las primeras versiones del Reglamento de Planificación y Zonificación para intentar una regulación real de los usos de suelo en

⁴⁸ En 1903 se decreta la nueva División Política del Distrito Federal para su administración en 13 municipalidades (México, Guadalupe Hidalgo, Azcapotzalco, Tacuba, Tacubaya, Mixcoac, Cuajimalpa, San Ángel, Coyoacán, Tlalpan, Xochimilco, Milpa Alta e Iztapalapa). Posteriormente en 1931 se divide el Distrito Federal en la Ciudad de México como una unidad político-administrativa y en 11 delegaciones.

⁴⁹ En 1905 se prohibió levantar edificios de propiedad particular a una altura mayor a los 22 metros en la Ciudad de México.

⁵⁰ En 1905 se establece un acuerdo para arreglar la nomenclatura de las calles y la numeración de las casas en la Ciudad de México.

la ciudad.⁵¹ No obstante, fue a partir de 1940 cuando se contó con leyes y reglamentos de mayor alcance, así como con objetivos más claros en materia de desarrollo urbano.

Planes y programas de desarrollo urbano en el desarrollo estabilizador (1940-1970)

Entre 1941 y 1950 se realizó por primera vez un esfuerzo por contar con una normatividad en relación con la industria en todo el Distrito Federal; de esta manera, en el Diario Oficial del 4 de febrero de 1941 se publicó el Reglamento de Zonificación Industrial, donde fueron establecidas 11 zonas industriales, ubicadas en su gran mayoría al norte y al poniente, así como a las afueras de la Ciudad de México de aquella época.⁵²

⁵¹ En 1933 y 1936 se establece la Ley de Planificación y Zonificación para ordenar los usos del suelo de la ciudad. La apertura de nuevas vías públicas, rectificación, prolongación, ampliación y mejoramiento de las vías; creación y ampliación de centros de población, reservas forestales, plazas, jardines y parques, entre otros.

⁵² En las zonas I y IX se permitía la industria en general, con excepción de las que producían olores persistentes, emanaciones gaseosas y líquidos nocivos. La I se ubicaba en las colonias Santa María Insurgentes, Atlampa, San Simón y Tolnáhuac, localizadas en la parte norte dentro de la Ciudad de México, o sea, en el cuartel V. La zona IX se ubicó en el oriente de la terminal de carga de Pantaco, en la delegación Azcapotzalco.

En las zonas II y VI se permitió la industria de transformación de productos animales. La zona II se ubicó en las actuales colonias Felipe Ángeles y Nicolás Bravo. La VI en las colonias Observatorio y Bellavista, en Álvaro Obregón.

La zona III se ubicaba en la parte oriente de la Ciudad de México, que correspondía al cuartel III; aquí se permitía la industria que no requería predios con una gran superficie, ni servicios de ferrocarril.

En Miguel Hidalgo, actualmente colonia Granada y parte de las colonias Ampliación Popo, Ahuehuetes y Anáhuac, se localizaba la zona industrial IV, en la que se permitían establecimientos industriales que no produjeran olores molestos, ruidos sensibles fuera de los propios locales, emanaciones gaseosas ni desechos líquidos nocivos.

La zona V, localizada en Álvaro Obregón, que comprendía las colonias Abraham González, Carola, 8 de Agosto y Lomas de Becerra se destinó a industrias afines o similares a las del cemento, cal, yeso, etcétera.

Al inicio de los años cincuenta, la población urbana rebasó los límites formales del Distrito Federal, ocupando los municipios vecinos del Estado de México, llamados Naucalpan y Tlalnepantla. La urbanización en estos, y posteriormente otros municipios, se aceleró considerablemente en este periodo debido a la particular combinación de políticas entre las dos entidades (el Distrito Federal y el Estado de México): mientras en el Distrito Federal se anunciaban medidas de restricción a la urbanización, en el Estado de México se otorgaron estímulos para el asentamiento de industrias, mismos que propiciaron la proliferación de viviendas de bajos recursos alrededor de las nuevas zonas industriales,⁵³ constituyendo así un factor que contribuyó de modo significativo a la urbanización explosiva del Estado de México a partir de los años cincuenta. Otras leyes y reglamentos a destacar son el reglamento para regular el crecimiento de la ciudad (1941),⁵⁴ el reglamento de las construcciones y de los servicios urbanos en el Distrito Federal (1942), el decreto de congelación de rentas (1942),⁵⁵ Reglamento sobre fraccionamientos de terrenos en el Distrito

En la zona VII, ubicada en Gustavo A. Madero, que comprende las actuales colonias de Guadalupe Tepeyac y 7 de Noviembre se permitieron talleres mecánicos, plantas de montaje de automóviles, laboratorios, etcétera.

En la zona VIII se permitieron establecimientos que producían emanaciones gaseosas y desechos líquidos nocivos; hoy se encuentran en ese lugar las colonias Granjas Modernas, Ampliación, San Juan de Aragón, Santa Coleta, D. M. Nacional y Héroes de Chapultepec.

La zona X se forma por fajas de 100 metros de ancho, adyacentes a las barrancas y ríos en la parte oeste de la ciudad; allí se permitió la explotación de tabique.

La zona XI se conformó por las zonas en las que se llevaba a cabo la explotación de minas de arena en las colonias Tacubaya y Mixcoac.

⁵³ Hubo, por ejemplo, desbordamientos en colonias como la Ramos Millán, o cerca del aeropuerto, donde se construían viviendas de bajos recursos. Además, así nacieron las primeras viviendas-dormitorio donde la clase trabajadora habitaba para después trasladarse a sus centros de trabajo. Como ejemplo de estas colonias populares estaban los pueblos de Atzacualco y Nueva Atzacualco, ubicados a la orilla del tramo de la vieja carretera a Pachuca (carretera México-Laredo).

⁵⁴ Consistía en un reglamento sobre fraccionamientos de terrenos en el Distrito Federal, dividiéndose en fraccionamientos residenciales, industriales y campestres.

⁵⁵ Decreto que consistió en que las rentas de las casas, departamentos, viviendas y cuartos alquilados o rentados, o cualquier otro local susceptible de arrendamiento o alquiler ubicados en el Distrito Federal, no podrían ser aumentadas en ningún caso por ningún motivo, con el objetivo de colaborar a la economía de la población en etapa de crisis.

Federal⁵⁶ y Reglamento de las Construcciones y Servicios Urbanos en el Distrito Federal.⁵⁷

Pese a los esfuerzos de los encargados de la política de desarrollo urbano en la Ciudad de México entre 1940 y 1970⁵⁸ por contener el crecimiento poblacional y la expansión del área urbana de la ciudad, poco se hizo en el periodo, porque no hubo un verdadero control de los usos del suelo, de la invasión de la reserva territorial del valle de México, ni se buscó el crecimiento vertical, ya que las mismas leyes lo restringían severamente.

Básicamente se buscó el ordenamiento espacial de las actividades en función de su tipo; de este modo se le asignaron ciertas zonas para su desarrollo a la industria, así como al comercio y a los servicios.

Por otro lado, se dio un importante impulso a una diversidad de obras que fueron modificando gradualmente la fisonomía de la ciudad. De esta manera, se comenzó con el programa de entubamiento de los diversos ríos y canales que atravesaban la ciudad, en los que se fueron creando nuevas vialidades urbanas, además de otras que ya lo estaban, tales como el canal de La Viga, Río del Consulado, Viaducto, Periférico, Circuito Interior, Insurgentes y muchas otras, como más adelante se describe con detalle (ver cuadro 2.6.).

⁵⁶ Obligación de los fraccionadores de registrar los terrenos antes de realizar las correspondientes obras, además, incluía los procedimientos y las obras de urbanización.

⁵⁷ Regulación de lo edificado de la Ciudad de México y el Distrito Federal (vía pública, servicios públicos, construcciones y disposiciones administrativas).

⁵⁸ Entre 1940 y 1970 la Ciudad de México fue regida por Javier Rojo Gómez (1940-1946) como jefe del Departamento Central; asimismo por Fernando Casas Alemán (1946-1952), por Ernesto P. Uruchurtu durante tres periodos (1952-1958, 1958-1964, 1964-1966) y finalmente por Alfonso Corona del Rosal (1966-1970), todos como jefes del Departamento del Distrito Federal. Cabe decir que todas las gestiones mencionadas eran férreamente controladas por los presidentes de la república en turno: Manuel Ávila Camacho (1940-1946), Miguel Alemán Valdés (1946-1952), Adolfo Ruiz Cortines (1952-1958), Adolfo López Mateos (1958-1964) y Gustavo Díaz Ordaz (1964-1970). El presidente en turno nombraba al jefe del Departamento y avalaba o, mejor aún, dirigía y aprobaba todo plan o ley de desarrollo urbano para la ciudad. Dado que los presidentes, y por ende los jefes de Departamento eran del mismo partido político (Partido Revolucionario Institucional, PRI), la línea de desarrollo fue más o menos la misma: intento de controlar el uso de suelo, poca o nula coordinación con otras autoridades políticas, por ejemplo, las estatales, como la del Estado de México, provisión de nuevas reservas territoriales y fomento al crecimiento horizontal.

Cuadro 2.6. Acciones y leyes destacadas para el desarrollo urbano de la Ciudad de México (1940-1970)

Año	Acciones y leyes más destacadas para el desarrollo urbano de la Ciudad de México	Descripción
1941-1950	Ley de Planificación y Zonificación	Se norman las zonas industriales; se establecen 11 zonas industriales. La industria en general se ubicaba en la zona norte (Azcapotzalco); la industria de la transformación en Álvaro Obregón, entre otras como Miguel Hidalgo y Gustavo A. Madero.
1941	Ley de Planificación y Zonificación	Reglamento sobre fraccionamientos de terrenos en el Distrito Federal, dividiéndose en fraccionamientos residenciales, industriales y campestres.
1941	Nueva división política del Distrito Federal	Conformada por la Ciudad de México y 12 delegaciones.
1942	Reglamento de las Construcciones y de los Servicios Urbanos en el Distrito Federal	
1942	Ley de congelación de rentas	Se decreta que las rentas de las casas, departamentos, viviendas y cuartos alquilados o rentados o cualesquier otro local susceptible de arrendamiento o alquiler ubicados en el Distrito Federal, no podrán ser aumentados en ningún caso por ningún motivo, con el objetivo de colaborar a la economía de la población en etapa de crisis.
1944	Zonas Industriales	Se decretan zonas industriales los terrenos comprendidos dentro de la delegación Azcapotzalco.
1947	Cuenca del Papaloapan Cuenca de Tepalcatepec	Buscaban desarrollo territorial más homogéneo para disminuir la presión sobre las áreas urbanas.
1949	Legislación para las zonas de viviendas	Se declaró de utilidad pública el fomento y mejoría de las habitaciones para las clases pobres, nombradas colonias proletarias.
1951	Cuenca del Valle de México Cuenca del Río Fuerte	Intentó crear las bases regionales para continuar apoyando a la industria.
1970	Zona de veda	Se limita el desarrollo del área urbana de la Ciudad de México en la parte sur. Se prohibió la creación de fraccionamientos, unidades habitacionales y colonias populares, así como las construcciones industriales.
1970	División política del Distrito Federal	Ley Orgánica del Departamento de Distrito Federal. Instauran como encargado del gobierno del Distrito Federal al presidente de la República, auxiliándose de un Jefe de Departamento. Habrá un delegado por cada delegación. El Distrito Federal o la Ciudad de México se divide en 16 delegaciones.
1970	Ley Orgánica del Departamento del Distrito Federal	Establece que el Distrito Federal se llama también Ciudad de México.

Fuente: elaboración propia.

Las administraciones capitalinas en este periodo se caracterizaron por el impulso al desarrollo urbano mediante la construcción de importantes obras, especialmente viales, para mejorar la conectividad de la ciudad. Asimismo, se buscó dar cabida a prácticamente toda nueva población (fuera migrante o nativa). En resumen, hubo poco control del uso de suelo y un fuerte fomento al crecimiento horizontal, además de la poca o nula coordinación de acciones para regular la naciente y luego consolidada metropolización de la ciudad.

Planes y programas de desarrollo urbano en la transición a la apertura económica (1970-1994)

En 1970 fue modificado el estatuto de la Ciudad de México, convirtiendo el territorio de la ciudad central llamada Ciudad de México en cuatro nuevas delegaciones: Miguel Hidalgo, Venustiano Carranza, Benito Juárez y Cuauhtémoc, constituyendo el territorio del Distrito Federal en las 16 delegaciones políticas (hoy llamadas alcaldías).

La ciudad había modificado su fisonomía de manera muy clara en los albores de los setenta. Por otro lado, en ese tiempo los esfuerzos por planificar tuvieron una época importante, pues se anunciaron numerosos planes de desarrollo urbano para la ciudad, específicamente al término del sexenio de Luis Echeverría Álvarez (1970-1976) y al inicio de la gestión de José López Portillo (1976-1982): la Ley de Desarrollo Urbano del Distrito Federal (LDUDF), asociada con la Ley General de Asentamientos Humanos y el reglamento para la prevención y control de la contaminación ambiental, el Reglamento de Zonificación para la Construcción en el Distrito Federal, todos en 1976.

Además, se emitieron dos años después las reglas que regirían la LDUDF (en 1978), el plan director para el desarrollo urbano del Distrito Federal. Hacia el final del sexenio 1976-1982 se emitieron otras leyes, como la de zonas conurbadas, la creación del Centro Histórico y los planes de desarrollo urbano para las delegaciones políticas del Distrito Federal (1982).

Con el cambio de sexenio y de modelo económico (1982-1988), la política de desarrollo urbano fue como consecuencia diferente, pues se dejó de lado el esfuerzo de planificar, controlar el uso de suelo (al menos en el papel) y de emitir leyes y reglamentos. Del sexenio 1988-1994 destaca básicamente la abrogación de la antigua ley de 1942, que congelaba las rentas en el centro de la ciudad (en 1992).

Por otro lado, los encargados de la política de desarrollo urbano en la Ciudad de México entre 1970 y 1994⁵⁹ concentraron sus esfuerzos en obras de modernización para la ciudad, destacando la creación del sistema de ejes viales, a partir del sexenio de 1976-1982, que funciona hasta nuestros días. Los niveles de saturación, contaminación, costos urbanos crecientes que tenía la ciudad, además de los sismos de 1985, llevaron a los regentes de la ciudad a pensar en la descentralización como política de descongestión. De allí que las políticas se orientaron específicamente al traslado de varios sectores de la población a otras zonas, revitalizando el crecimiento horizontal.

Patrones de uso de suelo urbano en la Ciudad de México en los noventa

Los distintos elementos revisados en el presente capítulo son los que representan factores que a su vez dan lugar a los usos de suelo en las ciudades. Esto significa que las características físicas específicas del territorio, los patrones de concentración originados por las actividades económica y demográfica reales, la constante transformación de la infraestructura urbana (asociada a su vez con estos patrones de concentración) y las decisiones de los gobiernos locales y/o federal, dan lugar al tipo de ocupación auténtica en cada porción territorial, esto es, al uso de suelo urbano.

En el caso específico de la Ciudad de México no se cuenta con datos suficientemente desagregados para conocer con detalle los patrones de uso de suelo que tuvieron lugar hasta antes de 1990. Por ello se ha realizado esta

⁵⁹ Entre 1970 y 1994 la Ciudad de México fue regida nuevamente bajo la figura de jefe del Departamento del Distrito Federal por Alfonso Martínez Domínguez (1970-1971), quien renunció después de un año de gestión por decisión política de Luis Echeverría, dados los sucesos del "Jueves de Corpus Christi" (el Halconazo) en 1971. Fue relevado por Octavio Senties Gómez (1971-1976) y este, por Carlos Hank González (1976-1982), Ramón Aguirre Velázquez (1982-1988) y Manuel Camacho Solís (1988-1993), quien renunció por diferencias políticas con Carlos Salinas y fue relevado por Manuel Aguilera Gómez (1993-1994). Como sucedió entre 1940 y 1970, las gestiones mencionadas eran controladas por completo por el presidente en turno: Luis Echeverría Álvarez (1970-1976), José López Portillo (1976-1982), Miguel de la Madrid Hurtado (1982-1988) y Carlos Salinas de Gortari (1988-1994). Todos del mismo partido político (PRI).

CUADRO 2.7. Acciones y leyes destacadas para el desarrollo urbano de la Ciudad de México (1970-1994)

Año	Acciones y leyes destacadas para el desarrollo urbano de la Ciudad de México	Descripción
1972	Ley sobre monumentos y zonas arqueológicas, artísticas e históricas.	
1976	Ley de desarrollo urbano del Distrito Federal	Decreta el ordenamiento del desarrollo urbano del Distrito Federal, conservar y mejorar su territorio, establecer normas para determinar los usos, destinos y reservas de tierra, aguas y bosques.
1976	Ley general de los asentamientos urbanos	Fija normas básicas para planear la fundación, conservación, mejoramiento y crecimiento de los centros de población.
1976	Reglamento para la prevención y control de la contaminación ambiental	
1976	Reglamento de zonificación para el territorio del Distrito Federal	Criterios de ubicación de las zonas industriales.
1976	Reglamento de zonificación para la construcción en el Distrito Federal	
1978	Plan director para el desarrollo urbano del Distrito Federal	Conjunto de disposiciones y normas para ordenar los destinos, usos y reservas del territorio del Distrito Federal y mejoras del funcionamiento y organización de sus áreas de desarrollo urbano y conservación ecológica.
1980	Decreto de creación del Centro Histórico de la Ciudad de México.	
1980	Ley de zonas conurbadas	Identifica como zona conurbada aquella comprendida por las áreas circulares generadas por un radio de 30 km.
1982	Planes parciales delegacionales	Se definen zonas homogéneas en sus edificaciones, uso de suelo y densidades de población; con la existencia de zonas de reserva ecológica.
1988	Ley general de equilibrio ecológico y la protección al ambiente	Legislación para abatir la contaminación.
1992	Descongelación de rentas	Se abroga la congelación de rentas.

Fuente: elaboración propia.

revisión histórica que permite tener una idea más clara de cómo se dieron hasta entonces los patrones de uso de suelo.

En resumen, la Ciudad de México, originalmente de características monocéntricas y con un Centro Histórico de la Ciudad de México como centro de actividad económica preponderante desde su fundación, creció y expandió paulatinamente, hasta que en los años cuarenta y a inicios de una etapa de expansión acelerada, comienza una prolongada transición a ciudad policéntrica, en la que estos nuevos centros se localizan en la periferia de la ciudad (en particular en el norte de la ciudad). Este creciente patrón policéntrico han conformado desde entonces los primeros patrones de uso de suelo urbano: en el Centro Histórico de la ciudad predominan el comercio y los servicios, mientras que, en relación con la industria, se consolidó principalmente al norte.

Por otro lado, la densidad poblacional de la ciudad se diferenció en función de la localización específica. Fue en el norte y el oriente donde la población se ubicó predominantemente, esto es, de alta densidad: Gustavo A. Madero, Azcapotzalco y municipios como Ecatepec, Tlalnepantla y Naucalpan, en el norte; Iztapalapa y Venustiano Carranza, y municipios como Nezahualcóyotl, Chimalhuacán, Ixtapaluca y La Paz en el oriente de la ciudad.

Capítulo III. Patrones de crecimiento y expansión de la ZMCM entre 1990 y 2010

Caracterización de los usos de suelo
de la Ciudad de México y su Zona Metropolitana

Introducción

La Ciudad de México y su Zona Metropolitana se han caracterizado por un crecimiento caótico y desordenado, donde los usos de suelo (principal instrumento para la contención del crecimiento y expansión de la ciudad, pero que a su vez no se utiliza cabalmente) simplemente se han determinado por la ocupación natural de sus actividades, en las que las económicas tienen el papel principal; esto es, la económica y no la poblacional, ni la ejecución de planes y políticas urbanas, es la principal responsable de definir los usos de suelo urbano en Ciudad de México y su Zona Metropolitana.

En este capítulo se analizan los patrones de uso de suelo urbano que tienen la Ciudad de México y su Zona Metropolitana. En la primera parte se revisan brevemente los hechos histórico-económicos que sustentan el patrón de usos de suelo de la ciudad entre 1990 y 2010, cómo el modelo económico actual (la apertura económica), la poca efectividad en la aplicación de planes y políticas urbanas, así como la natural evolución de centros económicos al interior de la ciudad (es decir, las estructuras policéntricas de la ciudad) son los principales responsables de estos patrones de usos de suelo en la ciudad. En la segunda parte se realiza un análisis exploratorio de datos espaciales (ESDA o AEDE) mediante el software GeoDA sobre estos usos de suelo en la ciudad, con el fin de describir puntualmente su evolución entre 1990 y 2010, periodo en el que claramente la Ciudad de México y su Zona Metropolitana (ZM) han mostrado su condición policéntrica y que, como consecuencia de ello, su conformación de usos de suelo es muy distinta a la de etapas históricas anteriores, en las que era evidente un patrón monocéntrico.

Finalmente, se realiza un resumen de los hallazgos del ESDA para concluir sobre los usos de suelo que tiene la ciudad en este periodo, con miras a la construcción de un modelo de prospectiva territorial que, entre otros objetivos, establezca el cambio de uso de suelo mediante técnicas probabilísticas.

• • • • •

Crecimiento económico y expansión de la Ciudad de México y sus acciones de política urbana entre 1990 y 2010

Evolución de áreas de mercado e infraestructura urbana en la ciudad, entre 1990 y 2010.

Del mismo modo que entre 1970 y 1990, la expansión de la ciudad continuó después de 1990 en niveles importantes pese a que las señales de desaceleración ya eran evidentes.

Territorialmente la concentración económica reafirmó su papel principalmente en dos zonas de la ciudad: norte y centro. La industria continuó su “desplazamiento” hacia el norte conforme la ciudad continuó su expansión, esto es, que las zonas industriales tradicionales perdieron peso para dar lugar a nuevas zonas, más alejadas aún de las áreas centrales de la capital [Ramírez, 2016a: 80-81].

Para el caso de la ciudad de México se considera que el distrito central de negocios (o CBD, como se le conoce en la literatura internacional) coincide básicamente con el territorio ocupado por las alcaldías centrales Cuauhtémoc y Benito Juárez, así como algunas zonas específicas en la alcaldía Miguel Hidalgo, tales como Polanco, pues funcionalmente mantienen los mismos papeles de centralidad económica. Tradicionalmente se considera que las actividades centrales se localizan en las alcaldías Cuauhtémoc, Benito Juárez, Miguel Hidalgo y Venustiano Carranza. No obstante, son las dos primeras las que realmente mantienen esta función económica, incluyendo algunas zonas de las dos alcaldías restantes. Es importante corroborar lo anterior mediante alguna prueba econométrica en la que se discriminen las zonas con actividades de alta centralidad de las que no las tienen, y así definir con claridad el auténtico CBD en la capital mexicana.

Centros de empleo y líneas de expansión urbana

Para inicios de los noventa, el patrón policéntrico de la ciudad se hizo más evidente al disponer de suficientes datos para su medición. En relación con la industria, se consolidó favoreciendo nuevos centros de industria o bien fortaleciendo otros ya identificados en 1993 [Ramírez, 2016b: 79-111]. Por ejemplo,

para el 2003 se tiene una zona industrial localizada a lo largo de la autopista México-Querétaro, a la altura de los municipios de Cuautitlán Izcalli y Tepotzotlán, que incrementa su participación en empleo en más de 7 puntos porcentuales en relación con su peso en 1993 [Ramírez, 2016b: 79-111].

De la misma manera, zonas industriales tradicionales como Naucalpan, Vallejo o Xalostoc en la Vía Morelos, perdieron peso 10 años después, al pasar de 36.6%, 20.7% y 16.1% a 28.7%, 14.8% y 10.1%, respectivamente. Es evidente entonces que se han fortalecido nuevos centros y los centros típicos se han reducido para dar lugar a actividades distintas a la industria. Cabe decir que los principales centros industriales de la ciudad en su conjunto (alrededor de 80% de todos los identificados), poseían cerca de 116347 empleos en 1993. Para el 2003 esta cifra de empleo había caído a 113409 [Ramírez, 2016b: 79-111].

Por otro lado, si bien desde las áreas centrales de la ciudad se han desplazado a otros sitios actividades como el comercio y los servicios, aún permanecen por mucho dentro del área de actividad económica más importante de la ciudad, que es la zona central o CBD, el cual cambia lentamente el patrón de ocupación territorial a policéntrico (en función del tipo de actividad económica).

Tal como en periodos anteriores, han destacado en particular algunos centros económicos de comercio como el Centro Histórico, la Central de Abastos y el corredor Insurgentes sur (consistente en una concentración de comercios y servicios a lo largo de la avenida Insurgentes en su tramo centro-sur).

Es importante decir que algunos centros industriales ya consolidados han sufrido procesos de reconversión económica, esto es, han perdido peso en materia de industria pero la ganaron en comercio y/o servicios en este periodo. Tal es el caso de las zonas industriales de Naucalpan, Industrial Vallejo en Azcapotzalco-Gustavo A. Madero, Purísima en Iztapalapa o la de Tlalnepantla, por mencionar algunos casos. Esto último representa otro hecho en favor de la terciarización señalada para la Ciudad de México [Ramírez, 2016b: 79-111].

Por otra parte, es importante mencionar que en materia de servicios hay una fuerte consolidación de los centros tradicionales, esto es, que dichos centros de servicios han permanecido fuertes. Tal es el caso del Centro Histórico en conjunto con el corredor económico de Paseo de la Reforma, el barrio de Polanco en Miguel Hidalgo y el corredor Insurgentes sur, entre otros. No obstante lo anterior, destaca el surgimiento de nuevos e importantes centros de servicios, como el caso de Santa Fe en Cuajimalpa, Jardines de la Montaña en Tlalpan, Huixquilucan y Bosques de las Lomas en Miguel Hidalgo, entre otros.

Cabe decir también que, pese a lo anterior, en el periodo se han advertido serios problemas en materia de infraestructura y servicios urbanos en los nuevos centros económicos, específicamente el de Santa Fe, en Cuajimalpa. Es tal la demanda de mejor movilidad en la zona que se ha intentado resolver el problema mediante nuevas vialidades; incluso se han evaluado nuevos servicios de transporte público como Metro y Metrobús que conecten la zona con el resto de la ciudad. Pese a lo anterior, muchas empresas y corporativos han evaluado la posibilidad de trasladar sus oficinas al tradicional Paseo de la Reforma (mismo que, por otro lado, incrementa su influencia como corredor de servicios de alto valor, y es la zona de más alto crecimiento vertical en los últimos años) debido a los fuertes costos por la falta de fluidez en las vías típicas que enlazan la zona con el centro de la ciudad (Constituyentes, Reforma Poniente, Paseo de las Palmas, Vasco de Quiroga, etcétera).

Infraestructura urbana y redes de transporte en la ciudad

Pese a que la expansión de la ciudad se desaceleró en los noventa, el crecimiento horizontal de la misma aún representaba uno de los principales problemas en materia de infraestructura y servicios urbanos, en especial los relacionados con el transporte de la población. La continua necesidad de aumentar la oferta de transporte y vialidad representó un reto de primer orden. De ahí que los gobiernos en turno se concentraran en el problema.⁶⁰

⁶⁰ En este sentido, los gobiernos de la ciudad centraron mayores esfuerzos en el fomento de las redes de transporte público y privado. En 1995, la breve regencia de Óscar Espinosa Villarreal (misma que sería la última) pretendió reordenar el sistema de autobuses al desaparecer la conocida Ruta 100 y sustituirla por autobuses concesionados, mismos que tardaron en dar abasto a la gran demanda de transporte. Con el advenimiento de las jefaturas de gobierno ganadas por la izquierda, esto es, por el Partido de la Revolución Democrática (PRD) desde 1997 hasta 2018, y por el Movimiento Regeneración Nacional (Morena) a partir del 2018, se ha pretendido dar un mayor orden a la ciudad mediante diversas acciones derivadas de nuevos planes y perspectivas, tales como la puesta en marcha del sistema de Metrobús (un sistema de autobuses articulados que recorren sus rutas por carriles confinados, es decir, de uso exclusivo para estos autobuses y en paradas diseñadas expresamente para ese fin). En las vialidades donde el Metrobús circula no se permite el tránsito de autobuses ni colectivos de los llamados “peseiros”). El sistema Metrobús tiene una capacidad muy importante para atender a la población debido a su diseño. Además de su bajo costo de construcción y operación (en comparación con el Metro), su

En primera instancia se fomentó la construcción del Sistema de Transporte Colectivo Metro (STC-Metro), logrando la inauguración de la línea B en 1999-2000. Un año más tarde se creó la Red de Transporte de Pasajeros (RTP) para brindar servicio radial de transporte público de pasajeros, preferentemente en zonas periféricas de escasos recursos y con rutas que conectan a zonas de alta población de la ciudad con el Metro.

Asimismo, se desarrollaron nuevas vialidades de gran magnitud y beneficio para la ciudad y su zona conurbada: los puentes Carlos Lazo-Av. Centenario; el distribuidor vial San Antonio; el puente vehicular Prol. San Antonio-Alta Tensión Eje 5 Poniente; el puente vehicular Tarango; el corredor Centenario-5 de Mayo, en el poniente de la ciudad; el eje troncal metropolitano; el distribuidor vial Ing. Heberto Castillo Zaragoza-Oceanía; el puente vehicular Fray Servando; el puente vehicular Av. del Taller-Lorenzo Boturini, en el oriente de la ciudad, y el puente vehicular Muyuguarda en el sur.

El 26 de septiembre de 2004 fue abierta a la circulación la avenida de Los Poetas, que cuenta con cuatro entronques y tres puentes: Carlos Pellicer, Octavio Paz y Jaime Sabines, en el poniente de la ciudad.

Una de las principales obras viales en este periodo es el segundo piso del Periférico, una de las obras de mayor relevancia, iniciada durante la administración de Andrés Manuel López Obrador como jefe de gobierno del Distrito Federal. La primera etapa del proyecto (el distribuidor vial de San Antonio) se inauguró el 11 de junio de 2003, y el primer tramo de la segunda etapa, de San Antonio a Rómulo O'Farrill, el 22 de agosto de 2004. Además del distribuidor, en los primeros meses del 2004 se abrieron los tres puentes ubicados en los cruces de Francisco del Paso y Troncoso y Avenida del Taller, Lorenzo Boturini y Fray Servando Teresa de Mier. El segundo piso del Periférico se ha extendido en el norte desde el municipio de Cuautitlán Izcalli hasta el límite del municipio de Naucalpan con la alcaldía Miguel Hidalgo (a la altura de donde estuvo el Toreo de Cuatro Caminos); este tramo construido por el gobierno

capacidad y rapidez han sido una buena opción de transporte público para la Ciudad de México. De allí que a partir del 2005 se adoptara este medio con un plan maestro con 23 líneas o rutas, de las cuales siete están en funcionamiento luego de 15 años de operación. Cabe decir que el Mexibús, obra con el mismo concepto que el Metrobús en el Estado de México, se coordina para enlazar ambos modos de transporte. El Mexibús tiene proyectadas 13 líneas y tres en funcionamiento. En total se tendrían 36 líneas en toda la Ciudad de México.

del Estado de México se conoce como Viaducto Bicentenario. El tramo a partir de la alcaldía Miguel Hidalgo hacia el sur hasta la zona de Tepepan (alcaldía Xochimilco) fue construido por los gobiernos de la Ciudad de México (antes Distrito Federal).

Cabe decir que tanto en el tramo completo del Viaducto Bicentenario (Estado de México) como en el de la alcaldía Miguel Hidalgo hasta la altura del Eje 6 Sur (en la alcaldía Benito Juárez), se debe cubrir peaje. De allí que al tramo de peaje entre Toreo y Eje 6 Sur se le conozca como Autopista Urbana Norte. A partir de este punto hasta San Jerónimo es un tramo libre de peaje. En este punto en San Jerónimo, hasta donde termina a la altura de Tepepan, también se cubre peaje y se le conoce como Autopista Urbana Sur.

También se puso en operación el distribuidor vial Heberto Castillo que forma parte del Eje Troncal Metropolitano, que correrá desde el sur, hasta los municipios mexiquenses del norte de la ciudad.

En septiembre del 2004 se creó el Sistema de Corredores de Transporte Público de Pasajeros del Distrito Federal-Metrobús que significó un cambio radical en el transporte público. Su puesta en marcha conlleva la aplicación de nuevas tecnologías, el mejoramiento del ambiente, privilegiar el transporte público colectivo, organizar a los concesionarios, modificar los hábitos del usuario y, en general, reordenar la prestación del servicio.

Un mes después se determinó el establecimiento del primer Corredor de Transporte en la Avenida de los Insurgentes. Para ello, se confinó el carril izquierdo de cada sentido para uso exclusivo del Metrobús en un tramo de 19.4 km, comprendido entre Indios Verdes y la intersección con el Eje 10 Sur. El 9 de marzo del 2005 se creó oficialmente el organismo público descentralizado Metrobús, con un presupuesto de 42.4 millones de pesos, destinado principalmente a la adquisición de equipo de cómputo y para el control de acceso de los usuarios.

El proyecto Metrobús fue diseñado para atender una demanda original de 250000 pasajeros por día. Con una infraestructura para una línea (Línea 1) integrada por 34 estaciones, dos terminales, 41.6 km de carriles confinados que incluyen ambos sentidos y un parque vehicular de 80 autobuses articulados, inició operaciones el 19 de junio de 2005. Al año 2020 se cuenta con siete líneas en operación que atienden poco más de un millón cien mil pasajeros diariamente, con casi 240 estaciones, 140 km de carriles confinados y un parque vehicular de poco más de 650 autobuses articulados [Metrobús CdMx, 2020].

Crecimiento poblacional y su localización

A partir de los años noventa, el dinamismo demográfico de la Ciudad de México ha sufrido constantes cambios en los territorios de las diferentes alcaldías y municipios, mientras algunas han perdido población (principalmente las alcaldías centrales), otras en cambio han experimentado tasas de crecimiento alarmantes, por ejemplo Nezahualcóyotl, Ecatepec, Tecámac, Chimalhuacán, Ixtapaluca, Nextlalpan y Tultepec, que aumentaron una tasa media anual por arriba de 6%, lo que fomenta el crecimiento horizontal de la ciudad.

En los años noventa este proceso de despoblamiento fue ocasionado por los costos de suelo, esto es, que la población promedio no pudo afrontar los costos de vivienda en las zonas de mayor desarrollo urbano y mayores niveles de accesibilidad, es decir, las de mayor rentabilidad, con lo que el cambio en el uso de suelo de uso habitacional a comercial y/o servicios fue en aumento y propició la migración de los habitantes.

En 1990 la ZMCM absorbió Tultepec, Melchor Ocampo, Tepotzotlán y Zumpango, existente desde 1980; asimismo, continuó en desarrollo el Valle de Chalco y formó parte de la Zona Metropolitana en el año 2000 con los territorios de Chalco, Ixtapaluca, La Paz y Chicoloapan.

En el 2000 la ZMCM se constituyó por las 16 delegaciones del Distrito Federal, 40 municipios del Estado de México y uno de Hidalgo (Tizayuca).

De este modo la Zona Metropolitana de la Ciudad de México en el año 2000 tenía cerca de 18 millones de habitantes. Otros municipios fueron agregados a la ZMCM en 1995 por el Conapo, y así la ZMCM en 2005 creció a 19 500 000 habitantes, la mayor parte en los municipios del Estado de México, con poco más de 10 millones, junto con el municipio de Tizayuca.

De acuerdo con los resultados preliminares del Censo de Población y Vivienda 2010 del Inegi, la población en la ZMCM alcanzó un total de 20.5 millones de habitantes. Proyecciones propias, así como del Conapo y de las Naciones Unidas, mostraron que para el año 2020 la ZMCM tiene aproximadamente 21 millones de habitantes, siendo la quinta ciudad más grande del mundo, solo por debajo de Tokio (37.3 millones), Delhi (30.2 millones), Shanghái (27 millones) y São Paulo (22 millones).

Planes de ordenamiento y acciones para el desarrollo urbano de la Ciudad de México y su Zona Metropolitana

Hacia el último sexenio del siglo xx la ciudad, y específicamente la unidad político-administrativa donde reside, sufrió modificaciones muy importantes en términos políticos y democráticos, mismos que han incidido también en un giro en las políticas de crecimiento y desarrollo urbano. Estos cambios esencialmente independizaron la Ciudad de México del gobierno federal, pues a partir de 1997 se permitieron elecciones de las autoridades (del gobernante del Distrito Federal, así como de los delegados políticos en las 16 demarcaciones existentes), dejando atrás las designaciones directas por parte del Ejecutivo Federal. En los años de 1994 a 1997 fue ocupado por el último jefe del Departamento del Distrito Federal (Óscar Espinosa Villarreal), priista también.

La figura que surgió como responsable del Distrito Federal a partir de 1997 fue la de jefe de Gobierno. El marco jurídico que permitió el cambio es considerado una antesala para convertir el Distrito Federal en un estado libre y soberano como los 31 existentes hasta nuestros días. Para lo anterior es aún necesaria una reforma política que permita al Distrito Federal contar con las mismas facultades que los 31 estados.⁶¹

Las elecciones del año 1997 dieron el triunfo, desde entonces y hasta el 2018, al Partido de la Revolución Democrática (PRD). A partir del año 2018 obtiene el poder Morena con la primera jefa de gobierno de la Ciudad de México, Claudia Sheinbaum.⁶² Esencialmente las jefaturas de gobierno del Distrito

⁶¹ Con la reforma política del Distrito Federal, a partir del 21 de enero de 2016, se llamó Ciudad de México. Esto significa que el término Distrito Federal desapareció.

⁶² Entre 1994 y 1997 la Ciudad de México fue regida por última vez bajo la figura de jefe del Departamento del Distrito Federal, por Óscar Espinosa Villarreal (1994-1997), de extracción priista. A partir de 1997 comenzaron las jefaturas de gobierno del Distrito Federal, siendo el primer jefe de gobierno Cuauhtémoc Cárdenas Solórzano (1997-1999), quien al renunciar a la jefatura en 1999 para ser candidato del PRD a la presidencia de la República fue relevado por Rosario Robles Berlanga (1999-2000); asimismo el siguiente jefe de gobierno elegido por votación fue Andrés Manuel López Obrador (2000-2005) quien, siguiendo el ejemplo de Cuauhtémoc Cárdenas, renunció a la jefatura en 2005 para contender por la presidencia en 2006. Fue relevado por Alejandro Encinas Rodríguez (2005-2006). Finalmente, el tercer jefe de gobierno elegido en votación fue Marcelo Ebrard Casaubón (2006-2012). Después de cumplir su periodo de administración, el siguiente jefe de gobierno elegido fue Miguel

Federal y la actual de la Ciudad de México han procurado el desarrollo urbano mediante nuevos planes de ordenamiento urbano y desarrollo de la región centro del país, esto es, al vincular a la Ciudad de México con las ciudades cercanas, principalmente, Toluca, Querétaro, Puebla, Cuernavaca y Tlaxcala. Por otro lado, se ha reconocido la necesidad de coordinar acciones de manejo de la ciudad entre las diferentes autoridades responsables, no solo de la Ciudad de México sino del Estado de México. De allí que se iniciaran esfuerzos para la creación de una Coordinación Metropolitana.

Cuauhtémoc Cárdenas (jefe de Gobierno del Distrito Federal entre 1997 y 1999) presentó varias reformas políticas donde expuso los principales problemas en algunos temas; por ejemplo, en la seguridad pública introdujo en 1998 un Programa Integral de Seguridad Pública que se propuso reorganizar y reformar la policía del Distrito Federal por medio de políticas y programas; despidió elementos corruptos, modernizó y elevó la moral, así como la táctica policiaca; igualmente hubo un avance de coordinación y cooperación con el gobierno del Estado de México sobre el medio ambiente en cuanto a la protección y reducción de la contaminación, extendió y mejoró el programa “Hoy no circula” y elaboró políticas para reverdecer la Ciudad de México mediante la reforestación del Distrito Federal y la conversión del Zócalo en espacio mixto entre jardín y parque; posteriormente, la Secretaría de Desarrollo Urbano y Vivienda (Seduvi) se encargaría de esas tareas.

En el mismo 1998 se elaboró un programa para la ZMCM llamado Programa de Ordenación de la Zona Metropolitana del Valle de México (POZMVM), elaborado por la Comisión Metropolitana de Asentamientos Humanos bajo la LGAH: sus orígenes datan de los setenta, en especial durante la administración de Luis Echeverría (1970-1976), en la cual se elaboraron los primeros instrumentos de planeación metropolitana, y se estableció una Comisión Metropolitana que aportó los primeros elementos de información; posteriormente se modificó la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, y así se expidieron la LGAH y el Plan Nacional de Desarrollo Urbano, con lo que se creó

Ángel Mancera Espinosa (2012-2018). Al concluir su periodo, fue elegida Claudia Sheinbaum Pardo (2018-2024). Todos los jefes de gobierno, titulares y sustitutos, son de extracción perredista, con excepción de Miguel Ángel Mancera, quien no está registrado en algún partido, y el caso de Claudia Sheinbaum, quien ganó la jefatura registrada por Morena en 2018.

la Comisión de Conurbación del Centro del País (CCCP), y para finales de los años ochenta el Consejo del Área Metropolitana del Distrito Federal y Estado de México (CAM).

El POZMVM se elaboró como medio para establecer un orden territorial en la Zona Metropolitana del Valle de México (ZMVM) debido al proceso desmedido de ocupación y crecimiento poblacional territorial ocasionado por el desarrollo industrial de los años cincuenta, que estimulaba las condiciones y expectativas de establecimientos de nuevos habitantes.

En sus inicios, el POZMVM abarcaba solamente el territorio del Distrito Federal, sin embargo, sobrepasó sus límites político-administrativos hasta abarcar algunos municipios del Estado de México debido a las fuertes inversión y expansión industriales, tal es el caso de Naucalpan y Tlalnepantla. Con el paso acelerado de la ocupación del espacio físico y crecimiento poblacional, se empezaron a restringir zonas para la construcción de áreas habitacionales en el territorio del Distrito Federal, lo que dio lugar a la expansión en zonas irregulares por parte de habitantes de escasos recursos. Entonces el POZMVM estableció los lineamientos básicos en los ámbitos público y privado en el territorio del valle de México, y algunas acciones para redefinir una estrategia de ordenación territorial, junto con el compromiso de las entidades involucradas en su formulación.

El objetivo principal del POZMVM consiste en contar con un instrumento de alcance general que involucre a las entidades vinculadas, en particular al Distrito Federal y el Estado de México, para formular nuevas estrategias de planeación urbana en el desarrollo de la ZMVM; en sí, el programa especifica una estrategia de ordenación territorial que anticipe el crecimiento demográfico y urbano.

El POZMVM⁶³ dividió el territorio para su estudio en:

1. La Región Centro del País (RCP) define en ella al Distrito Federal y los estados de Hidalgo, Morelos, Puebla, Tlaxcala y el Estado de México, delimitándolos por el concepto de ciudad-región que alude a la formación territorial del tipo megapolitano y que sirve para describir la interacción regional de la ZMVM denominada "corona regional", con-

⁶³ Programa de Ordenación de la Zona Metropolitana del Valle de México, 1998.

formada por distintas áreas relativamente integradas entre sí, donde cada región está formada, a su vez, por un núcleo central, que tiene una zona de influencia directa y una periferia. La ZMVM representa el núcleo central rodeado por su corona regional de ciudades (Toluca, Cuernavaca, Cuautla, Puebla, Tlaxcala y Pachuca), con su periferia regional muy amplia, donde algunos núcleos importantes se encuentran localizados sobre ciertos ejes transregionales, como Huejutla, Teziutlán, Ciudad Serdán y Tehuacán, que podrían vincularse con lugares centrales de regiones vecinas antes que con su propia región; su influencia metropolitana se debe principalmente a sus vías de comunicación, teniendo como origen o destino a la propia región centro o cruzan por ella.

Para definir el ámbito del RCCP se seleccionaron algunas variables medibles en el nivel y ritmo de urbanización procedentes del XI Censo General de Población y Vivienda 1990, Conteo de Población y Vivienda 1995 y Censos Económicos 1994.

2. El POZMVM definió la ZMVM por el ámbito de influencia socioeconómico y físico-espacial de la Zona Urbana del Valle de México (ZUVM) debido a que el número de municipios que la integran, y dada su localización con características rurales, tienen fuertes presiones de poblamiento que tiene como base los límites políticos, administrativos y estatales que consideraron claves para su planificación, y no la ZMCM, porque algunos estudios solo se limitan en función de las características urbanas de las alcaldías y municipios que la conforman. De esta manera, la ZMVM está integrada por 16 alcaldías de la Ciudad de México más 58 municipios del Estado de México y uno de Hidalgo; sin embargo, para fines de estudio del programa solo se contemplan los territorios de la ciudad y el Estado de México.
3. Por último, el POZMVM definió la ZUMV como equivalente de la ZMCM, ya que en otros estudios se refieren a la urbanización y porque el crecimiento de la ciudad se da hacia fuera de sus límites político-administrativos, que no solo incluyen delegaciones y municipios vecinos, tanto físicos como socioeconómicos; por tal motivo, la ZUVM es el resultado de la influencia progresiva (es una función creciente) en el proceso de urbanización de la ciudad más allá de sus límites político-administrativos integrados social y económicamente. Las variables utilizadas son las referentes a la RCCP, considerando la contigüidad (dos objetos están muy próximos en el espacio) del área urbana actual como criterio físico-

espacial para su delimitación considerando que la delegación o municipio forme parte de la ZUMM siempre y cuando exista una conurbación física entre ella y la ciudad central u otra delegación o municipio que presente un carácter predominantemente urbano, en términos de su índice de urbanización. La ZUMM se integró por medio de unidades político-administrativas completas (alcaldía o municipio), debido a la información estadística disponible en la localidad. De esta manera la ZUMM queda conformada por las 16 alcaldías de la Ciudad de México, 32 municipios del Estado de México, más Tizayuca, estado de Hidalgo.

La estrategia de ordenación que propuso el POZMUM se encuentra en el proyecto del Plan Regional Metropolitano, el cual define y evalúa diferentes esquemas de desarrollo físico-espacial, tanto para la 1. Región Centro del País (RCP), como para la 2. ZMUM, con el fin de identificar las alternativas de crecimiento y el uso de suelo más favorable en cuanto a su contribución al desarrollo nacional, al mejoramiento de la calidad de vida de su población y preservación de sus recursos naturales.

La RCP se consideró una prioridad en el ámbito nacional, comprometió a la ciudad y al Estado de México en su participación conjunta en el análisis de la problemática metropolitana mediante instancias formales establecidas, con objetivos y metas para la población y ocupación de un nuevo suelo en el valle de México. Asimismo, los gobiernos de la Ciudad de México, Estado de México, Morelos, Tlaxcala, Puebla e Hidalgo enfrentarían la problemática megalopolitana.

El Programa de Organización del Valle de México se insertó en la estrategia nacional asignando una política de ordenamiento para la ZMUM como medida para conciliar el desarrollo económico con la disminución demográfica. El documento menciona que para llevar a cabo esta medida es necesario aumentar el apoyo a las metrópolis regionales y ciudades medias del país (programa de las 100 ciudades, que es un objetivo del Programa Nacional de Desarrollo Urbano, asignándoles un papel importante en la ordenación territorial en cuanto a la mejor alternativa de localización de actividades, recursos y población de las zonas metropolitanas), que empieza a captar flujos poblacionales como resultado de la apertura de la economía nacional al comercio internacional, la desregulación, y una mayor participación de los sectores social y privado. De acuerdo con el programa se encontraron 116 ciudades medianas y pequeñas con capacidad de generar empleos y captar población, pues presentan ventajas comparativas con respecto a otras, y a su vez, debido a su tamaño y grado de

diversificación generan efectos regionales que representan un enlace en el desarrollo de grandes ciudades con comunidades rurales.

En la organización de la estrategia de ordenación para la región centro se encontraron algunas ciudades pequeñas, localizadas fuera de las áreas metropolitanas, donde destacan Atlacomulco, Tulancingo, Apizaco, Atlixco, Ciudad Serdán, Izúcar, Tehuacán y otros núcleos aislados: Tula-Tepeji-Jilotepec, Sahagún-Apan-Calpulalpan, los corredores de Amecameca-Cuautla y el de Tenancingo-Cuernavaca, con una posición estratégica en cuanto al sistema vial regional, con capacidad manufacturera y de servicios, como asiento potencial para un programa de desarrollo regional. Para poder aplicar dicho programa es necesario desconcentrar a la población y de ser necesario reducir el número de estos centros, reconcentrándola en el ámbito regional que rodea las metrópolis del área, para alcanzar el objetivo estratégico de una distribución más equilibrada de la población.

Esta estrategia consiste en duplicar la población de la corona regional con proyecciones que se realizaron para el año 2020. En ellas se formularon dos hipótesis: la hipótesis programática, que marcó más absorción que la hipótesis tendencial, es decir, llegaría para el año 2020 a 14.1 millones de habitantes, en comparación con los 11.8, lo que indica la tendencia para ese año, teniendo como ejes las ciudades más grandes como Cuernavaca-Cuautla, Toluca, Puebla-Tlaxcala, Pachuca y las ciudades pequeñas mencionadas con anterioridad; mientras un gran número de población rural estará dispersa en la corona regional para ese mismo año, que sería de 3.1 a 5.1 millones de habitantes.

En cuanto a la ZMM, el programa estipula el ordenamiento del territorio mediante los problemas sectoriales que inciden en la conformación del espacio regional, y en particular en aquellas que se consideran determinantes y suelen ser conflictivas. Las variables a considerar para su ordenación y uso de suelo en el ámbito metropolitano son: actividad económica, población, medio natural, transporte y vialidad, y equipamiento en educación, salud, abasto y residuos sólidos. Este análisis se considerará para la conformación de la estrategia de ordenación territorial.

Las políticas que se han asignado dentro del POZMM en diferentes sectores son:

- a) Áreas no urbanizables: mediante el Programa Metropolitana de Recursos Humanos donde se establece un plan a largo plazo para contrarrestar los efectos desfavorables sobre los recursos naturales (zonas de mayor

valor ambiental, indispensables para conservar la flora y fauna de los ecosistemas naturales), que ha ocasionado el crecimiento de la ZMVM. En los sitios no urbanizables se incluyen las áreas de alta productividad agropecuaria que representan ingresos, empleo y productos necesarios para el consumo de la población, además ayudan a la conservación ambiental, y las áreas sometidas a los mayores riesgos geológicos e hidrometeorológicos, para con esto proteger a la ciudad mediante el establecimiento de un anillo forestal y agrícola, hacia el este o poniente por Milpa Alta hasta Villa del Carbón, donde hay áreas naturales protegidas, como el parque nacional Cumbres del Ajusco, el parque nacional Insurgente Miguel Hidalgo, la zona forestal de Los Dinamos, el parque nacional Desierto de los Leones y el parque estatal Otomí-Mexica; por el oriente la zona forestal más conservada, que divide el Estado de México y Puebla, formada por el parque nacional Zoquiapan y anexas, Iztacihuatl-Popocatepetl, y el parque nacional Sacromonte, que se extienden desde Otumba hasta Ecatzingo; las franjas importantes de producción agrícola y forestal al sur de la ciudad, desde Talpan hasta Valle de Chalco-Solidaridad, y en el norte, en los distritos agropecuarios de riego de Zumpango y Texcoco en el Estado de México.

- b) Áreas urbanizadas: se les dará más prioridad por el asentamiento y la saturación, que cuenten con el nivel de infraestructura y servicios públicos para absorber a la población. Por esta razón, se aplican sobre todo en el área urbana continua que constituye la zona urbana. Las políticas para los sectores son: reciclamiento, desarrollo, integración metropolitana (del Programa General de Desarrollo Urbano del Distrito Federal, mientras el Plan Regional Metropolitano del Valle Cuautitlán Texcoco señalará las correspondientes a los municipios del Estado de México) y mejoramiento (se marcan en los Programas Delegacionales de Desarrollo Urbano del Distrito Federal, para los municipios del Estado de México en los Planes de Centros de Población Estratégicos del Estado de México).
- c) Áreas susceptibles a urbanizarse: estas son zonas separadas del área urbana continua de la ciudad localizadas en sectores de nuevo desarrollo ubicados al norte y noreste, y en ciertas zonas de los sectores ubicados al oriente del valle de México, lo cual constituye una principal medida de ordenamiento del territorio para su expansión por medio del programa Proriente, por parte del Estado de México, el cual

consiste en la creación de empleo que tendrá efectos positivos en términos de la reestructuración urbana de la ZMVM y deberá ser apoyada por las autoridades capitalinas mediante programas de reubicación de actividades industriales.

El POZMVM tuvo una actualización en el 2011 en la que intervinieron el Programa Universitario de Estudios de la Ciudad (PUEC-UNAM) e investigadores de otras dependencias de la UNAM.⁶⁴ Asimismo, se han pretendido otras actualizaciones en 2012 y 2015.

• • • • •

Análisis exploratorio de datos espaciales (ESDA) usando características poblacionales y de empleo para la Ciudad de México y su ZM entre 1990 y 2010

Los cambios ocurridos al interior de la Ciudad de México y su Zona Metropolitana entre 1990 y 2010 han sido significativos. En específico, las densidades de población y vivienda aumentan en ciertas áreas de la ciudad en detrimento de otras, nuevas áreas se urbanizaron, especialmente zonas exteriores, esto expande el área urbana de la ciudad. También los núcleos productivos de la ciudad presentan modificaciones importantes porque han perdido peso muchos centros consolidados en materia de industria, comercio y servicios. Por otro lado, nuevos centros económicos han surgido y otros más han incluso desaparecido [Ramírez, 2016b: 79-111].

Toda esta dinámica se ha analizado previamente mediante herramientas cuantitativas y de análisis espacial consideradas de vanguardia, de manera tal que ha quedado clara la dinámica que han seguido las estructuras policéntricas de la Ciudad de México y su Zona Metropolitana [Ramírez, 2016b: 79-111]. Si acaso antes quedaba duda de si la ciudad era policéntrica o no, hoy es claro que sí lo es; también se observa que la tendencia entre 1990 y 2010 es hacia una clara consolidación de la condición policéntrica de la Ciudad de México [Ramírez, 2016b: 112-118].

⁶⁴ Programa de Ordenación de la Zona Metropolitana del Valle de México (POZMVM) [2011], PUEC-Coordinación de Humanidades-UNAM/Fondo Metropolitano del Valle de México.

Pese a lo anterior, es pertinente hacer algunas preguntas que den clara evidencia empírica de las condiciones de las estructuras de población, vivienda y empleo en la Ciudad de México y su Zona Metropolitana en este periodo. Esta evidencia permitirá identificar los patrones espaciales que siguen dichas estructuras y que dan lugar a los usos de suelo urbano que tiene la ciudad, y que a su vez permitirán la construcción de cualquier instrumento de prospectiva territorial.

Para conocer con detalle los patrones que han seguido los usos de suelo urbano en la Ciudad de México y su ZM, se propone responder las siguientes preguntas:

- a) ¿Cuáles son las áreas de la Ciudad de México y su ZM de mayor densidad en materia de población y vivienda, así como de empleo industrial, de comercio y de servicios entre 1990 y 2010?
- b) ¿Cómo es la distribución geográfica de los hogares por tamaño y dónde están las áreas con mayor número de habitantes promedio en la Ciudad de México y su ZM, entre 1990 y 2010?
- c) ¿En cuáles áreas de la Ciudad de México y su ZM se encuentra la mayor asociación entre zonas de alta concentración de empleo y sus zonas vecinas?

A continuación se realiza un análisis exploratorio de datos espaciales (ESDA) para la Ciudad de México y su ZM.⁶⁵

⁶⁵ Las unidades espaciales para este análisis son las denominadas celdas territoriales (CT) (un total de 52459 CT abarcan toda el área de estudio). Se usaron población total, viviendas habitadas, población ocupada en industria, comercio y servicios como variables de análisis, y su concepto coincide con el del Inegi. Asimismo, los datos por cada CT se construyeron para cada variable a partir de los Censos de Población y Vivienda (CPV) y de los Censos Económicos (CE) del Inegi levantados entre 1990 y 2010, esto es, 1990, 2000 y 2010 para los CPV, y 1989, 1994, 1999, 2004 y 2009 para los CE. Para mayores detalles sobre la construcción de la base de datos respectiva, se puede consultar el capítulo IV de este trabajo.

Densidades de población, vivienda y empleo en la Ciudad de México y su ZM entre 1990 y 2010

Para conocer las áreas y densidades de población, vivienda y empleo de la ciudad, se empleó la rutina Percentile Map del programa GeoDa, versión 1.6.61.⁶⁶ Para cada caso se analizan las variables⁶⁷ por periodo (1990, 2000 y 2010) y se genera un mapa con el programa ArcGIS, versión 10, a partir de los resultados generados en GeoDa.

Población y vivienda

Los resultados obtenidos para los tres periodos fueron similares en cuanto a las zonas identificadas, esto es, no existen cambios sustanciales de un periodo a otro.

De allí que entre 1990 y 2010 las áreas de alta densidad en materia de población y vivienda se dieron principalmente en los municipios de Nezahualcóyotl, Iztapalapa y Gustavo A. Madero.⁶⁸ También, otras de las principales delegaciones y municipios en este sentido están localizadas al oriente y norte de la ciudad (con excepción de Naucalpan, que está al poniente). No obstante, las tres antes mencionadas abarcan una extensión de zonas de alta densidad significativamente mayores que el resto de unidades político-administrativas en la

⁶⁶ Percentile Map es una rutina, ubicada en la sección Map de GeoDa, para identificación de niveles de heterogeneidad espacial, esto es, para conocer el grado de diferencia entre unidades espaciales respecto de una variable de estudio. La determinación del grado de diferencia en el caso de Percentile Map se realiza mediante el cálculo de percentiles, como se hace en un ejercicio de estadística descriptiva común.

⁶⁷ Las variables analizadas en este apartado son PT1990, PT2000, PT2010 para población total; VH1990, VH2000, VH2010 para viviendas habitadas; POI1990, POI2000, POI2010 para empleo en industria; POC1990, POC2000, POC2010 para empleo en comercio, y POSG1990, POSG2000, POSG2010 para empleo en servicios y empleo de gobierno.

⁶⁸ Decir "área de alta densidad" significa que tiene una concentración de población y/o empleo significativamente mayor que el resto del territorio. De este modo, en estas zonas se da un promedio de 27 500 habitantes por km², mientras que en el resto del territorio el promedio es de no más de 5 000 habitantes por km².

ciudad. Entre estas tres unidades (Nezahualcóyotl, Iztapalapa y Gustavo A. Madero) abarcan en extensión una superficie equivalente al total de las siguientes 17 unidades. Esto significa que el norte y el oriente de la ciudad no solo están altamente concentrados en materia de población y vivienda, sino que también lo hacen en una superficie urbana muy extendida.

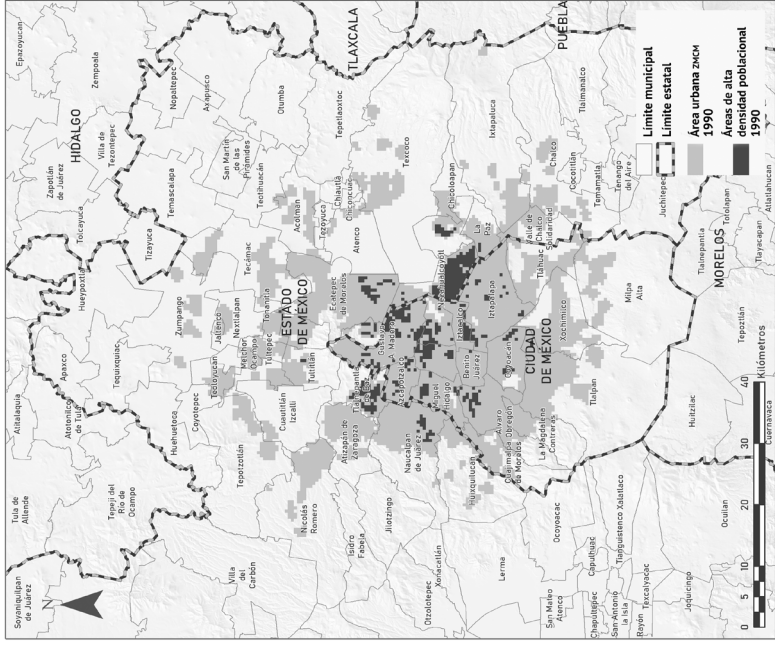
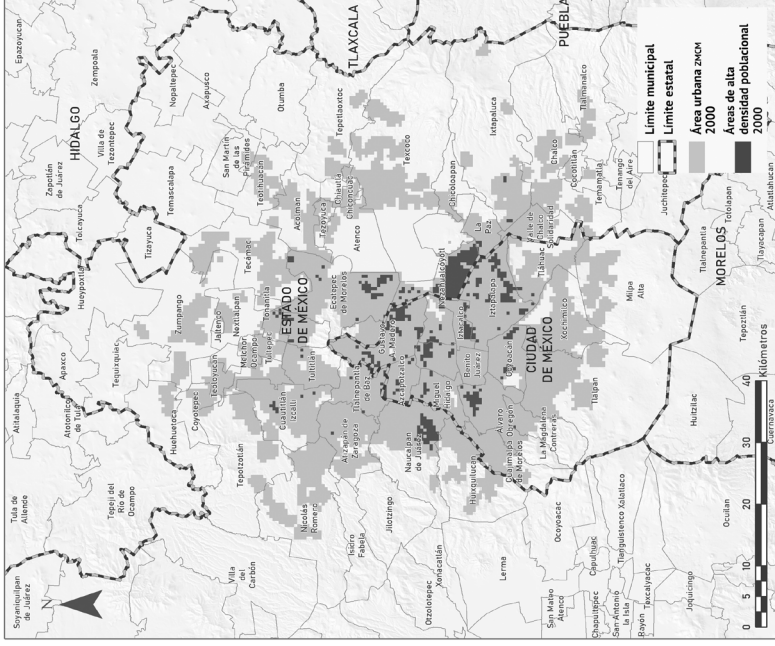
En el cuadro 3.1 y en los mapas 3.2 y 3.3 se muestran las densidades poblacionales y de vivienda para las 20 delegaciones políticas y municipios de mayor densidad y extensión entre 1990 y 2010.

CUADRO 3.1. Primeros 20 municipios y delegaciones con mayor extensión de zonas de alta densidad poblacional y de vivienda (1990-2010)

Municipio/Delegación	Población		Vivienda	
	Área (km ²)	Densidad prom.	Área (km ²)	Densidad prom.
Nezahualcóyotl	27.67	28082.31	22.33	6 289.14
Iztapalapa	18.08	27 485.52	12.75	6 005.30
Gustavo A. Madero	16.67	26 922.03	17.00	6 369.56
Naucalpan de Juárez	9.00	29 032.40	7.67	6 718.29
Ecatepec de Morelos	8.42	17 395.87	4.67	6 438.16
Cuauhtémoc	8.17	30 007.68	13.17	7 360.51
Iztacalco	7.08	29 001.78	7.50	6 541.04
Álvaro Obregón	6.83	29 616.16	7.00	6 821.96
Tlalnepantla de Baz	5.33	30 281.05	4.92	7 119.48
Coyoacán	4.92	29 632.96	5.75	6 783.35
Azcapotzalco	4.50	27 450.11	5.42	6 244.04
Venustiano Carranza	3.08	27 296.38	4.08	6 563.40
Miguel Hidalgo	2.83	29 290.38	4.75	6 963.05
Chimalhuacán	2.13	36 907.73	3.75	6 989.06
Cuautitlán Izcalli	1.75	27 241.83	1.63	6 619.29
Tultitlán	1.25	27 044.77	1.00	6 868.00
Coacalco de Berriozábal	1.25	26 952.00	1.13	6 542.66
Ixtapaluca	1.00	26 113.00	0.50	6 887.00
Magdalena Contreras	0.83	24 831.62	0.58	6 171.47
Tláhuac	0.50	27 028.00	0.63	6 713.00

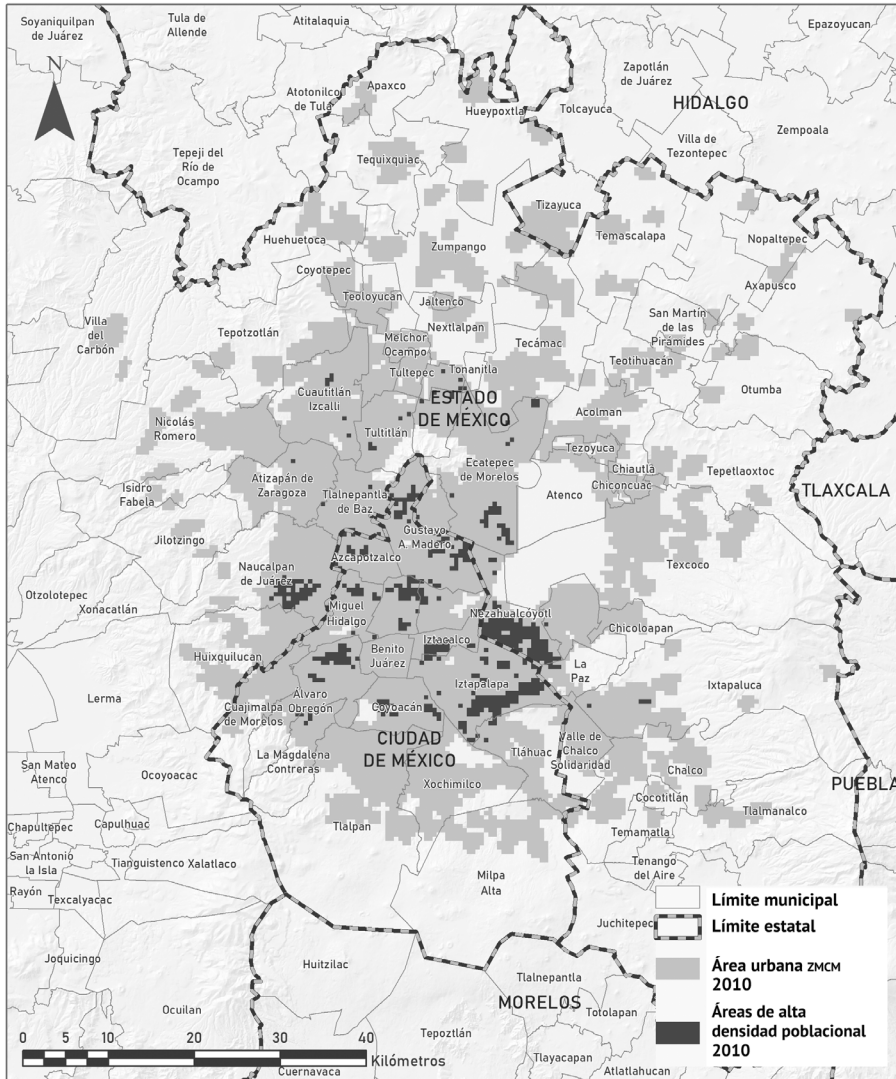
Fuente: elaboración propia.

MAPA 3.2. Zonas de mayor densidad de población total de la Ciudad de México (1990-2010)



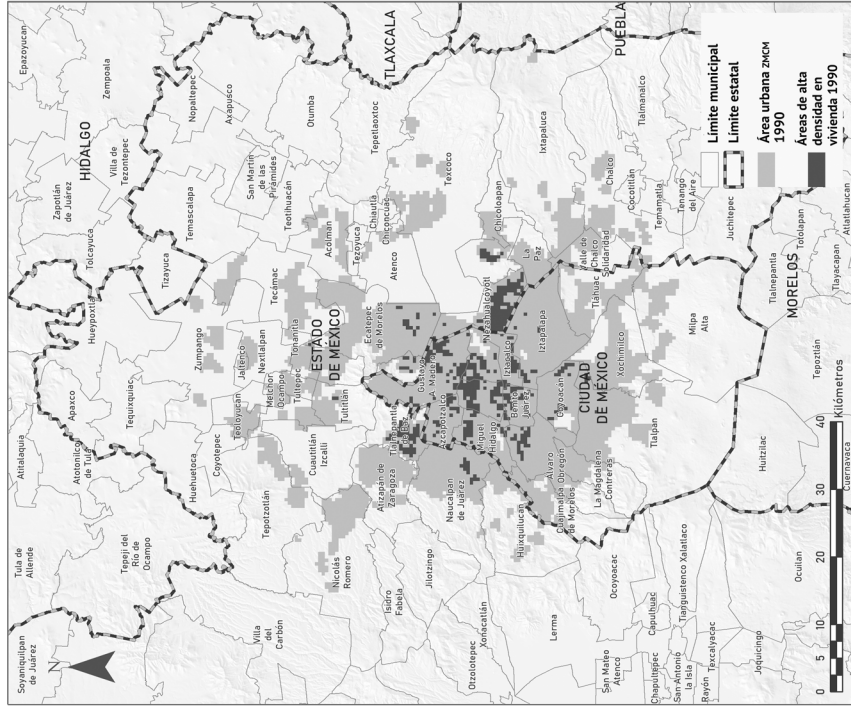
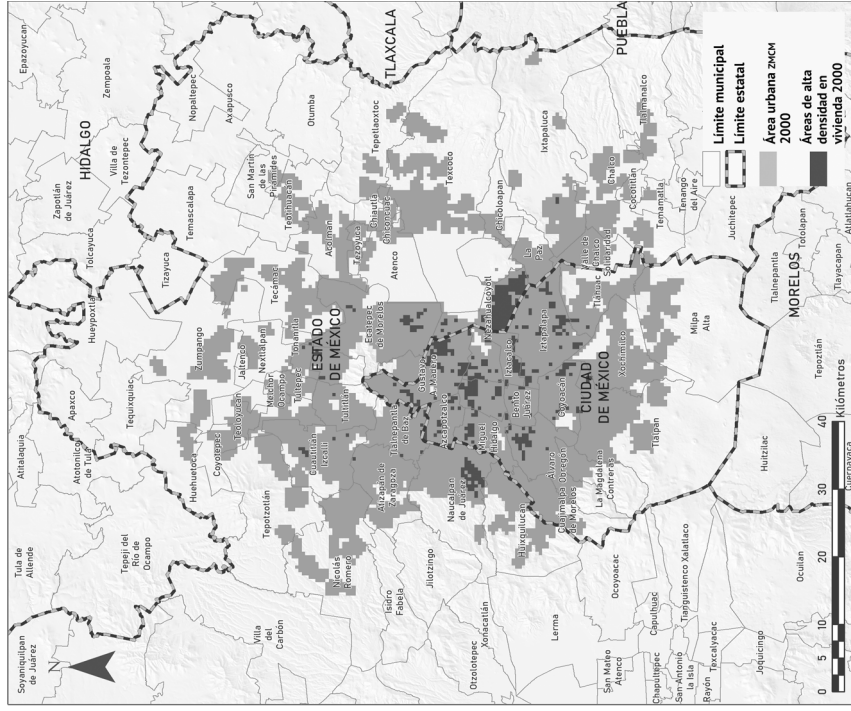
Fuente: elaboración propia a partir de datos del Inegi.

MAPA 3.2. Zonas de mayor densidad de población total de la Ciudad de México (1990-2010) (cont.)



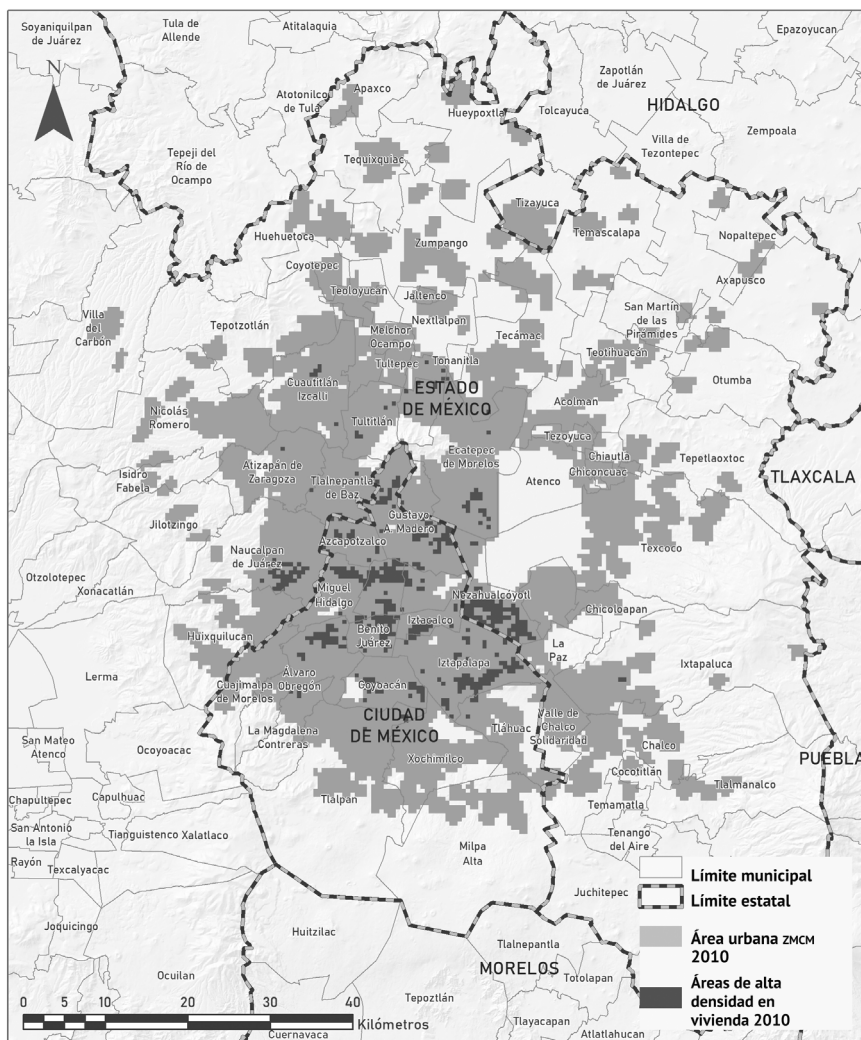
Fuente: elaboración propia a partir de datos del Inegi.

MAPA 3.3. Zonas de mayor densidad de viviendas de la Ciudad de México (1990-2010)



Fuente: elaboración propia a partir de datos del Inegi.

MAPA 3.3. Zonas de mayor densidad de viviendas habitadas de la Ciudad de México (1990-2010) (cont.)



Fuente: elaboración propia a partir de datos del Inegi.

Empleo en industria, comercio y servicios

En relación con la industria, las delegaciones y municipios que poseían mayores zonas de alta densidad entre 1990-2010 eran Azcapotzalco, Cuauhtémoc, Iztapalapa, Ecatepec e Iztacalco, aunque también destacaron Naucalpan y Miguel Hidalgo. Es importante notar que el mayor promedio de concentración de empleo en industria lo tienen Naucalpan y Miguel Hidalgo, lo que hace de la zona poniente y norponiente un importante centro industrial.

En comercio destacaron principalmente tres de las cuatro delegaciones centrales: Cuauhtémoc, Benito Juárez y Miguel Hidalgo, cuyas áreas de alta densidad casi se igualan con las restantes 17 de mayor extensión, lo que hace evidente que el comercio se concentra especialmente en las áreas centrales de la ciudad.

Respecto a los servicios se observó un patrón similar al comercio, esto es, que las zonas centrales de la ciudad poseían la mayoría de zonas de alta densidad (en el mismo orden: Cuauhtémoc, Benito Juárez y Miguel Hidalgo), pero hay que agregar que Coyoacán y Álvaro Obregón también destacaron por su número de zonas de alta densidad. Hecho consistente con los centros de actividad económica encontrados en las estructuras policéntricas de la ciudad.

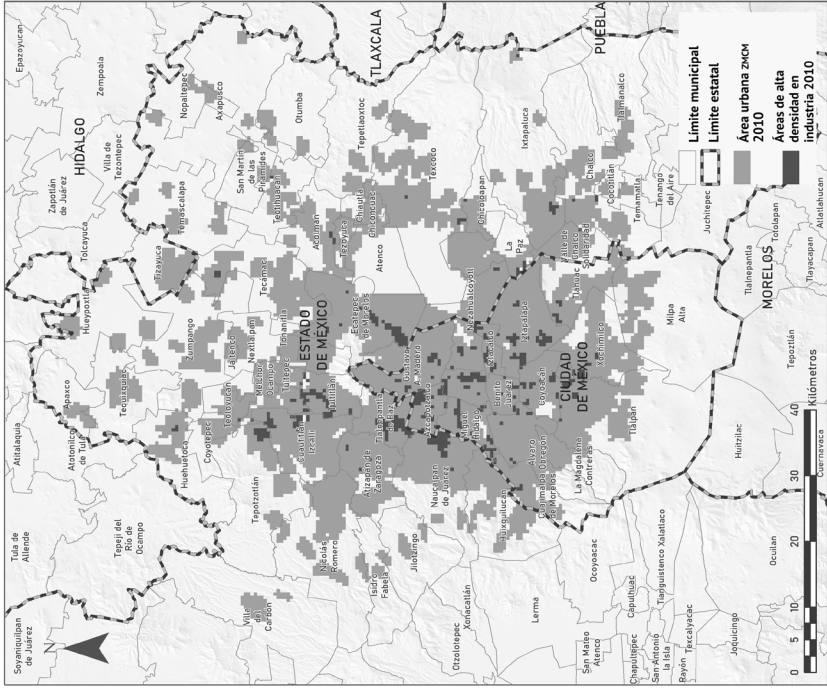
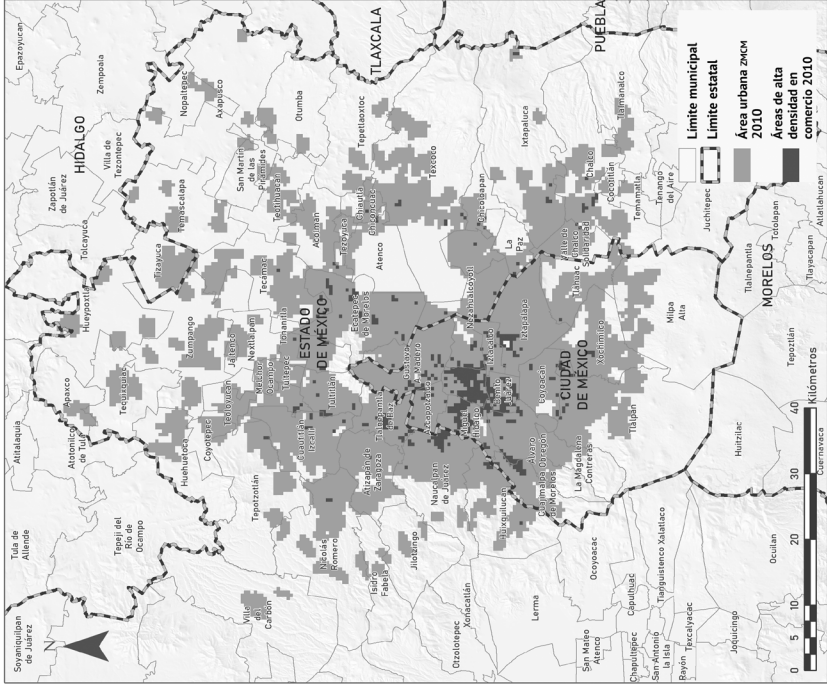
En el cuadro 3.2 se pueden observar los datos relacionados. En el mapa 3.4 se presentan únicamente los resultados para empleo en industria, comercio y servicios en 2010 (por cuestiones de espacio), pero se aclara que sí están procesados también todos los datos para 1990 y 2000.

CUADRO 3.2. Primeros 20 municipios y delegaciones con mayor extensión de zonas de alta densidad en empleo industria, comercio y servicios (1990-2010)

Municipio/ Delegación	Industria		Comercio		Servicios	
	Área (km ²)	Densidad prom.	Área (km ²)	Densidad prom.	Área (km ²)	Densidad prom.
Cuauhtémoc	11.92	4047.95	27.17	5520.83	24.58	22 529.68
Benito Juárez	6.17	2973.84	18.33	3340.72	20.58	58 492.78
Miguel Hidalgo	8.75	5790.23	13.33	3962.35	16.67	13 905.88
Coyoacán	5.92	3432.79	3.92	3175.69	12.92	8 030.34
Álvaro Obregón	3.25	2433.59	5.50	2815.10	11.42	8 830.94
Tlalpan	2.00	2908.90	3.67	3772.17	6.67	9 618.53
Naucalpan de Juárez	7.00	5333.69	5.50	8970.57	6.33	15 001.73
Gustavo A. Madero	6.42	3865.59	7.50	2599.29	5.83	6 302.63
Cuajimalpa	1.25	3092.80	3.13	3199.94	5.75	9 526.72
Azcapotzalco	16.08	4562.22	10.00	2677.53	5.25	5 069.85
Venustiano Carranza	3.17	3364.77	3.92	4134.54	3.25	8 625.37
Tlalnepantla de Baz	8.58	3519.93	5.08	2655.97	2.75	3 198.29
Iztacalco	9.92	4322.88	6.42	2965.00	2.2	16 432.17
Iztapalapa	10.90	3908.66	7.50	4895.85	2	13 026.71
Ecatepec de Morelos	10.00	4087.94	3.17	2569.41	1.5	5 084.00
Xochimilco	1.75	3228.51	1.00	3361.49	0.88	5 722.80
Tecámac	1.00	2308.00	1.25	3323.20	0.75	3 780.00
Cuautitlán Izcalli	6.13	3752.23	1.42	2769.89	0.63	3 996.50
Tepotztlán	2.75	2681.75	0.50	2984.00	0.5	7 548.00
Nezahualcóyotl	0.75	1918.50	1.13	2473.67	0.5	5 000.67

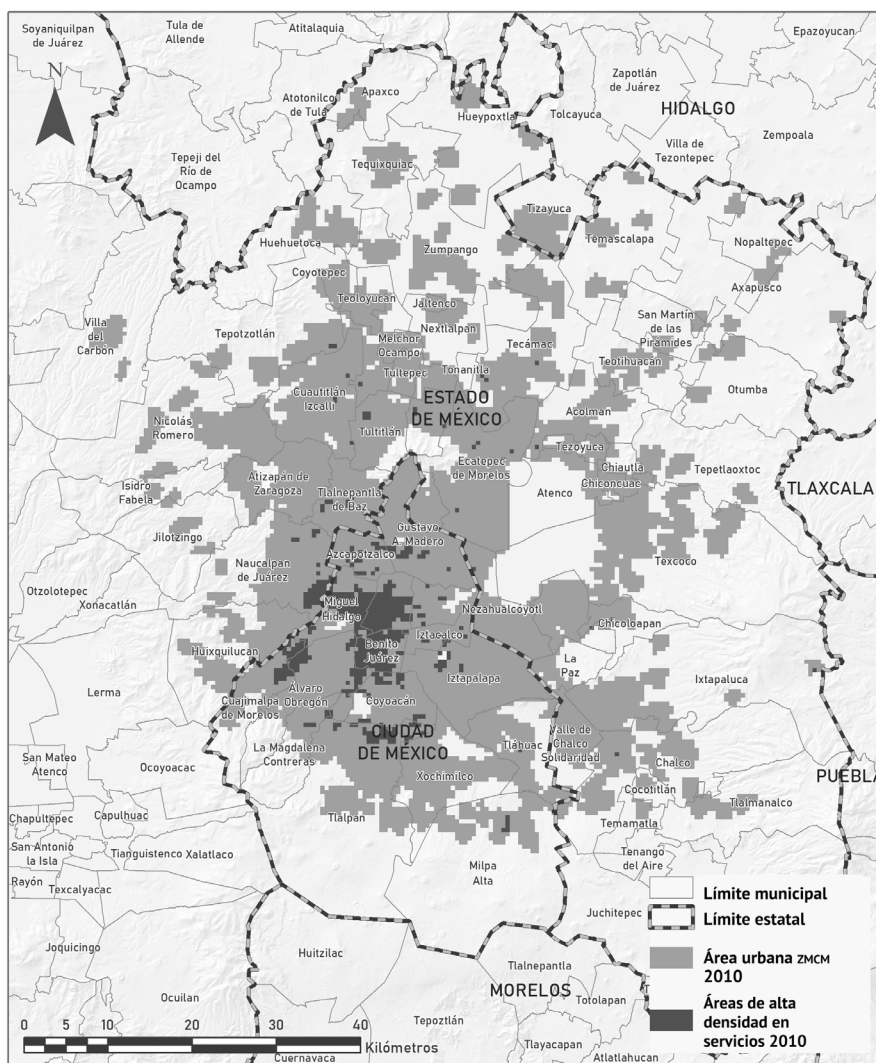
Fuente: elaboración propia.

MAPA 3.4. Zonas de mayor densidad para empleo en industria, comercio y servicios de la Ciudad de México (2010)



Fuente: elaboración propia a partir de datos del Inegi.

MAPA 3.4. Zonas de mayor densidad para empleo en industria, comercio y servicios de la Ciudad de México (2010) (cont.)



Fuente: elaboración propia a partir de datos del Inegi.

Habitantes por vivienda y su distribución en el territorio capitalino entre 1990 y 2010

Para determinar las densidades de habitantes por vivienda en la ciudad, se empleó la rutina Natural Breaks Map con cinco categorías, mediante el programa GeoDa versión 1.6.61.⁶⁹ Como en el caso anterior, se analizaron las variables⁷⁰ por periodo (1990, 2000 y 2010) y se generó un mapa en el programa ArcGIS versión 10 a partir de los resultados generados en GeoDa.

Se observó lo mismo para los tres periodos. Las zonas centrales de la ciudad se caracterizan por una densidad de habitantes por vivienda sensiblemente menor, con respecto al resto de la ciudad. Lo anterior se dio fluctuando entre dos y tres habitantes por vivienda. Las zonas centrales referidas se localizan predominantemente en Benito Juárez, Cuauhtémoc, Miguel Hidalgo, Coyoacán y Álvaro Obregón.

Se encontró que las zonas circundantes a las áreas con baja densidad son las que están alrededor de las zonas centrales de la ciudad y resultaron ser de densidad media, esto es, que alrededor de las zonas centrales la densidad de habitantes por vivienda aumenta y su clasificación pasa a una categoría "media". Los límites para esta categoría media fluctuaron entre los tres y cinco habitantes por vivienda, aproximadamente. Las zonas predominantes en esta

⁶⁹ Natural Breaks Map es una rutina, ubicada en la sección Map de GeoDa, para estratificación de variables, esto es, para crear diferentes niveles o grupos de clasificación para su posterior representación mediante un mapa. Generalmente, la creación y clasificación de grupos de valores para una variable se realiza con diversas técnicas estadísticas de estratificación. En el caso de Natural Breaks se busca reducir la varianza dentro de las clases y maximizar la varianza entre clases; para ello se emplea el método de optimización de Jenks, también llamado el método de clasificación Natural Breaks de Jenks. Es un método de agrupación de datos diseñado para determinar la mejor disposición de valores en diferentes clases. Esto se hace mediante la búsqueda de minimizar la desviación promedio de cada clase a partir de la media de clase, al tiempo que se maximiza la desviación de cada clase, a partir de las medias de los otros grupos. En otras palabras, el método busca reducir la varianza dentro de las clases y maximizar la varianza entre clases.

⁷⁰ Para conocer el número de habitantes promedio por vivienda se creó una variable llamada HPRMXV90, HPRMXV00 y HPRMXV10, resultado de dividir la población total (PT) entre el número de viviendas habitadas (VH) en cada celda territorial.

categoría resultaron Gustavo A. Madero, Azcapotzalco, Iztapalapa, Iztacalco, Tlalpan, Atizapán, Tlalnepantla, entre otras.

Finalmente, las zonas exteriores o periféricas de la ciudad, tal como los casos anteriores “envolvieron” las zonas interiores de la ciudad representando un estrato con una densidad de habitantes por vivienda sensiblemente mayor que los casos anteriores. Esto significa que dichas zonas poseen más habitantes por vivienda que las zonas interiores. Los límites para esta categoría rebasaron los cinco habitantes por vivienda, aproximadamente. Las zonas predominantes en esta categoría son Texcoco, Tecámac, Chalco, Ecatepec, Nicolás Romero, Acolman, Huixquilucan, Ixtapaluca, La Paz, Tlalmanalco, Atenco, Tezoyuca, etcétera.

Cabe decir que en ciertas zonas se presentó una categoría especial donde los habitantes por vivienda son “muchos”, esto es, áreas específicas con una muy alta densidad, pero que se justifica por una actividad específica, bien localizada en el sitio, por ejemplo, Naucalpan, donde se encuentra la Sedena, de allí que se clasificara en esta categoría especial.

En el cuadro 3.3 y el mapa 3.5 se ilustran las categorías y su distribución para cada periodo.

Patrones de asociación espacial del empleo industrial, de comercio y de servicios en la Ciudad de México y su ZM entre 1990 y 2010

Este tipo de análisis ya ha sido realizado para la Ciudad de México y su Zona Metropolitana en otros periodos y se ha dejado en claro cuáles son esos patrones [Ramírez, 2016b]. Pese a ello, se realiza el análisis para datos de la ZMCM en los años 1990, 2000 y 2010.⁷¹

⁷¹ Determinar los patrones de asociación espacial de algún atributo significa conocer cuáles áreas tienen una fuerte correlación con áreas vecinas, al estar ambas en un nivel muy alto de incidencia en dicho atributo. De esta manera, si un área tiene una alta concentración en empleo industrial y su vecina, es decir, otra área que sea contigua físicamente también la tiene, se dice entonces que existe correlación espacial entre ambas y de allí una fuerte asociación espacial.

Conocer estos patrones de asociación espacial es muy útil para saber en cuáles áreas se localizan ciertos patrones de concentración, ya sea económica o poblacional, que señalan zonas industriales, parques tecnológicos, áreas comerciales importantes y otras variedades de centros de actividad económica o poblacional.

CUADRO 3.3. Municipios y delegaciones por categoría de densidad de habitantes por vivienda promedio (1990-2010)

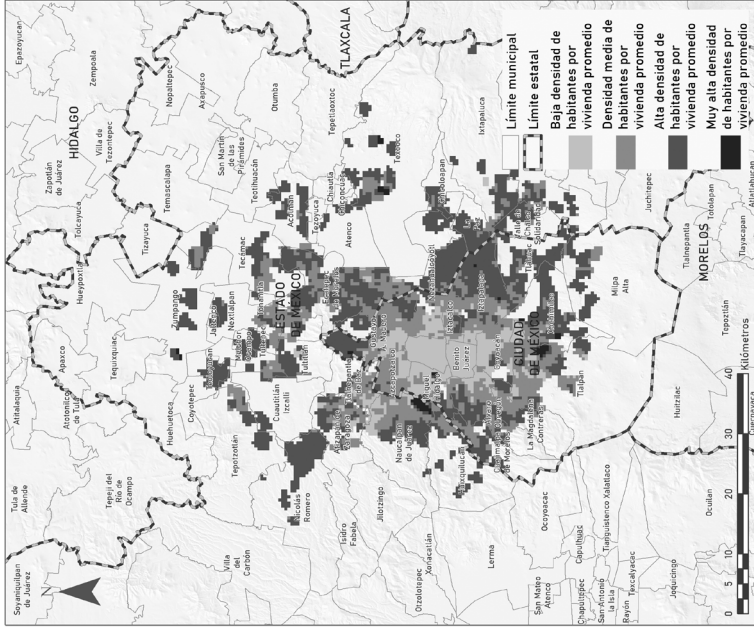
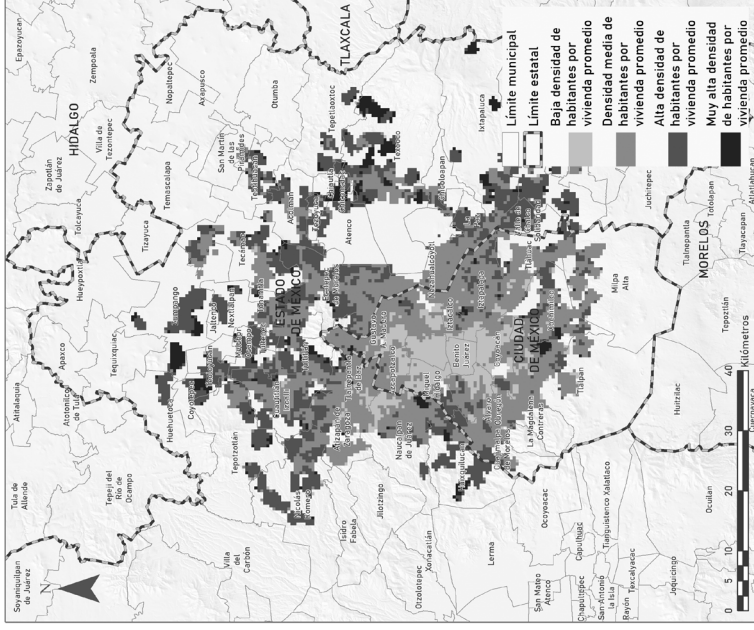
Municipio/delegación	Extensión en km ² por municipio y delegación. Densidad de habitantes por vivienda en 1990			Extensión en km ² por municipio y delegación. Densidad de habitantes por vivienda en 2000			Extensión en km ² por municipio y delegación. Densidad de habitantes por vivienda en 2010				
	Baja	Media	Alta	Municipio/delegación	Baja	Media	Alta	Municipio/delegación	Baja	Media	Alta
Cuahtémoc	32.50	1.00	0.00	Coyoacán	31.50	26.25	0.50	Benito Juárez	24.75	0.00	0.00
Coyoacán	28.00	23.00	7.25	Cuahtémoc	28.00	5.50	0.00	Cuahtémoc	19.75	12.75	0.75
Benito Juárez	24.75	0.00	0.00	Benito Juárez	24.75	0.00	0.00	Miguel Hidalgo	18.00	17.25	3.75
Miguel Hidalgo	18.50	11.50	7.25	Miguel Hidalgo	21.25	10.50	6.75	Coyoacán	17.75	38.25	2.25
Venustiano Carranza	10.75	8.75	3.25	Alvaro Obregón	18.50	36.25	10.00	Alvaro Obregón	7.50	40.75	15.75
Gustavo A. Madero	16.25	42.25	38.50	Gustavo A. Madero	16.25	73.75	7.25	Naucalpan de Juárez	6.75	39.25	37.75
Tlalpan	14.00	49.00	23.00	Naucalpan de Juárez	16.00	48.00	9.75	Tlalnepan de Baz	1.25	36.50	19.75
Naucalpan de Juárez	12.75	31.50	25.00	Tlalpan	15.50	71.50	9.25	Gustavo A. Madero	3.25	69.25	26.25
Azapotzalco	10.75	27.50	3.00	Azapotzalco	12.00	28.50	0.75	Azapotzalco	2.75	36.50	1.75
Iztacalco	7.50	18.50	5.50	Venustiano Carranza	9.00	13.75	0.00	Atzapán de Zaragoza	2.50	55.25	27.50
Tlalnepan de Baz	5.25	13.50	12.50	Iztapalapa	8.75	86.25	21.75	Iztacalco	2.25	24.50	4.75
Tlittlián	2.50	32.00	14.25	Iztacalco	7.00	22.25	1.50	Venustiano Carranza	1.75	17.50	3.25
Magdalena Contreras	2.25	1.50	10.25	Atzapán de Zaragoza	5.50	61.75	13.00	Magdalena Contreras	1.75	13.25	13.25
Coacalco de Berrizábal	2.00	17.00	4.75	Tlalnepan de Baz	5.00	39.75	10.25	Tepetlaoxtoc	0.75	1.00	0.00
Atzapán de Zaragoza	8.00	23.00	23.75	Tláhuac	4.25	36.25	11.00	La Paz	0.25	4.00	3.75
Iztapalapa	7.25	41.75	67.50	Magdalena Contreras	3.00	22.00	1.50	Coacalco de Berrizábal	0.00	21.00	5.00
Ixtapalapa	2.25	6.00	23.25	Xochimilco	2.50	46.50	20.50	Tecámac	1.50	33.25	43.75
Ecatepec de Morelos	1.75	46.50	84.50	Cuautitlán Izcalli	1.50	44.25	35.50	Iztapalapa	1.25	42.25	73.75
Nezahualcóyotl	1.00	10.00	35.25	Milpa Alta	1.50	39.50	8.00	Xochimilco	1.25	12.75	57.00
Xochimilco	0.75	15.50	44.00	Temamatla	0.50	2.75	0.25	Milpa Alta	1.00	4.75	40.75
Cuautitlán	0.50	7.50	9.25	Tecámac	1.00	31.75	31.25	Huixquilucan	0.75	23.50	35.75
Tepotzotlán	0.25	9.25	16.25	Cuajimalpa de Morelos	1.00	29.25	18.75	Tlalpan	5.25	41.75	55.25
Jaltenco	0.25	1.25	6.25	Coacalco de Berrizábal	0.25	20.50	5.25	Cuautitlán Izcalli	4.75	38.25	49.75
Tecámac	0.00	18.75	28.50	Nezahualcóyotl	0.00	44.50	1.50	Cuajimalpa de Morelos	3.50	10.25	34.75
Cuajimalpa de Morelos	0.00	11.75	27.25	Cuautitlán	0.00	6.75	0.25	Chalco	0.50	10.75	58.25
Texcoco	0.00	11.25	36.75	San Martín de las Pirámides	0.00	3.50	2.25	Zumpango	0.50	7.25	57.50
Milpa Alta	0.00	8.00	26.75	Texcoco	1.00	32.75	48.25	Nicolás Romero	0.50	6.50	73.75
Huixquilucan	0.00	7.75	21.75	Chalco	1.00	8.75	53.00	Ixtapalapa	0.25	21.75	46.25
Chalco	0.00	7.25	33.25	Ecatepec de Morelos	0.75	63.50	77.50	Chicolapan	0.25	7.75	10.50
Tláhuac	0.00	5.00	39.00	Nicolás Romero	0.75	18.00	57.75	Tláhuac	0.25	7.50	43.00

CUADRO 3.3. Municipios y delegaciones por categoría de densidad de habitantes por vivienda promedio (1990-2010) (continuación)

Municipio/delegación	Extensión en km ² por municipio y delegación. Densidad de habitantes por vivienda en 1990			Extensión en km ² por municipio y delegación. Densidad de habitantes por vivienda en 2000			Extensión en km ² por municipio y delegación. Densidad de habitantes por vivienda en 2010				
	Baja	Media	Alta	Municipio/delegación	Baja	Media	Alta	Municipio/delegación	Baja	Media	Alta
Tultepec	0.00	4.75	11.25	Acolman	0.50	14.50	22.50	Valle de Chalco Solidaridad	0.25	6.50	28.00
Acolman	0.00	4.25	25.75	Teotihuacán	0.50	4.50	15.00	Tepezotlián	0.25	5.00	34.00
Valle de Chalco Solidaridad	0.00	4.00	17.75	Zumpango	0.50	2.50	32.75	Acolman	0.25	4.75	38.25
Chicoloapan	0.00	1.50	12.75	Nextlalpan	0.50	0.50	10.75	Tlalnahuac	0.25	2.25	13.00
La Paz	0.00	1.25	18.50	Tepezotlián	0.25	11.50	23.25	Melchor Ocampo	0.25	1.75	14.25
Nicolás Romero	0.00	0.75	45.50	Valle de Chalco Solidaridad	0.25	7.50	25.75	Teotihuacán	0.25	1.50	20.75
Chimalhuacán	0.00	0.50	16.00	Teoloyucán	0.25	5.00	16.25	Coyotepec	0.25	0.00	16.00
Nextlalpan	0.00	0.50	6.50	Tultepec	0.25	2.00	16.75	Ecatepec de Morelos	0.00	50.00	97.25
Atenco	0.00	0.25	7.25	Tepetitlaotoc	0.25	1.50	15.50	Tultitlán	0.00	21.25	28.75
Zumpango	0.00	0.00	22.25	Chiautla	0.25	0.50	3.25	Nezahualcóyotl	0.00	19.25	26.50
Teoloyucán	0.00	0.00	18.50	Coyotepec	0.25	0.00	9.50	Texcoco	0.00	13.00	104.75
Melchor Ocampo	0.00	0.00	9.75	Tultitlán	0.00	17.50	24.25	Cuatitlán	0.00	10.50	13.75
Cuatitlán Izcalli	0.00	0.00	5.75	Huixquilucan	0.00	11.00	35.75	Huehuetoca	0.00	10.25	17.25
Coyotepec	0.00	0.00	0.50	Ixtapaluca	0.00	10.50	26.25	Tultepec	0.00	4.50	14.75
Papalotla	0.00	0.00	0.50	La Paz	0.00	7.50	15.00	Chimalhuacán	0.00	2.75	44.75
				Chicoloapan	0.00	5.25	7.25	Cocotitlán	0.00	1.75	3.00
				Tlalnahuac	0.00	4.00	10.25	Jaltenco	0.00	1.00	6.75
				Chimalhuacán	0.00	2.00	4.25	Chiautla	0.00	0.50	12.00
				Atenco	0.00	1.50	11.50	Atenco	0.00	0.50	17.50
				Jaltenco	0.00	1.00	2.50	Teoloyucán	0.00	0.50	24.75
				Tezoyuca	0.00	0.75	6.75	Temamatla	0.00	0.25	3.25
				Huehuetoca	0.00	0.50	11.50	Tezoyuca	0.00	0.00	9.50
				Melchor Ocampo	0.00	0.50	10.25	Amecameca	0.00	0.00	0.00
				Papalotla	0.00	0.00	3.75	Atlautla	0.00	0.00	0.00
				Cocotitlán	0.00	0.00	3.50	Ayapango	0.00	0.00	0.00
								Chiconcuac	0.00	0.00	2.75
								Ecatepec	0.00	0.00	0.00
								Juchitepec	0.00	0.00	0.00
								Nextlalpan	0.00	0.00	13.25
								Ozumba	0.00	0.00	0.00
								Papalotla	0.00	0.00	4.00
								San Martín de las Pirámides	0.00	0.00	6.50
								Tenango del Aire	0.00	0.00	0.00
								Tepetitlaxpa	0.00	0.00	18.50

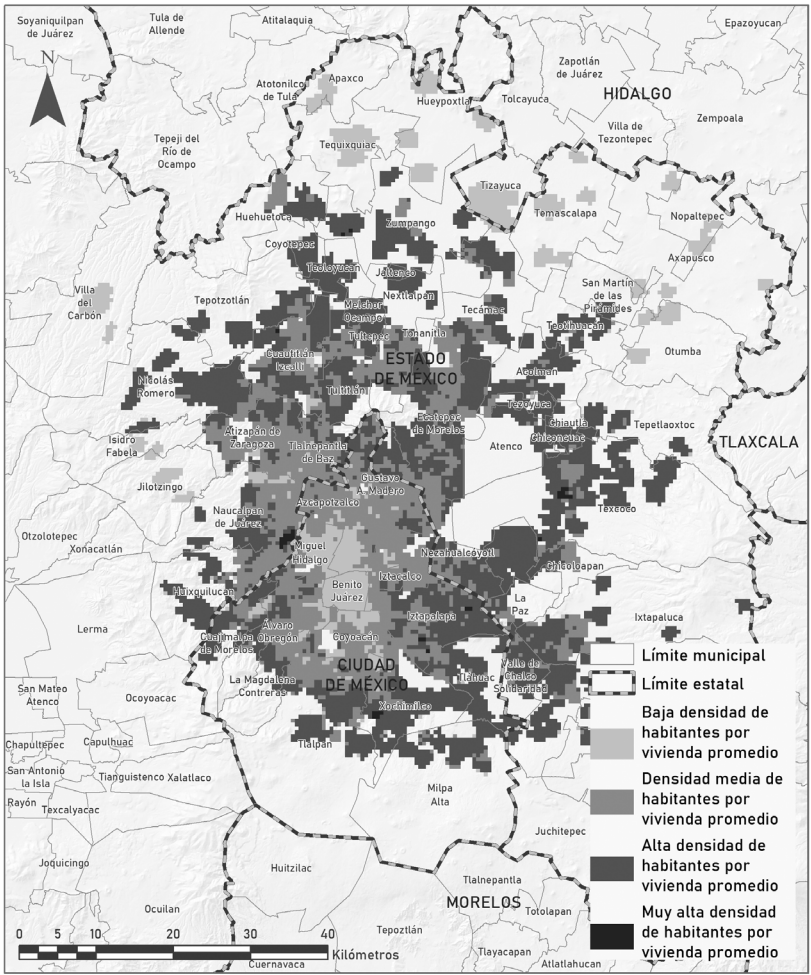
Fuente: elaboración propia.

MAPA 3.5. Densidad de habitantes promedio por vivienda de la Ciudad de México (1990-2010)



Fuente: elaboración propia a partir de datos del Inegi.

MAPA 3.5. Densidad de habitantes promedio por vivienda de la Ciudad de México (1990-2010) (cont.)



Fuente: elaboración propia a partir de datos del Inegi.

Para conocer estos patrones en las áreas al interior de la ciudad se empleó la rutina Univariate Local Moran's I de GeoDa versión 1.6.61,⁷² con un nivel de significancia estadística de 1 %.

Para cada caso se analizan las variables⁷³ por periodo (1990, 2000 y 2010) y se generó un mapa en ArcGIS versión 10, a partir de los resultados generados en GeoDa.

Industria

Es claro que la industria en la Ciudad de México y su zona tiende a una localización hacia la periferia metropolitana. Los desplazamientos que la industria capitalina ha tenido con los años son "hacia afuera" y, específicamente, siguiendo las redes de transporte más importantes y que conectan la ciudad con otras localidades.

Entonces es posible observar que la industria se localiza sobre todo hacia el norte, muy cerca de las autopistas hacia Querétaro y Pachuca. Son varias las localidades donde de manera importante se ubica la industria capitalina, por ejemplo, Cuautitlán Izcalli, Cuautitlán de Romero Rubio, Tepozotlán, Tultitlán,

⁷² Univariate Local Moran's I es una rutina ubicada en la sección Space de GeoDa para determinación del índice local de Moran, mismo que calcula el nivel de correlación espacial existente, mediante una matriz de vecindades o contigüidades denominada matriz espacial de pesos, que previamente debe definirse, además de seleccionar un nivel de significancia estadística o p-value. El índice de Moran Ii, cada día más usado debido a su eficacia, se expresa a continuación:

$$I_i = \frac{(x_i - \mu)}{m_0} \sum_j w_{ij} (x_j - \mu)$$

Donde:

$$m_0 = \sum (x_i - \mu)^2 / n$$

Donde w_{ij} es la matriz espacial de pesos definida para los sitios i, j , x_j es la observación en la unidad espacial j y μ es el promedio de todas las observaciones.

⁷³ Las variables analizadas en este apartado son PT1990, PT2000, PT2010 para población total; VH1990, VH2000, VH2010 para viviendas habitadas; POI1990, POI2000, POI2010 para empleo en industria; POC1990, POC2000, POC2010 para empleo en comercio, y POSG1990, POSG2000, POSG2010 para empleo en servicios y empleo de gobierno.

Ecatepec de Morelos, etcétera. La tendencia entre 1990 y 2010 es al desplazamiento hacia fuera, esto es, cada vez más lejos del centro de la ciudad.

Cabe decir que se ha detectado la pérdida de peso productivo de zonas más cercanas al centro en beneficio de áreas más lejanas [Ramírez, 2016b: 79-111], sin omitir otros sitios importantes que fueron clave en la actividad industrial de la ciudad, pero que hoy pierden peso, por ejemplo, Azcapotzalco, Miguel Hidalgo, Tlalnepantla y Naucalpan.

Otros sitios industriales importantes se localizan al oriente: Iztapalapa e Iztacalco.

En el mapa 3.6 puede apreciarse este proceso.

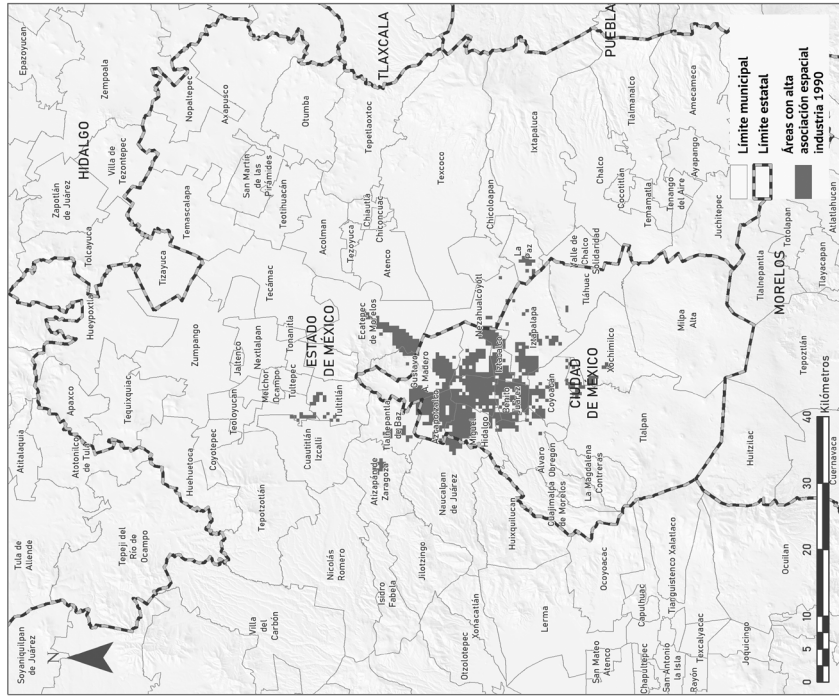
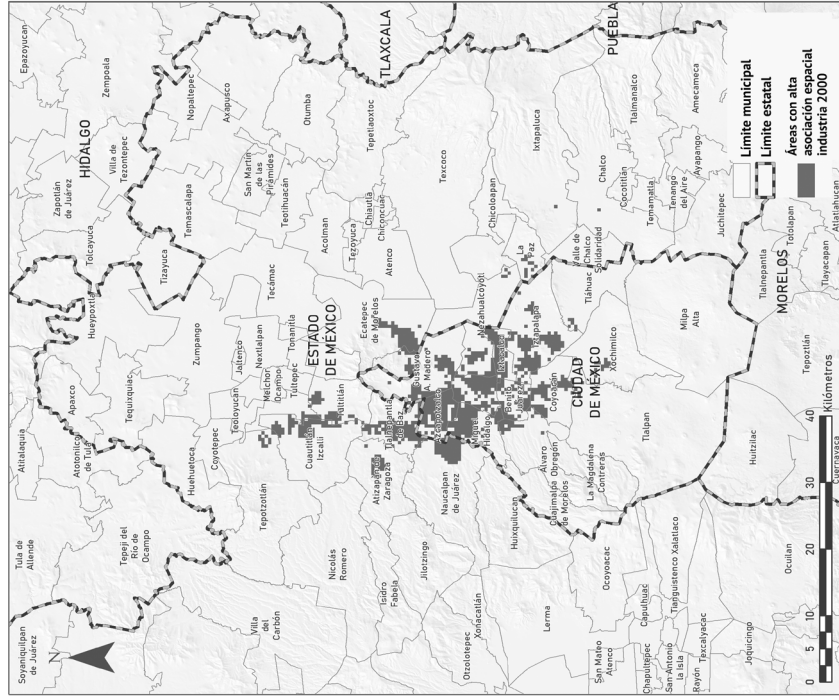
Comercio

Pese a que el comercio en la Ciudad de México se encuentra presente en todo el territorio de la ciudad y su Zona Metropolitana, las áreas de mayor concentración y el comercio al por mayor se encuentran en áreas centrales de la ciudad, es decir, el Centro Histórico y algunas otras muy específicas, como la Central de Abastos en Iztapalapa.

Es importante decir que muchas de las áreas dedicadas a la industria son, a su vez, lugares donde también se ejerce el comercio. Lo anterior se debe a que actividades como el procesamiento de alimentos, por ejemplo, incluye actividades de distribución. Tenemos el rastro en Azcapotzalco, dedicado a la producción de carne para el consumo humano y que también la comercializa. De ahí que muchos sitios de industria se fusionan con el comercio inherente a su actividad.

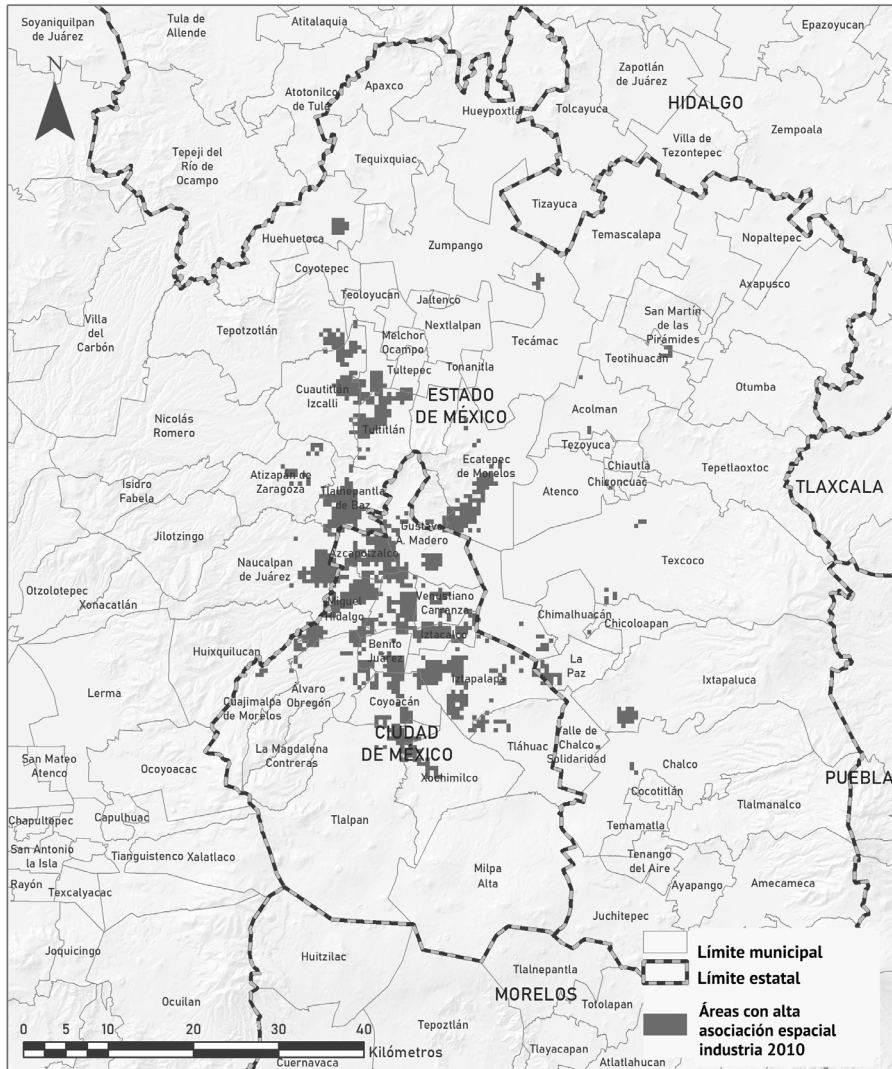
Con el paso del tiempo la situación es similar; sin embargo, se observan nuevas concentraciones en áreas de Naucalpan y Cuajimalpa, esto es, en nuevas áreas donde los servicios también han surgido. En el mapa 3.7 puede apreciarse la localización del comercio en la ciudad.

MAPA 3.6. Patrones de asociación espacial del empleo en industria de la Ciudad de México y su ZM (1990-2010)



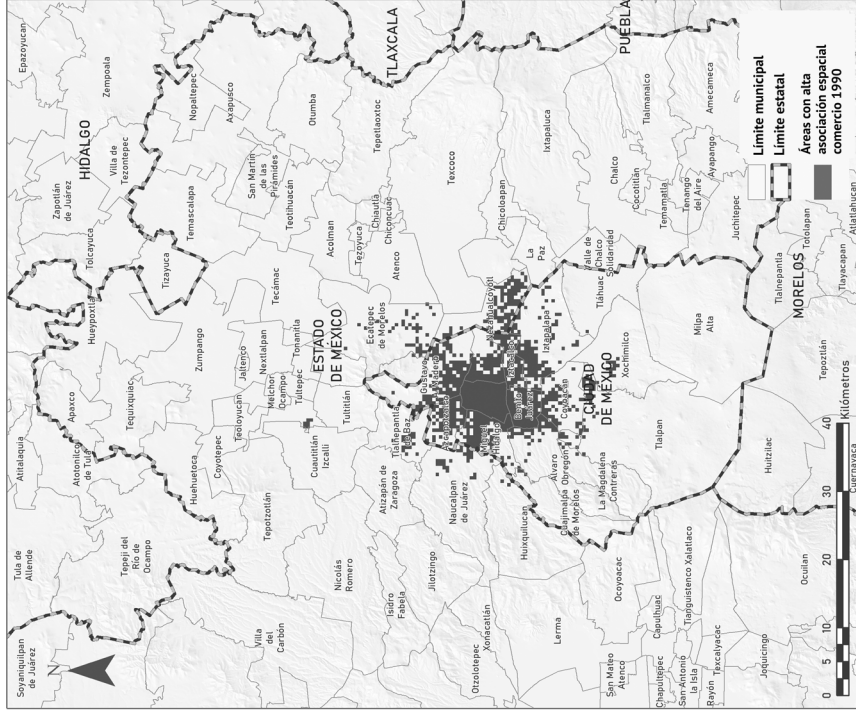
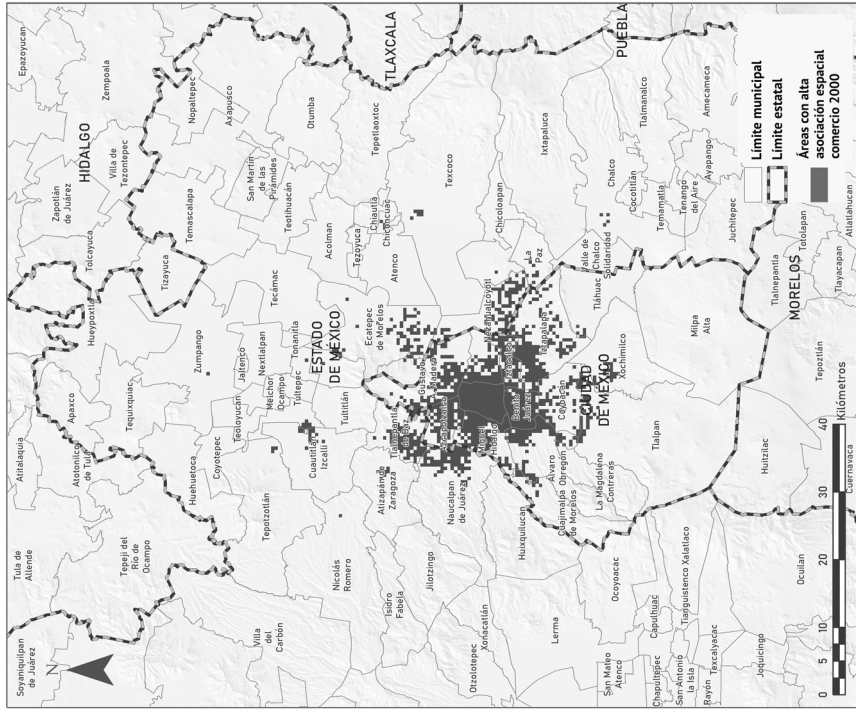
Fuente: elaboración propia a partir de datos del Inegi.

MAPA 3.6. Patrones de asociación espacial del empleo en industria de la Ciudad de México y su ZM (1990-2010) (cont.)



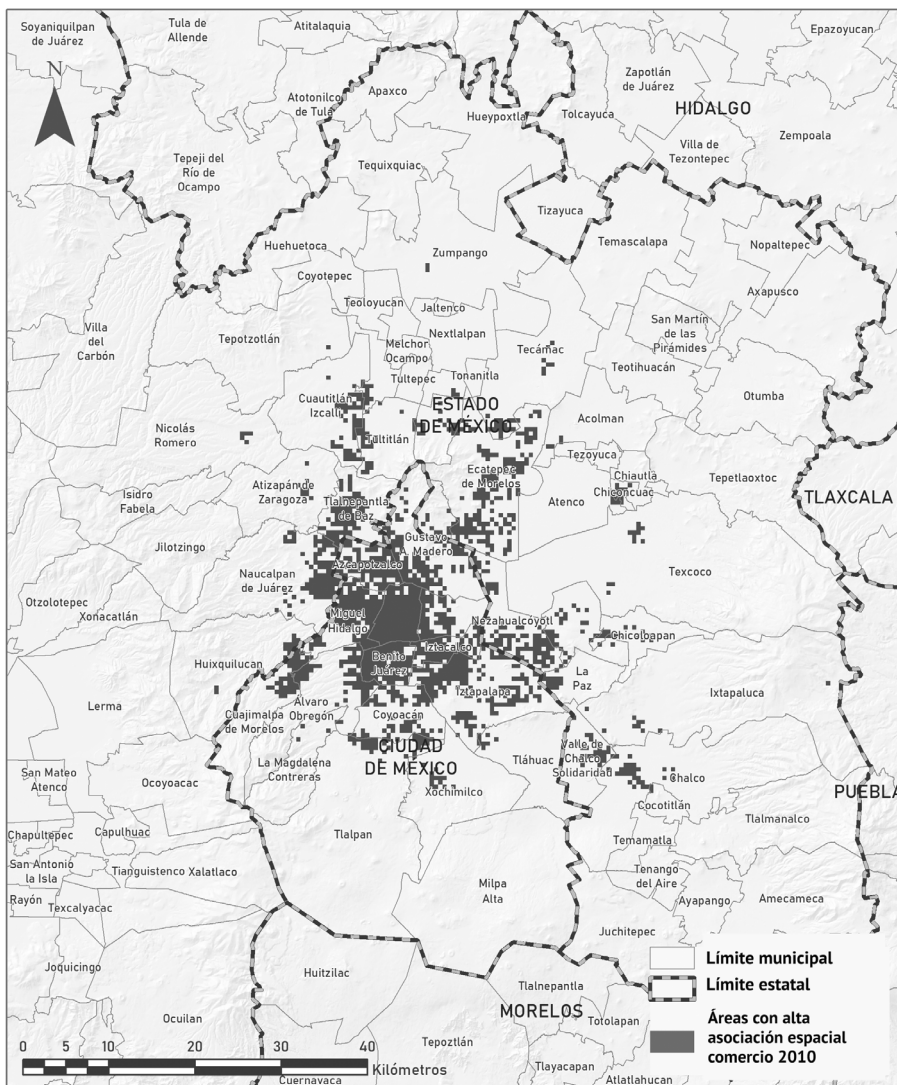
Fuente: elaboración propia a partir de datos del Inegi.

MAPA 3.7. Patrones de asociación espacial del empleo en comercio de la Ciudad de México y su ZM (1990-2010)



Fuente: elaboración propia a partir de datos del Inegi.

MAPA 3.7. Patrones de asociación espacial del empleo en comercio de la Ciudad de México y su ZM (1990-2010) (cont.)



Fuente: elaboración propia a partir de datos del Inegi.

Servicios

Los servicios han mantenido altos niveles de centralidad de manera tradicional, porque se localizan, precisamente, en las áreas centrales de la ciudad. Los servicios, específicamente los de alto valor (dirigidos al productor), se ubican en Cuauhtémoc, Benito Juárez y Miguel Hidalgo, Álvaro Obregón, Coyoacán y Tlalpan. No obstante, y debido al cambio en ciertas políticas a partir de los ochenta [Ramírez, 2016b: 79-111], los servicios se han desplazado lentamente a otros sitios, tal como ha sucedido en Santa Fe, Bosques de las Lomas y Lomas de Chapultepec, todas ubicadas en Miguel Hidalgo y Cuajimalpa.

En el mapa 3.8 puede apreciarse la localización de los servicios en las áreas centrales de la ciudad y su paulatina ocupación en zonas como Santa Fe, al poniente de la Ciudad de México.

• • • • •

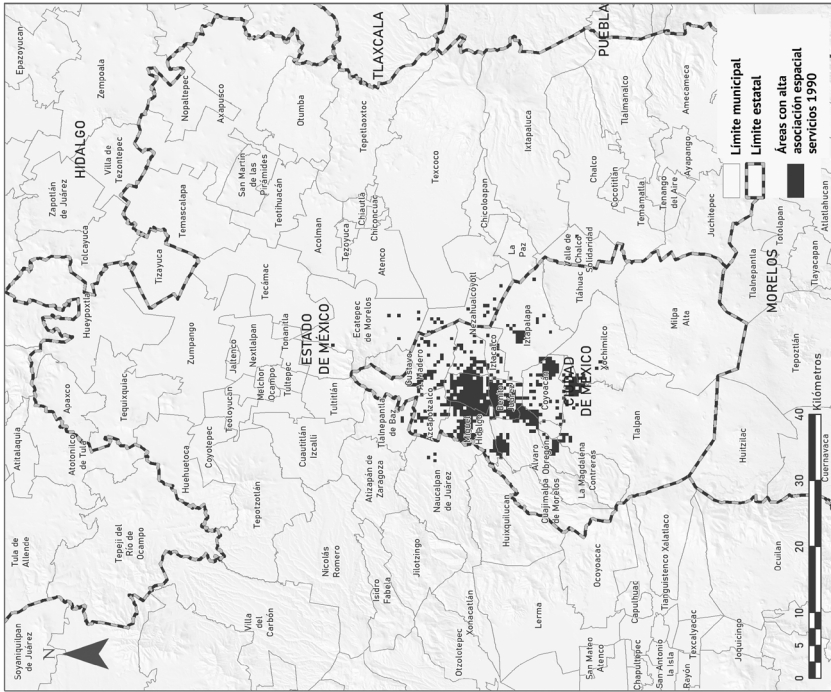
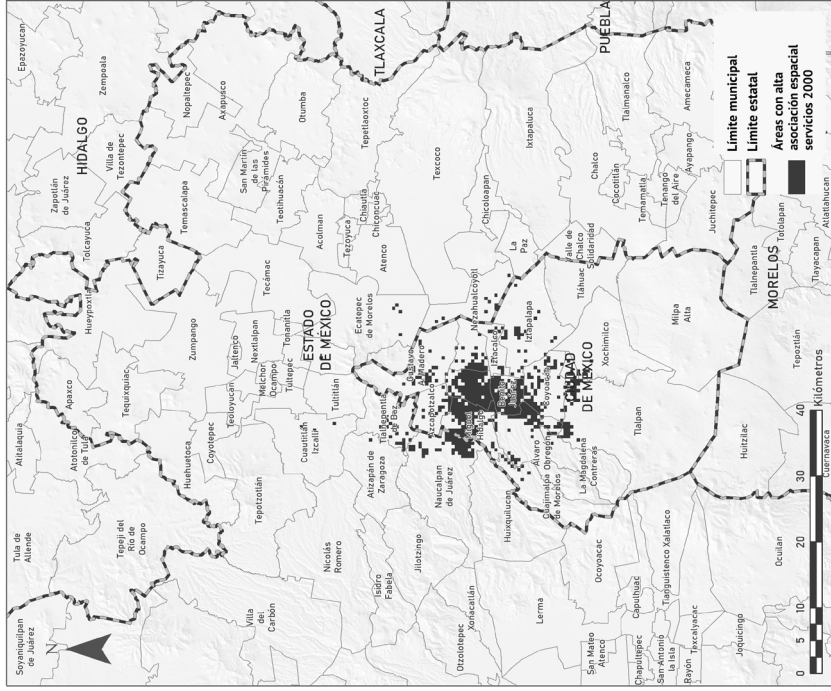
Descripción de los patrones de uso de suelo de la Ciudad de México y su ZM entre 1990 y 2010, con base en las conclusiones del análisis ESDA

Dados los hallazgos en el punto anterior es posible describir los usos de suelo que existen en la Ciudad de México y su Zona Metropolitana en función de la ocupación económica que se ha hecho de ellos entre 1990 y 2010. Claramente, los usos de suelo pueden ser modificados con el tiempo y ello se debe al crecimiento económico, así como a la expansión de la ciudad.

Cada porción de territorio urbano, no solo en la Ciudad de México sino en cualquier ciudad, se compone de actividad económica mixta, por lo que en un mismo territorio existen industria, comercio, servicios y actividad poblacional. Sin embargo, para definir la actividad preponderante se analizó toda la información, y las técnicas para el ESDA permitieron discriminar la actividad más importante y el uso de suelo definitivo.

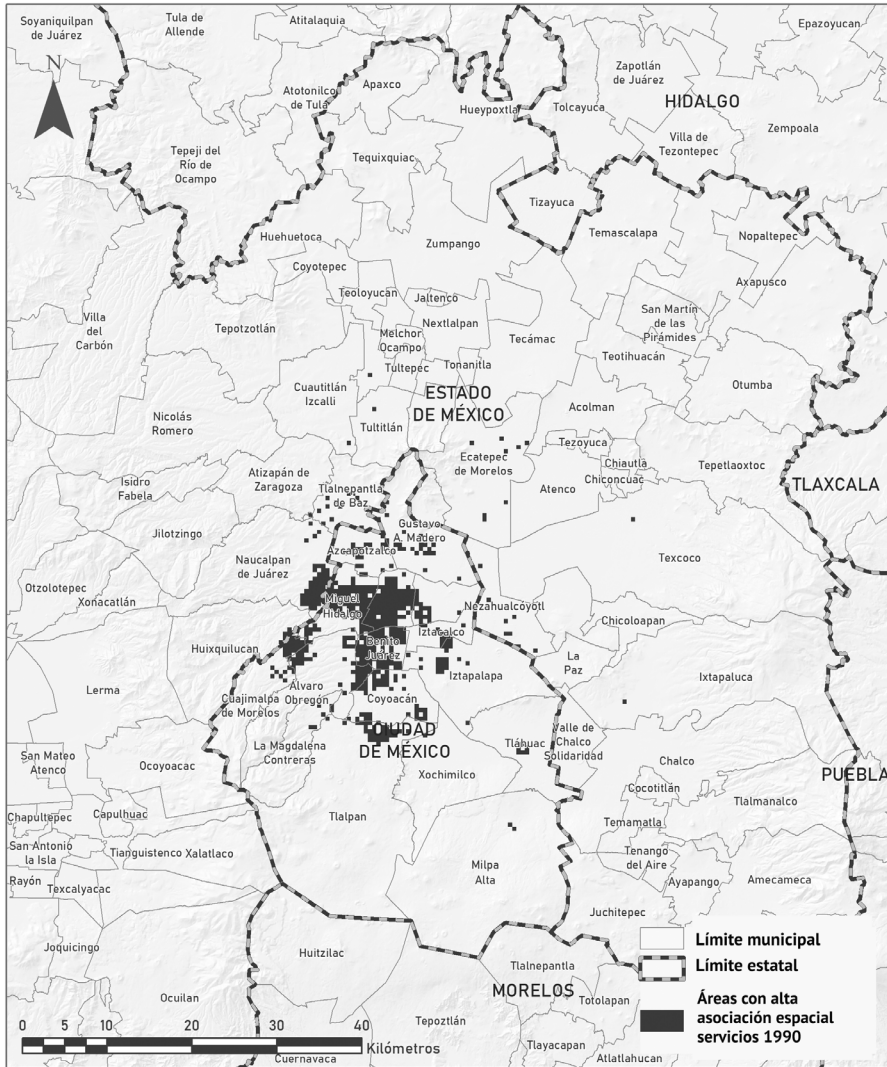
Debido al crecimiento urbano de la capital mexicana, no es posible mantener un centro económico único, lo que da lugar a un sistema de centros económicos distribuidos en función de las necesidades de los mercados que atienden. Por otro lado, la ubicación de estos centros sigue cabalmente los principios básicos de la teoría de la localización. A continuación, de modo general se describen los usos de suelo detectados en la Ciudad de México y su Zona Metropolitana.

MAPA 3.8. Patrones de asociación espacial del empleo en servicios de la Ciudad de México y su ZM (1990-2010)



Fuente: elaboración propia a partir de datos del Inegi.

MAPA 3.8. Patrones de asociación espacial del empleo en servicios de la Ciudad de México y su ZM (1990-2010) (cont.)



Fuente: elaboración propia a partir de datos del Inegi.

Usos de suelo industrial

Como se afirmó antes, en el Centro Histórico y en la periferia metropolitana hay preponderancia de usos de suelo industrial. De este modo, las áreas principales cuyo uso de suelo es industrial se encuentran en zonas que corresponden a municipios y alcaldías como Azcapotzalco, Gustavo A. Madero, Miguel Hidalgo, Naucalpan, Tlalnepantla, Cuautitlán Izcalli, Tepotzotlán, Tultitlán y Tultepec hacia el norte y el norponiente; Ecatepec hacia el nororiente; Iztapalapa e Iztacalco hacia el oriente; Coyoacán y Xochimilco hacia el sur.

Con el paso del tiempo la industria tiende a localizarse más alejada de las áreas centrales de la ciudad, sobre todo siguiendo las principales vialidades y redes terrestres de transporte que conectan la ciudad con otras entidades, especialmente con las autopistas México-Querétaro y México-Pachuca. Para corroborar lo anterior véase el mapa 3.9.

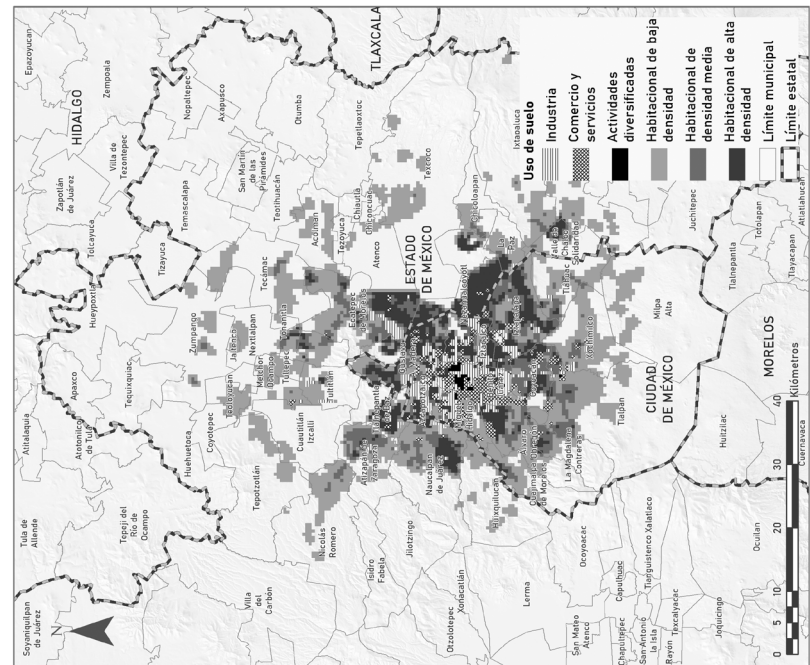
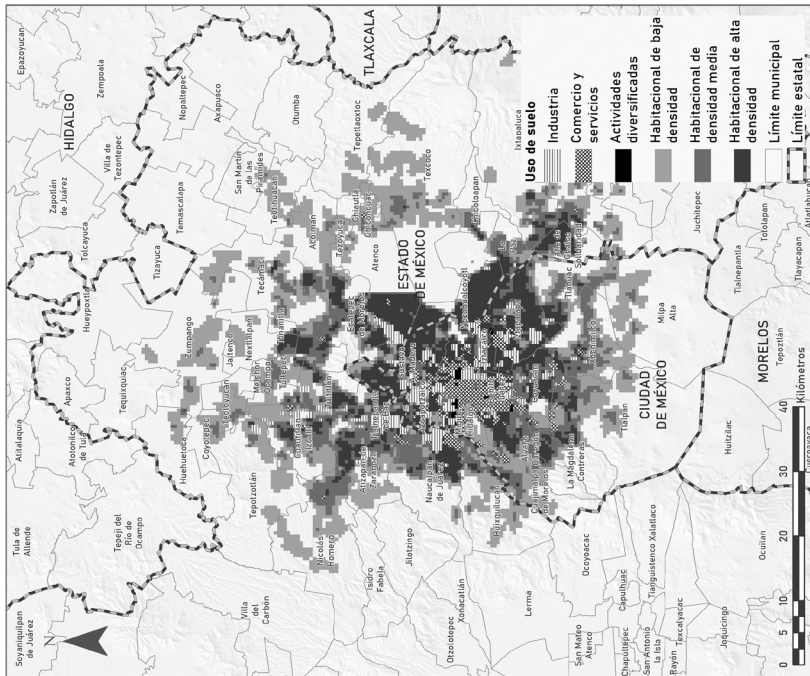
Usos de suelo de comercio

La tendencia del comercio al por mayor (el comercio al por menor se encuentra presente en todas las áreas de la ciudad sin distinción específica), es permanecer en las áreas centrales de la ciudad; sin embargo, con el paso del tiempo, se observó su desplazamiento de zonas típicas como el Centro Histórico (Cuauhtémoc), y otras centrales, como Benito Juárez, Miguel Hidalgo, Álvaro Obregón, Venustiano Carranza, Iztacalco e Iztapalapa, hacia zonas en la periferia capitalina como Tlalnepantla, Cuautitlán Izcalli y Tultitlán, Ecatepec, Coacalco y Chiconcuac en el norte, norponiente y nororiente; también hacia Nezahualcóyotl, Chimalhuacán, La Paz, Chicoloapan y Chalco en el oriente y suroriente; Naucalpan, Huixquilucan y Cuajimalpa en el poniente; Coyoacán y Xochimilco en el sur. Para corroborar lo anterior véase el mapa 3.9.

Usos de suelo de servicios

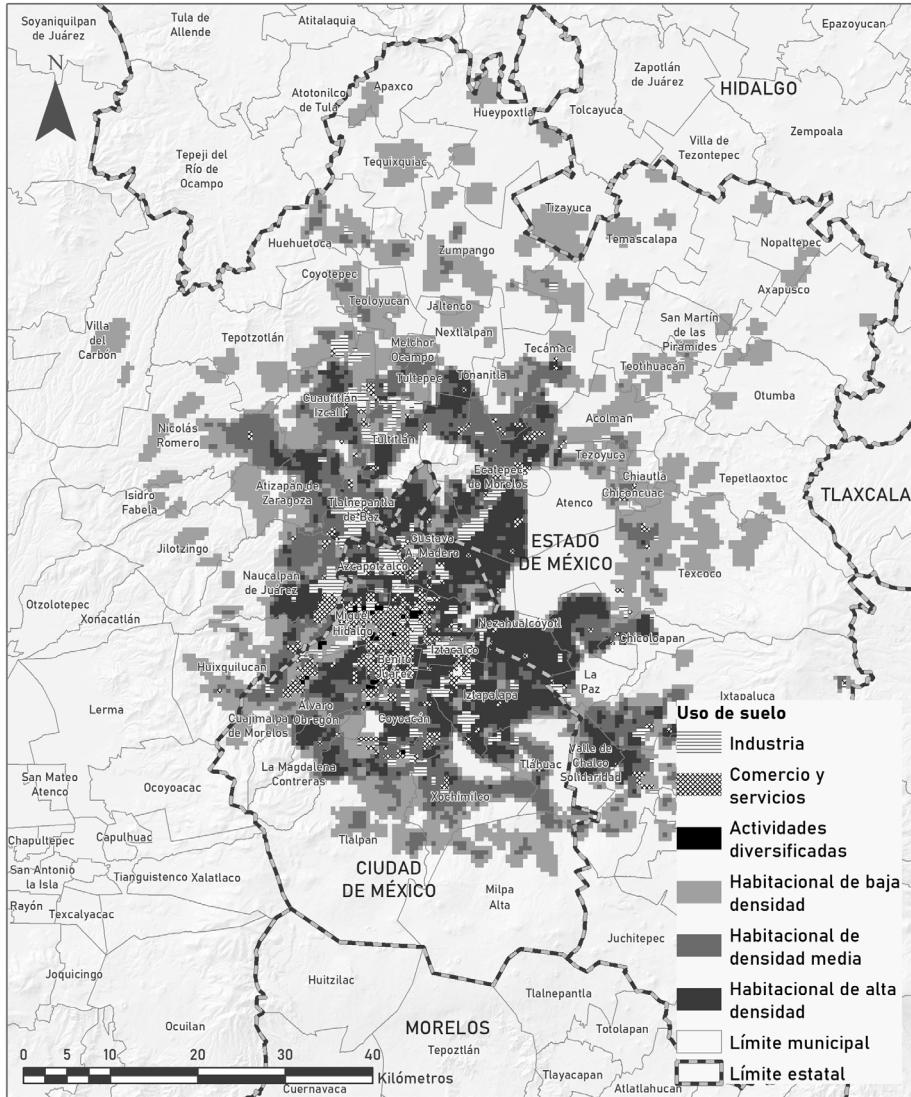
Tal como con el comercio, los servicios de alto valor (servicios al productor) se encuentran en las áreas centrales de la ciudad, mismas que corresponden a las alcaldías Benito Juárez, Cuauhtémoc, Miguel Hidalgo, Álvaro Obregón y Coyoacán.

MAPA 3.9. Usos de suelo con base en análisis ESA para la Ciudad de México y su ZM (1990-2010)



Fuente: elaboración propia a partir de datos del Inegi.

MAPA 3.9. Usos de suelo con base en análisis ESDA para la Ciudad de México y su ZM (1990-2010) (cont.)



Fuente: elaboración propia a partir de datos del Inegi.

Es notorio el crecimiento en servicios, específicamente en dirección de empresas, corporativos y actividades asociadas con los profesionistas. Estos se han dado de manera clara a partir de los años ochenta y noventa, pero es en 2010 cuando son plenamente identificables en zonas relativamente nuevas, como ciertas áreas de Miguel Hidalgo (no las tradicionales), Cuajimalpa y Huixquilucan. Lo anterior evidencia el crecimiento de zonas como Santa Fe. Para corroborar lo anterior véase el mapa 3.9.

Usos de suelo residencial

La mayoría del territorio de la ciudad está compuesto por actividad residencial. Lo que es importante destacar es la existencia de ciertas áreas de muy alta densidad poblacional en las que la población residente es sensiblemente mayor, específicamente las zonas al norte y oriente de la ciudad. Tales zonas corresponden a municipios y alcaldías como Nezahualcóyotl, Chimalhuacán, Chalco, Ecatepec, Tlaxiaco, Tultitlán, Naucalpan, Iztapalapa, Iztacalco, Gustavo A. Madero, Cuajimalpa y Álvaro Obregón.

Para comprender las diferencias en los niveles de concentración de población, esta se dividió mediante el método de estratificación de Dalenius, usando tres estratos: alta, media y baja densidad. Finalmente, el mapa 3.9 puede aclarar cada punto territorial de la ciudad con todos los usos de suelo descritos arriba para los periodos de 1990, 2000 y 2010.

Capítulo IV. Modelo de crecimiento y expansión para la Ciudad de México y su ZM al 2040

Propuesta de modelo de prospectiva
territorial para la Ciudad de México

Introducción

En este capítulo se presenta el modelo de prospectiva territorial. De acuerdo con el diseño planteado, consiste en un modelo econométrico con simulación espacial basado en una simulación de Montecarlo, aplicación de autómatas celulares y mecanismos de transición probabilística mediante modelos Logit; se expresa así como elemento principal el cambio en el uso de suelo urbano. El modelo es consistente en tres etapas: a) generación de nuevas áreas urbanas para la Zona Metropolitana de la Ciudad de México mediante mecanismos de urbanización probable; b) establecimiento de nuevos usos de suelo o ratificación de los anteriores mediante un mecanismo de cambio de uso de suelo probable, y c) estimación de población, vivienda y empleo (industria, comercio y servicios) de cada celda territorial.

Para lograr la construcción y operación de este modelo se asocian, en una primera parte, los elementos de las propuestas teórica y metodológica revisados en el capítulo II con el caso de la Ciudad de México y su Zona Metropolitana; después se definen los mecanismos de operación que regirán el modelo, y al final se propone un modelo matemático que describe formalmente estos mecanismos.

En una segunda parte se especifican las variables a construir y cómo se conseguirán los datos para la alimentación de dichas variables. Se establecen los supuestos asumidos, propósitos y alcances generales del modelo, condiciones de frontera, estimación de parámetros estadísticos y una parte de la codificación en lenguaje Statistical Analysis System (SAS) usada en la programación del modelo.

Finalmente, en una tercera parte se describen y analizan los resultados generales al profundizar en todos los aspectos y bondades obtenidos por el modelo, como tendencias geográficas generales de la urbanización en el valle de México (área de estudio), localización de la actividad económica y residencial

de la ciudad, cantidades e implicaciones en términos de desarrollo urbano, así como el planteamiento de nuevos usos de suelo en nuevos sitios, todo ello en un escenario tendencial. También se construye un escenario alternativo a modo de análisis de sensibilidad restringiendo parte del suelo urbano, y al correr nuevamente el modelo se observan los nuevos resultados y cambios en las tendencias de crecimiento y expansión urbana de la ciudad.

• • • • •

Elementos de las propuestas teórica y metodológica en una síntesis para la Ciudad de México y formalizados en un modelo matemático

De acuerdo con la propuesta de interpretación teórica expuesta en el capítulo II, una ciudad es un proceso continuo de concentración económica, y como consecuencia, concentración poblacional en un sitio específico. Lo anterior es resultado del aprovechamiento de las ventajas físicas del mismo sitio, que a su vez generan economías de aglomeración, y en función de las características físicas de cada sitio en el territorio se darán nuevos procesos de concentración y dispersión que poseen un determinado nivel de rentabilidad, que a su vez determinará nuevos procesos de concentración y dispersión. Este proceso recursivo se mantendrá hasta que se rebasen los umbrales de costos urbanos que cada ciudad posee y que, al acercarse a ellos, el crecimiento y la expansión urbana experimentan una desaceleración cada vez mayor.

En síntesis, pueden agruparse en cuatro grupos o pilares los factores responsables del crecimiento económico y poblacional (procesos de urbanización), así como de la expansión física de la ciudad:

- a) La concentración económica espacial y su conformación en un sistema de lugares centrales o estructura policéntrica, sometidos a los principios y conceptos ya establecidos. Este sistema policéntrico es el que determina los usos de suelo en la ciudad.
- b) Las características físicas del territorio donde se expande la ciudad.
- c) La influencia de la infraestructura urbana y demás procesos de urbanización presentes, que nacen como producto de la concentración anterior.
- d) Etapa histórica del crecimiento urbano global o crecimiento urbano agregado, misma que determina la velocidad de expansión y crecimiento.

En la Ciudad de México y su ZM en particular, es posible identificar estos grupos de factores:

1. La Ciudad de México posee una estructura económico-territorial policéntrica, de tal manera que los centros en cada tipo de actividad han sido descritos en el capítulo III, de igual manera que en la literatura [Ramírez, 2016a]. Desde luego, estos centros determinan los usos de suelo para el caso de la Ciudad de México y su ZM.
2. El valle de México es el territorio físico donde la ZMCM se ha expandido. En el capítulo I, y a modo de antecedente, se hizo una revisión de sus características físicas, es decir, los lugares donde existen las mejores condiciones para urbanización, como las pendientes pequeñas del territorio, los recursos hídricos disponibles, el clima templado y la histórica desecación de ríos y lagos, que han permitido mayores reservas territoriales para su crecimiento.
3. Es claro que los sitios donde se urbaniza primero son aquellos con mayor proximidad espacial a otros sitios ya urbanizados, esto es, con infraestructura urbana ya existente, por lo que son los de mayor probabilidad de urbanización en etapas futuras. La mayoría coincide con las zonas periurbanas, específicamente las de la Ciudad de México y su ZM.
4. Una ciudad crece a ritmos diferenciados, en este caso en función de la etapa de evolución en la que se encuentre. Tal condición puede ser modelada mediante una curva logística. Para el caso de la Ciudad de México es claro que a principios del siglo XX y hasta el inicio de su gran industrialización (a partir de 1940), sus ritmos de crecimiento y de expansión fueron relativamente grandes; sin embargo, entre 1940 y 2000 los ritmos se aceleraron de manera muy significativa, para decaer a partir del año 2000.

De allí que los elementos señalados son claramente identificables para el caso de la Ciudad de México, por lo que plantear un modelo prospectivo en función de estos factores para la capital de México es factible. Para ello se propone un modelo matemático en el que se base la construcción de un modelo de simulación urbana.

Atributos conceptuales a considerar para un modelo formal de crecimiento y expansión de la Ciudad de México y su caracterización en variables

Los principales atributos que deben considerarse en un modelo de prospectiva territorial, propuestos en el capítulo II e identificables para el caso de la Ciudad de México, son los siguientes:

- a) La concentración económica espacial y su conformación en un sistema de lugares centrales o estructura policéntrica, que a su vez dan lugar a usos de suelo urbano plenamente identificables.
- b) Las características físicas del territorio donde la ciudad se expande.
- c) La influencia de la urbanización ya existente, que nace como producto de la concentración en periodos anteriores.
- d) La etapa histórica del crecimiento urbano global o crecimiento urbano agregado, que determina la etapa de desarrollo de la ciudad, esto es, si se encuentra en un periodo expansivo o en un periodo de desaceleración en su crecimiento.

De ahí que las variables que deben incluirse en el modelo necesitan reflejar estos elementos de la manera más fiel posible. Por otro lado, se busca que el modelo prospectivo permita análisis de sensibilidad, es decir, que sea posible observar diferentes escenarios de política pública para luego observar las nuevas tendencias de crecimiento, expansión y ocupación territorial, así como los usos de suelo resultantes.

Estos atributos teóricos se agrupan en cinco tipos de posibles variables:

1. Las que reflejen densidades y/o cantidades de empleo en sus diferentes tipos (industria, comercio, servicios), así como densidades de población y de vivienda.
2. Las que reflejen las condiciones del territorio natural, donde se asienta la urbanización en sus diferentes formas.
3. Las que reflejen la estructura productiva (empleo), su localización al interior de la ciudad en diferentes periodos y tipos de actividades, y por lo tanto, sus usos de suelo urbano, esto es, la estructura policéntrica de la ciudad.

4. Las que reflejen la etapa de evolución de la Ciudad de México, debido a que los ritmos de crecimiento son diferentes en función de la etapa, como ya se ha planteado.
5. Las que permitan operar el modelo mediante escenarios de crecimiento. Dado que los diferentes escenarios de crecimiento y expansión están directamente asociados con las decisiones de las autoridades competentes en materia de desarrollo urbano, se considera que estas variables deben reflejar la política urbana y la gestión de gobierno relacionadas, la ciudad y su crecimiento, así como su operatividad en materia de infraestructura urbana.

De este modo, a cada grupo de posibles variables se le ha denominado como sigue:

1. Dependientes.
2. De características territoriales.
3. De la estructura policéntrica urbana.
4. De etapas de crecimiento urbano.
5. De política urbana y gestión gubernamental.

Conceptualización de los mecanismos de operación de cada elemento del modelo propuesto

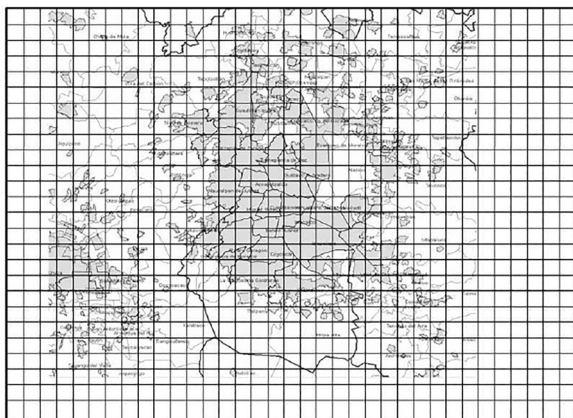
El modelo a construir debe hacer un recorrido en cada unidad espacial o territorial, en el que se determinen primero las nuevas áreas urbanas; luego se estime si dicha unidad cambiará de uso de suelo y cuál sería el nuevo; finalmente se observe cuáles serían las nuevas cantidades de población, vivienda y empleo. Cada cantidad y uso de suelo determinados estarán en función de las características asociadas a la unidad espacial específica. Dichas características expresarán los factores de los cinco grupos de variables mencionados. Por este motivo los atributos mencionados serán los responsables de explicar cuáles nuevas áreas se urbanizan, cómo quedan determinados los usos de suelo y cuánta población, vivienda y empleo habrá en cada recorrido. Por recorrido se entiende un ciclo o, lo que sería en términos más sencillos, un periodo.

Llamaremos a la unidad espacial o territorial "celda territorial", misma que será explicada con detalle a continuación.

Celdas territoriales como unidad espacial de observación

Dado que el modelo será para el cambio de uso de suelo utilizando la metodología de autómatas celulares, se pueden considerar las unidades como elementos de una matriz de renglón i y una columna j . Para este efecto, cada unidad territorial de observación se denominará celda territorial o CT . De allí que el conjunto de celdas territoriales representarán todo el territorio de estudio (en este caso, el valle de México) en una cuadrícula o malla.

FIGURA 4.1. Representación de la malla o conjunto de celdas territoriales construidas para la Ciudad de México



Fuente: elaboración propia.

El uso de celdas territoriales iguales para observar el crecimiento de la ciudad, en lugar de utilizar las unidades político-administrativas típicas (municipios, delegaciones, AGEB o manzanas urbanas), tiene la gran ventaja de analizar el proceso de crecimiento y expansión en unidades iguales y desagregadas espacialmente, por lo que la observación se facilita enormemente.⁷⁴ Por otra

⁷⁴ Es importante recordar que unidades político-administrativas como los municipios o las alcaldías políticas son estables en el tiempo, es decir, con pocas posibilidades de que se redefinan como área, y por lo tanto alteren de forma sensible la información estadística aso-

parte, permite analizar con mayor detenimiento la influencia espacial de cada celda, principalmente si tiene información relevante en términos de posible expansión.

Mecanismo de urbanización probable por celda territorial

Para determinar si una celda territorial se urbaniza o no, esto es, si en el siguiente ciclo es considerada área urbana o si no tiene los suficientes atributos para ello, se establecerá una función para estimar la probabilidad de ser considerada o no como área urbana. Esta función debe evaluar los atributos descritos y específicos en cada celda, lo que creará una distribución de probabilidades para cada estado, en este caso dos únicamente (urbanizada, no urbanizada). La probabilidad más alta definirá la decisión final (urbanizarla o no).

Mecanismo de cambio probable de uso de suelo

De igual manera que con el mecanismo de urbanización probable, para el caso de cambio probable de uso de suelo se construirá una función para estimar dicha situación. La diferencia con el caso anterior es que se tienen únicamente dos estados posibles: urbanizada/no urbanizada. Para el cambio probable de uso de suelo se contará con tantos estados como tipos de uso de suelo se determinen (más un estado "nulo" o de uso no urbano). En esta situación, los usos de suelo urbano propuestos son básicamente: industria, comercio, servicios, habitacional de baja/alta/muy alta densidad. Son siete estados en total.

Como en el caso anterior, se deben evaluar los atributos específicos en cada celda territorial y así generar una probabilidad específica de que la celda cambie de

ciada. No obstante, tienen la gran desventaja de ser muy agregadas espacialmente hablando, y, por lo tanto, poco útiles en un análisis detallado. Los AGEB y las manzanas urbanas son de mayor utilidad en términos de análisis desagregado, pero tienen el gran inconveniente de su inestabilidad en el tiempo, pues el marco geoestadístico en el plano de AGEB y/o manzana urbana cambia de manera importante cada periodo censal. De ahí que surjan nuevas AGEB y/o manzanas urbanas y que desaparezcan otras tantas en cantidades significativamente altas, dificultando el análisis de la información en el tiempo.

un estado a otro, de un cierto uso de suelo a otro. Nuevamente, es la probabilidad más alta la que definirá el uso de suelo definitivo en cada celda y en cada periodo.

Estimación de cantidades de población, vivienda y empleo

Para la determinación de las cantidades de población, vivienda y empleo en cada celda territorial se deben definir dos etapas: la estimación de estas cantidades a un nivel agregado, esto es, al total de la Ciudad de México y su ZM; como segunda etapa, ajustar las cantidades en cada celda, de manera que al sumar toda el área de estudio coincida, desde luego, con las cantidades agregadas.

Estimación de población, vivienda y empleo para la ciudad en un nivel agregado

El objetivo de estimar las cantidades en un nivel agregado permitirá incorporar los ritmos de crecimiento urbano descritos en el capítulo II, que es necesario considerar en todo modelo de crecimiento urbano debido a lo que se describió acerca del crecimiento diferenciado, en función de la etapa en la que se encuentra una ciudad.

Una vez que se cuente con los totales de población, vivienda y empleo, estos permitirán en la segunda etapa ajustar las estimaciones hechas para cada celda territorial.

Para estimar las cantidades descritas en toda la Ciudad de México y su ZM se recurrirá a una estimación por ajuste de curvas por mínimos cuadrados. En este caso, la función que mejor describe la trayectoria de una ciudad, de acuerdo con lo descrito en los principios teóricos del capítulo II, es la curva logística. De ahí que los datos históricos para la Ciudad de México permitirán determinar las tendencias, de acuerdo con un crecimiento logístico hasta el año 2040.

Estimación de las cantidades por celda territorial

Determinar las cantidades por cada celda territorial no resulta una tarea sencilla, debido a la heterogeneidad que potencialmente puede existir en cada una, desde cero hasta una cantidad muy elevada.

Para estimar estas cantidades se realizará una extrapolación en cada celda, esto es, determinar las cantidades históricas y su tasa de crecimiento para

proyectar, mediante la tasa, las cantidades citadas; después se deben realizar algunos ajustes por nivel de participación con respecto a los totales en un nivel agregado de la etapa anterior.

Formalización de un modelo matemático para el crecimiento económico y la expansión de la Ciudad de México

A continuación, planteado formalmente se propone un modelo resultado de los elementos teóricos revisados en el marco teórico que consiste en tres “submodelos” o tres partes integrantes del modelo general.

Sea $CT_{m \times n}$ un arreglo rectangular de $m \times n$ al que se le llamará “celda territorial”. Cada elemento ct_{ij} puede ser nombrado según un periodo $t (t=1, \dots, S)$. En tal caso será referido como ct_{ijt} .

Sea S^t_{ctij} el estado de la celda ct_{ij} en la posición i, j en el periodo t . De esta manera, S^t_{ctij} constituye un elemento del conjunto finito ct_{ij} de estados posibles para ct_{ij} . Sea ahora S^{t+1}_{ctij} el estado de la celda ct_{ij} en el periodo $t+1$.

Tenemos entonces que:

$$S^{t+1}_{ctij} = f(S^t_{cijt}, S^t_{\Omega ij})$$

Donde Ω_{ij} es el conjunto de celdas “vecinas” a ct_{ij} o, bien, a la relación de vecindad predefinida para ct_{ij} . Asumamos que se define por la vecindad de Moore, de allí que:

$$\Omega_{ij} = \{ ct_{i+1j}, ct_{i-1j}, ct_{ij+1}, ct_{ij-1}, ct_{i-1j-1}, ct_{i-1j+1}, ct_{i+1j-1}, ct_{i+1j+1} \}$$

Por lo tanto es el conjunto de estados de las celdas en el periodo t ; del mismo modo f es la función que define el conjunto de reglas de transición.

Si tomamos en cuenta que la celda puede considerarse a sí misma como un miembro más de la vecindad predefinida (en este caso, la vecindad de Moore), se define entonces como:

$$\Omega_{ij} = \{ct_{ij}, ct_{i+1j}, ct_{i-1j}, ct_{ij+1}, ct_{ij-1}, ct_{i-1j-1}, ct_{i-1j+1}, ct_{i+1j-1}, ct_{i+1j+1}\}$$

por lo tanto la expresión anterior se define como sigue:

$$S_{ct_{ij}}^{t+1} = f(S_{\Omega_{ij}}^t)$$

Sean también:

$CF_{m \times n}$, $IE_{m \times n}$, $RT_{m \times n}$, $SR_{m \times n}$, $DCBD_{m \times n}$, $DSUB_{m \times n}$, $DPT_{m \times n}$, $DVH_{m \times n}$, $DEI_{m \times n}$, $DEC_{m \times n}$, $DES_{m \times n}$ arreglos de $m \times n$, de manera que cada elemento cf_{ij} , ie_{ij} , rt_{ij} , ... des_{ij} expresa los factores determinantes descritos a continuación en su correspondiente celda territorial con $i=1, \dots, m$ $j=1, \dots, n$.

En cada celda territorial se define la presencia de una cantidad determinada de población, viviendas habitadas, personas que se emplean en la industria, el comercio y los servicios. Esta presencia se mide por la cantidad de personas con cada característica cuya cantidad mínima es cero. Asimismo, cada ct_{ijt} contiene una densidad de estas cantidades, definidas como dpt_{ijt} , dvh_{ijt} , dei_{ijt} , dec_{ijt} y des_{ijt} respectivamente.

Asimismo:

CF es una matriz de $m \times n$. Sean cf_{ij} los elementos de CF tales que cf_{ij} contienen las características físicas predominantes en ct_{ijt} .

US es un arreglo de $m \times n \times S$. Sean us_{ijt} los elementos de US tales que us_{ijt} representan los usos de suelo correspondientes a cada ct_{ijt} .

Los usos de suelo son definidos en función de las cantidades mayoritarias de población total, empleo en industria, empleo en comercio o, bien, empleo en servicios para cada ct_{ijt} . Para los usos de suelo habitacional, cuya densidad de población es mayoritaria, se establecen umbrales de manera arbitraria. Esto es:

$$us_{ijt} = \begin{cases} 0 & \text{si } dpt_{ijt} + dei_{ijt} + dec_{ijt} + des_{ijt} = 0 \\ 1 & \text{si } \text{máx}(dpt_{ijt}, dei_{ijt}, dec_{ijt}, des_{ijt}) = dei_{ijt} \\ 2 & \text{si } \text{máx}(dpt_{ijt}, dei_{ijt}, dec_{ijt}, des_{ijt}) = dec_{ijt} \\ 3 & \text{si } \text{máx}(dpt_{ijt}, dei_{ijt}, dec_{ijt}, des_{ijt}) = des_{ijt} \\ 4 & \text{si } \text{máx}(dpt_{ijt}, dei_{ijt}, dec_{ijt}, des_{ijt}) = dpt_{ijt} \text{ con } dpt_{ijt} \\ 5 & \text{si } \text{máx}(dpt_{ijt}, dei_{ijt}, dec_{ijt}, des_{ijt}) = dpt_{ijt} \text{ con } \omega < dpt_{ijt} \leq \xi \\ 6 & \text{si } \text{máx}(dpt_{ijt}, dei_{ijt}, dec_{ijt}, des_{ijt}) = dpt_{ijt} \text{ con } dpt_{ijt} > \xi \end{cases}$$

IE es un arreglo de $m \times n \times S$. Sea $ie_{ijt} \in IE$, tal que ie_{ijt} es la influencia de las celdas contiguas sobre ct_{ijt} , es decir, ct_{i+1jt} , ct_{i-1jt} , ct_{ij+1t} , ct_{ij-1t} , $ct_{i-1j-1t}$, $ct_{i-1j+1t}$, $ct_{i+1j-1t}$, así como $ct_{i+1j+1t}$. Lo anterior se determinará si los usos de suelo us_{ijt} tienen algún tipo de urbanización. El tipo de vecindad es conocida como vecindad de Moore, misma que involucra las ocho celdas contiguas a ct_{ijt} y sus respectivos usos de suelo.

Sea el vector $E = us_{i+1jt}, us_{i-1jt}, us_{ij+1t}, us_{ij-1t}, us_{i-1j-1t}, us_{i-1j+1t}, us_{i+1j-1t}, us_{i+1j+1t}$

De allí que se defina ie_{ijt} como:

$$ie_{ijt} = \{0 \text{ si y sólo si } E=0 \text{ esto es } E = 0,0,0,0,0,0,0,1 \text{ en caso contrario}\}$$

RT es un arreglo de $m \times n \times S$ cuyos elementos rt_{ijt} reflejan la accesibilidad a por lo menos una de las vialidades principales contenidas en CT. Para definir dicha accesibilidad se tiene que un área de influencia, espacio o buffer que rodea cada vialidad tiene una distancia arbitraria desde la vialidad a la frontera de dicha área. Por lo tanto, se define rt_{ijt} como sigue:

Sea $d_{r_ti_{jt}}$ la distancia física mínima de ct_{ijt} a la vialidad principal más próxima. Entonces:

$$rt_{ijt} = \{1 \text{ si } d_{r_ti_{jt}} \leq \lambda \text{ 0 si } d_{r_ti_{jt}} > \lambda\}$$

Sea AR el conjunto de áreas protegidas y zonas donde la urbanización esté prohibida por disposición gubernamental.

SR es un arreglo de $m \times n \times S$, tal que sus elementos sr_{ijt} están definidos como sigue:

$$rt_{ijt} = \begin{cases} 1 & \text{si } d_{-}rt_{ijt} \leq \lambda \\ 0 & \text{si } d_{-}rt_{ijt} > \lambda \end{cases}$$

$DCBD$ es una matriz de $m \times n$, tal que sus elementos d_{CBDej} son la distancia euclidiana del centroide de ct_{ij} al centroide del distrito central o CBD.

$DSUB$ es un arreglo de $m \times n \times S$, tal que sus elementos d_{SUBijt} son la distancia euclidiana del centroide de ct_{ijt} al centroide del subcentro de actividad económica más cercano.

1. Estimación de probabilidades para nuevas áreas urbanizadas.

De esta manera se tiene que la función con el conjunto de reglas de transición $f(S_{\Omega_{ij}}^t)$ se define por una función probabilística basada en estimaciones por regresión logística binomial. La regresión referida se define a continuación:

$$p(y=1) = \frac{1}{1 + e^{-(\beta_0 + \beta_1 CF + \beta_2 IE + \beta_3 RT + \beta_4 DCBD + \beta_5 DSUB + \beta_6 DPT + \beta_7 DVH + \beta_8 DEI + \beta_9 DEC + \beta_{10} DES)}}$$

$$p(y=0) = 1 - p(y=1)$$

Donde $p(y=1)$ es la probabilidad de que la celda sea urbanizada y $p(y=0)$ de que no lo sea.

Asimismo, la combinación lineal $\beta_0 + \beta_1 CF + \beta_2 IE + \beta_3 RT + \beta_4 DCBD + \beta_5 DSUB + \beta_6 DPT + \beta_7 DVH + \beta_8 DEI + \beta_9 DEC + \beta_{10} DES$ representa la interacción de los factores planteados.

2. Estimación de probabilidades para cambio de uso de suelo.

Asimismo, la función con el conjunto de reglas de transición $f(S_{\Omega_{ij}}^t)$ define también una función probabilística para la transición probable de un uso de suelo a otro, basada en estimaciones por regresión logística multinomial. Partiendo de la expresión general para la regresión logística multinomial y siendo J el número de opciones (estados) para los usos de suelo, esto es $j=0,1,\dots,6$ se tiene que:

$$p(y_i=0) = \frac{1}{1 + \sum_{j=1}^{J-1} e^{\beta'_{kj} X_{ki}}} \text{ para } j=0$$

$$p(y_i=j) = \frac{e^{\beta'_{kj} X_{ki}}}{1 + \sum_{j=1}^{J-1} e^{\beta'_{kj} X_{ki}}} \text{ para } j=1,2,\dots,J-1$$

La regresión referida se define a continuación:

$$p(y=0) = \frac{1}{1 + \sum_{j=1}^{J-1} e^{(\alpha_j + \beta_{1j} CF + \beta_{2j} IE + \beta_{3j} RT + \beta_{4j} DCBD + \beta_{5j} DSUB + \beta_{6j} DPT + \beta_{7j} DVH + \beta_{8j} DEI + \beta_{9j} DEC + \beta_{10j} DES)}}$$

$$p(y=j) = \frac{e^{(\alpha_j + \beta_{1j} CF + \beta_{2j} IE + \beta_{3j} RT + \beta_{4j} DCBD + \beta_{5j} DSUB + \beta_{6j} DPT + \beta_{7j} DVH + \beta_{8j} DEI + \beta_{9j} DEC + \beta_{10j} DES)}}{1 + \sum_{j=1}^{J-1} e^{(\alpha_j + \beta_{1j} CF + \beta_{2j} IE + \beta_{3j} RT + \beta_{4j} DCBD + \beta_{5j} DSUB + \beta_{6j} DPT + \beta_{7j} DVH + \beta_{8j} DEI + \beta_{9j} DEC + \beta_{10j} DES)}}$$

O lo que es lo mismo:

$$p(y=0) = \frac{1}{1 + \sum_{j=1}^{J-1} e^{(\alpha_j + \beta_{1j} CF + \beta_{2j} IE + \beta_{3j} RT + \beta_{4j} DCBD + \beta_{5j} DSUB + \beta_{6j} DPT + \beta_{7j} DVH + \beta_{8j} DEI + \beta_{9j} DEC + \beta_{10j} DES)}}$$

$$p(y=1) = \frac{e^{(\alpha_1 + \beta_{11} CF + \beta_{21} IE + \beta_{31} RT + \beta_{41} DCBD + \beta_{51} DSUB + \beta_{61} DPT + \beta_{71} DVH + \beta_{81} DEI + \beta_{91} DEC + \beta_{101} DES)}}{1 + \sum_{j=1}^{J-1} e^{(\alpha_j + \beta_{1j} CF + \beta_{2j} IE + \beta_{3j} RT + \beta_{4j} DCBD + \beta_{5j} DSUB + \beta_{6j} DPT + \beta_{7j} DVH + \beta_{8j} DEI + \beta_{9j} DEC + \beta_{10j} DES)}}$$

$$p(y=2) = \frac{e^{(\alpha_2 + \beta_{12} CF + \beta_{22} IE + \beta_{32} RT + \beta_{42} DCBD + \beta_{52} DSUB + \beta_{62} DPT + \beta_{72} DVH + \beta_{82} DEI + \beta_{92} DEC + \beta_{102} DES)}}{1 + \sum_{j=1}^{J-1} e^{(\alpha_j + \beta_{1j} CF + \beta_{2j} IE + \beta_{3j} RT + \beta_{4j} DCBD + \beta_{5j} DSUB + \beta_{6j} DPT + \beta_{7j} DVH + \beta_{8j} DEI + \beta_{9j} DEC + \beta_{10j} DES)}}$$

$$p(y=3) = \frac{e^{(\alpha_3 + \beta_{13} CF + \beta_{23} IE + \beta_{33} RT + \beta_{43} DCBD + \beta_{53} DSUB + \beta_{63} DPT + \beta_{73} DVH + \beta_{83} DEI + \beta_{93} DEC + \beta_{103} DES)}}{1 + \sum_{j=1}^{J-1} e^{(\alpha_j + \beta_{1j} CF + \beta_{2j} IE + \beta_{3j} RT + \beta_{4j} DCBD + \beta_{5j} DSUB + \beta_{6j} DPT + \beta_{7j} DVH + \beta_{8j} DEI + \beta_{9j} DEC + \beta_{10j} DES)}}$$

$$p(y=4) = \frac{e^{(\alpha_4 + \beta_{14} CF + \beta_{24} IE + \beta_{34} RT + \beta_{44} DCBD + \beta_{54} DSUB + \beta_{64} DPT + \beta_{74} DVH + \beta_{84} DEI + \beta_{94} DEC + \beta_{104} DES)}}{1 + \sum_{j=1}^{J-1} e^{(\alpha_j + \beta_{1j} CF + \beta_{2j} IE + \beta_{3j} RT + \beta_{4j} DCBD + \beta_{5j} DSUB + \beta_{6j} DPT + \beta_{7j} DVH + \beta_{8j} DEI + \beta_{9j} DEC + \beta_{10j} DES)}}$$

$$p(y=5) = \frac{e^{(\alpha_5 + \beta_{15} CF + \beta_{25} IE + \beta_{35} RT + \beta_{45} DCBD + \beta_{55} DSUB + \beta_{65} DPT + \beta_{75} DVH + \beta_{85} DEI + \beta_{95} DEC + \beta_{105} DES)}}{1 + \sum_{j=1}^{J-1} e^{(\alpha_j + \beta_{1j} CF + \beta_{2j} IE + \beta_{3j} RT + \beta_{4j} DCBD + \beta_{5j} DSUB + \beta_{6j} DPT + \beta_{7j} DVH + \beta_{8j} DEI + \beta_{9j} DEC + \beta_{10j} DES)}}$$

$$p(y=6) = \frac{e^{(\alpha_6 + \beta_{16} CF + \beta_{26} IE + \beta_{36} RT + \beta_{46} DCBD + \beta_{56} DSUB + \beta_{66} DPT + \beta_{76} DVH + \beta_{86} DEI + \beta_{96} DEC + \beta_{106} DES)}}{1 + \sum_{j=1}^{J-1} e^{(\alpha_j + \beta_{1j} CF + \beta_{2j} IE + \beta_{3j} RT + \beta_{4j} DCBD + \beta_{5j} DSUB + \beta_{6j} DPT + \beta_{7j} DVH + \beta_{8j} DEI + \beta_{9j} DEC + \beta_{10j} DES)}}$$

Donde $CF_{m \times n}$, $IE_{m \times n}$, $RT_{m \times n}$, $SR_{m \times n}$, $DCBD_{m \times n}$, $DSUB_{m \times n}$, $DPT_{m \times n}$, $DVH_{m \times n}$, $DEI_{m \times n}$, $DEC_{m \times n}$, $DES_{m \times n}$ representan las características físicas, económicas, demográficas y de infraestructura asociadas a la celda territorial ct_{ij} .

3. Estimación de las cantidades de población total, viviendas habitadas, empleo de industria, de comercio y de servicios por celda territorial:

Sean $PT_{m \times n \times S}$, $VH_{m \times n \times S}$, $POI_{m \times n \times S}$, $POC_{m \times n \times S}$, $POS_{m \times n \times S}$ la población total, viviendas habitadas, empleo en industria, en comercio y en servicios por cada celda territorial ct_{ij} , respectivamente. La estimación de las cantidades se hará mediante extrapolación.

Entonces se define la población total PT en S+1 como sigue:

$$PT_{m,n,S+1} = (PT_{m,n,S})(1+tc_{m,n})$$

Donde:

$$tc_{m,n} = \left(\frac{tc_{m,n,t}}{tc_{m,n,v}} \right)^{\frac{1}{n}} - 1 \quad \text{con } t > v \quad n \text{ es el número de periodos intermedios entre } t \text{ y } v \text{ más uno}$$

Las series para VH, POI, POC y POS se definen con el mismo procedimiento, esto es, calculando una tasa de crecimiento entre dos periodos con información real disponible, para cada

$$VH_{m,n,S+1} = (VH_{m,n,S})(1+tc_{m,n})$$

$$POI_{m,n,S+1} = (POI_{m,n,S})(1+tc_{m,n})$$

$$POC_{m,n,S+1} = (POC_{m,n,S})(1+tc_{m,n})$$

$$POS_{m,n,S+1} = (POS_{m,n,S})(1+tc_{m,n})$$

Donde:

Expresión 4.1. Modelo matemático para el crecimiento económico y la expansión de la Ciudad de México.

$$tc_{m,n} = \sqrt[n]{\frac{tc_{m,n,t}}{tc_{m,n,v}}} - 1 \text{ para cada variable, con } t > v$$

n es el número de periodos intermedios entre *t* y *v* más uno. Con $n > 1$

Fuente: elaboración propia.

• • • • •

Propuesta de un modelo de prospectiva territorial basado en la simulación, el cambio probable de uso de suelo y el uso de autómatas celulares para la Ciudad de México (2020-2040)

Construcción del modelo y variables a considerar

Para desarrollar la propuesta de un modelo de simulación basado en el cambio de uso de suelo para la Ciudad de México con las características de funcionamiento ya descritas, se propone el uso de autómatas celulares (Cellular Automaton o CA), empleando datos históricos de 1990 a 2010. El horizonte será al año 2040, aunque gracias a la flexibilidad de los CA y a las bondades de los modelos de simulación en general se podrá observar cualquier otro periodo futuro o incluso pasado, asumiendo los supuestos de crecimiento urbano con estos datos históricos.

De acuerdo con los elementos revisados, los principales atributos que intervienen en los procesos de crecimiento económico y expansión urbana están clasificados en cuatro grupos, que a su vez se expresan en cinco tipos de variables ya descritas: 1) dependientes, 2) de características territoriales, 3) de estructura policéntrica urbana, 4) de etapas de crecimiento urbano, y 5) de política urbana y gestión gubernamental.

Modelo de simulación y características generales

Se propone entonces la construcción de un modelo de simulación cuyos principios teórico-metodológicos fueron explicados en el capítulo II, y cuya unidad básica sea la unidad territorial del mismo tamaño y forma física (un cuadrado), dispuesta en forma de cuadrícula o rejilla, misma a la que se le ha llamado celda territorial.

El modelo propuesto es catalogado como un modelo econométrico con simulación espacial, por lo que su funcionamiento se basa en la estimación de probabilidades de transición en los usos de suelo, de acuerdo con factores territoriales, de mercado y de otros tipos, que se han detallado a lo largo del presente trabajo y en los que la influencia espacial es fundamental. Los mecanismos básicos de funcionamiento ya descritos indican que el modelo hará un recorrido a modo de un ciclo ordenado, desde la primera celda en el área de estudio hasta la última.

Es importante decir que para el correcto funcionamiento del modelo de simulación, es necesario incorporar un mecanismo de aleatoriedad para evaluar los parámetros estimados para el modelo, mediante las regresiones logísticas binomial y multinomial, y así determinar las probabilidades de transición requeridas. Para este efecto se generan para cada ciclo poblaciones en celdas al azar mediante números aleatorios con distribución de Poisson. Se crean dos matrices (con igual número de elementos que la matriz de celdas territoriales) con poblaciones aleatorias en celdas, también al azar. Si la población generada al azar para una celda territorial determinada resulta significativamente importante, tendrá efecto en el modelo logístico y en sus probabilidades de transición, lo cual cambiará la condición de uso de suelo para la celda territorial en referencia, y desde luego se convertirá en una nueva área urbana.

De allí que el modelo de simulación se desarrollará mediante la técnica de Montecarlo, esto es, que al generar números aleatorios para simular el crecimiento poblacional en las celdas territoriales se evaluará la nueva condición de la celda y, por lo tanto, la probabilidad de transición.

Propósitos y alcances generales del modelo

Propósitos del modelo

Los principales propósitos de un modelo de simulación como el planteado en el presente trabajo deben ser los siguientes:

1. Realizar ejercicios de prospectiva territorial al 2040, o a cualquier otro horizonte, de manera que se puedan conocer cuáles nuevas áreas del territorio del valle de México se convertirán en zonas urbanas, esto es, que formarán parte del área urbana de la Ciudad de México y su Zona Metropolitana hasta el 2040, o cualquier otro horizonte.
2. Establecer nuevos usos de suelo urbano para la Ciudad de México y su ZM o bien ratificar los existentes, tanto para las áreas urbanas de la ciudad vigentes desde 1990, y las nuevas áreas urbanas establecidas por el modelo hasta 2040, o cualquier otro horizonte preestablecido, todo ello basado en el mecanismo de cambio probable de uso de suelo planteado para este modelo.
3. Conocer la estructura económico-territorial de la Ciudad de México, determinando las cantidades de población, vivienda y empleo en materia de industria, comercio y servicios, así como su localización. Todo mediante un nivel de desagregación territorial sensiblemente mayor a unidades tales como alcaldías o municipios. Estas cantidades se determinarán para el mismo horizonte que los dos propósitos anteriores, es decir, 2040 o cualquier otro.

Alcances del modelo

Es importante también dejar en claro lo que por diseño el modelo no puede realizar.

- a) Es claro que algunas de las metodologías para estimar variables pueden ser cuestionables para el uso del modelo; por ejemplo, usar interpolación para estimar el crecimiento poblacional asume una tasa fija para un plazo de diez años y eso puede distorsionar dicho crecimiento en el largo plazo. Existen otras técnicas que pueden dar resultados

positivos, tales como la regresión de Poisson o la binomial negativa (que se usan en modelos de conteo).

Se probaron tales técnicas con resultados cuestionables. No obstante, con nuevas variables explicativas pueden dar mejores resultados. Asimismo, no se hacen supuestos sobre tasas migratorias, dado que no se contó con esa información.

- b) La representación de los centros de empleo para la ciudad asume una estructura policéntrica definida en el capítulo III y en otros trabajos [Ramírez, 2016a], que está basada en la información disponible por la autoridad federal mexicana en materia de estadística económica y poblacional (Inegi). Es claro que dichos datos se encuentran sujetos a errores de origen por parte de dicha autoridad, y ello puede conllevar a distorsiones en la interpretación de la información generada por el modelo. Se realizó un trabajo exhaustivo para la corrección de muchos de estos errores y se verificó que se minimizaran, mediante los resultados del ESDA y la comparación con otros trabajos que dan cuenta de los resultados del análisis poblacional y de empleo en la Ciudad de México.
- c) El modelo no predice información como requerimientos de infraestructura y servicios urbanos, tales como mercados, escuelas, electricidad, agua, vialidades, automóviles, casas, etcétera. No obstante, sí pronostica la cantidad de personas en cada celda, cantidades de empleo en industria, comercio y servicios, así como el número de viviendas en cada celda, con lo que es, sin duda, suficiente para que, mediante estadísticas de uso, en combinación con los resultados del modelo, sea posible predecir los servicios inherentes a las crecientes cantidades de personas, viviendas y empleo mencionadas.
- d) Debe quedar claro que si se vuelve a realizar una corrida del modelo a partir del año 2010, o del año que se desee, para ver los resultados al horizonte y luego compararlos con corridas anteriores, no serán idénticas. Esto es porque el crecimiento y la expansión urbana de una ciudad no es determinista sino estocástica, es decir, que existen componentes aleatorios que provocan pequeñas variaciones que en una segunda, tercera o cuarta corridas darán nuevos resultados. De ahí la utilidad de la simulación de Montecarlo, que prevé dichas variaciones aleatorias. Sí se espera, sin embargo, que las corridas sean similares,

esto es, con las mismas tendencias de crecimiento poblacional, así como de vivienda y de empleo y en nuevas áreas urbanas. Dicho de otra manera, los factores explicativos revisados en la teoría darán lugar a que las tendencias en el modelo sean similares, y por lo tanto, sus resultados muy parecidos. Sin importar el número de ensayos o corridas hechas, se obtendrán conclusiones similares. Algunos de los resultados predichos en celdas territoriales unitarias darán ciertas variaciones al azar, pero como tendencia integral se obtendrá lo mismo, pues está previsto el comportamiento del modelo en función de la incorporación de los principios teóricos de este.

- e) Las variables usadas para la estimación del modelo representan de la mejor forma posible la estructura económico-territorial (en este caso mediante el empleo) y su evolución en un periodo de 20 años (1990 a 2010), así como la estructura poblacional y de vivienda en el territorio de la ciudad en el mismo periodo. No se pudo contar con información adicional, pero ello no implica que en el futuro este modelo no pueda ser alimentado con datos adicionales y estimar parámetros para efectuar nuevos ejercicios. Lo importante del modelo no son tanto los datos utilizados, sino la filosofía y el diseño del mismo, que permitirán en un futuro realizar otras corridas con mejores resultados para más variables.
- f) El modelo responde a preguntas sobre la nueva extensión territorial para la ciudad, sobre los sitios donde aumenta, sobre crecimientos en empleo, población y vivienda, su localización, así como nuevas configuraciones sobre los usos de suelo urbano. No es posible responder a las preguntas acerca de agentes que generan la actividad económica, ni acerca del motor económico de la ciudad, dado que los supuestos asumidos, los datos disponibles, y principalmente el diseño, no lo permiten. Como se mencionó en su momento, el modelo es econométrico con simulación espacial y está basado en el cambio probable de uso de suelo urbano; de manera adicional responde a preguntas de localización productiva y residencial y sus densidades.
- g) Las capacidades de un modelo están en función del diseño del mismo, pero en especial de la información disponible. Así, los escenarios que se pueden prever en este modelo tienen que ver básicamente con usos de suelo resultantes y con variables de política urbana y gestión gubernamental en el sentido de la restricción del suelo urbano,

mediante esta política (como ejemplificar los usos de suelo resultantes, así como las nuevas áreas urbanas resultantes). Es posible prever otras variables de política urbana, por ejemplo, el efecto de un nuevo proyecto urbano de gran envergadura, siempre y cuando se disponga de información relevante para la estimación de nuevos parámetros, e infortunadamente en el estado actual del modelo no es posible.

Operación mediante autómatas celulares

Asimismo, se propone que el mecanismo de funcionamiento del modelo de simulación sea la metodología de autómatas celulares, cuyos principios teórico-metodológicos también fueron explicados en el capítulo II. Para la puesta en marcha de la metodología de CA es necesario el apoyo de herramientas computacionales, como el uso de sistemas de información geográfica, específicamente mediante la vertiente raster, que se explica a continuación.

Uso de sistemas de información geográfica y el concepto raster como apoyo para el modelo

El uso actual de herramientas como la computadora y el manejo sencillo de grandes bases de datos mediante software amigable y poderoso, entre otros recursos de vanguardia tecnológica, han facilitado sensiblemente los procesos de análisis de información económica territorial.

Por eso se considera que los sistemas de información geográfica (SIG) representan un apoyo fundamental para el desarrollo e implementación de un modelo de simulación como el propuesto. Dentro de las posibilidades de los SIG existe una vertiente llamada "modelo raster" (es.wikipedia.org/wiki/Sistema_de_informaci3n_geogr3fica). Este tipo de filosofía y opción tecnológica analiza la información territorial económica, poblacional y de cualquier naturaleza, en unidades expresamente definidas por el usuario, siempre y cuando se haga en cuadros iguales, esto es, en celdas territoriales del mismo tamaño y forma.

Es por esto que el modelo raster se adapta de manera óptima a la filosofía de los CA, pues permite el desempeño de un modelo de autómatas celulares y sus celdas, en un sistema de información geográfica.

Para el caso específico del modelo para la Ciudad de México y usando en ArcGIS los datos bajo la vertiente raster, se definieron celdas territoriales

cuyo tamaño es físicamente equivalente a un cuadro perfecto de 250 000 m² (500 m × 500 m). Dado que el modelo utilizará visualmente un sistema de información geográfica (SIG), las celdas territoriales (CT) se representarán en un sistema de modelo raster en ArcView 10. En total se cuenta con 52 459 CT cubriendo la Zona Metropolitana de la Ciudad de México (ZMCM), mediante una rejilla de 251 renglones por 209 columnas.

Construcción de la base de datos y variables propuestas

La base de datos diseñada para este modelo contempla las variables propuestas en el modelo formal para explicar el crecimiento y la expansión de la Ciudad de México. Se realizó una revisión exhaustiva de las fuentes de información estadística para la ciudad y el Estado de México en los ámbitos de alcaldía, municipio y AGEB existentes en materia de población, vivienda, actividad económica como valor agregado, inversión, empleo por sectores, servicios urbanos, redes de transporte, etcétera.

Para lo anterior se buscó información en los censos económicos de 1940 a 2008 y en los censos de población de 1940 a 2010. Los resultados no fueron alentadores por los grandes huecos de información hallados, esto es, que la información histórica tiene muchas carencias o pérdidas por el tiempo transcurrido, sin dejar de mencionar que los formatos electrónicos, niveles de agregación, metodologías de cálculo y sus puntos de vista, sistemas de clasificación económica y poblacional, concepciones de lo que ha sido la Ciudad de México en distintos periodos, entre muchas otras cosas, van cambiando con el tiempo. De allí la gran dificultad para construir una base de datos consistente en el tiempo y con suficiente desagregación espacial y temporal.

Además, es importante recordar que los datos seleccionados al fin para ser incorporados en la base de datos se expresaban en las unidades territoriales originales, esto es, municipios, delegaciones políticas y AGEB. Por tal motivo fue necesario construir un algoritmo para poner en marcha un programa en lenguaje SAS que reexpresara los datos históricos en las celdas territoriales conservando el atributo de la georreferenciación original.

Por lo antes planteado, y pese a contar con una buena cantidad de información (aunque incompleta) en los años de 1940 a 1980, se decidió construir el modelo de manera preliminar con los datos de 1990, 2000 y 2010 (datos

poblacionales), así como 1989, 1994, 1999, 2004 y 2009 (datos económicos), que son los periodos más recientes en ambas fuentes estadísticas. Desde luego, también se hizo mediante algunas técnicas de tratamiento estadístico el emparejamiento de los periodos. De esta manera, los censos económicos entre 1989 y 2009 se proyectaron en sus diferentes variables a los años 1990, 2000 y 2010 para ser incorporados a los datos poblacionales.

A continuación se detallan las variables logradas para cada periodo, es decir, 1990, 2000 y 2010, asociadas con los grupos de variables propuestos antes, que corresponden con los grupos de factores de crecimiento económico y expansión urbana revisados.⁷⁵

VARIABLES DEPENDIENTES (ÁREAS PROBABLES DE URBANIZACIÓN, USOS DE SUELO, POBLACIÓN, VIVIENDA Y EMPLEO)

En virtud de que el objetivo es definir las cantidades en cada celda territorial y para cada periodo futuro, o bien las densidades de empleo, población y vivienda, así como las nuevas áreas a ser urbanizadas y sus usos de suelo, se determinó que dichos datos son las variables a estimar, por ello, las variables dependientes en el modelo.

⁷⁵La construcción de esta base de datos tomó mucho tiempo y recursos metodológicos por la enorme complejidad de construir la misma información contenida en los Censos de Población y Vivienda 1990, 2000 y 2010 por AGEB, municipios y alcaldías, y en los Censos Económicos de 1989, 1994, 1999, 2004 y 2009 por AGEB, municipios y alcaldías, ambos del Inegi, pero en el ámbito de celda territorial, compaginando los periodos de los datos, con los mismos patrones de localización contenidos en los AGEB.

CUADRO 4.1. Variables dependientes en base de datos para modelo de simulación urbana

Nombre
Variables dependientes
Nueva área urbana
Uso de suelo
Población total
Viviendas habitadas
Empleo industrial
Empleo en comercio
Empleo en servicios

Todas las variables son enteras, esto es, de conteo. Si se pretenden usar las densidades (es decir, las cantidades enteras divididas por el área de la celda territorial) es posible estimar los datos mediante otra técnica, porque las densidades son una variable de tipo intervalo o real.

Variables explicativas sobre las características físico-territoriales

Gracias a la importancia que tienen las características territoriales como factor de crecimiento y expansión de la ciudad (puesto que determinan en buena medida dichos procesos), se propuso el uso de las siguientes variables.

CUADRO 4.2. Variables de características territoriales en base de datos para modelo de simulación urbana

Nombre
Características territoriales
Influencia espacial (vecindad)
Pendiente del territorio

Se entiende por influencia espacial la posible asociación entre procesos de urbanización previamente existentes en otros sitios y la proximidad física involucrada en cada celda territorial, con lo que la posible consecuencia sean

nuevos procesos de concentración económica y poblacional en la celda territorial en cuestión. En otras palabras, hay una probabilidad creciente de que una celda territorial específica se urbanice en la medida de una mayor cercanía física a las áreas ya urbanizadas.

Para el caso de las celdas territoriales en forma de cuadrado en que fue dividido el valle de México, se especificó que una celda vecina, esto es, contigua físicamente a la celda en cuestión, urbanizada previamente, tendrá un valor de uno; en caso contrario, de cero. De ahí que cada celda territorial tendrá valores entre 0 y 8 (asumiendo la vecindad de Moore),⁷⁶ dependiendo de cuántas celdas contiguas estén urbanizadas; por ello, una celda dentro del área urbana tendrá una influencia espacial de ocho, es decir, que las ocho celdas que la rodean ya están urbanizadas, mientras que una celda localizada en un área completamente despoblada tendrá una influencia espacial de cero, porque ninguna de las celdas circundantes está previamente urbanizada.

En relación con la pendiente del territorio, para la variable propuesta se midió el grado de inclinación del territorio en cada celda territorial, dando como resultado el grado de inclinación promedio. Se le asignó un valor ordinal a cada rango de pendientes posibles; de esta manera, si la inclinación promedio estaba entre 0° y 3°, la variable pendiente (P_{DT}) es igual a uno; entre 3° y 12° es igual a dos; entre 12° y 18° es igual a tres; entre 18° y 25° es igual a cuatro; entre 25° y 35° es igual a cinco; entre 35° y 45° es igual a seis; entre 45° y 90° es igual a siete.

Se realizó como alternativa dividir los posibles valores de la pendiente en variables de tipo dummy, esto es, una variable llamada P_{DT1} si la pendiente estaba entre 3° y 12° es igual a uno, y a cero en cualquier otro caso; otra variable llamada P_{DT2} en la que si la pendiente estaba entre 12° y 18° es igual a uno, y a cero en cualquier otro caso, y así sucesivamente, hasta obtener siete variables dummy diferentes (P_{DT1} a P_{DT7}).

⁷⁶ La vecindad de Moore consiste en una vecindad que para cada célula son ocho: los vecinos formados por la vecindad de von Neumann y las cuatro células de las dos diagonales. Esto es, toda célula que rodea a una célula en una malla o cuadrícula.

Variables explicativas sobre la estructura policéntrica urbana

Estas variables pretenden explicar la estructura económico-espacial que tiene la ciudad, como factor decisivo en la configuración futura de la misma y de los usos de suelo resultantes. Se proponen las siguientes variables.

CUADRO 4.3. Variables que reflejan la estructura policéntrica urbana en base de datos para modelo de simulación urbana

Nombre
Estructura policéntrica urbana
Distancia de la CT al CBD
Distancia de la CT al subcentro más cercano

Se asume la existencia de una estructura policéntrica diferenciada en la Ciudad de México que se evidencia mediante una prueba econométrica de Wald [Ramírez, 2016a: 112-118]. El término “diferenciada” en este caso se refiere a una estructura policéntrica por cada tipo de actividad económica, esto es, una estructura policéntrica para la industria de la Ciudad de México, otra para servicios, etcétera.

Para medir dicha estructura diferenciada, se mide la distancia física (en kilómetros) de cada celda territorial al distrito central de negocios (CBD), en este caso, el Zócalo, localizado en el Centro Histórico de la Ciudad de México. A esta variable se le llama $DCBD$. Aunado a lo anterior, se mide la distancia de cada celda territorial al centro de actividad económica más cercano, asumiendo la estructura policéntrica existente al 2008, por ser el último periodo disponible en datos reales.

De esta manera se refleja la influencia de la distancia a los centros de actividad económica en cada área con probable urbanización, o bien ya urbanizada, pero con dicha influencia puede dar como consecuencia un cambio en el uso de suelo existente. A la variable asociada se le denominó $DSUB$.

Variable explicativa sobre las etapas de crecimiento urbano

Tal como se planteó en el capítulo II, una ciudad crece a ritmos diferenciados, esto es, en función de su etapa o momento. De esta manera, una ciudad primero crece con relativa velocidad, la cual aumenta significativamente en una segunda etapa, y en una tercera etapa disminuye de forma notable el ritmo de crecimiento y expansión debido a los factores planteados con anterioridad.

Para el caso de los datos de la ciudad se propuso el uso de la variable ECU , cuya evolución se conoce mediante una función logística ajustada a los datos de crecimiento de la ciudad. Se presentó como alternativa la variable meses, que mide el número de meses transcurridos a partir de 1940 con el fin de medir desde el inicio de la etapa de mayor crecimiento de la ciudad hasta el año 2010.

CUADRO 4.4. Variables que reflejan las diferentes etapas de crecimiento urbano en base de datos para modelo de simulación urbana

Nombre
Etapas de crecimiento urbano
Etapas de crecimiento de la Ciudad de México

Variables explicativas sobre la política urbana y la gestión gubernamental

Dado que uno de los principales objetivos del modelo prospectivo es el análisis de escenarios, esto es, un análisis de sensibilidad en el que sea posible observar los diferentes resultados que el modelo reporta si se cambia la política de desarrollo urbano, o alguna otra decisión gubernamental de importancia para la ciudad, se propuso el uso de dos posibles variables, que a su vez pudieran ser “cambiadas” de diferentes maneras y también representarían la manifestación de un cambio en la política de los tomadores de decisiones en materia de desarrollo urbano.

Se eligió una variable que muestre que una CT específica se “restringe” a la urbanización o a la utilización de usos de suelo de actividades económicas, por lo que en estas celdas territoriales no es posible, bajo ninguna circunstancia, urbanizar ni establecer asentamiento humano alguno. Lo anterior es

equivalente a que una autoridad urbana restrinja el uso de suelo en ese momento. Cabe decir que muchas de las celdas territoriales ya contaban con usos de suelo restringidos, esto es, que se encuentran en zonas tales como ANP (áreas naturales protegidas), parques naturales, áreas federales, equipamientos urbanos de servicios a la ciudadanía (estadios, parques públicos, áreas académicas, zonas de transportación aérea o terrestre, etcétera), entre muchos otros. A esta variable se le llamó SR.

Otra variable propuesta en el mismo sentido es la que refleja la cercanía física a las vialidades urbanas o suburbanas. Se asume que la cercanía a una vía aumenta la accesibilidad, dando claras ventajas que generan economías de aglomeración, esto es, que generan concentración y al final procesos de urbanización. Dado que la creación o ampliación de dichas vialidades es producto de la política urbana de las autoridades correspondientes, este dato es considerado como una variable de política, pues el trazado de una nueva vialidad podría generar nuevos procesos de urbanización, como se ha planteado anteriormente con suficiencia. De allí que se proponga la variable RT como aquella que indica si existe una vía de las llamadas primarias suficientemente cerca, esto es, en un área circundante a dos kilómetros.

CUADRO 4.5. Variables para operar la política urbana y la gestión gubernamental en base de datos para modelo de simulación urbana

Nombre
Política urbana y gestión gubernamental
Suelo restringido a la urbanización
Acceso a la red de transporte principal

De esta manera, la lista de variables propuestas para cada caso, y sus características, queda como sigue.

CUADRO 4.6. Características generales de las variables contenidas en base de datos para modelo de simulación urbana

Variable	Nombre	Tipo	Ext.	Valores	Periodo	Descripción
Variable dependiente						
CT_URB	Celda territorial urbanizada	Cat	1	0,1	1990-2010	Celda territorial urbanizada sí o no
US	Uso de suelo	Cat	1	0,...,6	1990-2010	Tipo de usos de suelo (Sin Urb, Ind, Com, Serv, Hab (1), Hab (2), Hab (3))
PT	Población total	Ent	10	[0,-)	1990-2010	PT
VH	Viviendas habitadas	Ent	10	[0,-)	1990-2010	VH
POI	Empleo industrial	Ent	10	[0,-)	1990-2010	PO Industria
POC	Empleo en comercio	Ent	10	[0,-)	1990-2010	PO Comercio
POSG	Empleo en servicios	Ent	10	[0,-)	1990-2010	PO servicios + PO Gobierno
Características territoriales						
IE	Influencia espacial	Ent	1	0,...,8	1940-2010	Número de "vecindades" en la CT (en función de la vecindad de Moore)
PDT1	Pendiente del territorio 1	Cat	1	0,1	atemporal	Pendiente del territorio entre 0° y 3°
PDT2	Pendiente del territorio 2	Cat	1	0,1	atemporal	Pendiente del territorio entre 3° y 12°
PDT3	Pendiente del territorio 3	Cat	1	0,1	atemporal	Pendiente del territorio entre 12° y 18°
PDT4	Pendiente del territorio 4	Cat	1	0,1	atemporal	Pendiente del territorio entre 18° y 25°
PDT5	Pendiente del territorio 5	Cat	1	0,1	atemporal	Pendiente del territorio entre 25° y 35°
PDT6	Pendiente del territorio 6	Cat	1	0,1	atemporal	Pendiente del territorio entre 35° y 45°
PDT7	Pendiente del territorio 7	Cat	1	0,1	atemporal	Pendiente del territorio entre 45° y 90°
Política urbana y gestión gubernamental						
SR	Suelo restringido a la urbanización	Cat	1	0,1	1940-2010	Si la CT pertenece a alguna de las ANP o zonas de urb no permitidas (consultar cat)
RT	Acceso a la red de transporte principal	Cat	1	0,1	1940-2010	Si la CT está dentro del buffer creado para cada vialidad princ def (consultar cat)
Estructura policéntrica urbana						
DCBD	Distancia de la CT al CBD	Real	10.5	[0,-)	atemporal	Distancia en km del centroide de la CT al centroide del CBD
DSUB	Distancia de la CT al subcentro más cercano	Real	10.5	[0,-)	1940-2010	Distancia en km del centroide de la CT al centroide del subcentro más cercano
Etapas de crecimiento urbano						
ECU	Etapas de crecimiento de la Ciudad de México	Real	10.5	[0,-)	1900-2050	Etapas de crecimiento de la Ciudad de México

Fuente: elaboración propia.

Planteamiento de supuestos para el modelo y condiciones de frontera

A continuación se enuncian los supuestos de operación del modelo, esto es, las condiciones con las que opera y que están en función de las variables disponibles y de la calidad de la información colectada en ellas.

1. Las características territoriales del valle de México se representan básicamente por las pendientes del suelo en cada celda territorial. Es imposible tener todas las pendientes para la infinidad de puntos territoriales dentro de una celda territorial por la condición continua y no discreta de una superficie. En su lugar se calcularon pendientes promedio por celda territorial dentro de la característica raster del software ArcGis. Esto significa que se determinaron 52459 pendientes promedio.
2. Para una mejor operación del modelo y para una mejor especificación econométrica se crearon siete niveles de pendientes, y con ello siete variables dummy, desde $PDT1$ hasta $PDT7$.
3. La influencia espacial asume una vecindad como la definida por Moore (vecindad de Moore) esto es, si tenemos una malla cuadriculada como territorio de estudio, se consideran vecinas las ocho celdas territoriales que rodean cada celda territorial (arriba, abajo, derecha, izquierda y diagonales).
4. Se probaron otras variables territoriales como tipo de suelo y clima, entre otras, pero no resultaron significativas, y por ello se desecharon.
5. En relación con las condiciones de frontera, esto es, las reglas de operación del modelo sobre los bordes o márgenes del área de estudio, dado que esta se transforma para efectos de la operación en una matriz de 251 por 209, simplemente se instruye en el programa con el algoritmo de simulación que quedarán inhabilitadas las columnas 1 y 209 ($j=2$ to 208), así como los renglones 1 y 251 ($i=2$ to 250). De este modo, cuando se haga el recorrido celda territorial por celda territorial, estos renglones y columnas no serán evaluados para evitar un desborde, comenzando nuevamente un ciclo.

Estimación de parámetros

Los parámetros del modelo para los mecanismos de urbanización probable y de cambio probable de uso de suelo, ambos para cada celda territorial, se estimaron mediante ejercicios de regresión logística binomial y multinomial en el programa SPSS v. 18, respectivamente.

A continuación, se enuncian los parámetros resultantes.

a) Mecanismo de urbanización probable

CUADRO 4.7 Parámetros estimados para mecanismo de urbanización probable

Para y=	I
Intersección=	-29.1654
PT=	13.0325
IE=	0.7970
DCBD=	0.0003
MESES=	0.0109
PDT(1)=	9.4122
PDT(2)=	9.5882
PDT(3)=	9.3215
PDT(4)=	0.1166
PDT(5)=	1.0812
PDT(6)=	-0.5954
SR(1)=	-0.3864
RT(1)=	0.0682

Fuente: elaboración propia a partir de base de datos para modelo de simulación urbana y rutina de regresión logística binomial del programa SPSS v. 18.

b) Mecanismo de cambio de uso de suelo probable

CUADRO 4.8. Parámetros estimados para mecanismo de cambio de uso de suelo probable

Para y=	1	2	3	4	5	6
Intersección=	58.9570	-20.6111	22.3588	-5.6126	24.6463	9.2087
PT=	-11.7012	-0.0004	0.0001	-0.0008	-0.011	-0.0046
VH=	1.1416	-0.0079	-0.0072	-0.0072	0.0025	0.0027
POI=	0.1506	0.2005	0.0014	0.1979	0.0001	-0.0001
POC=	-0.0654	0.0288	0.034	0.0291	-0.0038	0.0001
POSG=	-0.1648	0.0011	0.0042	0.0045	-0.0016	-0.0011
IE=	-0.8722	-2.6996	-0.3037	0.6278	-0.1992	-0.0714
DCBD=	-0.1449	0.2894	0.1177	0.1584	-0.0298	-0.0221
DSUB=	0.1195	0.0344	-0.0197	-0.146	0.0533	0.0374
MESES=	-0.0420	0.0018	-0.0365	0.0016	-0.0289	-0.0115
[PDT=1]=	12.1136	-47.8818	-3.3544	-94.7132	21.0933	13.9023
[PDT=2]=	10.7686	-46.5259	-4.1727	-92.1745	21.1353	14.0512
[PDT=3]=	10.5683	-49.6141	-2.9697	-92.4427	21.3935	14.0986
[PDT=4]=	0.4691	0.3661	0.6661	-5.5823	0.4537	0.3377
[PDT=5]=	15.4515	15.4339	-8.3897	-9.2987	17.2473	11.9385
[PDT=6]=	31.5162	31.9526	8.1605	3.7195	33.4426	25.5807
[PDT=7]=	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
[SR=0]=	-1.1124	-2.2724	1.1319	-0.9872	-0.2851	-0.0737
[SR=1]=	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
[RT=0]=	0.2697	-3.2277	-0.845	-2.5372	0.0719	0.1336
[RT=1]=	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000

Fuente: elaboración propia a partir de base de datos para modelo de simulación urbana y rutina de regresión logística multinomial del programa SPSS v. 18.

Programación del modelo en lenguaje SAS

Para poner en marcha y operar el modelo fue necesario seguir como algoritmo, en primer lugar, el modelo matemático planteado anteriormente, y luego diseñar un programa en un lenguaje de programación en el que se integraran los parámetros estimados, se crearan las matrices necesarias y se implementara una rutina de simulación de tipo Montecarlo, de acuerdo con las especificaciones planteadas ampliamente en este capítulo. Se anexa un fragmento del programa diseñado en lenguaje SAS v. 9.0 para ilustrar lo anterior.

Resultados generales de la operación del modelo de prospectiva territorial

Expansión generada en km² en nuevas áreas urbanas por zona en el área de estudio

Los resultados para el modelo reportan crecimiento y expansión en todos los puntos cardinales de la zona de estudio; sin embargo, es claro que dicha expansión es diferenciada en función de los atributos específicos de cada punto del territorio.

CUADRO 4.9. Expansión generada en km² por periodo y ubicación geográfica en el valle de México

Ubicación del municipio	2020	2030	2040	Expansión total 2020-2040
Norte	148.3	120.3	128.0	396.5
Nororient	172.5	133.8	218.0	524.3
Norponiente	70.8	65.5	77.8	214.0
Sur	33.8	17.3	17.8	68.8
Surorient	89.3	62.3	74.8	226.3
Surponiente	4.8	7.0	8.8	20.5
Orient	54	34.3	48.0	136.3
Poniente	19.8	15.0	12.0	46.8
Total en km ²	593.0	455.3	585.0	1,633.3

Fuente: elaboración propia a partir de los resultados del modelo de simulación urbana.

De esta manera, las áreas donde se da la mayor expansión urbana, de acuerdo con los resultados del modelo, es el norte del valle de México, y específicamente en el nororiente. De ahí que municipios del Estado de México como Axapusco, Temascalapa, Otumba, Teotihuacán, San Martín de las Pirámides, Texcoco, así como Tizayuca, Villa de Tezontepec, Zempoala y Tolcayuca como municipios de Hidalgo, sean los principales receptores de la urbanización metropolitana entre 2020 y 2040. Si se agregan los municipios del Estado de México, como Apaxco, Hueypoxtla, Tequixquiac, Zumpango, Huehuetoca, Tecámac y Ecatepec, más los de Hidalgo, como San Agustín Tlaxiaca y Atotonilco de Tula, todos ubicados al norte, claramente se puede concluir que la mayoría del proceso de expansión urbana para la Ciudad de México y su Zona Metropolitana se dirige al norte y nororiente del valle de México (ver cuadro 4.9).

En contraste, es claro que si bien existe también expansión urbana al sur del valle de México, representa una proporción sensiblemente menor. En las alcaldías del sur,⁷⁸ y de acuerdo con los resultados del modelo, se reporta una expansión probable de menos de 70 km². Lo cual es congruente con los planteamientos de capítulo I, en el que queda claro que existe una barrera natural al sur del valle de México, entre la parte sur de Milpa Alta y Tlalpan, originada por la sierra Ajusco-Chichinautzin, que no permite la expansión hacia Morelos (ver cuadro 4.9).

También es importante notar que gran parte de la expansión se ubica al oriente, nororiente y suroriente del valle de México (ver cuadro 4.9). En el cuadro 4.10 se agrupan los ocho puntos cardinales en cuatro, para comprender mejor las tendencias de expansión.

Población y vivienda generada en nuevas áreas urbanas por zona en el área de estudio

Asumiendo las nuevas áreas urbanas reportadas por el modelo, se presentan ahora los resultados de población y vivienda en dichas áreas urbanas nuevas en el cuadro 4.11.

⁷⁸ De hecho, no se reportó expansión en los municipios del sur. Únicamente en las alcaldías Xochimilco y Tlalpan.

CUADRO 4.10. Expansión generada en km² por periodo y ubicación geográfica (cuatro puntos cardinales) en el valle de México

Ubicación del municipio	2020	2030	2040	Expansión total 2020-2040
Norte	391.5	319.5	423.8	1,134.80
Sur	127.8	86.5	101.3	315.5
Oriente	54.0	34.3	48.0	136.3
Poniente	19.8	15.0	12.0	46.8
Total	593.0	455.3	585.0	1,633.3

Fuente: elaboración propia a partir de los resultados del modelo de simulación urbana.

CUADRO 4.11. Crecimiento poblacional y de vivienda por periodo y ubicación geográfica en las nuevas áreas urbanas en el valle de México

Ubicación del municipio				Crecimiento PT Nuevas áreas 2020-2040				Crecimiento VH Nuevas áreas 2020-2040
	2020	2030	2040		2020	2030	2040	
Norte	130 186	59 500	59 880	249 566	42 666	18 634	17 665	78 965
Nor-oriental	158 270	66 625	104 640	329 535	51 870	20 866	30 869	103 605
Norponiente	60 452	30 875	35 400	126 727	19 812	9 669	10 443	39 924
Sur	30 702	8 375	8 520	47 597	10 062	2 623	2 513	15 198
Suroriental	76 160	30 625	35 880	142 665	24 960	9 591	10 585	45 136
Surponiente	2 618	3 375	4 200	10 193	858	1 057	1 239	3 154
Oriente	40 936	14 125	22 080	77 141	13 416	4 424	6 514	24 353
Poniente	18 088	7 500	5 760	31 348	5 928	2 349	1 699	9 976
Total	517 412	221 000	276 360	1 014 772	169 572	69 213	81 526	320 311

Fuente: elaboración propia a partir de los resultados del modelo de simulación urbana.

Congruentes con los resultados esperados, en ambos casos son el norte y nororiente las zonas con mayor crecimiento poblacional y de vivienda para las nuevas áreas urbanas. De acuerdo con estos resultados, en las nuevas áreas urbanas podrían esperarse hasta un millón de habitantes nuevos y más de 320 000 viviendas.

Empleo generado en nuevas áreas urbanas por zona en el área de estudio

Finalmente, en el cuadro 4.12 se presentan los resultados para el crecimiento de empleo en las mismas áreas nuevas.

Escenario tendencial en 2020, 2030 y 2040

Se presentan a continuación los resultados preliminares reportados por el modelo para los años 2020, 2030 y 2040. Como características esenciales a analizar se prevén las nuevas áreas urbanizadas, la nueva conformación de municipios y alcaldías en la Zona Metropolitana de la Ciudad de México, los posibles cambios de usos de suelo, tanto en áreas ya urbanizadas como en las nuevas áreas, y, desde luego, la estimación de las cantidades de población, vivienda y empleo en cada área o celda territorial. A fin de sintetizar los resultados, las cantidades se presentan en niveles de densidades por celda territorial.

Áreas urbanizadas probables y conformación de continuos urbanos

Además de la descripción sobre las nuevas áreas probables descritas, es importante decir que las principales áreas urbanizadas en 2020, de acuerdo con los resultados del modelo, se darían más específicamente en el norte, nororiente y norponiente, en las diversas áreas urbanas ubicadas como “manchas” o “partes del plato roto”. Comenzarían a unificarse en un área urbana continua; los principales municipios al norte que protagonizarían este fenómeno serían: Tepotzotlán-Cuautitlán Izcalli-Coyotepec-Teoloyucan-Huehuetoca, por otro lado, Zumpango-Jaltenco-Nextlalpan-Tecámac-Tizayuca; y Apaxco-Tequixquiac-Hueypoxtla, como los más importantes (ver mapa 4.1).

CUADRO 4.12. Crecimiento del empleo (industria, comercio y servicios) por periodo y ubicación geográfica en las nuevas áreas urbanas en el valle de México

Empleo industria en nuevas áreas urbanas por zona en el valle de México				Empleo comercio en nuevas áreas urbanas por zona en el valle de México				Empleo servicios en nuevas áreas urbanas por zona en el valle de México			
Ubicación de los municipios	2020	2030	2040	2020	2030	2040	Crecimiento poc total 2020-2040	2020	2030	2040	Crecimiento poc total 2020-2040
Norte	31 625	24 960	25 450	48 790	36 000	12 725	97 515	141 120	96 200	25 449	262 769
Nororiente	37 950	27 820	43 600	58 650	40 125	21 800	120 575	169 092	106 800	44 472	320 364
Norponiente	15 455	13 624	15 550	23 375	19 050	7 550	49 975	65 520	50 800	15 096	131 416
Sur	7 425	3 536	3 550	11 475	5 100	1 775	18 350	33 516	13 600	3 621	50 737
Suroriente	19 415	12 948	14 950	29 580	18 675	7 475	55 730	84 672	49 800	15 249	149 721
Surponiente	1 045	1 456	1 750	1 360	2 100	875	4 335	3 528	5 600	7 785	10 913
Oriente	10 175	6 240	9 250	14 960	8 850	4 600	28 410	44 100	22 800	9 333	76 233
Poniente	4 292	2 640	2 400	6 630	4 500	1 200	12 330	19 656	12 000	2 448	34 104
Total	127 382	93 224	116 500	194 820	134 400	58 000	387 220	561 204	357 600	117 453	1 036 257

Fuente: elaboración propia a partir de los resultados del modelo.

Nota: los resultados de empleo del modelo prospectivo se dan con base en la información disponible a partir de los Censos Económicos de Inegi. Esto significa que los resultados reflejan ÚNICAMENTE la actividad económica formal registrada por Inegi.

Al poniente de la ciudad se daría un fenómeno similar con áreas de pequeñas comunidades urbanas asentadas en los municipios de Tepetzotlán-Nicolás Romero-Isidro Fabela-Jilotzingo-Naucalpan de Juárez-Huixquilucan, presentando un continuo urbano.

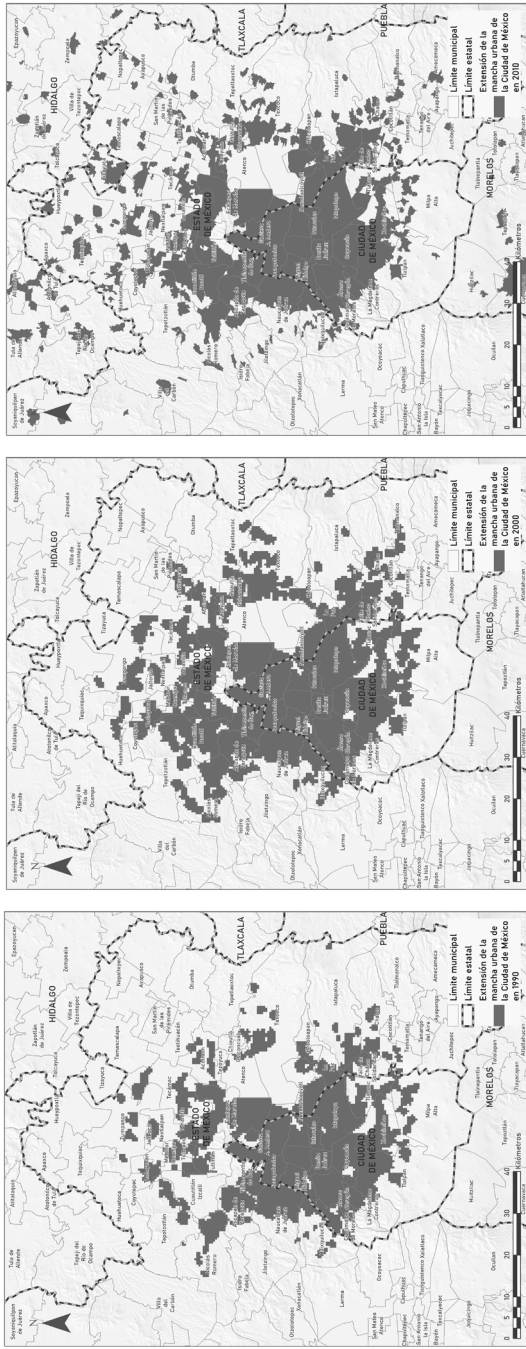
Similar caso al oriente de la ciudad, donde serían notorios los crecimientos y formaciones urbanas continuas, principalmente en los municipios de Valle de Chalco Solidaridad-Chalco-Temamatla-Cocotitlán-Tlalmanalco. Por otro lado, sucedería del mismo modo con Chimalhuacán-Texcoco-Chicoloapan-Tepetlaoxtoc-Chiautla-Chiconcuac-Tezoyuca-Acolman-Teotihuacán.

Algunas localidades urbanas, como San Matías Tlalancaleca, colindante con el estado de Puebla, o como Axapusco, colindante con el estado de Hidalgo, incrementarían sus áreas de manera muy notable (ver mapa 4.1).

Hacia el 2030, y reafirmando la tendencia en 2040 conforme con los resultados del modelo, se darían en el norte, nororiente y norponiente las diversas áreas urbanas ubicadas como “manchas” o como “partes del plato roto”. Se unificarían en un área urbana continua, como el caso de algunos corredores urbanos identificados en 2020. Los principales municipios que protagonizarían este fenómeno serían Tonanitla, Coacalco, Tecámac y Acolman, entre otros.

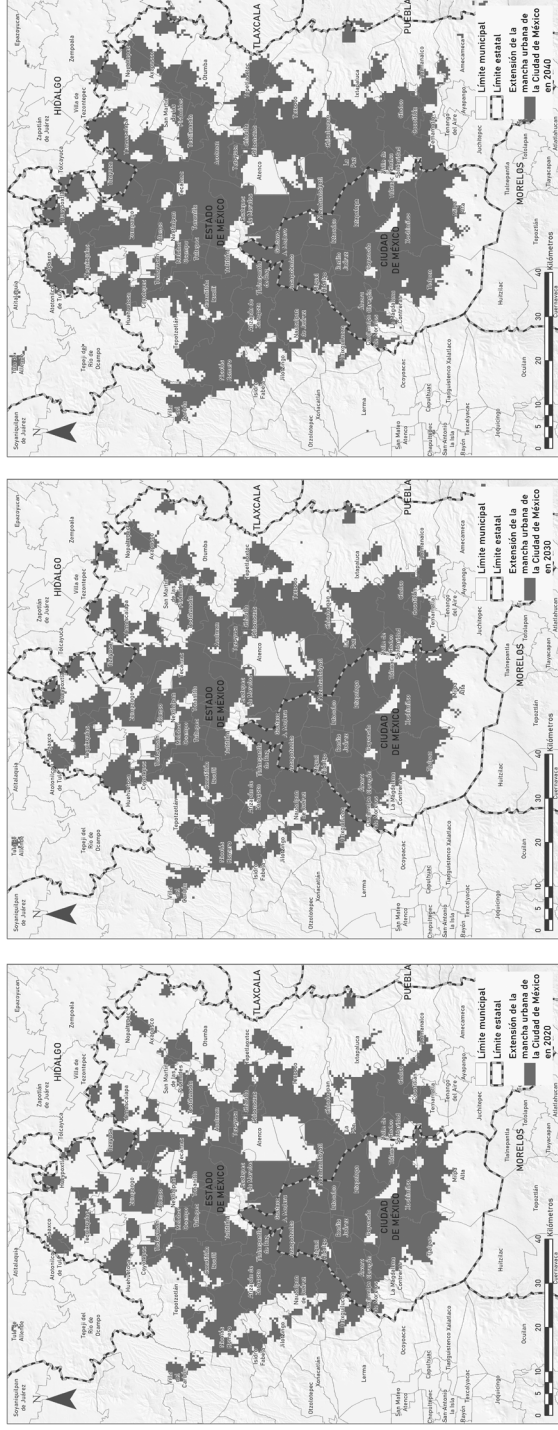
Al poniente de la ciudad continuaría el fenómeno identificado en 2020, en el que áreas de pequeñas comunidades urbanas asentadas en los municipios de Tepetzotlán-Nicolás Romero-Isidro Fabela-Jilotzingo-Naucalpan de Juárez-Huixquilucan presentarían un continuo urbano, ahora mucho más importante. Al oriente de la ciudad serían notorios e importantes los crecimientos, principalmente en los municipios de Tepetlaoxtoc, Texcoco, Chicoloapan, La Paz e Ixtapaluca (ver mapa 4.1).

MAPA 4.1. Evolución del área urbana de la Ciudad de México (1990 a 2040)



(continúa)

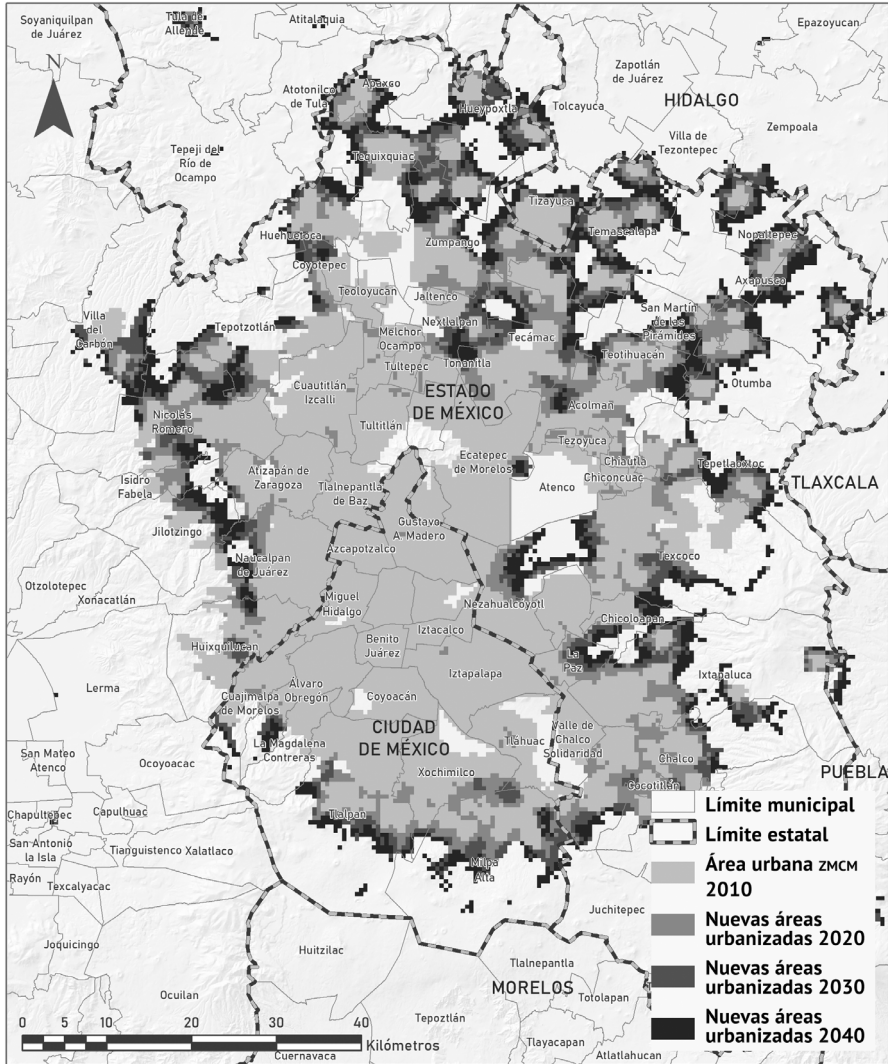
MAPA 4.1. Evolución del área urbana de la Ciudad de México (1990 a 2040) (cont.)



Fuente: elaboración propia a partir de los resultados del modelo de simulación urbana.

En el mapa 4.2 se puede apreciar la incorporación de las nuevas áreas urbanizadas, a partir del año 2010 y hasta el 2040.

MAPA 4.2. Nuevas áreas urbanizadas en la Ciudad de México (2020-2040)



Fuente: elaboración propia a partir de los resultados del modelo de simulación urbana.

Zona Metropolitana probable de la Ciudad de México

Alcaldías y municipios que conformarían la nueva ZMCM en 2020, 2030 y 2040

De acuerdo con las nuevas áreas ocupadas, en 2020 se integrarían municipios como Cocotitlán o Temascalapa, pertenecientes al Estado de México. Asimismo, municipios como Atotonilco, Tula, Tezontepec, Tolcayuca y Zempoala, del estado de Hidalgo o bien el municipio de Tlahuapan, de Puebla, deberían también formar parte de la Zona Metropolitana de la Ciudad de México, con un total de 78 municipios de cuatro entidades (Ciudad de México, Estado de México, Hidalgo y Puebla) (ver Anexo y mapa 4.3).

Aunado a lo anterior, para 2030 se unirían municipios como Atitalaquia (Hidalgo), Tianguistenco (Estado de México) y San Nicolás de los Ranchos (Puebla), entre otros, con un total de 84 municipios de las mismas entidades.

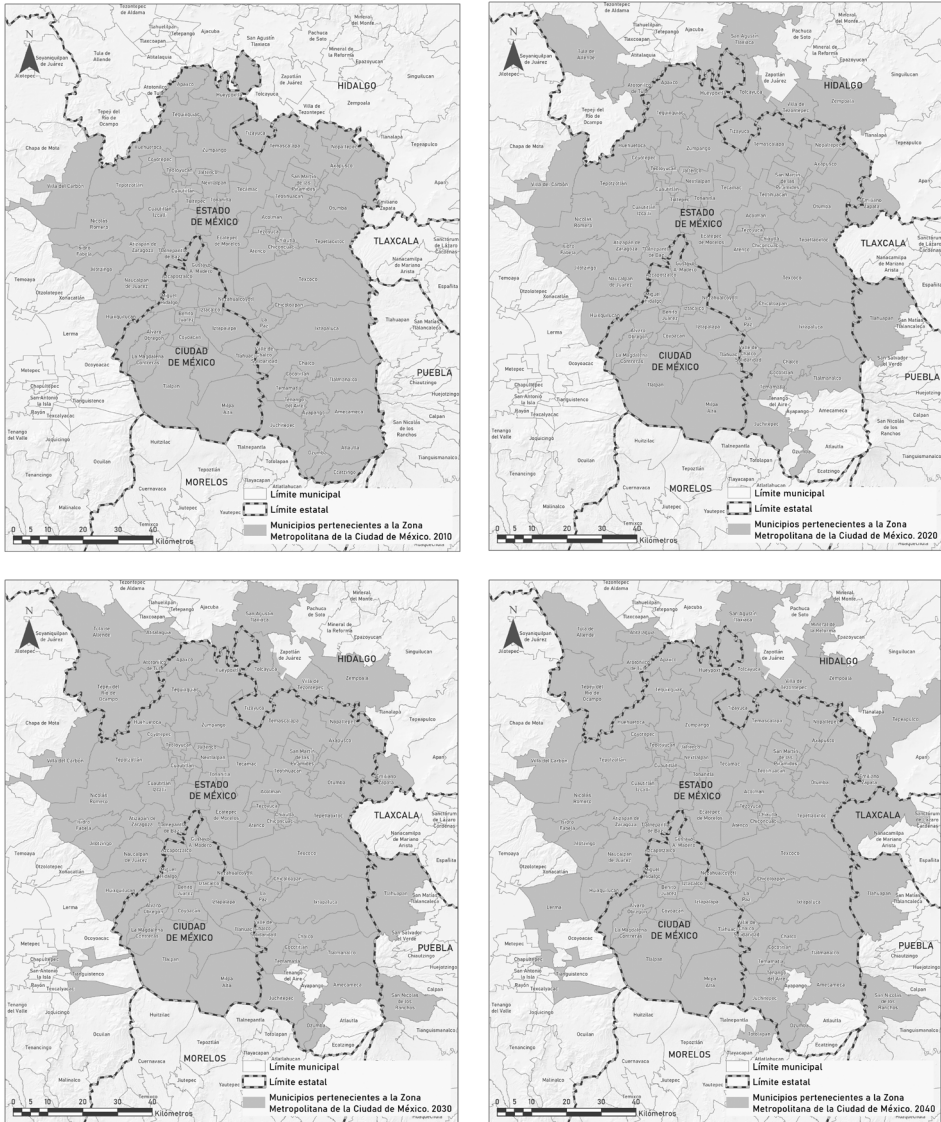
Para 2040 se tendría un total de 90 municipios, en los que además de las cuatro entidades mencionadas se agregarían Morelos y Tlaxcala con los municipios de Totolapan y Calpulalpan, respectivamente. En el mapa 4.3 se puede ver el crecimiento de la ZMCM. Cabe decir que, funcionalmente hablando, Calpulalpan también pertenece a la ZM de Tlaxcala, misma situación que podría enfrentar el municipio de Lerma en el Estado de México, que pertenece a la ZM de Toluca.

Población por alcaldía y municipios (2020-2040)

En función de los resultados del modelo, además del crecimiento poblacional natural de municipios y alcaldías ya integrados a la ZMCM en 2010, la incorporación de los nuevos municipios, especialmente los de Hidalgo y del Estado de México, llevarían no solamente a la Ciudad de México y su ZM a un crecimiento sin precedentes, sino a una cantidad de retos en materia de desarrollo urbano e integración metropolitana a considerar.

De acuerdo con estos resultados, la ciudad llegaría a 21 millones de habitantes en 2020. Para 2030 la ciudad tendría casi 22 millones y en 2040 casi 23.5 millones de habitantes (ver cuadro 4.13a).

MAPA 4.3. Alcaldías y municipios pertenecientes a la Zona Metropolitana de la Ciudad de México (1990-2040)



Fuente: elaboración propia a partir de los resultados del modelo de simulación urbana.

CUADRO 4.13A. Crecimiento poblacional por periodo y municipio en las nuevas áreas urbanas en la Zona Metropolitana de la Ciudad de México.

	1940	1950	1960	1970	1980	1990	1995	2000	2005	2010
ZMCM	1 670 315	2 982 075	5 155 327	8 656 851	13 734 654	15 046 683	16 968 314	18 010 876	19 103 163	19 661 742
Distrito Federal	1 670 315	2 923 194	4 846 497	6 874 165	8 831 079	8 235 744	8 459 007	8 605 239	8 920 916	8 851 030
Municipios conurbados		58 881	308 830	1 782 686	4 903 575	6 810 939	8 509 307	9 405 637	10 182 247	10 810 712
Comurbado hasta 1950	1 670 315	2 982 075	4 857 117	7 243 759	9 461 228	8 578 062	8 753 177	8 683 012	8 760 537	8 606 222
Ciudad de México (ciudad central)	1 448 423	2 234 795	2 832 133	2 902 969	2 595 823	1 930 267	1 760 359	1 692 179	1 677 358	1 721 137
1 Benito Juárez, D.F.					544 882	407 811	369 956	360 478	355 017	385 439
2 Cuauhtémoc, D.F.					814 983	595 960	540 382	516 255	521 348	531 831
3 Miguel Hidalgo, D.F.					543 062	406 868	364 398	352 640	353 534	372 889
4 Venustiano Carranza, D.F.					692 896	519 628	485 623	462 806	447 459	430 978
5 Álvaro Obregón, D.F.	32 313	93 176	220 011	456 709	639 213	642 753	676 930	687 020	706 567	727 034
6 Azcapotzalco, D.F.	63 000	187 864	370 724	534 554	601 524	474 688	455 131	441 008	425 298	414 711
7 Coyoacán, D.F.	35 248	70 005	169 811	339 446	597 129	640 066	623 489	640 423	628 063	620 416
8 Gustavo A. Madero, D.F.	41 567	204 833	579 180	1 186 107	1 513 360	1 268 068	1 256 913	1 235 542	1 193 161	1 185 722
9 Iztacalco, D.F.	11 212	33 945	198 904	477 331	570 377	448 322	418 982	411 321	595 025	384 326
10 Iztapalapa, D.F.	25 393	76 621	254 355	522 095	1 262 354	1 490 499	1 696 609	1 773 343	1 820 888	1 815 786
11 Magdalena Contreras, D.F.	13 159	21 955	40 724	75 429	173 105	195 041	211 898	222 050	228 927	239 086
12 Naucalpan, Méx.		29 876	85 828	382 184	730 170	785 551	939 723	858 711	821 442	833 779
13 Tlalpamtlán, Méx.		29 005	105 447	366 935	778 173	702 807	713 143	721 415	663 808	664 225
Conurbación 1950-1960		298 210	582 185	1 670 901	2 542 838	3 146 732	3 519 049	3 743 381	3 882 790	
14 Cuajimalpa, D.F.		19 199	36 200	91 200	136 873	151 222	173 625	186 391	385 439	
15 Tláhuac, D.F.		29 880	62 419	146 923	206 700	255 891	302 790	344 106	360 265	
16 Tlalpam, D.F.		61 195	130 719	368 974	484 866	552 516	581 781	607 545	650 567	
17 Xochimilco, D.F.		70 381	116 493	217 481	332 314	369 787	404 458	415 007	415 007	
18 Chimalhuacán, Méx.		76 740	19 946	61 816	242 317	412 014	490 772	525 389	614 453	
19 Ecatepec, Méx.		40 815	216 408	784 507	1 218 135	1 457 124	1 622 697	1 688 258	1 656 107	
Conurbación 1960-1970		830 907	2 048 388	23 490 73	27 126 54	29 573 324	31 145 692	31 659 293		
20 Atizapán de Zaragoza, Méx.		44 322	202 248	315 192	427 444	467 885	472 526	489 937		
21 Coacalco, Méx.		13 197	97 353	152 082	204 674	252 555	285 943	278 064		
22 Cuautitlán de Romero Rubio, Méx.		41 156	39 527	48 858	57 373	75 836	110 345	140 059		
23 Huixquilucan, Méx.		33 527	78 149	131 926	168 221	193 468	224 042	242 167		
24 Milpa Alta, D.F.		33 694	53 616	63 654	81 102	96 773	115 895	130 582		
25 Nezahualcóyotl, Méx.		580 436	1 341 230	1 256 115	1 233 868	1 225 972	1 140 528	1 110 565		
26 La Paz, Méx.		32 258	99 436	134 782	178 538	212 694	253 845	323 546		
27 Tultitlán, Méx.		52 317	136 829	246 464	361 434	432 141	472 867	524 074		

CUADRO 4.13A. Crecimiento poblacional por periodo y municipio en las nuevas áreas urbanas en la Zona Metropolitana de la Ciudad de México (cont.)

	1940	1950	1960	1970	1980	1990	1995	2000	2005	2010
	Conurbación 1970-1980									
28	Cuatitlán Izcalli, Méx.	554137	1111703	1337705	1488778	1931582	2195400			
29	Chalco, Méx.	173754	326750	417647	453298	498021	511675			
30	Chicoloapan, Méx.	78393	282940	175521	217972	257403	310130			
31	Ixtapaluca, Méx.	27354	57306	71351	77579	170035	175053			
32	Nicolas Romero, Méx.	77862	137357	187690	297570	429033	467361			
33	Tecámac, Méx.	112645	184134	237064	269546	306516	366602			
		84129	123216	148432	172813	270574	364579			
	Conurbación 1980-1990									
34	Acolman, Méx.	465007	606817	710551	802601	950239				
35	Atenco, Méx.	43276	54468	61250	77035	136558				
36	Jaltenco, Méx.	21219	27988	34435	42739	56243				
37	Melchor Ocampo, Méx.	22803	26236	31629	26359	26328				
38	Nextlalpan, Méx.	26154	33455	37716	37706	50240				
39	Teoloyucan, Méx.	10840	15053	19532	22507	34374				
40	Tepezotlán, Méx.	41964	54454	66556	73696	63115				
41	Texcoco, Méx.	39647	54419	62280	67724	88559				
42	Tultepec, Méx.	140368	173106	204102	209308	233151				
43	Zumpango, Méx.	47323	75996	93277	110145	91808				
44	Tonanitla, Méx.	71413	91642	99774	127988	159647				
						7394	10216			
	Conurbación 1990-1995.									
45	Chiautla, Méx.	511229	583457	646151	779577					
46	Chiconcuac, Méx.	16602	19620	22664	26191					
47	Corcotlián, Méx.	15448	17972	19656	22819					
48	Coyotepec, Méx.	9290	10205	12120	12142					
49	Huehuetoca, Méx.	30619	35358	39341	39030					
50	San Martín de las Pirámides, Méx.	32718	38458	59721	100023					
51	Temamatla, Méx.	16881	19694	21511	24851					
52	Teotihuacán, Méx.	7720	8840	10135	11206					
53	Tezoyuca, Méx.	39183	44653	46779	53010					
54	Valle de Chalco Solidaridad, Méx.	16338	18852	25372	35199					
55	Tizayuca, Hgo.	287073	323461	332279	357645					
		393357	463444	56573	97461					
	Conurbación 1995-2005									
56	Papalotla, Mex.	68705	73219	78221						
57	Tepetitlaotoc, Méx.	3469	3766	4147						
58	Tlalmanalco, Méx.	22729	25523	27944						
		42507	43930	46130						

Fuentes: datos de 1950 a 1995; Conapo (1998). Datos de 1940, 2000 y 2010: elaboración propia a partir de Censos de Población y Vivienda 1940, 2000 y 2010. Datos de 2020 a 2040: elaboración propia a partir de los resultados del modelo de simulación.

**CUADRO 4.13B. Crecimiento poblacional y de vivienda por periodo
y ubicación geográfica en las nuevas áreas urbanas ZMCM**

		2020	2030	2040
	ZMCM	21 453 145	22 658 457	24 327 809
	Distrito Federal	9 851 300	10 288 196	10 997 630
	Municipios conurbados	11 601 844	12 370 261	13 330 180

	Conurbación 2010-2020	603 630	634 502	666 950
59	Atotonilco de Tula, Hgo.	32 667	34 338	36 094
60	Emiliano Zapata, Hgo.	14 040	14 758	15 513
61	Tolcayuca, Hgo.	33 696	35 420	37 231
62	San Agustín Tlaxiaca, Hgo.	13 904	14 616	15 363
63	Tula de Allende, Hgo.	109 233	114 822	120 692
64	Villa de Tezontepec, Hgo.	12 250	12 876	13 535
65	Zempoala, Hgo.	41 145	43 249	45 461
66	Apaxco, Méx.	28 928	30 408	31 963
67	Axapusco, Méx.	26 866	28 240	29 684
68	Hueyponxtla, Méx.	41 903	44 046	46 298
69	Isidro Fabela, Méx.	10 835	11 389	11 972
70	Jilotzingo, Méx.	18 889	19 855	20 870
71	Juchitepec, Méx.	24 669	25 962	27 289
72	Nopaltepec, Méx.	9 350	9 828	10 331
73	Otumba, Méx.	35 983	37 823	39 757
74	Ozumba, Méx.	28 598	30 061	31 598
75	Temascalapa, Méx.	37 827	39 762	41 795
76	Tequixquiac, Méx.	35 641	37 464	39 380
77	Villa del Carbón, Méx.	47 176	49 589	52 125

	Conurbación 2020-2030		270 640	284 480
79	Atilalaquia, Hgo.		29 726	31 246
80	Tepeji del Río de Ocampo, Hgo.		89 068	93 623
81	Amecameca, Méx.		53 500	56 236
82	Tepetlixpa, Méx.		20 249	21 285
83	Tlanguistenco, Méx.		78 096	82 090

	Conurbación 2030-2040			72 288
86	Tepeapulco, Hgo.			60 003
88	Tenango del Aire, Méx.			12 285

Fuente: elaboración propia a partir de los resultados del modelo de simulación urbana.

Usos de suelo probables

La tendencia entre 1990 y 2010 en relación con los usos de suelo para la Ciudad de México fue de desplazamiento de los centros industriales hacia la periferia metropolitana. De esta manera, los principales centros se ubicaban al norte, alrededor de las autopistas a Querétaro y Pachuca (atravesando municipios como Tlalnepantla, Cuautitlán, Cuautitlán Izcalli, Tepotzotlán, del lado de la autopista a Querétaro; del lado de la autopista a Pachuca se atravesaba Ecatepec).

Hacia 2020 se mantendría esta tendencia de desplazamiento “hacia el norte” y siguiendo estas vías, surgiendo nuevos centros industriales en los municipios de Huehuetoca y Zumpango. Cabe decir que también en el sur han surgido otros centros industriales (relativamente pequeños en comparación con los ubicados al norte de la ciudad), o bien se han fortalecido los existentes, principalmente en las alcaldías Xochimilco y Tlalpan.

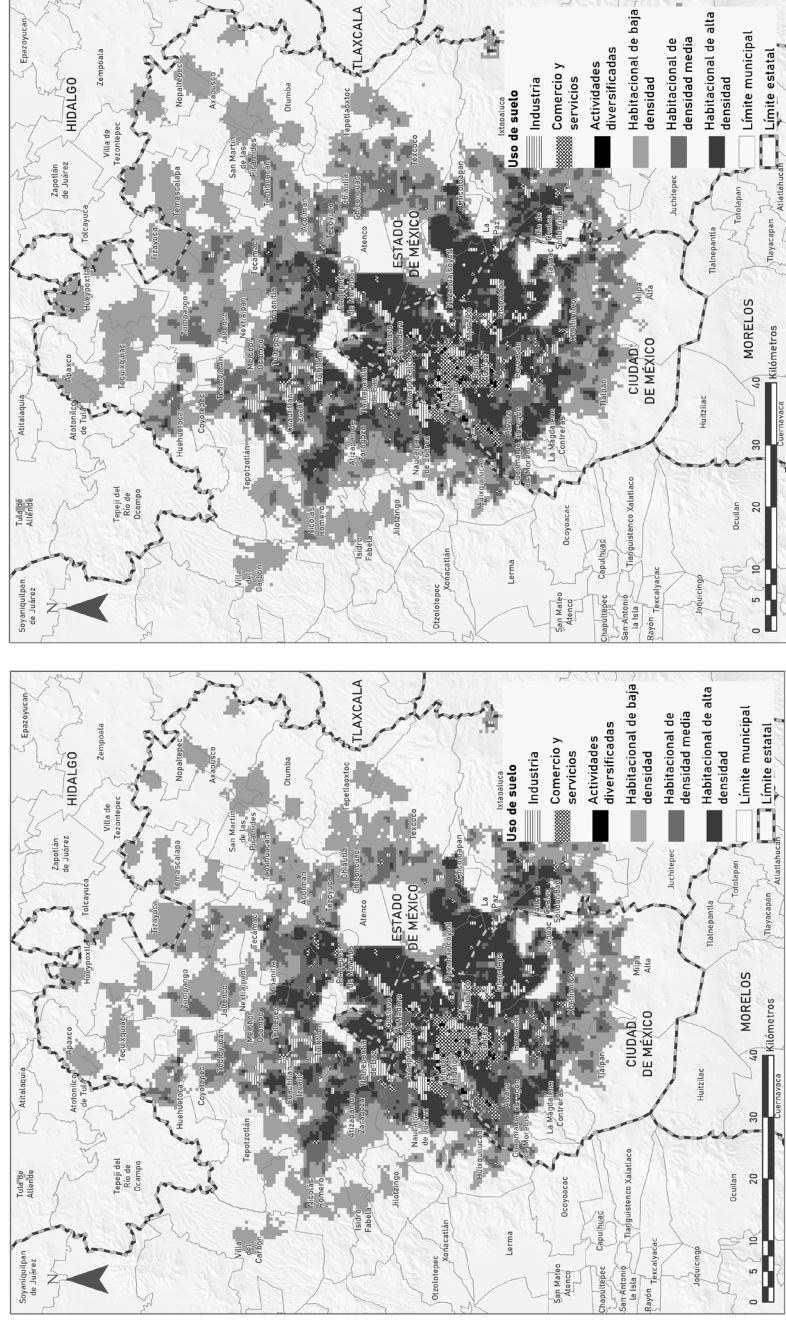
Población y viviendas habitadas, así como su probable localización

Todas las áreas centrales (Cuauhtémoc y Benito Juárez) y aledañas se convertirían en zonas de alta densidad poblacional y de vivienda hacia 2020. Municipios y alcaldías como Gustavo A. Madero, Azcapotzalco, Ecatepec, Tlalnepantla, Tultitlán, Tultepec, Coacalco y Cuautitlán Izcalli en el norte; Iztapalapa, Iztacalco, Venustiano Carranza, Nezahualcóyotl, Chimalhuacán, Chicoloapan y Valle de Chalco Solidaridad en el oriente; Álvaro Obregón, Cuajimalpa, Miguel Hidalgo, Huixquilucan, Naucalpan y Atizapán de Zaragoza en el poniente; y algunas zonas en Xochimilco, Coyoacán, Magdalena Contreras y Tlalpan en el sur, también serían de alta densidad prácticamente en su totalidad.

La población total de la Ciudad de México para 2020 sería aproximadamente de 20 971 442 habitantes. Asimismo, las viviendas habitadas ascenderían a 5 637 269 unidades. Los municipios y alcaldías de mayor población serían Iztapalapa, Gustavo A. Madero, Ixtapaluca, Chimalhuacán y Nezahualcóyotl, entre otros.

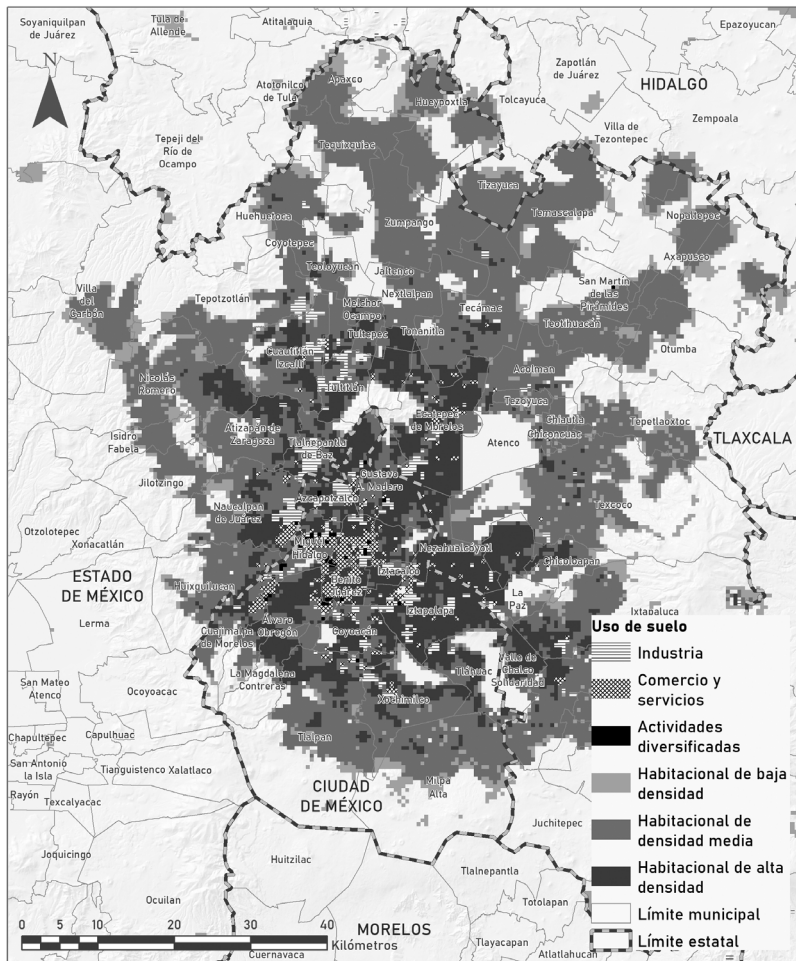
Además de lo anterior, otras zonas ubicadas en la periferia metropolitana incrementarían su densidad a nivel medio, pese a su lejanía de las áreas centrales, tales como Texcoco, Chiconcuac, Tepetlaoxtoc, Chiautla y Tezoyuca. Muchas otras unirían sus áreas urbanas convirtiéndolas en un continuo urbano, tal sería el caso de los municipios Naucalpan, Jilotzingo, Isidro Fabela y Nicolás Romero (ver mapas 4.5 y 4.6).

MAPA 4.4 Uso de suelo en los años 1990-2010 y probable uso de suelo en los años 2020-2040 en la Ciudad de México



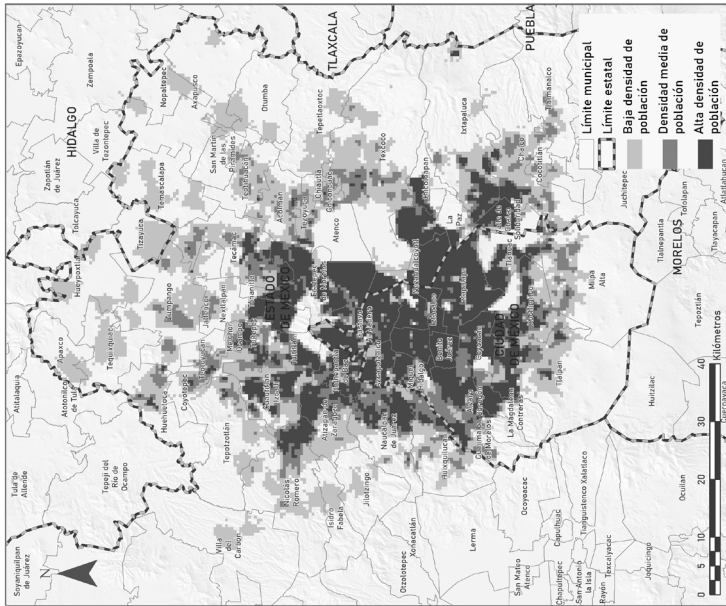
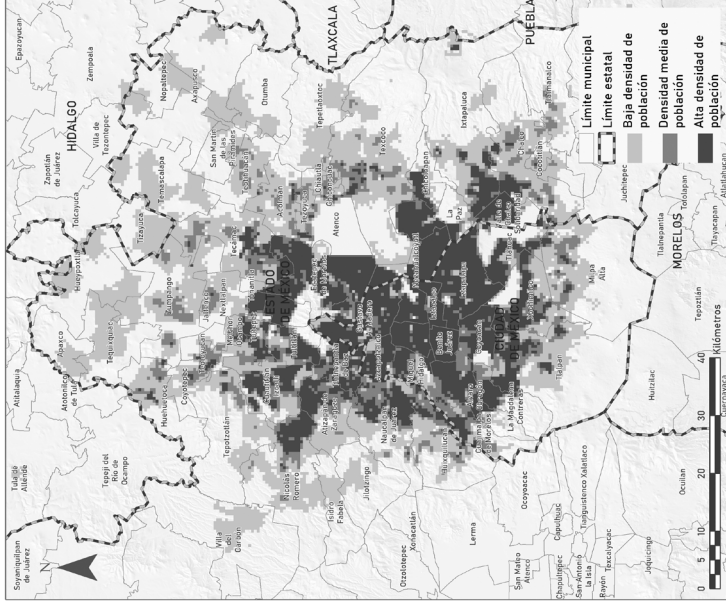
Fuente: elaboración propia a partir de los resultados del modelo de simulación urbana.

MAPA 4.4 Uso de suelo en los años 1990-2010 y probable uso de suelo en los años 2020-2040 en la Ciudad de México (cont.)



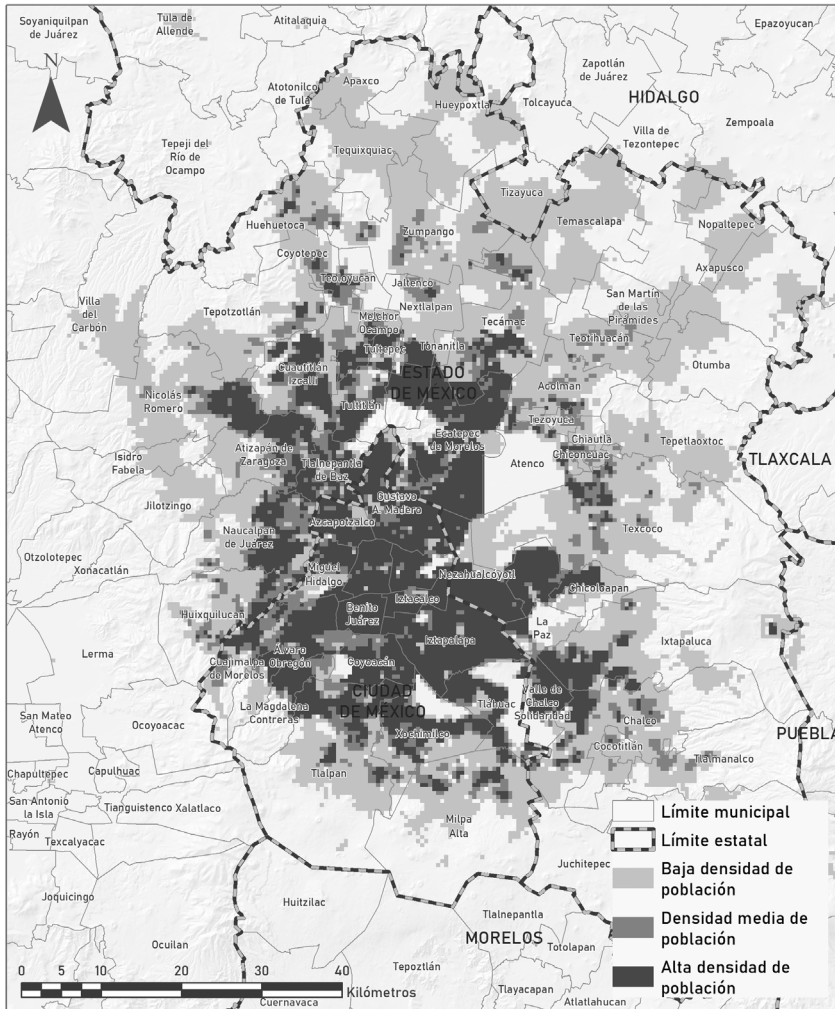
Fuente: elaboración propia a partir de los resultados del modelo de simulación urbana.

MAPA 4.5. Densidad de población en la Ciudad de México (2020-2040)



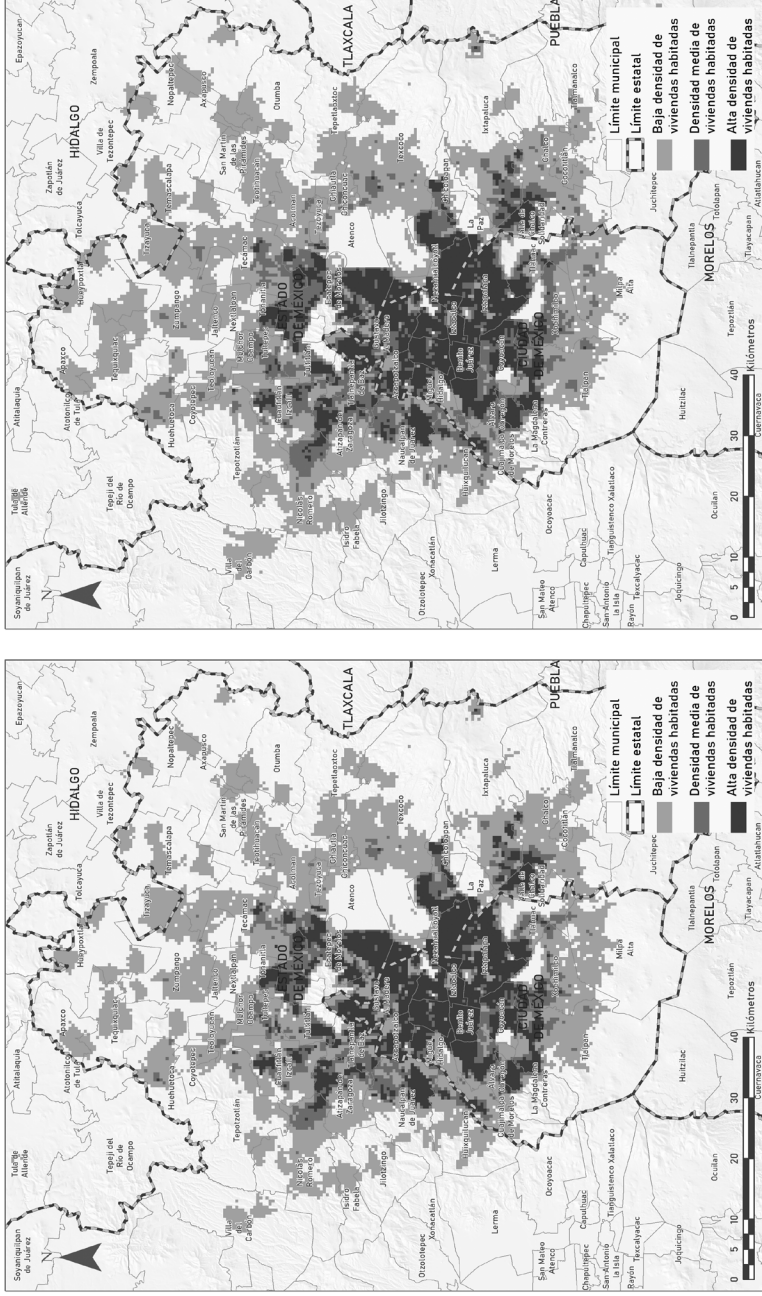
Fuente: elaboración propia a partir de los resultados del modelo de simulación urbana.

MAPA 4.5. Densidad de población en la Ciudad de México (2020-2040) (cont.)



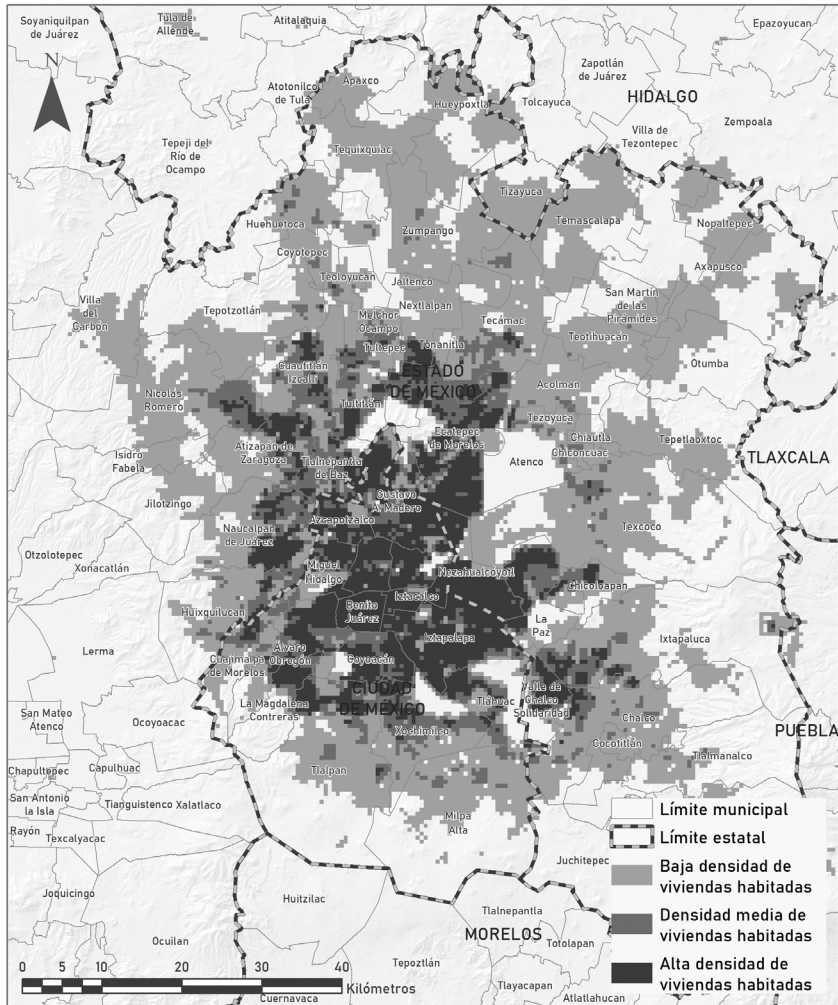
Fuente: elaboración propia a partir de los resultados del modelo de simulación urbana.

MAPA 4.6. Densidad de vivienda en la Ciudad de México (2020-2040)



Fuente: elaboración propia a partir de los resultados del modelo de simulación urbana.

MAPA 4.6. Densidad de vivienda en la Ciudad de México (2020-2040) (cont).



Fuente: elaboración propia a partir de los resultados del modelo de simulación urbana.

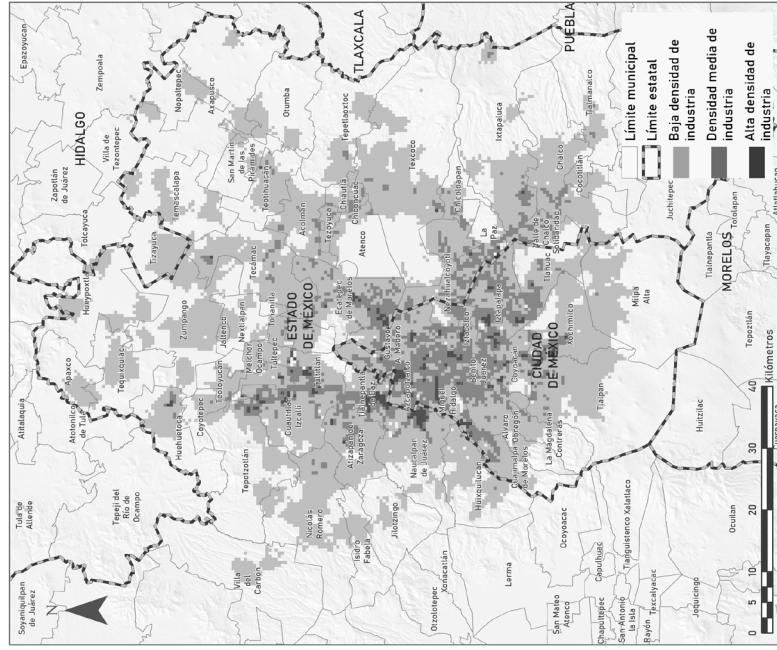
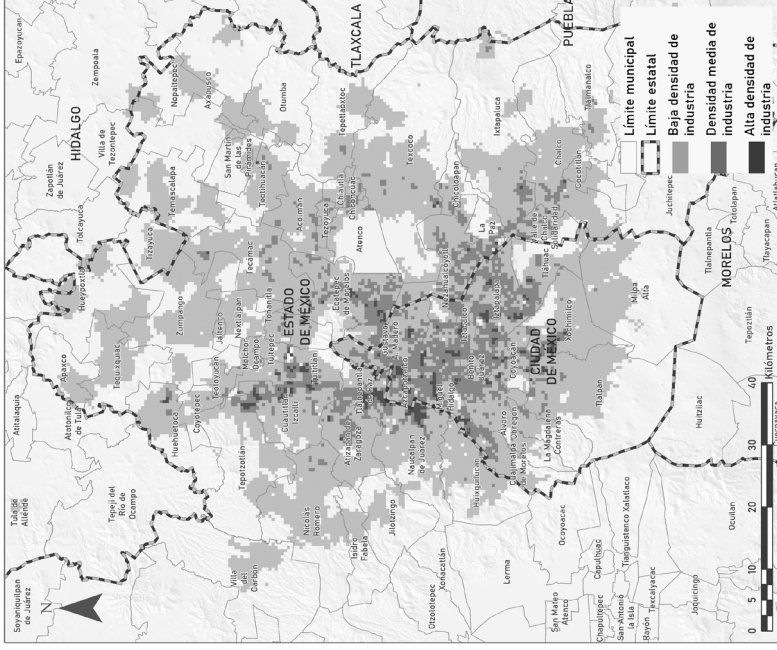
Empleo industrial, de comercio y servicios, así como su probable localización

Como se señaló en el apartado sobre el uso de suelo, la concentración del empleo industrial continuará con su patrón de desplazamiento hacia la periferia metropolitana, principalmente alrededor de las autopistas que conectan el norte de la ciudad, esto es, la autopista a Pachuca y la de Querétaro. Las zonas con alta densidad de empleo industrial llegarán a asentarse en 2020 en municipios como Huehuetoca y Zumpango.

En relación con el comercio y los servicios, en 2020 se consolidarían las altas densidades de empleo en las áreas centrales de la ciudad (alcaldías Benito Juárez, Cuauhtémoc y Miguel Hidalgo, principalmente), con un incremento importante en los corredores de servicios ya consolidados, tales como Insurgentes sur y Paseo de la Reforma. Cabe decir que se daría con una mayor intensidad el desplazamiento de servicios, específicamente los de actividades financieras, profesionales y corporativas en general, hacia zonas específicas de las alcaldías Miguel Hidalgo y Cuajimalpa, como Polanco, Lomas de Chapultepec, Bosques de la Reforma, Bosques de las Lomas y en especial Santa Fe, que se consolidaría posiblemente como el principal corredor corporativo de la ciudad, en abierta competencia con Paseo de la Reforma.

En el cuadro 4.14 se ven las cantidades de empleo por tipo, a las que ascendería la Ciudad de México de 2020 al 2040 (ver cuadro 4.14 y mapas densidad POI, POC y POS del año 2020 al 2040).

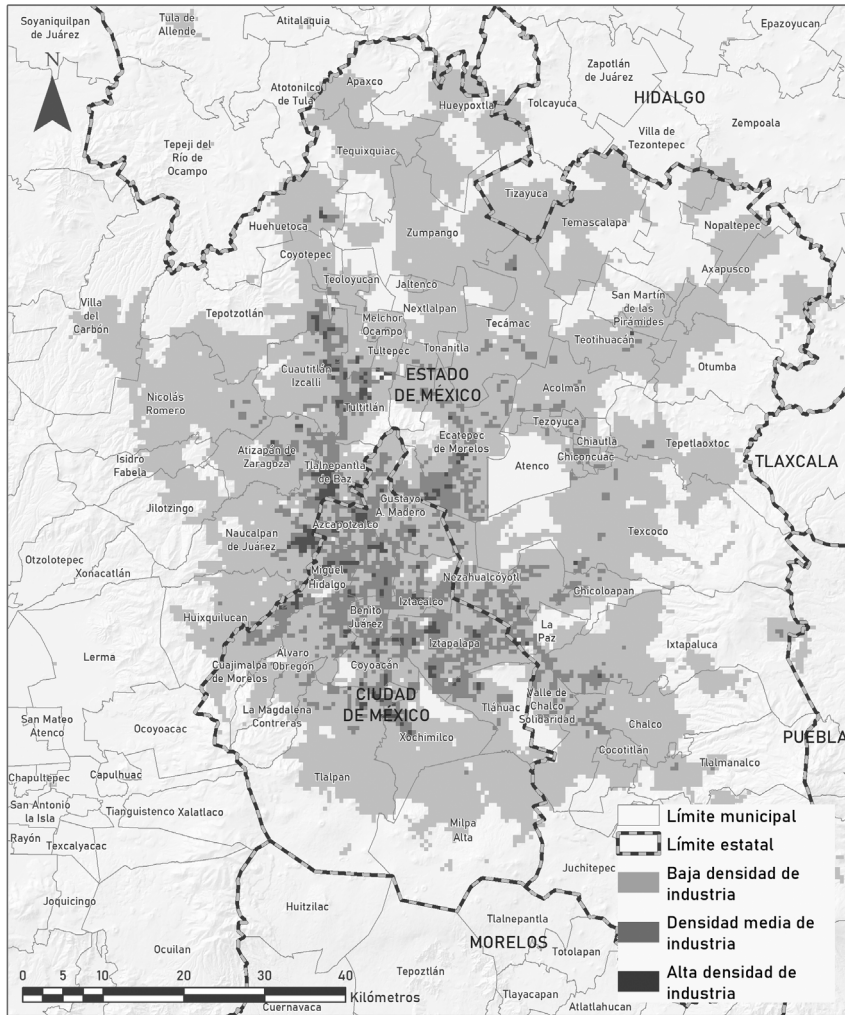
MAPA 4.7. Densidad de empleo industria en la Ciudad de México (2020-2040)



Fuente: elaboración propia a partir de los resultados del modelo de simulación urbana.

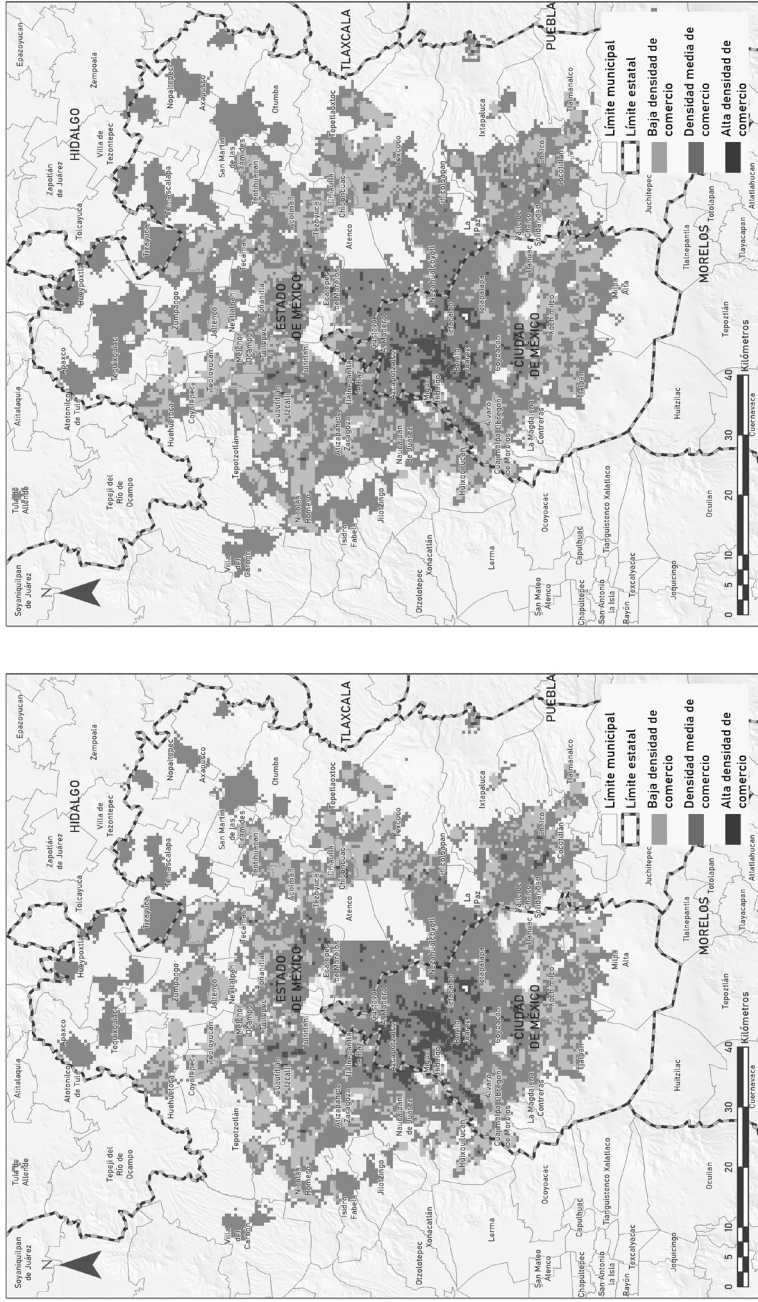
(continúa)

MAPA 4.7. Densidad de empleo industria en la Ciudad de México (2020-2040) (cont.)



Fuente: elaboración propia a partir de los resultados del modelo de simulación urbana.

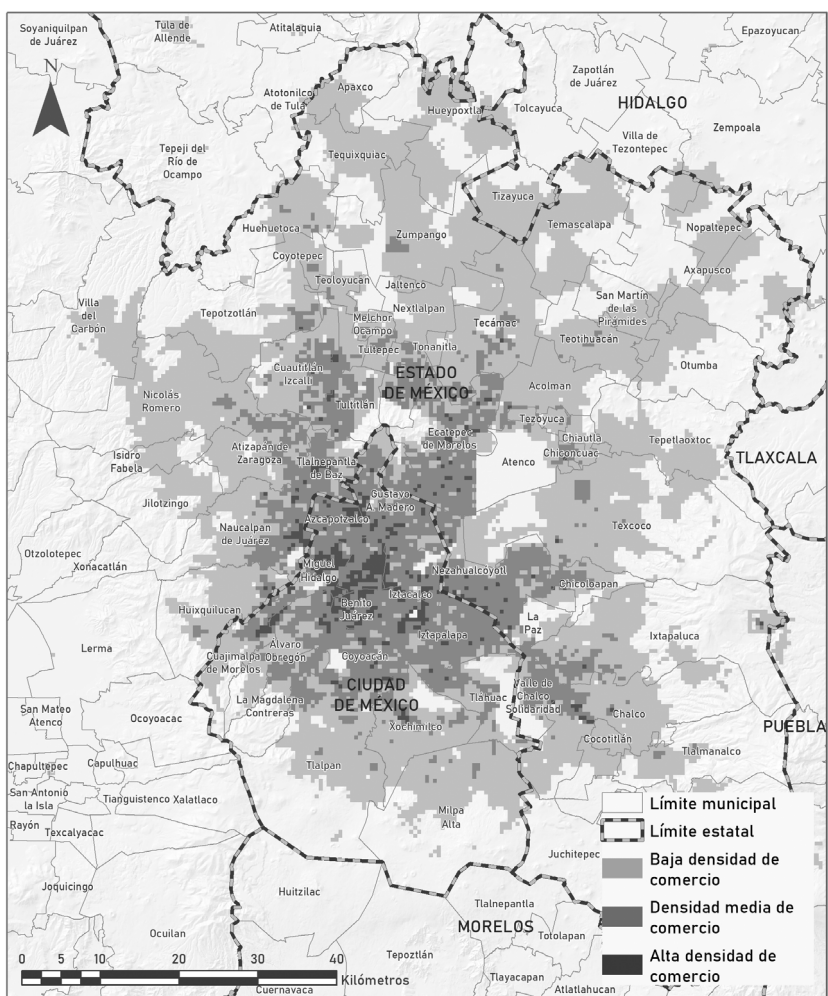
MAPA 4.8. Densidad de empleo comercio en la Ciudad de México (2020-2040)



Fuente: elaboración propia a partir de los resultados del modelo de simulación urbana.

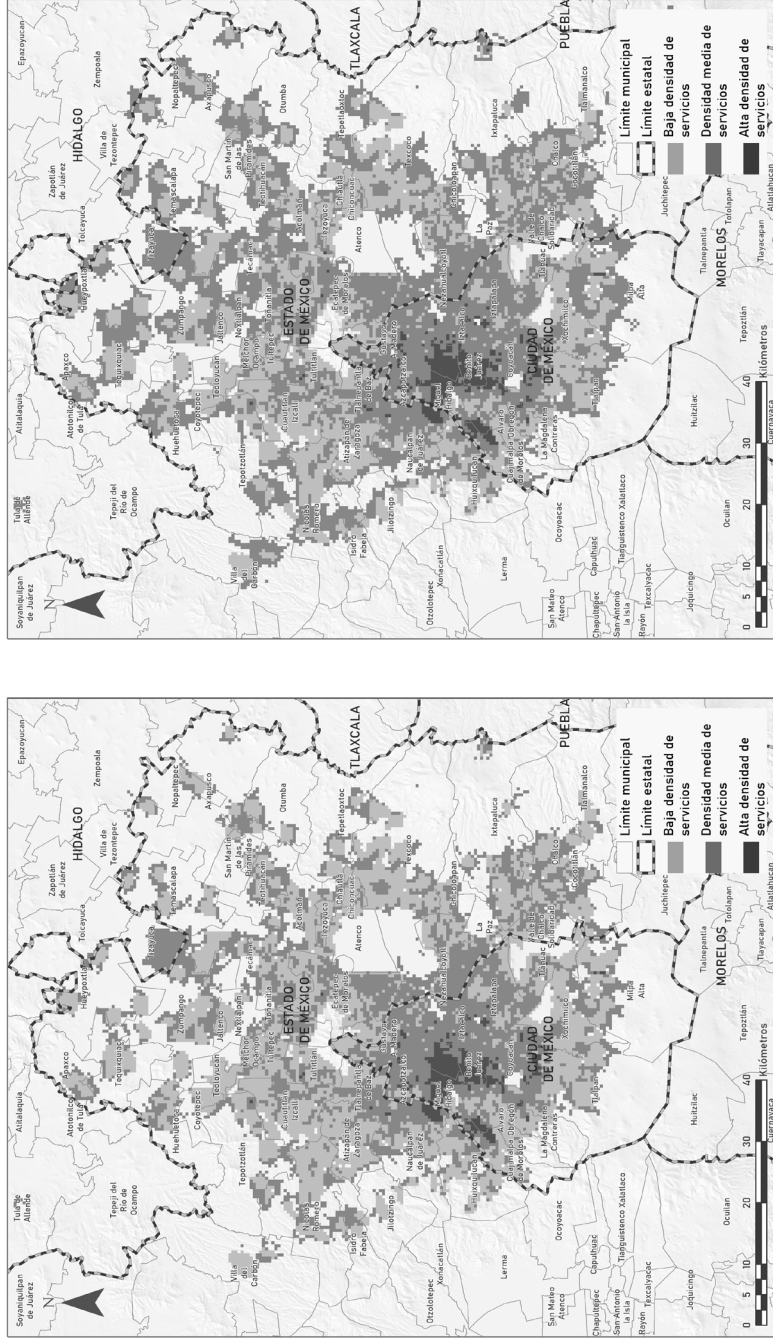
(continúa)

MAPA 4.8. Densidad de empleo comercio en la Ciudad de México (2020-2040) (cont.)



Fuente: elaboración propia a partir de los resultados del modelo de simulación urbana.

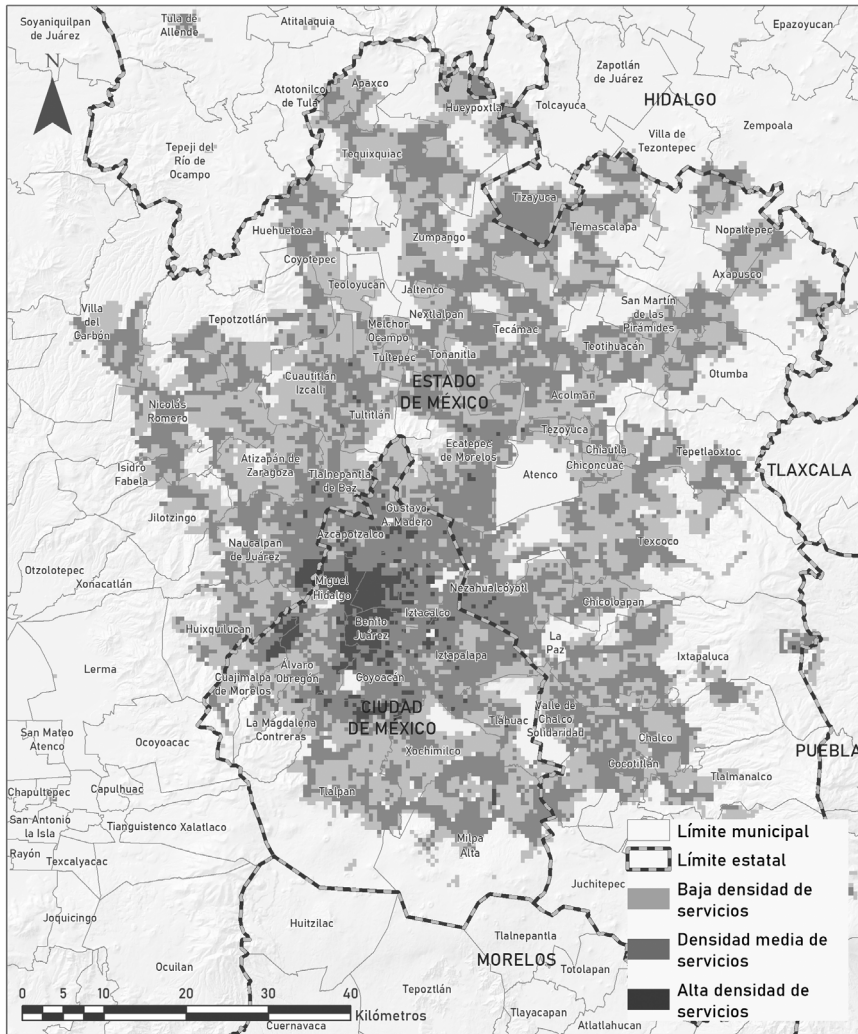
MAPA 4.9. Densidad de empleo servicios en la Ciudad de México (2020-2040)



Fuente: elaboración propia a partir de los resultados del modelo de simulación urbana.

(continúa)

MAPA 4.9. Densidad de empleo servicios en la Ciudad de México (2020-2040) (cont.)



Fuente: elaboración propia a partir de los resultados del modelo de simulación urbana.

CUADRO 4.14 Datos económicos y poblacionales 2020-2040 de la ZMCM

Zona Metropolitana de la Ciudad de México Pronóstico de empleo, vivienda y población 2020-2040 Resultados del modelo de simulación urbana						
	Población total (PT)	Viviendas habitadas (VH)	Empleo			
			Industria	Comercio	Servicios	Total
2020	21.453.145	5.637.269	1.149.949	2.057.787	4.281.877	7.489.613
2030	22.658.457	6.007.789	1.190.788	2.343.549	4.873.611	8.407.949
2040	24.327.809	6.235.118	1.276.432	2.528.357	5.256.252	9.061.041

Fuente: elaboración propia a partir de los resultados del modelo de simulación urbana.

Nota: los resultados de empleo del modelo prospectivo se dan con base en la información disponible a partir de los Censos Económicos de Inegi. Esto significa que los resultados reflejan ÚNICAMENTE la actividad económica formal registrada por Inegi.

CONCLUSIONES

A lo largo del trabajo fue patente la importancia que revisten las ciudades, y específicamente la Ciudad de México en conjunto con su Zona Metropolitana, para el país y su desarrollo económico y social.

Las ciudades en el mundo son, sin duda, los entes de mayor importancia debido a la concentración económica y poblacional que tienen y hay que decirlo también, su importancia va en franco aumento, pues es claro que si bien actualmente en promedio la mitad de la producción se realiza para las ciudades, en pocos años puede llegar a 80%. Es por este hecho que los esfuerzos en planear el crecimiento de las ciudades deben también incrementarse, antes de sufrir una crisis sin precedentes.

Asimismo, preocupa la lenta toma de conciencia de estos hechos los gobiernos en los ámbitos nacional e internacional. La generación deficiente de cifras estadísticas urbanas, los pocos esfuerzos de los planeadores y gobernantes, aunados a la escasez de instrumentos de planeación urbana que se consideren eficientes, lo hacen evidente.

En ese sentido, el presente trabajo es un instrumento que propone una perspectiva distinta en los esfuerzos de planeación urbana. El trabajo completo y el modelo en concreto permiten generar los suficientes datos para entender los planteamientos más importantes hechos al inicio, y al preguntarnos cuáles son las tendencias del crecimiento urbano, las políticas y planes de ordenamiento frente a los retos futuros que enfrentará la Ciudad de México para el año 2040, podemos establecer que mediante la operación del modelo de simulación urbana construido para este fin y de acuerdo con los resultados expuestos con detalle, las principales tendencias del crecimiento urbano hacia el 2040 serían hacia el norte y nororiente. Las áreas donde se daría la mayor expansión urbana, según estos resultados, sería en municipios del Estado de México como Axapusco, Temascalapa, Otumba, Teotihuacán, San Martín de las Pirámides y Texcoco; así como Tizayuca, Villa de Tezontepec, Zempoala y Tolcayuca, municipios de Hidalgo. Estos serían los principales receptores de la urbanización metropolitana entre 2010 y 2040. Otros municipios, todos ubicados

al norte, con importante recepción de urbanización metropolitana serían Apaxco, Hueyapxtla, Tequixquiac, Zumpango, Huehuetoca, Tecámac y Ecatepec, más San Agustín Tlaxiaca y Atotonilco de Tula, en Hidalgo.

Lo anterior daría como resultado la ocupación de más de 450 km² de área urbana adicional, en promedio, por cada 10 años. La población metropolitana llegaría en 2040 a cerca de 23.4 millones de habitantes.

Los principales sitios económicos al interior de la ciudad estarían dados por las zonas al norte, en especial en los corredores económicos formados por las autopistas México-Querétaro y México-Pachuca en industria, mientras que habría una lenta dispersión al poniente de la ciudad (hacia la zona de Santa Fe) por servicios específicamente, aunque el Centro Histórico mantendría el primer lugar en importancia en comercio y servicios. Cabe decir que para 2040 la Zona Metropolitana de la Ciudad de México estaría conformada por casi 90 municipios, la mayoría pertenecientes al Estado de México e Hidalgo.

Estas tendencias de crecimiento urbano requerirán de políticas públicas integrales basadas en el comportamiento integral del desarrollo urbano, sin las cuales no será posible atender satisfactoriamente los retos del crecimiento de la ciudad.

Por otro lado, el presente trabajo permitió plantearnos cuáles factores explican los patrones del uso del suelo y la expansión territorial de la Ciudad de México, así como la manera como contribuyen las políticas y planes a los patrones de desarrollo urbano. Por ello, es posible afirmar que los principales factores que explican los patrones del uso de suelo y la expansión territorial de la Ciudad de México son las economías de aglomeración y su interacción, lo cual da lugar a la formación de áreas de mercado situadas en un sistema jerárquico de lugares centrales que sustentan la actividad económica de la ciudad y se expresan como usos de suelo urbano. Estas áreas de mercado, a su vez, son producto de la concentración económica que surge en presencia de rendimientos crecientes en los sitios donde se dan las principales ventajas de localización, accesibilidad a las redes de transporte y condiciones físicas del territorio. Dichas áreas de mercado permiten la interacción económica con la población de la ciudad.

En su mayoría, los patrones de urbanización de la Ciudad de México no han sido producto de políticas y planes de desarrollo territorial ordenados y de largo plazo, por el contrario, solo han buscado contener y remediar tendencias, así como problemáticas de carácter coyuntural de corto plazo. Los factores mencionados, en especial los que el mercado impone, han actuado libremente,

haciendo de los usos de suelo un marcado patrón de crecimiento caótico e irracional.

Aunado a lo anterior, al plantearnos cuáles son los retos y soluciones para alcanzar el desarrollo urbano integral de la Ciudad de México para el año 2040, podemos decir que consisten en adoptar un nuevo paradigma en materia de política de desarrollo territorial para la ciudad, donde las políticas de desarrollo urbano deben ser integrales y espacialmente diferenciadas, teniendo como eje la planeación urbana agregada y su coordinación con la planeación municipal y local. Esto significa que es indispensable tomar en cuenta no solo el orden, la estética y la eficiencia en términos de espacios urbanos, sino también conocer los procesos de actividad económica y poblacional que obliga a configurar los usos de suelo urbano, de manera que no siempre coincide con la concepción urbanística de ordenamiento territorial.

Asimismo, los procesos de planeación urbana para la Ciudad de México deben estar necesariamente apoyados en herramientas modernas y flexibles para el adecuado funcionamiento de los nuevos tiempos. La puesta en marcha de las nuevas políticas y planes requiere modelos de análisis prospectivo territorializado y modelos de simulación para indicar las tendencias, de acuerdo con un riguroso análisis causal que al mismo tiempo permita la observación de escenarios probables de crecimiento económico, de población y de ocupación territorial. Dichas herramientas analíticas deben, a su vez, apoyarse en sistemas de información geográfica (SIG) para el dimensionamiento de los retos e identificación de las propuestas.

El modelo de prospectiva territorial propuesto y desarrollado deja clara su utilidad para procesos de planeación urbana, pues permite adelantarse a situaciones que tal vez representen graves conflictos para los tomadores de decisiones, y da lugar para corregir tendencias de crecimiento y expansión de la ciudad una vez que se operan las variables de política y gestión, especialmente la restricción al uso de suelo.

Es importante señalar que la construcción del modelo de prospectiva territorial presentado implicó la superación de un número importante de retos. En primer lugar, obtener los datos para su elaboración, toda vez que los ofrecidos por las autoridades estadísticas u otras fuentes confiables fueron insuficientes, no estaban disponibles o cambiaban en periodos largos, lo que imposibilitaba su comparación. Fue necesario recurrir a métodos y técnicas de tratamiento estadístico de datos o, de plano, a su estimación. Muchas veces los supuestos eran cuestionables. En segundo lugar, los caminos para llegar a un

resultado deseado pueden ser varios, y en repetidas ocasiones, se discute por qué no usar tal o cual procedimiento. De ahí la necesidad de explicar de manera reiterada que las razones para usar un método específico obedecían al tipo de datos, a su disponibilidad y a la cuestionable validez de otro método ante las circunstancias específicas, entre otras razones. Ciertamente, varios métodos propuestos por lectores del trabajo podrían haber ajustado mejor de no ser por las causas mencionadas, lo que no significa que en el futuro no se intente de otra manera.

Más allá de parecer una curiosidad técnica o computacional, los modelos de prospectiva territorial mediante el uso de la simulación representan una herramienta muy útil en diversos fenómenos, sean o no de naturaleza económica. En el caso de los procesos de expansión urbana y crecimiento económico de las ciudades, los modelos pueden desempeñar un papel central en la toma de decisiones, pues más allá de parecer una bola de cristal, marcan con incuestionable objetividad los riesgos de un crecimiento excesivo o de la desatención a una problemática urbana compleja.

En el caso específico de las ciudades mexicanas (no solo de la Ciudad de México) se carece de instrumentos suficientes para un análisis prospectivo serio. De hecho, los procesos de planeación más importantes en México, y en especial, los referidos al crecimiento de las ciudades, tienden a parecer simples ejercicios académicos de nivel medio o nivel básico. Se tiende a creer que con la aplicación de promedios móviles o el cálculo de tendencias lineales será suficiente para conocer las tendencias de crecimiento poblacional, pero no económico y aún menos territorial.

Baste recordar, por ejemplo, el ejercicio más serio con que contamos en materia de planeación urbana para la Ciudad de México hasta este momento: el Plan de Ordenación de la Zona Metropolitana del Valle de México (POZM-VM, 1998, actualizado en 2011), que en realidad es un estudio muy valioso en muchos aspectos, pero a todas luces insuficiente. Contempla supuestos en sus pronósticos que no se cumplirán, ni mucho menos sería posible actualizar las tendencias de esos pronósticos. Por otro lado, tampoco se explica la localización de las actividades económicas ni poblacionales, y menos aún señala las posibles zonas de crecimiento en el futuro. Lo mismo sucede con otros esfuerzos importantes para intentar ejercicios prospectivos con la ciudad.

Es importante mencionar las experiencias internacionales con modelos de prospectiva. Muchos organismos internacionales como la Comisión Económica para América Latina y el Caribe (Cepal), la Organización de las Naciones

Unidas (ONU), el Banco Internacional de Desarrollo (BID) o el Banco Mundial (WB, por sus siglas en inglés) han insistido en la necesidad de contar con instrumentos que permitan conocer las tendencias de crecimiento en las ciudades. Muchos modelos se concentran en el crecimiento agregado de las ciudades. Otros, en cambio, procuran ejercicios de prospectiva territorial para intentar conocer las tendencias de ocupación territorial, como el ONU-Hábitat, la Agenda 2030 o los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) que promueve la misma ONU [Naciones Unidas, 2018]. Destaca también el esfuerzo que la Cepal hace por la construcción de una agenda orientada a la evaluación de los objetivos de desarrollo al 2030 [Cepal, 2016a].

El modelo presentado tiene limitaciones naturales como cualquier ejercicio prospectivo. Sin embargo, permite reajustar las tendencias en función de adquirir nueva información, conocer las nuevas áreas con mayor probabilidad de ser urbanizadas y realizar análisis de diferentes decisiones de política (mediante la restricción del uso de suelo). De allí que los ejercicios de simulación urbana que contemplan la perspectiva territorial tienen amplias posibilidades de ser usados de manera seria por los tomadores de decisiones y los planeadores urbanos.

El modelo permitió conocer las tendencias de crecimiento y expansión urbanas. Esto es, entender cómo la urbanización de la ciudad presentará crecimientos en todos los puntos cardinales, aunque la tendencia será hacia el norte y el nororiente principalmente. Los municipios involucrados en este ejercicio deberían prepararse y trazar estrategias de control y manejo del crecimiento urbano, en conjunto con los gobiernos de la Ciudad de México, Estado de México e Hidalgo, para preservar la funcionalidad y calidad de vida de sus habitantes de aquí al 2040.

También permitió comprender mucho mejor cuáles factores influyen de manera decisiva en el crecimiento y la expansión de la ciudad, así como la observancia de las consecuencias del nulo o casi nulo control del uso de suelo en los espacios urbanos, esto es, cómo el crecimiento horizontal de la Ciudad de México será cada vez más un problema para los gobiernos involucrados, y cómo los niveles de inversión deberán ser cada vez mayores. Las economías de aglomeración, las fuerzas de concentración y dispersión (que operan bajo condiciones de rentabilidad territorial), y la formación de áreas urbanas de mercado al interior de la ciudad serán factores insoslayables, hoy ignorados en los planes y políticas de desarrollo urbano de ciudades como la capital mexicana.

En relación con la Ciudad de México, el modelo prospectivo permite obtener conclusiones muy interesantes; incluso, señala los principales peligros de

permitir el crecimiento horizontal sin límites que ha experimentado la ciudad desde su fundación, esto es, costos urbanos crecientes, tales como contaminación vehicular e industrial, sobrepoblación, incremento en niveles de inseguridad, accidentes, alargamiento de los tiempos de traslado. Todo eso conlleva a la demanda de nuevas soluciones, nuevos servicios urbanos, que a su vez requieren más presupuestos.

Hacia 2040, la Ciudad de México contaría con 90 municipios y alcaldías en su Zona Metropolitana, y debemos preguntarnos si están preparados para afrontar los costos urbanos que hoy no se han contemplado en sus planes. Cabe decir que al 2013 se ha propuesto que el estado de Hidalgo incorpore más de 15 municipios a la Zona Metropolitana del Valle de México, área en donde se asienta la actual Ciudad de México, más un grupo de municipios en los que se contempla que crezca la ciudad. No obstante, y según los resultados del modelo prospectivo, no todos estos municipios hidalguenses contendrían el área urbana de la ciudad y, en cambio, deben ser considerados otros que pertenecen a entidades como Puebla, Tlaxcala y Morelos; por ello, los esfuerzos que actualmente se dan para que solo algunos de estos municipios se incorporen en esta área de planeación carecerían de sentido y tendría que invertirse cierto presupuesto en una situación que no tiene grandes probabilidades de suceder.

Adicionalmente, los mencionados estados de Morelos, Tlaxcala y Puebla tendrían que incorporar nuevos ordenamientos jurídicos y nuevos esfuerzos en Coordinación Metropolitana, en conjunto con la Ciudad de México, Estado de México e Hidalgo.

Por otro lado, y de acuerdo con los resultados del modelo prospectivo, las nuevas áreas urbanizadas requerirían nuevos servicios urbanos, esto es, municipios tan lejanos geográficamente hablando del Centro Histórico de la Ciudad de México, como Axapusco, Apaxco, Tequixquiac o Hueyoxtla, por ejemplo, necesitaran servicios como transporte público, vialidades, energía eléctrica, agua potable, drenaje, mercados, escuelas, parques, etcétera. Hoy no se tiene un estimado de los costos de esta nueva urbanización. Algo similar sucede con las densidades de población y empleo, mismas que se ven señaladas en el modelo en cada zona o sitio donde las concentraciones serán muy importantes, y por lo tanto donde debería actuar la política urbana.

Finalmente, el modelo prospectivo es útil para comprender lo pernicioso de no actuar contra la tendencia al crecimiento horizontal de las ciudades, en

especial, si hablamos de la capital de México. Es necesario fomentar el interés por el crecimiento vertical y por el auténtico control del uso de suelo. Incorporarlo no solo en los planes de desarrollo urbano, sino en toda política estatal y federal de financiamiento a la vivienda. También es necesario involucrar a los gobiernos locales en estas políticas para contemplar juntos los nuevos requerimientos y necesidades de la ciudad, y específicamente, de sus territorios.

Las reflexiones actuales se hacen en torno a los resultados del modelo prospectivo y a los datos con que se cuenta para la Ciudad de México; no obstante, debe ser extensivo para las demás ciudades mexicanas, pues muchas de ellas van en el mismo sentido de descuido de su desarrollo urbano. Es importante y urgente adquirir conciencia del desarrollo urbano, antes de que no existan soluciones que intentar.

Cabe preguntarse qué sigue en esta investigación. Un trabajo como el presentado aquí no puede considerarse concluido, pues ha marcado varias líneas para continuar.

Desde un punto de vista de la discusión teórica, existen nuevos puntos de vista que deberían ser explorados; perspectivas como la nueva geografía económica, por ejemplo, plantean vertientes que bien valdría desarrollar en un modelo de crecimiento urbano. Podría modelarse la presencia de rendimientos crecientes con el modelo de Dixit-Stiglitz, y de ahí la generación de economías de aglomeración. Richardson [1971] hace planteamientos muy interesantes que bien podrían investigarse a partir de este trabajo; por ejemplo, la necesidad de crear modelos de crecimiento urbano de origen económico, con especial atención en el aumento de la renta per cápita [Richardson, 1971: 88]. Temas fundamentales como el valor del suelo y el ingreso de los hogares urbanos destacarían como ejes de investigación. También pueden incluirse temas nuevos a partir de la información existente por celda territorial, o a partir de la información nueva que se incorpore al modelo; por ejemplo, temas de seguridad, riesgos climatológicos, el fenómeno de la gentrificación, incidentes viales, congestión vehicular, entre muchos otros. Todos por sector, barrio o colonia.

Asimismo, las perspectivas metodológicas son también muy amplias. El trabajo recibió una gran cantidad de críticas constructivas y sugerencias en este tema. Se cuestionaron prácticamente todos los métodos usados y se analizó su pertinencia frente a otras alternativas. Es importante decir que un método, en términos generales, no es un camino único para llegar a una cifra o un resultado. Las razones para seleccionar un método son variadas, y van desde

razones pragmáticas hasta razones de peso específico en un sentido metodológico. Fue claro que bien se pueden ensayar otros métodos, con resultados altamente promisorios. Por mencionar algunos ejemplos, sería recomendable explorar nuevos métodos para la proyección de datos poblacionales o de empleo, tales como la regresión de Poisson (que en este trabajo no resultó alentadora, pero bien puede replantearse con nuevas variables), el rediseño de variables para obtener nuevos datos en torno a rangos de edad y sexo de la población metropolitana, niveles de ingreso y, por tanto, nivel socioeconómico, etcétera.

También se propuso el uso del punto de vista bayesiano, el cual plantea un cambio de paradigma completo, pero con resultados muy prometedores. Bien sería un proyecto de mediano plazo muy interesante. Se plantearon también otras alternativas en los modelos de simulación, como los modelos basados en agentes, que han probado su eficiencia en otros ámbitos, y aun en el del crecimiento urbano, por lo que construir un modelo de prospectiva territorial para una ciudad cuya apreciación sea usando modelos basados en agentes es un proyecto muy viable.

Algunas propuestas para continuar la investigación son realmente esperanzadoras. Por ejemplo, el planteamiento de cuál sería el impacto en la ciudad de un proyecto urbano de gran tamaño, como la creación de un nuevo aeropuerto para la Ciudad de México. Este asunto no puede ser respondido con el diseño actual del modelo, pero sí mediante la inclusión de otras variables y métodos para medición de impactos económicos, como el insumo-producto, por ejemplo.

Por último, resulta muy importante mediante la metodología con la que se construyeron los datos primero, y el modelo de prospectiva después, diseñar modelos similares para otras ciudades. Tal propuesta no sería difícil de implementar, pues se dependería de los datos disponibles para la ciudad a partir del año 1990. De este modo, se obtendrían proyecciones de las ciudades más importantes hacia horizontes como el año 2040, o el que se decida.

Lo verdaderamente esencial es comprender que este libro ha sentado un precedente en temas de crecimiento económico y expansión urbanas, esto es, que se ha logrado marcar una agenda que, pese a ser importante, aún busca su lugar en las grandes discusiones de los expertos sobre las ciudades en los ámbitos nacional e internacional. El tiempo dirá si se encuentra ese lugar.

ANEXO

Anexo 1

Municipios que conformarían la ZMCM en 2020, 2030 y 2040, de acuerdo con los resultados del modelo

ZMCM 2020		
	Estado	Municipio
1	Distrito Federal	Álvaro Obregón
2	Distrito Federal	Azcapotzalco
3	Distrito Federal	Benito Juárez
4	Distrito Federal	Coyoacán
5	Distrito Federal	Cuajimalpa de Morelos
6	Distrito Federal	Cuauhtémoc
7	Distrito Federal	Gustavo A. Madero
8	Distrito Federal	Iztacalco
9	Distrito Federal	Iztapalapa
10	Distrito Federal	Magdalena Contreras
11	Distrito Federal	Miguel Hidalgo
12	Distrito Federal	Milpa Alta
13	Distrito Federal	Tláhuac
14	Distrito Federal	Tlalpan
15	Distrito Federal	Venustiano Carranza
16	Distrito Federal	Xochimilco
17	Hidalgo	Atotonilco de Tula
18	Hidalgo	Emiliano Zapata
19	Hidalgo	San Agustín Tlaxiaca
20	Hidalgo	Tizayuca
21	Hidalgo	Tolcayuca
22	Hidalgo	Tula de Allende
23	Hidalgo	Villa de Tezontepec
24	Hidalgo	Zempoala
25	México	Acolman
26	México	Apaxco
27	México	Atenco
28	México	Atizapán de Zaragoza
29	México	Axapusco
30	México	Chalco
31	México	Chiautla
32	México	Chicololoapan
33	México	Chiconcuac
34	México	Chimalhuacán
35	México	Coacalco de Berriozábal
36	México	Cocotitlán
37	México	Coyotepec
38	México	Cuautitlán

ZMCM 2030		
	Estado	Municipio
1	Distrito Federal	Álvaro Obregón
2	Distrito Federal	Azcapotzalco
3	Distrito Federal	Benito Juárez
4	Distrito Federal	Coyoacán
5	Distrito Federal	Cuajimalpa de Morelos
6	Distrito Federal	Cuauhtémoc
7	Distrito Federal	Gustavo A. Madero
8	Distrito Federal	Iztacalco
9	Distrito Federal	Iztapalapa
10	Distrito Federal	Magdalena Contreras
11	Distrito Federal	Miguel Hidalgo
12	Distrito Federal	Milpa Alta
13	Distrito Federal	Tláhuac
14	Distrito Federal	Tlalpan
15	Distrito Federal	Venustiano Carranza
16	Distrito Federal	Xochimilco
17	Hidalgo	Atitalaquia
18	Hidalgo	Atotonilco de Tula
19	Hidalgo	Emiliano Zapata
20	Hidalgo	San Agustín Tlaxiaca
21	Hidalgo	Tepeji del Río de Ocampo
22	Hidalgo	Tizayuca
23	Hidalgo	Tolcayuca
24	Hidalgo	Tula de Allende
25	Hidalgo	Villa de Tezontepec
26	Hidalgo	Zempoala
27	México	Acolman
28	México	Amecameca
29	México	Apaxco
30	México	Atenco
31	México	Atizapán de Zaragoza
32	México	Axapusco
33	México	Chalco
34	México	Chiautla
35	México	Chicololoapan
36	México	Chiconcuac
37	México	Chimalhuacán
38	México	Coacalco de Berriozábal

ZMCM 2040		
	Estado	Municipio
1	Distrito Federal	Álvaro Obregón
2	Distrito Federal	Azcapotzalco
3	Distrito Federal	Benito Juárez
4	Distrito Federal	Coyoacán
5	Distrito Federal	Cuajimalpa de Morelos
6	Distrito Federal	Cuauhtémoc
7	Distrito Federal	Gustavo A. Madero
8	Distrito Federal	Iztacalco
9	Distrito Federal	Iztapalapa
10	Distrito Federal	Magdalena Contreras
11	Distrito Federal	Miguel Hidalgo
12	Distrito Federal	Milpa Alta
13	Distrito Federal	Tláhuac
14	Distrito Federal	Tlalpan
15	Distrito Federal	Venustiano Carranza
16	Distrito Federal	Xochimilco
17	Hidalgo	Atitalaquia
18	Hidalgo	Atotonilco de Tula
19	Hidalgo	Emiliano Zapata
20	Hidalgo	Mineral de la Reforma
21	Hidalgo	San Agustín Tlaxiaca
22	Hidalgo	Tepeapulco
23	Hidalgo	Tepeji del Río de Ocampo
24	Hidalgo	Tizayuca
25	Hidalgo	Tolcayuca
26	Hidalgo	Tula de Allende
27	Hidalgo	Villa de Tezontepec
28	Hidalgo	Zempoala
29	México	Acolman
30	México	Amecameca
31	México	Apaxco
32	México	Atenco
33	México	Atizapán de Zaragoza
34	México	Axapusco
35	México	Chalco
36	México	Chiautla
37	México	Chicololoapan
38	México	Chiconcuac
39	México	Chimalhuacán
40	México	Coacalco de Berriozábal

(continúa)

Municipios que conformarían la ZMCM en 2020, 2030 y 2040, de acuerdo con los resultados del modelo (continuación)

ZMCM 2020			ZMCM 2030			ZMCM 2040		
39	México	Cuautitlán Izcalli	39	México	Cocotitlán	41	México	Cocotitlán
40	México	Ecatepec de Morelos	40	México	Coyotepec	42	México	Coyotepec
41	México	Huehuetoca	41	México	Cuautitlán	43	México	Cuautitlán
42	México	Hueyoptla	42	México	Cuautitlán Izcalli	44	México	Cuautitlán Izcalli
43	México	Huixquilucan	43	México	Ecatepec de Morelos	45	México	Ecatepec de Morelos
44	México	Isidro Fabela	44	México	Huehuetoca	46	México	Huehuetoca
45	México	Ixtapaluca	45	México	Hueyoptla	47	México	Hueyoptla
46	México	Jaltenco	46	México	Huixquilucan	48	México	Huixquilucan
47	México	Jilotzingo	47	México	Isidro Fabela	49	México	Isidro Fabela
48	México	Juchitepec	47	México	Isidro Fabela	50	México	Ixtapaluca
49	México	La Paz	48	México	Ixtapaluca	51	México	Jaltenco
50	México	Melchor Ocampo	49	México	Jaltenco	52	México	Jilotzingo
51	México	Naucalpan de Juárez	50	México	Jilotzingo	53	México	Juchitepec
52	México	Nextlalpan	51	México	Juchitepec	54	México	La Paz
53	México	Nezahualcóyotl	52	México	La Paz	55	México	Lerma
54	México	Nicolás Romero	53	México	Melchor Ocampo	56	México	Melchor Ocampo
55	México	Nopaltepec	54	México	Naucalpan de Juárez	57	México	Naucalpan de Juárez
56	México	Otumba	55	México	Nextlalpan	58	México	Nextlalpan
57	México	Ozumba	56	México	Nezahualcóyotl	59	México	Nezahualcóyotl
58	México	Papalotla	57	México	Nicolás Romero	60	México	Nicolás Romero
59	México	San Martín de las Pirámides	58	México	Nopaltepec	61	México	Nopaltepec
60	México	Tecámac	59	México	Otumba	62	México	Otumba
61	México	Temamatla	60	México	Ozumba	63	México	Ozumba
62	México	Temascalapa	61	México	Papalotla	64	México	Papalotla
63	México	Teoloyucan	62	México	San Martín de las Pirámides	65	México	San Martín de las Pirámides
64	México	Teotihuacán	63	México	Tecámac	66	México	Tecámac
65	México	Tepetlaoxtoc	64	México	Temamatla	67	México	Temamatla
66	México	Tepotzotlán	65	México	Temascalapa	68	México	Temascalapa
67	México	Tequixquiac	66	México	Teoloyucan	69	México	Tenango del Aire
68	México	Texcoco	67	México	Teotihuacán	70	México	Teoloyucan
69	México	Tezoyuca	68	México	Tepetlaoxtoc	71	México	Teotihuacán
70	México	Tlalmanalco	69	México	Tepetlixpa	72	México	Tepetlaoxtoc
71	México	Tlalnepantla de Baz	70	México	Tepotzotlán	73	México	Tepetlixpa
72	México	Tonanitla	71	México	Tequixquiac	74	México	Tepotzotlán
73	México	Tultepec	72	México	Texcoco	75	México	Tequixquiac
74	México	Tultitlán	73	México	Tezoyuca	76	México	Texcoco
75	México	Valle de Chalco Solidaridad	74	México	Tiangustenco	77	México	Tezoyuca
76	México	Villa del Carbón	75	México	Tlalmanalco	78	México	Tiangustenco
77	México	Zumpango	76	México	Tlalnepantla de Baz	79	México	Tlalmanalco
78	Puebla	Tlahuapan	77	México	Tonanitla	80	México	Tlalnepantla de Baz
			78	México	Tultepec	81	México	Tonanitla
			79	México	Tultitlán	82	México	Tultepec
			80	México	Valle de Chalco Solidaridad	83	México	Tultitlán
			81	México	Villa del Carbón	84	México	Valle de Chalco Solidaridad
			82	México	Zumpango	85	México	Villa del Carbón
			83	Puebla	San Nicolás de los Ranchos	86	México	Zumpango
			84	Puebla	Tlahuapan	87	Morelos	Totolapan
						88	Puebla	San Nicolás de los Ranchos
						89	Puebla	Tlahuapan
						90	Tlaxcala	Calpulalpan

REFERENCIAS

- Álvarez Cáceres, R. [1994], *Estadística multivariante y no paramétrica con SPSS*, Editorial Díaz Santos, Madrid.
- Aguilar, A. G. [2002], "Las mega-ciudades y las periferias expandidas. Ampliando el concepto en Ciudad de México", *Revista Eure*, vol. XXVIII, núm. 85, Santiago de Chile: 121-149.
- Aguilar, A. G. y C. Alvarado [2004], "La reestructuración del espacio urbano de la Ciudad de México. ¿Hacia la metrópoli multinodal?", en A. G. Aguilar (coord.), *Procesos metropolitanos y grandes ciudades. Dinámicas recientes en México y otros países*, Col. Conocer para decidir, Cámara de Diputados H. Congreso de la Unión, Conacyt, Universidad Nacional Autónoma de México, Instituto de Geografía, Centro Regional de Investigaciones Multidisciplinarias, Programa Universitario de Estudios sobre la Ciudad, Miguel Ángel Porrúa, México: 265-307.
- Alba, R. D. y J. R. Logan [1991], "Variations on two themes: racial and ethnic patterns in the attainment of suburban residence", *Demography*, 28: 431-453.
- Alonso, W. [1964], *Location and land use, toward a general theory of land rent*, Harvard University Press, Cambridge, Massachusetts.
- Anas, A. [1992], "On the birth and growth of cities: laissez faire and planning compared", *Regional Science and Urban Economics*, 28 (3): 318-335.
- Anas, A. e I. Kim [1992], "Income distribution and the residential gradient", *Journal of Urban Economics*, 31 (2): 164-180.
- Asuad Sanén, N. [2007], "Un ensayo teórico y metodológico sobre el proceso de concentración económica espacial y su evidencia empírica en la región económica megalopolitana de 1970 a 2000 y sus antecedentes", tesis doctoral, Universidad Nacional Autónoma de México, Facultad de Economía.

- Avinash K. D. y J. E. Stiglitz [1977], "Monopolistic competition and optimum product diversity", *The American Economic Review*, vol. 67, núm. 3: 297-308.
- Baerward, T. J. [1982], "Land use change in suburban clusters and corridors", *Transportation Research Record*, núm. 891: 7-12.
- Bailly, A. S. [1978], *La organización urbana. Teorías y modelos*. Nuevo urbanismo, Instituto de Estudios de Administración Local, Madrid.
- Banco Mundial [2008], *Informe sobre el Desarrollo Mundial 2009. Una nueva geografía económica*, Banco Mundial.
- Bassols Batalla, A. [1992], *Formación de Regiones Económicas: influencias, factores y sistemas*, Universidad Nacional Autónoma de México, Instituto de Investigaciones Económicas, México.
- Bataillon, C. [1968], *Las zonas urbanas de la Ciudad de México*, Universidad Nacional Autónoma de México, México: 31-34.
- Batty, M. y P. Longley [1994], *Fractal cities: a geometry of form and function*, Academic Press Limited, Londres y San Diego, California.
- Baumont, C., C. Ertur y J. le Gallo [2003], "Spatial analysis of employment and population density: the case of the agglomeration of Dijon, 1999", documento de trabajo 03-T-6, The Regional Economics Applications Laboratory (REAL), Universidad de Illinois, Estados Unidos.
- Bayoh, I., E. Irwin y T. Haab [2002], "Flight from blight vs. natural evolution: determinants of household residential location choice and suburbanization", presentado en la reunión anual de la Asociación de Economía Agrícola y Aplicada, del 28 al 31 de julio en Long Beach, California.
- Bender, B. y H. Hwang [1985], "Hedonic house price indices and secondary employment centers", *Journal of Urban Economics*, núm. 17: 90-107.
- Bogart, W. T. y B. A. Cromwell [2000], "How much is a neighborhood school worth?", *Journal of Urban Economics*, vol. 47 (2): 280-305.
- Bourne, L. S. [1989], "Are new urban forms emerging? Empirical tests for Canadian urban areas", *Canadian Geographer*, 33: 312-328.
- Bradford, D. y H. Kelejian [1973], "An economic model of the flight to the suburbs", *Journal of Political Economy* (81): 566-589.
- Burgess, E. W. [1925], "The growth of the city: an introduction to a research project". <doi: 10.1007/978-0-387-73412-5_5>.
- Burns, M. C., M. Boix y J. Roca [2001], "Contrasting indications of polycentrism within Spain's metropolitan urban regions", Paper for the Eighth European Estate Society Conference, Alicante, 26-29 de junio.

- Comisión Económica para América Latina y el Caribe (Cepal) [2013], *Prospectiva y desarrollo. El clima de la igualdad en América Latina y el Caribe a 2020*, Naciones Unidas, Santiago de Chile.
- _____ [2016a], "Prospectiva en América Latina y El Caribe. Instituciones, enfoques y ejercicios", en Luis Mauricio Cuervo (ed.), *Serie Seminarios y Conferencias*, núm. 86.
- _____ [2016b], *Horizontes 2030: la igualdad en el centro del desarrollo sostenible*, Naciones Unidas, Ciudad de México.
- Cervero, R. [1989], *America's suburban centers: the land use, transportation link*, Unwin Hyman, Boston, MA.
- Cervero, R. y J. Landis [1995], "The transportation-land use connection still matters", en <<https://escholarship.org/uc/item/7x87v1zk>>, *ACCESS Magazine*, 1 (7): 2-10.
- Cervero, R. y K. L. Wu [1997], "Polycentrism, commuting, and residential location in the San Francisco Bay area", *Environment and Planning A*, 29: 865-886.
- Christaller, W. [1963 (1933)], *Central places in Southern Germany*, original *Die Zentralen Orte in Suddeutschland*, traducida por C. W. Baskin, Englewood Cliffs, NJ, Prentice-Hall.
- Clark, C. [1951], "Urban population densities", *Journal of the Royal Statistical Society Series*, 114: 490-496.
- Clark, W. A. V. y M. Kuijpers-Linde [1994], "Commuting in restructuring urban regions", *Urban Studies*, 31: 465-483.
- Clark, W. A. V. y Jun L. Onaka [1983], "Life cycle and housing adjustment as explanations of residential mobility", *Urban Studies*, 20 (1): 47-57.
- Clarke, K. C. [2008], "A decade of cellular urban modeling with SLEUTH: unresolved issues and problems", capítulo 3, en R. K. Brail (ed.), *Planning Support Systems for Cities and Regions*, Lincoln Institute of Land Policy, Cambridge, MA: 47-60.
- Clarke, K. C. y L. Gaydos [1998], "Loose-coupling a cellular automaton model and GIS: long-term urban growth prediction for San Francisco and Washington/Baltimore", *International Journal of Geographic Information Science*, 12: 699-714.
- Conlisk, J. [1992], "Stability and monotonicity for interactive Márkov chains", *Journal of Mathematics and Sociology*, 17(2-3): 127-143.

- Consejo Nacional de Población (Conapo) [1998], "Escenarios demográficos y urbanos de la Zona Metropolitana de la Ciudad de México, 1990-2010. Síntesis", Serie Estudios Regionales, Conapo, México.
- Craig, S. G. y P. T. Ng [2001], "Using quantile smoothing splines to identify employment subcenters in a multicentric urban area", *Journal of Urban Economics*, 49: 100-120.
- Cuberes, D. [2010], "Sequential city growth: empirical evidence", *Journal of Urban Economics*.
- Cullen, J. y S. Levitt [1999], "Crime, urban flight and the consequences for cities", *The Review of Economics and Statistics*, 81: 159-169.
- Davie, M. R. [1938], "The pattern of urban growth", en G. P. Murdock (ed.), *Studies in the Science of Society*, New Haven: 133-152.
- Davies, W. K. [1967], "Centrality and the central place hierarchy", *Urban Studies*: 61-79.
- De Gortari Rabiela, H. S. E. y R. Hernández Franyuti [1988], *La Ciudad de México y el Distrito Federal: una historia compartida*, Departamento del Distrito Federal (DDF), Instituto Dr. José María Luis Mora, México.
- DeGrove, J. M. [1993], "The emergence of state planning and growth management systems: an overview", en P. Buchsbaum y L. Smith (eds.), *State and Regional Comprehensive Planning: Implementing New Methods for Growth Management*, American Bar Association, Chicago: 1-16.
- Delgado, J. y M. Suárez-Lastra [2006], "La expansión urbana probable de la Ciudad de México. Un escenario pesimista y dos alternativos para el año 2020", *Estudios Demográficos y Urbanos*, México, Ciudad de México, vol. 22, núm. 1 (64).
- Devaney, J. F. [1991], *Housing in America: 1989-1990*, Washington, DC, Estados Unidos, Departamento de Comercio, Oficina del Censo.
- Diario Oficial de la Federación [1941], Reglamento de las fracciones I, V y VII del artículo 3° de la Ley de Planificación y Zonificación del Distrito Federal, 4 de febrero de 1941.
- Dieleman, F. M., W. A. V. Clark y M. C. Deurloo [2000], "The geography of residential turnover in 27 large US Metropolitan Housing Markets, 1985-1995", *Urban Studies*, 37 (2): 223-245.
- Dixit, A. K. y J. E. Stiglitz [1977], "Monopolistic competition and optimum product diversity", *American Economic Review*, 67 (3): 297-308.

- Dowall, D. E. y A. Treffeisen [1991], "Spatial transformation in cities of the Developing World. Multinucleation and land-capital suburbanisation in Bogota, Colombia", *Regional Science and Urban Economics*, 21: 201-224.
- Dunphy, R. T. [1982], "Defining regional employment centers in an urban area", *Transportation Research Record*, núm. 861: 13-15.
- Duranton G. y D. Puga [2001], "Nursery cities: urban diversity, process innovation, and the life cycle of products", *American Economic Review*, 91 (5): 1454-1477.
- Durkheim, Émile [1987], *La división social del trabajo*, Akal, Madrid.
- Erickson, R. A. [1986], "Multinucleation in metropolitan economies", *Annals of the Association of American Geographers*, núm. 76: 331-346.
- Erickson, R. A. y M. Gentry [1985], "Suburban nucleations", *Geographic Review*, núm. 75: 96-121.
- Espinosa López, E. [2007], *Ciudad de México. Compendio cronológico de su desarrollo urbano, segunda edición*, Instituto Politécnico Nacional, México.
- Fujita, M. y H. Ogawa [1980], "Equilibrium land use patterns in a nonmonocentric city", *Journal of Regional Science*, 20: 455-475.
- Fujita, M. y J. Thiesse [2002], *Economics of Agglomeration*, Cambridge University Press, Estados Unidos.
- Fujita, M., P. Krugman y A. J. Venables [2001], *The spatial economy*, Massachusetts, MIT Press.
- Gallup, J. L., J. Sachs y A. D. Mellinger [1999], "Geography and economic development", *Sage Journals, International Regional Science Review*. <doi.org/10.1177/016001799761012334>.
- García, M. A. e I. Muñiz [2005], "Descentralización del empleo: ¿compactación policéntrica o dispersión? El caso de la región metropolitana de Barcelona 1986-1996", documento de trabajo del departamento de Economía Aplicada, Universidad Autónoma de Barcelona: 1-4.
- Garreau, J. [1991], *Edge city: life on the new frontier*, Anchor Books, Doubleday, Nueva York.
- Garza, G. (coord.) [2003], "Macroeconomía del sector servicios en la Ciudad de México, 1960-1998", *Estudios Urbanos*, El Colegio de México, México: 7-53.
- Garza, G. [2000], *La Ciudad de México en el fin del segundo milenio*, Colegio de México, Centro de Estudios Demográficos y de Desarrollo Urbano, Gobierno del Distrito Federal.

- _____ [1984], "Concentración espacial de la industria en la Ciudad de México, 1930-1970", *Demografía y Economía*, XVIII: 1, El Colegio de México, México: 1-26.
- Garza, G. y J. J. Pescador [1993], "La concentración económica en la Ciudad de México, 1876-1910", *Estudios Demográficos y Urbanos*, El Colegio de México, México: 5-29.
- Garza, G. y M. Schteingart [1984], "Ciudad de México: dinámica industrial y estructuración del espacio en una metrópoli semiperiférica", *Demografía y Economía*, XVIII: 4, El Colegio de México, México: 581-604.
- George, P. [1982], *Fin de siècle en Occident. Déclin ou métamorphose?*, Presses Universitaires de France, París.
- Giuliano, G. y K. Small [1991], "Subcenters at the Los Angeles Region", *Regional Science and Urban Economics*, núm. 21: 163-182.
- Glaeser, E. [2008], *Cities, agglomeration and spatial equilibrium*, Oxford University Press, Oxford.
- _____ [1991], *Growth in cities*, Institute of Economics, Harvard University.
- Glaeser, E. L. y M. E. Kahn [2003], "Sprawl and urban growth", NBER working paper series, Working paper, 9733.
- _____ [2001], "Decentralized employment and the transformation of the american city", NBER working paper series, Working paper, 8117.
- Glaeser, E. y J. Kohlhase [2003], "Cities, regions and the decline of transport costs", *papers in regional science*, octubre, Springer, vol. 83 (1): 197-228.
- Golledge, R. G. [1996], "Geographical theories. International Social Science Journal, Geography: State of the Art I. The Environmental Dimension", UNESCO Publication, 48(4), 150: 461-476.
- Gompertz, B. [1825], "On the nature of the function expressive of the law of human mortality, and on a new mode of determining the value of life contingencies", *Philosophical Transactions of the Royal Society of London*, 115: 513-585.
- González Videgaray, M. [1998], *Modelos y simulación*, Universidad Nacional Autónoma de México, Escuela Nacional de Estudios Profesionales Acatlán, México.
- Gordon, P. y H. W. Richardson [1996], "Beyond polycentricity. The dispersed metropolis. Los Angeles, 1970-1990", *Journal of the American Planning Association*, 62 (3): 289-295.

- Greene, D. L. [1980], "Recent trends in urban spatial structure", *Growth and Change*, 11 (1): 29-40.
- Griffith, D. A. [1981], "Modeling urban population density in a multi-centered city", *Journal of Urban Economics*, 9: 298-310.
- Gutiérrez de MacGregor, M. T. [1995], "La Ciudad de México y la transformación del medio ambiente", *Anales de Geografía de la Universidad Complutense*, Madrid, núm. 15: 383-391.
- Harris, C. D. y E. L. Ullman [1945], "The nature of cities", *Annals of the American Academy of Political and Social Science*, vol. 242: 7-17.
- Haurin, D. y D. Brasington [1996], "The impact of school quality on real house prices: interjurisdictional effects", Working papers, Ohio State University, Department of Economics.
- Heikkila, E., P. Gordon, J. I. Kim, R. D. Peiser, H. W. Richardson y D. Dalejohnson [1989], "What happened to the CBD-distance gradient?: land values in a polycentric city", *Environment and Planning*, 21A: 221-232.
- Henderson, J. V. [1974], "The sizes and types of cities", *American Economic Review* (70): 894-910.
- Henderson, J. V., A. Kuncoro y M. Turner [1995], "Industrial development in cities", *Journal of Political Economy*, 103, issue 5: 1067-90.
- Hirschman, A. O. [1958], "The strategy of economic development", *Yale Studies in Economics*, 10.
- Holmes, Thomas J. y John J. Stevens [2004], "Spatial distribution of economic activities in North America", *Handbook on Urban and Regional Economics*, North Holland.
- Hoyt, H. [1939], *The structure and growth of residential neighborhoods in American cities*, Federal Housing Administration, Washington, DC.
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía (Inegi) [varios años], *Censos Económicos*, años 1940-2009. <www.inegi.gob.mx>.
- _____ (Inegi) [varios años], *Censos de Población y Vivienda*, años 1940-2010. <www.inegi.gob.mx>.
- Irwin, E. G. [2009], "New directions for urban economic models of land use change: incorporating spatial heterogeneity and transitional dynamics", *Simposio del 50 Aniversario del Journal of Regional Science*, Banco de la Reserva Federal de Nueva York, 23 y 24 de abril.
- Jacobs, J. [1969], *The economy of cities*, Vintage, Nueva York.

- Juez Martel, P. y F. J. Díez Vegas [1997], *Probabilidad y estadística en medicina. Aplicaciones en la práctica clínica y en la gestión sanitaria*, Díaz de Santos, Madrid.
- Kaldor, N. [1968], "Productivity and growth in manufacturing industry: a reply", *Economica*, 35(140): 385-391.
- Kaldor, N. [1968], *Productivity and growth in manufacturing industry: a reply*, *Economica*, 35(140): 385-391.
- Kendig, H. L. [1984], "The cumulation of inequality: housing costs and income support in old age", *Australian Journal on Ageing*, 3: 8-15.
- Kim, S. [1995], "Production structure of small and medium manufacturing industry in Kwangju, Chonnam", *Journal of the Korean Regional Development Association*, 7 (2): 1-15.
- Kleinbaum, D. G. [2010], *Logistic regression, a self-learning text*, tercera edición, *Statistics for Biology and Health*, Springer, Estados Unidos.
- Kolko, J. [1999], "Can I get some service here? Information technologies, service industries and the future of cities", *Social Science Research Network*. <ssrn.com/abstract=985712>, <dx.doi.org/10.2139/ssrn.985712>.
- Koomen, E. y J. Buurman [2002], "Economic Theory and Land Prices in Land Use Modeling", paper prepared in the department of Spatial Economics in the Vrije Universiteit Amsterdam, the Netherlands.
- Krugman, P. [1997], *Desarrollo, geografía y teoría económica*, Antoni Bosch, Barcelona.
- Lave, L. B. [1974], "Urban externalities", *Centre for Environmental Studies*, presentado en la Conferencia de Economía Urbana 1973, vol. 1: 37-95.
- Leitner, W. [2001], "Regional concentration of manufacturing in the US and the EU: a comparative approach with the background of new economic geography", tesis, Universidad de Linz.
- Levinson, A. y A. Kumar [1994], "The rational locator: why travel times have remained stable", *Journal of the American Planning Association*, (60): 319-332.
- Li, X. y A. Yeh [2000], "Modelling sustainable urban development by the integration of constrained cellular automata and GIS", *International Journal of Geographical Information Science*, 14: 131-152.
- Liu, Y. y S. R. Phinn [2004], *Developing a cellular automaton model of urban growth incorporating fuzzy set approaches*. <0fcd50928f13d6f76000000.pdf>.

- Lombardo de Ruiz, S. [2000], *Evolución de México-Tenochtitlan en la Ciudad de México en el fin del segundo milenio*, Colegio de México, Gobierno del Distrito Federal, México.
- Lösch, A. [1954], *The economics of location*, Yale University Press, New Haven,
- Margo, R. A. [1992], "Explaining the postwar suburbanization of population in the United States: the role of income", *Journal of Urban Economics*, Academic Press, 31 (3): 301-310.
- Márquez Lobato, B. Y. [2008], "Análisis y simulación del crecimiento urbano utilizando sistemas de información geográficos: Ciudad Juárez, Chihuahua", tesis de maestría, México, El Colegio de la Frontera Norte, A. C.
- Marshall, A. [1890], *Principles of economics*, MacMillan & Co., Londres.
- Martori, J. C. y J. Suriñach [2002], "Urban population density functions: the case of the Barcelona region", *Recerca Universitat de Vic*, 6: 1-18.
- McDonald, J. F. [1987], "The identification of urban employment subcenters", *Journal of Urban Economics*, 21: 242-258.
- McDonald, J. F. y P. J. Prather [1994], "Suburban employment centres: the case of Chicago", *Urban Studies*, 31 (2): 201-218.
- McMillen, D. P. [2003a], "The return of centralization to Chicago: using repeat sales to identify changes in house-price distance gradients", *Regional Science and Urban Economics*, 33: 287-304.
- _____ [2003b], "Identifying subcentres using contiguity matrices", *Urban Studies*, 40 (3): 57-69.
- _____ [2001], "Nonparametric employment subcenter identification", *Journal of Urban Economics*, 50: 448-473.
- _____ [1996], "One hundred and fifty years of land values in Chicago: a non-parametric approach", *Journal of Urban Economics*, 40: 100-124.
- McMillen, D. P. y T. W. Lester [2003], "Evolving subcenters: employment and population densities in Chicago, 1970-2020", *Journal of Housing Economics*, 12: 60-81.
- McMillen, D. P. y S. C. Smith [2003], "The number of subcenters in large urban areas", *Journal of Urban Economics*, 53: 321-338.
- Megbolugbe, Isaac F. y Patrick A. Simmons [1995], "An overview of demographic trends and housing market impacts: 1995-2000", Internal Research Report, Washington, DC, Fannie Mae Office of Housing Research.
- Mieszkowski, P. y E. S. Mills [1993], "The causes of metropolitan suburbanization", *Journal of Economic Perspectives*, 7 (3): 135-147.

- Miguel, A. E. [2004], *Ciencia regional, principios de economía y desarrollo*, Conacyt, México.
- Mills, E. y J. P. Tan [1980], "A comparison of urban population density functions in developed and developing countries," *Urban Studies*, 17: 313-321.
- Miyao, T. [1981], *Dynamic analysis of the urban economy*, Academic Press, Nueva York.
- Muñiz, I., A. Galindo y M. A. García [2005], "Descentralización, integración y policentrismo en Barcelona 1986-1996", documento de trabajo del Departamento de Economía Aplicada, Universidad Autónoma de Barcelona, España.
- Muñiz, I., M. A. García y A. Galindo [2003], "¿Es Barcelona una ciudad policéntrica?", documento de trabajo del Departamento de Economía Aplicada, Universidad Autónoma de Barcelona, España.
- Muth, R. F. [1969], *Cities and housing: the spatial pattern of urban residential land use*, University of Chicago Press, Chicago, IL.
- Myrdall, G. [1959], *Teoría económica y regiones subdesarrolladas*, Fondo de Cultura Económica, México.
- Naciones Unidas, [2018], *La agenda 2030 y los objetivos de desarrollo sostenible. Una oportunidad para América Latina y el Caribe*, Naciones Unidas, Santiago de Chile.
- Overman, Henry G. y Yannis M. Ioannides [2001], "Cross-sectional evolution of the U. S. city size distribution", *Journal of Urban Economics*, 49: 543-566.
- Pan, Q. [2003], "The identification of employment subcenters in the Houston metropolitan area", research report, Texas Southern University.
- Partida, V. y C. Anzaldo [2004], "Escenarios demográficos y urbanos de la Zona Metropolitana del Valle de México", en *Procesos metropolitanos y grandes ciudades*, Universidad Nacional Autónoma de México, Miguel Ángel Porrúa, Cámara de Diputados, México.
- Perego, L. H. [2003], "Competitividad a partir de los agrupamientos industriales, un modelo integrado y replicable de clusters productivos", tesis, Universidad Nacional de la Plata, Argentina.
- Pérez Miranda, R., J. R. Valdez Lazalde, F. Moreno Sánchez, A. González Hernández y J. I. Valdez Hernández [2011], "Predicción espacial de cambios del uso de suelo en Texcoco, Estado de México", *Revista Mexicana de Ciencias Forestales*, vol. 2, núm. 5.

- Perroux, F. [1955], "Note sur la Notion de pole de croissance", *Economie Appliquée*, vol. 7: 7-17.
- Poittier, J. [1963], "Axes de communication et development economique", *Revue Economique*, vol. XIV, núm. 1: 58-132.
- Prawda, J. [1988], *Métodos y modelos de investigación de operaciones*, vol. 2, Limusa, cuarta reimpresión, México.
- Quetelet, A. [1835], *Sur l'homme et le développement de ses facultés, ou Essai de physique sociale*, dos tomos, en <gallica.bnf.fr/ark:/12148/bpt6k817719.pdf>, Biblioteca Nacional de Francia.
- Ramírez Franco, L. D. [2008], "Revisión teórica de la estructura espacial y la identificación de subcentros de empleo", *Ensayos de economía*, núm. 33, Universidad Nacional de Colombia, Bogotá, Colombia: 141-178.
- Ramírez Hernández, R. [2016a], *La expansión metropolitana de la Ciudad de México y la dinámica de su estructura policéntrica: un análisis de las fuerzas de dispersión y concentración económicas como factores de crecimiento urbano entre 1993 y 2008*, Universidad Nacional Autónoma de México, Instituto de Investigaciones Económicas, México.
- _____ [2016b], "La Ciudad de México y su desarrollo urbano hacia 2030: análisis de escenarios de política urbana mediante un modelo de simulación urbana", en Luis Mauricio Cuervo (ed.), *Prospectiva en América Latina y El Caribe. Instituciones, enfoques y ejercicios*, Serie Seminarios y Conferencias, núm. 86, Comisión Económica para América Latina de las Naciones Unidas (Cepal-ONU).
- Ricardo, D. [1815], *Ensayo sobre las utilidades*, Fondo de Cultura Económica, México.
- Richardson, H. W. [1977], *The economics of urban size*, Saxon House/Lexington Books, Gales.
- _____ [1971], *Urban Economics*, Penguin Books, Ltd., Harmondsworth, Middlesex.
- _____ [1986], *Economía regional y urbana*, Alianza Editorial, Madrid.
- Sánchez Almanza, A. [2004], *Panorama histórico de la Ciudad de México*, Universidad Nacional Autónoma de México, Instituto de Investigaciones Económicas, México.
- Schultz, N. y K. Stahl [1996], "Do Consumers Search for the Highest Price? Oligopoly Equilibrium and Monopoly Optimum in Differentiated-Products Markets", *Rand Journal of Economics*, 27 (3): 542-562.

- Scott, A. J. [1988], *Metropolis: from the division of labor to urban form*, University of California Press, Berkeley, CA.
- Sierra, C. J. [1996], *Historia de la navegación de la Ciudad de México*, Departamento del Distrito Federal (DDF).
- Sistema de Corredores de Transporte Público de Pasajeros de la Ciudad de México (Metrobús CdMx) [s./f.], Portal oficial de Metrobús de la Ciudad de México. <data.metrobus.cdmx.gob.mx/index.html>.
- Song, S. [1994], "Modelling worker residence distribution in Los Angeles Region", *Urban Studies*, núm. 31: 1 533-1 544.
- Sorokin, P. y C. Zimmerman [1928], *Principles of rural-urban sociology*, H. Holt, Nueva York.
- South, S. J. y K. D. Crowder [1997], "Escaping distressed neighborhoods: individual, community, and metropolitan influences", *American Journal of Sociology*, 102: 1 040-1 084.
- Suárez, L. M. y J. Delgado [2007], "La expansión urbana probable de la Ciudad de México. Un escenario pesimista y dos alternativos para el año 2020", México, El Colegio de México, *Estudios Demográficos y Urbanos*, vol. 22, núm. 1.
- Shukla, V. y P. Waddel [1991], "Firm location and land use in discrete urban space", *Regional Science and Urban Economics*, 21: 225-253.
- Thrall, G. I. [1987], *Land use and urban form: the assumption theory of land rent*, Routledge, Chapman and Hall.
- Tiebout, C. M. [1956], "A pure theory of local expenditures", *Journal of Political Economy*, 64 (5): 416-424.
- Timms, Duncan y Santiago Téllez Olmo [1976], *El mosaico urbano. Hacia una teoría de la diferenciación residencial*, Instituto de Estudios de Administración Local, Madrid.
- Verhulst, P. F. [1838], "Notice sur la loi que la population poursuit dans son accroissement", *Corresp. Math. Phys.*, 10: 113-121.
- Von Thünen, J. H. [1966 (1826)], *Isolated State*, Prentice Hall, Oxford University.
- Weber, A. [1929], *Theory of location of industries*, C. J. Friederich (trad.), University of Chicago Press.
- Wegener, M. [1994], "Operational urban models: state of the art", *Journal of American Planning Association*, vol. 60.
- White, R., G. Engelen e I. Uljee [1997], "The use of constrained cellular automata for high-resolution modelling of urban land-use dynamics", *Environment and Planning B*, 24: 323-343.

- White, R., y G. Engelen [2000], "High resolution integrated modelling of the spatial dynamics of urban and regional systems", *Computers, Environment and Urban Systems*, 24: 383-400.
- White, R., I. Uljee y G. Engelen [2012], "Integrated modelling of population, employment, and land use change with a multiple activity based variable grid cellular automaton", *International Journal of GIS*, vol. 26: 1 251-1 280.
- Wu, F. y C. Webster [1998], "Simulation of land development through the integration of cellular automata and multicriteria evaluation", *Environment and Planning B*, 25: 103-126.
- Wolfram, S. [1986], "Cellular automaton fluids 1: basic theory", *Journal of Statistical Physics*, vol. 45, núms. 3-4: 56.
- Zorbaugh, H. W. [1926], "The natural areas of the city", *American Sociological Society*, 20: 188-197.