



Estudios demográficos y urbanos
ISSN: 0186-7210
El Colegio de México

González Arellano, Salomón; Larralde Corona, Adriana Helia
La forma urbana actual de las zonas metropolitanas en México: indicadores y dimensiones morfológicas
Estudios demográficos y urbanos, vol. 34, núm. 1, 2019, Enero-Abril, pp. 11-42
El Colegio de México

DOI: 10.24201/edu.v34i1.1799

Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=31258446002>

- Cómo citar el artículo
- Número completo
- Más información del artículo
- Página de la revista en redalyc.org

Artículos

La forma urbana actual de las zonas metropolitanas en México: indicadores y dimensiones morfológicas

The current urban shape of metropolitan areas in Mexico: Indicators and morphological dimensions

Salomón González Arellano*

Adriana Helia Larralde Corona**

Resumen

El propósito de este artículo es analizar, a través de un ejercicio cuantitativo, algunos aspectos de la morfología urbana de las 59 zonas metropolitanas de México para el año 2010. Se miden siete indicadores importantes para el debate actual, relacionados con el crecimiento extensivo y disperso de las ciudades, así como con la proliferación de estructuras urbanas policéntricas. Los resultados muestran una heterogeneidad enorme. Además, se identifican tres grandes dimensiones morfológicas que son independientes entre sí: una que funciona a escala local vinculada con la traza urbana, y dos más de escala metropolitana sobre la macroforma y la distribución de las actividades.

Palabras clave: forma urbana; indicadores; zona metropolitana; ciudad compacta; México.

Abstract

The purpose of this article is to analyze, through a quantitative exercise, certain aspects of the urban morphology of the 59 metropolitan areas in Mexico for 2010. Seven key indicators are measured for the current debate, related to the extensive, disperse growth of cities, as well as the proliferation of polycentric urban structures.

* Universidad Autónoma Metropolitana, Cuajimalpa. Dirección postal: Av. Vasco de Quiroga 4871, Santa Fe Cuajimalpa, 05348, Ciudad de México, México. Correo electrónico: salomonglez@gmail.com

** Universidad Autónoma Metropolitana, Cuajimalpa. Dirección postal: Av. Vasco de Quiroga 4871, Santa Fe Cuajimalpa, 05348, Ciudad de México, México. Correo electrónico: adriana_larralde@hotmail.com

The results show enormous heterogeneity. Three large morphological dimensions are also identified that are independent of each other: one operating at a local level linked to the urban layout, and another two on a metropolitan scale on the macro-format and distribution of activities.

Keywords: urban form; indicators; metropolitan area; compact city; Mexico.

1. Introducción

México es un país urbano. La información del último censo de población (2010) reveló que casi 80% de la población reside en ciudades (INEGI, 2010),¹ lo cual no es una novedad, pues desde el año 1960 la población ciudadana superó a los habitantes del campo. Este desarrollo urbano se ha dado aparejado, inicialmente, a un proceso de industrialización y, luego, de terciarización económica que dejó atrás la hegemonía de la producción agrícola y el mundo rural.

En la historia de la urbanización reciente del país sorprende el hecho de que el 91% de los ciudadanos reside en zonas metropolitanas (ZM), es decir, en alguna de las 59 metrópolis que se extienden por todo el país.² En términos de la población nacional total, que asciende a alrededor de 112 millones, más de la mitad (57%), 63.8 millones de habitantes, vive y trabaja en alguna de estas urbes (Sedesol, Conapo e INEGI, 2012).

La metrópoli es un artefacto urbano que ha promovido el crecimiento económico y el desarrollo social en general; desafortunadamente, en países como México se ha producido con grandes asimetrías en la distribución de los bienes, los recursos y el poder. Los costos del crecimiento metropolitano son evidentes: carencia de vivienda digna para una parte importante de los ciudadanos, insuficiencia de servicios y equipamientos, movilidad excesiva y costosa, exposición a niveles elevados de contaminación, entre otros.

Es un reto enorme estudiar la ciudad actual y entender los procesos territoriales, económicos, sociales y políticos que se desenvuelven en estos grandes conglomerados de población. Horacio Capel, en su trabajo *La forma urbana en la ciudad postcapitalista*, organiza sus argumentos y propuestas para la ciudad actual de acuerdo con tres dimensiones: la ciudad física construida con su morfología, la ciudad de los ciudadanos y sus comportamientos, y la organización administrativa y política (Capel, 2016, p. 1).

¹ Se consideran localidades urbanas aquellas que cuentan con 2 500 o más habitantes.

² Las 59 ZM corresponden a la delimitación de Sedesol, Conapo e INEGI, 2012.

Nuestra investigación tiene como propósito analizar algunos aspectos de la primera dimensión a la cual hace referencia Capel, la morfología urbana. En la época actual del capitalismo global se reconoce, dentro de los estudios urbanos, que la forma de las ciudades está cambiando; se destaca su crecimiento extensivo y disperso; además, sobresale el interés por entender los efectos reales de las estructuras policéntricas y de la fragmentación en la forma de ocupación de los asentamientos. Todo lo anterior asociado a los problemas o reivindicaciones sobre la sostenibilidad ambiental, la eficiencia económica, la equidad social y la coordinación y gobierno metropolitanos.

El propósito de la investigación es ofrecer un análisis de la morfología urbana de las ZM en México para el año 2010, basado en un estudio cuantitativo, alrededor de un conjunto de siete atributos importantes: superficie, policentralidad, compacidad, densidad, distribución del empleo, diversidad y traza urbana.

El estudio se realizó para las 59 ZM, según la delimitación oficial de Sedesol elaborada con base en los Censos de Población y Vivienda de 2010 (Sedesol et al., 2012). Asimismo, se presenta un ejercicio estadístico para sintetizar los atributos de la forma urbana y reflexionar sobre los factores subyacentes que los organizan, a través de un análisis de componentes principales.

El trabajo se organiza en cinco apartados, incluida esta introducción. La segunda parte contiene una reflexión general sobre las características de la forma urbana en el periodo contemporáneo y una revisión de las investigaciones realizadas sobre este tema en nuestro país. En el tercer apartado se exponen los atributos que se eligieron para caracterizar la forma urbana de las 59 ZM, así como los resultados que se obtuvieron para cada una de éstas. El cuarto incluye un análisis estadístico con el cual se identifican las principales dimensiones morfológicas que estructuran el espacio físico de las ciudades estudiadas. Finalmente, se presentan las conclusiones.

2. La forma urbana de la ciudad actual y los estudios sobre el tema en México

La *forma urbana* se puede definir como el patrón espacial de las actividades humanas y su manifestación concreta en el medio construido de las ciudades. Muchas de las prácticas, proyectos y aspiraciones de sus habitantes se evidencian abiertamente en el paisaje urbano, en las numerosas edificaciones y espacios públicos o privados que están a la vista. Pero la ciudad es mucho más que un contenedor de actividades, pues, debido a la aglomeración y sus

características geográficas y constructivas, ejerce una influencia más o menos importante para definir la estructuración e interacción social de individuos y grupos sociales.

La ciudad y la forma urbana se han transformado profundamente a través del tiempo. Según el sociólogo francés François Ascher, en una interpretación a largo plazo sobre la ciudad, la *Tercera revolución urbana moderna* (Ascher, 2012), la ciudad ha tenido cambios profundos asociados con las tres revoluciones modernas de la historia occidental, de las cuales se deduce su modelo de ciudad.

Una primera etapa, que abarca el periodo denominado Edad Moderna, va desde el final de la Edad Media hasta el principio de la Revolución Industrial; durante este periodo surge la ciudad clásica, que se caracteriza por su forma compacta. A este modelo corresponde un espacio reducido, netamente diferenciado del entorno rural, con una ocupación intensiva del suelo.

La segunda etapa de la modernización coincide con la Revolución Industrial, que conllevó la revolución agrícola y la expulsión del campo de una gran cantidad de agricultores que tuvieron que trasladarse a la ciudad; se dio entonces lugar a la metrópoli industrial. Hubo un enorme crecimiento demográfico en las urbes y una expansión espacial acelerada. La metrópoli de la fase industrial se caracteriza por el crecimiento interno de las aglomeraciones debido a la extensión de su periferia inmediata.

Por último, el capitalismo global, la tercera etapa de la modernización, da paso a una tercera revolución urbana y al surgimiento de la *metápolis* o ciudad de lugares y flujos. La *metropolización* es un doble proceso, comenta Ascher, de metropolización y de formación de nuevos tipos de territorios urbanos (*metápolis*). La metropolización es un proceso que responde a la necesidad de concentración de recursos de todo tipo en unas pocas ciudades, que deben ser competitivas a nivel internacional. En esta fase, la ciudad cambia de escala y de forma. El crecimiento interno de las aglomeraciones, por extensión a su periferia inmediata y por densificación, da paso a un crecimiento externo, es decir, por absorción, de ciudades y pueblos cada vez más alejados de su zona de funcionamiento cotidiano (Ascher, 2012, pp. 56-57).

Otros autores, de acuerdo con las distintas perspectivas disciplinarias y teóricas con las que han abordado el problema, hablan de la ciudad del periodo contemporáneo como: *postmetrópolis* (Soja, 2000), *ciudad dispersa* (Monclús, 2000), *regiones metropolitanas extendidas* (McGee, 1995), entre otras.

En general, las características más importantes de estas formaciones urbanas son: 1) el crecimiento de un espacio periférico dilatado: se da un

cambio de escala de lo metropolitano a lo regional; 2) la discontinuidad del asentamiento; 3) la policentralidad; y 4) el alto grado de movilidad de personas, bienes e información. Este proceso desigual y diferenciado no se presenta en todas las ciudades, las cuales tienen ritmos y trayectorias (incluso retrocesos) propios.

Para ejemplificar y tener una idea del crecimiento y el tamaño de las ciudades en nuestro tiempo, podemos comparar Roma al principio de la era cristiana, con una población de alrededor de 1 millón de habitantes concentrados dentro de la ciudad amurallada de aproximadamente 9.65 km² (Bruegman, 2006), con Nueva York, la urbe más extensa del mundo actual con 8 683 km² (Hove, 2013). En el caso de nuestro país, México-Tenochtitlán, antecedente histórico de la Ciudad de México en el periodo prehispánico, tenía para el año de 1324 una superficie aproximada de 13 km² (Escamilla y Santos, 2012); en contraste, durante los inicios de su urbanización industrial acelerada, en el año de 1950, la capital del país alcanzó 699.73 km² (Unikel, 1966, p. 841). En el año 2010, su superficie tenía 2 291 km². Las grandes ciudades de nuestro tiempo se extienden sobre miles de km² de suelo.

El crecimiento en la extensión física de las ciudades es uno de los procesos más referidos en los estudios urbanos. Se alega que el crecimiento extensivo aumenta los costos económicos para el gobierno y las familias, aumenta la dependencia del automóvil y, con ello, la congestión; los problemas ambientales vinculados con la sustentabilidad; el nivel de destrucción del suelo para actividades agropecuarias; y, además, es un factor que agrava algunos problemas sociales relacionados con la segregación y la accesibilidad de la población a los beneficios que ofrece la ciudad.

Ante esta situación, la “ciudad compacta” se ha convertido en el modelo morfológico de referencia en las políticas públicas de las últimas décadas. Existe un discurso cada vez más importante que argumenta sobre la necesidad de construir y reorientar la ciudad existente hacia este modelo morfológico. La nueva agenda urbana emitida en la cumbre de Hábitat III en Quito, Ecuador, en 2016, recomienda transitar hacia un medio construido compacto. Esta misma política está ampliamente difundida entre las agencias de planeación urbana, transporte, vivienda, energía y ambiente. No obstante, a pesar de los esfuerzos sistemáticos elaborados hasta el momento, la polémica sobre el tema aún se encuentra lejos de encontrar una salida (Gordon y Richardson, 1997, 2000; Ewing, 1997; Tsai, 2005; Cervero, 2001; Bruegman, 2006; Zumelzu-Scheel, 2016).

Ahora bien, sobre la revisión de los estudios de la estructura y forma de las ciudades mexicanas se puede decir que se caracterizan por su diversidad disciplinar, riqueza metodológica, amplitud regional y variedad de problemas

abordados. Esta situación puede explicar la falta de cohesión y de unidad, así como la aparente dispersión de los trabajos. Además, en su gran mayoría siguen siendo estudios de caso de una ciudad o de una zona en el interior de una ciudad. Son pocos los estudios comparativos que tienen como propósito identificar y caracterizar patrones y tendencias de las ciudades mexicanas.

Se puede distinguir, sin duda, la influencia de los trabajos de corte histórico, ya sea en el urbanismo, la arquitectura y la geografía urbana. En décadas recientes, se ha puesto atención al desarrollo a partir de las vocaciones económicas y productivas de las ciudades de los siglos XX y XXI. El peso de las infraestructuras, como las estaciones de ferrocarril, los puertos, la industria pesada, las instalaciones turísticas, los mercados y los grandes equipamientos, permite explicar, para un buen número de casos, la traza y la estructura urbana (Quiroz, 2008).

Lo hacen también, en un sentido semejante, aquellos trabajos que, poniendo atención en los efectos del crecimiento poblacional de las ciudades durante los siglos XX y XXI, abordan la expansión física, las lógicas habitacionales y los patrones de segregación. En México, una larga tradición de estudios sobre el urbanismo informal y las políticas institucionales dan cuenta de la tipo-morfología habitacional de las ciudades mexicanas (Duhau, 2003; Duhau y Giglia, 2008; Schteingart y Graizbord, 1998; Zamorano-Villarreal, 2013). Además se desarrollaron estudios interesados en analizar componentes del sistema morfológico, como las plazas, las calles, las trazas, las esquinas, etcétera (Göbel, 2013).

En otro sentido, se pueden encontrar estudios dedicados al análisis de ciertas zonas específicas de las ciudades, privilegiando generalmente el estudio del centro histórico, las periferias, los barrios tradicionales y las nuevas urbanizaciones, así como los fraccionamientos cerrados (Capron, 2006; González, 2012).

Un grupo de estudios importantes, desarrollados desde la geografía urbana y económica, se interesó en analizar y describir la estructura urbana de algunas ciudades. Entre éstos destacan los trabajos sobre el crecimiento y la extensión física de las urbes, que emergen a partir de los efectos observables del crecimiento espacial de las metrópolis y de las consecuencias sociales, económicas, ambientales y relacionadas con la gestión de servicios (Aguilar y Vázquez, 2000; Méndez y Aguilar, 1992; Sedesol, 2011; Álvarez de la Torre, 2017). Algunos han puesto interés en otro elemento estructural de las ciudades: la identificación de subcentros, los corredores de circulación, la accesibilidad, la densidad, la configuración de la red vial, etcétera (Aguilar y Hernández, 2011; Graizbord y Acuña, 2005; Montejano, 2013; Suárez y Delgado, 2009; Terrazas, 2005).

Por otro lado, los procesos de globalización generaron otras líneas de investigación durante la década de los noventa. En este contexto, la estructura de la urbe fue cuestionada bajo los efectos de los procesos asociados a las ciudades globales, la reestructuración económica, la apertura económica del país o las lógicas del neoliberalismo (Parnreiter, 2005; Delgado y Ramírez, 1999). Estos procesos generaron formas urbanas particulares en ciertas metrópolis del país, permitiendo la localización de equipamientos e infraestructuras de soporte para el desarrollo de los procesos de globalización. Centros de comando de corporativos internacionales y enclaves residenciales, espacios dominados por el automóvil y dispositivos urbanos de control, vigilancia y seguridad, son algunas de las características de estos desarrollos.

En años recientes, y derivado en buena parte del discurso ambientalista y de la crítica del “urban sprawl” de las metrópolis del Norte, se ha impuesto el discurso a favor del modelo de la ciudad compacta. En este sentido, algunos trabajos se han interesado por el estudio de los procesos de expansión, dispersión y densificación de las ciudades mexicanas (Pradilla, 2011; Quiroz, 2015; Senado de la República, 2015).

Cabe señalar que las políticas urbanas y sus instrumentos de planeación han recurrido desde hace tiempo a estrategias que apelan al manejo de la forma urbana para el logro de ciertos objetivos. Estas tendencias en las políticas urbanas han sido influenciadas, en buena medida, por modelos extranjeros como el “nuevo urbanismo”, “la teoría de los espacios defendibles” y, más recientemente, la “ciudad compacta”, la “ciudad resiliente” y los relacionados con la “smart city”.

Algunas de las ideas y planteamientos sobre los atributos deseables de la forma urbana sugieren encaminar el desarrollo urbano hacia una densificación “inteligente”; también recomiendan la generación estratégica de centralidades y el fomento de la mezcla de usos de suelo para ciertas zonas de las ciudades.

En este sentido, otro de los atributos relevantes para describir las ciudades es su grado de policentrismo. Las urbes son estructuras que funcionan en buena medida a partir de la lógica de las economías de aglomeración, lo que permite la emergencia del agrupamiento de funciones, actividades y equipamientos funcionalmente afines. Las centralidades urbanas propician la mezcla de usos de suelo, un atributo importante en el análisis de la forma de las ciudades.

3. Atributos e indicadores de la forma urbana de las ZM en México

Existen numerosas métricas de la forma urbana. La literatura es amplia en este sentido y no existe un consenso único sobre la distinción entre forma y estructura de las ciudades. Por ejemplo, de acuerdo con Yu-Hsin Tsai, la forma urbana puede analizarse con base en tres categorías: *1) densidad, 2) diversidad, y 3) patrón de la estructura espacial*. Dentro de la última, el autor incluye tres atributos, expresados en categorías dicotómicas: estructura monocéntrica-policéntrica; centralizada-descentralizada y desarrollos continuos-discontinuos. Cabe precisar que el tamaño de la ciudad es una dimensión fundamental para caracterizarla físicamente, no obstante, el autor lo considera un atributo aparte para hablar del tamaño y la forma urbana (Tsai, 2005). Por su lado, Salat propone con su equipo del Laboratorio de Morfología Urbana de la Escuela de Versalles un interesante sistema de indicadores de la forma urbana. La propuesta identifica los campos de acción sensibles a dicha forma, para los cuales hay que asociar un sistema de medidas. Estos campos son: movilidad, uso del suelo, biodiversidad, energía, equidad, economía, etc. El sistema de indicadores se compone de seis grupos *a) de intensidad, b) de distribución espacial, c) de proximidad, d) de conectividad, e) de diversidad, y f) de forma o geometría* (Salat et al., 2011). La metodología desarrollada por el equipo de la Escuela de Versalles incorpora, además, una perspectiva multiescalar de la ciudad, considerando distintos niveles de análisis como el de la ciudad, el barrio, la manzana y la parcela o edificio.

En este trabajo se argumenta que un sistema de indicadores de la forma urbana puede responder al menos a dos distintas intenciones: *1) describir los atributos más significativos del espacio físico de la ciudad, y 2) evaluar los efectos de distintos atributos morfológicos sobre las funciones o dinámicas de la urbe, como serían, por ejemplo, el consumo de energía, la segregación, la movilidad, etcétera*. Nuestro estudio se enfoca en reflexionar sobre la primera intención.

Los atributos de la forma urbana se pueden caracterizar dentro de dos acepciones: *a) la del espacio físico, por ejemplo, los lotes, las manzanas, las calles, las construcciones, la mancha urbana, etcétera; y b) según la forma derivada de las prácticas socioespaciales, por ejemplo, la forma de la distribución y la localización de las actividades económicas, residenciales, de movilidad, etcétera*.

Con base en los argumentos anteriores, se eligieron siete atributos para caracterizar la forma urbana de las ciudades mexicanas: *1) superficie urbana, 2) policentralidad, 3) compacidad, 4) densidad, 5) distribución del empleo,*

6) diversidad, y 7) traza urbana. El estudio se basó en el análisis de una muestra de urbes seleccionadas por su diversidad regional, demográfica y económica. Para este efecto, se recurrió a la definición de las ZM desarrollada por Sedesol et al. (2012), la cual arroja como resultado un total de 59 ciudades³ (véase el Cuadro 1).

A partir de esta delimitación se construyó una base de datos con los principales indicadores morfológicos antes enumerados. La cartografía digital de las 59 ZM estudiadas comprende información vectorial de la traza urbana, de los polígonos que representan las manzanas y de la red vial. Además, se incorpora información sobre la población y las actividades económicas agregadas en una unidad espacial denominada por el marco estadístico nacional como área geoestadística básica (AGEB). A continuación, se presenta cada uno de los indicadores y los resultados que se obtuvieron del análisis para las 59 ZM.

Superficie urbana

Una característica elemental para conocer o describir una ciudad es su tamaño. Éste se refiere, por lo general, a la superficie que abarca el espacio construido de la urbe.⁴ Cabe mencionar que esta característica se utiliza muchas veces como un indicador del grado de dispersión de una ciudad, sobre la idea de que la dispersión causa el consumo de más suelo que el desarrollo compacto (Hess et al., 2001). No obstante, esta presunción es problemática, dado que el consumo total de suelo está altamente correlacionado con la población. En consecuencia, el área de suelo puede considerarse como una dimensión característica del tamaño metropolitano, más que un indicador de la dispersión.

³ Esta propuesta define como ZM “al conjunto de dos o más municipios donde se localiza una ciudad de 50 mil o más habitantes, cuya área urbana, funciones y actividades rebasan el límite del municipio que originalmente la contenía, incorporando como parte de sí misma o de su área de influencia directa a municipios vecinos, predominantemente urbanos, con los que mantiene un alto grado de integración socioeconómica; en esta definición se incluye además a aquellos municipios que por sus características particulares son relevantes para la planeación y política urbanas”. Adicionalmente, “se definen como zonas metropolitanas todos aquellos municipios que contienen una ciudad de un millón o más habitantes, así como aquellos con ciudades de 250 mil o más habitantes que comparten procesos de conurbación con ciudades de Estados Unidos de América”. (Sedesol, Conapo e INEGI, 2007, p. 21; Sedesol, Conapo e INEGI, 2012, pp. 25-28).

⁴ Es importante señalar que la información sobre la superficie urbana es particularmente imprecisa por varias razones. Una de éstas es la forma de medición, es decir, la técnica e instrumentos que se utilizan. Otra es la conceptualización de lo que constituye la ciudad y el área urbana. Actualmente, esta situación parece complicarse con el surgimiento de formas urbanas más dispersas y multinucleadas.

Cuadro 1
índice alfábético de las 59 ZM

<i>Núm.</i>	<i>Ciudad</i>	<i>Núm.</i>	<i>Ciudad</i>	<i>Núm.</i>	<i>Ciudad</i>
1	Acapulco	21	Minatitlán	41	Tampico
2	Acatlán	22	Monclova-Frontera	42	Tecomán
3	Aguascalientes	23	Monterrey	43	Tehuacán
4	Cancún	24	Morelia	44	Tehuantepec
5	Celaya	25	Moroleón-Uriangato	45	Tepic
6	Chihuahua	26	Nuevo Laredo	46	Teziutlán
7	Coatzacoalcos	27	Oaxaca	47	Tianguistenco
8	Colima-Villa de Álvarez	28	Ocotlán	48	Tijuana
9	Córdoba	29	Orizaba	49	Tlaxcala-Apizaco
10	Cuautla	30	Pachuca	50	Toluca
11	Cuernavaca	31	Piedras Negras	51	Tula
12	Guadalajara	32	Poza Rica	52	Tulancingo
13	Guaymas	33	Puebla-Tlaxcala	53	Tuxtla Gutiérrez
14	Juárez	34	Puerto Vallarta	54	Valle de México
15	La Laguna	35	Querétaro	55	Vera Cruz
16	La Piedad-Pénjamo	36	Reynosa-Río Bravo	56	Villahermosa
17	León	37	Rioverde-Ciudad Fernández	57	Xalapa
18	Matamoros	38	Saltillo	58	Zacatecas-Guadalupe
19	Mérida	39	San Francisco del Rincón	59	Zamora-Jacona
20	Mexicali	40	San Luis Potosí		

Fuente: Sedesol et al. (2012), Índice alfábético de zonas metropolitanas.

El indicador que se eligió para medir el tamaño de las ZM en esta investigación se denomina *superficie urbana* y corresponde a la suma de todas las AGEB urbanas. La fuente de información es el Censo de Población y Vivienda 2010 (INEGI, 2010).

Los resultados del estudio indican que la ciudad más extensa en el país sigue siendo la ZM del Valle de México, con un valor de 229 088 ha (2 290.8 km²). Luego, en un rango mucho menor, de 50 000 y hasta 100 000 ha, se ubican las metrópolis de Monterrey, Puebla y Guadalajara. Es interesante mencionar que éstas tienen actualmente el tamaño que alcanzó la Ciudad de México en la década de 1950.

En el otro extremo, la más pequeña es Acatlán, con 1 859 ha (18.6 km²). El tamaño promedio de las ZM de México es de poco menos de 19 494 ha (194 km²), con una variación importante entre las 59 ZM, pues la desviación estándar es de 31 787 ha (véase los Cuadros 2 y 3).

Policentralidad

En el interior de las ciudades se conforman polígonos en los que se agrupa un mayor número de actividades al compararlos con el resto del espacio urbano; a estos lugares se les denomina centros urbanos. Cabe decir que los centros están asociados a la idea de la centralidad. Esta noción hace referencia a la relación de un nodo con un área circundante y alude a la importancia o jerarquía de un centro en relación con el resto de la estructura urbana.

Se han utilizado numerosos indicadores para medir la centralidad de la forma metropolitana. Por ejemplo, Galster et al. (2001) miden el grado en el que el desarrollo se localiza cerca del distrito central de negocios; en otros casos se utiliza la densidad del empleo (véase Tsai, 2005, pp. 143-144). En esta investigación se elaboró un *índice de policentralidad* que mide los centros donde se concentra el empleo. Para ello, se trabajó con la variable *personal ocupado total* en todos los sectores de actividad económica y a un nivel de desagregación por AGEB de cada ZM; la fuente de información son los Censos Económicos 2009 del INEGI (2009). Se calculó un índice de asociación espacial local (LISA), lo que facilitó identificar las concentraciones de empleo en el interior de cada ZM (Anselin, 1995). Este índice nos permitió expresar el número de aglomeraciones de empleo cuya asociación de vecindad es contigua y estadísticamente significativa.

Los resultados del *índice de policentralidad* para las 59 ZM en México indican que el valor máximo es 28; como es de esperarse, se trata de la ZM

Cuadro 2
Estadísticas de los indicadores de la forma urbana de las 59 ZM

<i>Nº</i>		<i>Nº</i>	<i>Mínimo</i>	<i>Máximo</i>	<i>Media</i>	<i>Desv. típ.</i>
1	Superficie urbana (ha)		1 859.27	229 088.41	19 493.88	31 786.89
2	Índice de policentralidad		1.00	28.00	3.56	4.02
3	Índice de compactidad		0.07	0.49	0.22	0.08
4	Densidad media urbana (hab./ha)		11.00	87.81	47.57	15.57
5	Índice de distribución del empleo		-0.01	0.48	0.27	0.12
6	Índice de diversidad		0.02	0.63	0.28	0.15
7	Traza urbana					
	Superficie media de manzana (metros)		5 802.69	33 661.44	14 040.79	5 791.45
	Variabilidad de superficie de manzana desv. est.		14 582.62	121 629.36	51 745.74	21 718.84
	Perímetro medio de manzana		317.03	839.52	465.00	105.38
	Variabilidad de perímetro de manzana desv. est.		252.59	1 078.02	541.86	167.51
	Promedio de longitud de vialidades 2010		61.57	107.36	82.61	8.80
	Desv. est. de longitud de vialidades 2010		58.69	115.36	77.92	12.82
	Densidad de longitud de vialidad (m/ha)		99.58	229.63	156.90	26.02
	Densidad de vialidades (vialidades/ha)		0.99	3.36	1.94	0.47

Fuente: Elaboración propia.

del Valle de México. Luego se ubican Guadalajara, Monterrey y Toluca, con 11, 10 y 9 centros, respectivamente. En el otro extremo, el valor mínimo es 1. Como se observa en el Cuadro 3, serían 17 ZM las que tienen una estructura espacial monocéntrica. El promedio de conglomerados productivos en las ZM es de 3.6, mientras que la desviación típica es de 4 (véase los Cuadros 2 y 3).

Compacidad

La compacidad es un atributo conformado por diversos componentes como la densidad, la mezcla de usos de suelo, la continuidad espacial, la conectividad vial, etcétera. Es un atributo a menudo designado por sus efectos sobre la calidad de vida, la mezcla social de los habitantes, la movilidad basada en viajes cortos, a menudo a pie, bicicleta o transporte público. Por su naturaleza, la compacidad requiere de la agregación de varios atributos morfológicos y puede tener diversas modalidades de expresión física.

En el presente estudio se adoptó una acepción simplificada de *compacidad urbana*: se trata de la continuidad o discontinuidad del área construida, ya que los otros componentes asociados a ésta también han sido incluidos para su análisis. Así pues, se elaboró un indicador que parte del principio de que el círculo es la figura más compacta para una superficie determinada. Esto sirvió como base para el desarrollo de una serie de índices que compararan esta propiedad con las superficies con formas diferentes (Ángel, Parent y Civco 2010). Para nuestro caso, se calculó el Equal Area Circle (EAC), que consiste en comparar la relación del círculo hipotético y su perímetro, con la correspondiente área y perímetro de cada ZM. Si una ZM tuviera una forma perfectamente circular, su índice de compacidad sería 1, y a medida que tendiera hacia la fragmentación o discontinuidad, el valor se acercaría a 0.

Los resultados de la medición para las 59 ZM indican que la metrópoli más compacta es San Francisco del Rincón, con un índice de 0.49. En el otro extremo, la menos compacta es el Valle de México, con el valor mínimo (0.07). Le siguen las cuatro metrópolis más grandes: Puebla (0.101), Toluca (0.105), Monterrey (0.121) y Guadalajara (0.123) (véase los Cuadros 2 y 3).

Cuadro 3
Indicadores morfológicos de las 59 ZM

Núm.	Zona Metropolitana	Superficie urbana (ha)	Índice poli-centralidad	Densidad media urbana (hab./ha)	Índice compactidad	Índice diversidad	Índice distribución	Superficie media manzanas (m)	Densidad vialidad (m/ha)	Densidad vialidad (tramo/ha)	Longitud media vialidades (m)	Densidad tramos vialidad (m)	Perímetro medio manzanas (m)
1	Acapulco	18 344.0	4	0.152	47.1	0.133	0.48	8 382.7	159.0	2.6	61.6	342.8	
2	Acatlán	1 839.3	1	0.315	60.8	0.059	0.42	11 940.5	173.1	2.3	76.2	437.5	
3	Aguascalientes	12 922.1	3	0.198	11.0	0.020	0.10	9 512.5	183.7	2.3	80.6	411.4	
4	Cancún	15 364.5	3	0.148	44.1	0.310	0.47	12 986.9	153.7	1.8	83.8	458.2	
5	Celaya	9 281.6	1	0.146	64.9	0.243	0.28	11 801.9	145.6	1.6	91.7	443.7	
6	Chihuahua	27 477.2	8	0.223	31.0	0.498	0.08	9 726.7	177.4	2.0	89.6	392.2	
7	Coatzacoalcos	8 483.7	3	0.234	40.9	0.471	0.19	13 397.5	136.6	1.7	82.3	414.2	
8	Colima-Villa de Álvarez	7 826.9	1	0.210	42.7	0.125	0.46	10 054.9	172.6	2.1	81.3	374.1	
9	Córdoba	5 065.2	1	0.242	62.4	0.219	0.30	13 495.3	146.1	1.9	75.5	456.0	
10	Cuautla	10 776.9	3	0.141	40.3	0.138	0.26	15 252.8	166.9	1.9	86.1	538.9	
11	Cuernavaca	20 605.2	3	0.155	44.9	0.244	0.20	14 228.5	157.4	2.0	77.0	517.4	
12	Guadalajara	61 024.0	11	0.124	72.7	0.29	0.29	10 636.0	176.6	2.3	77.4	416.2	
13	Guaymas	5 767.9	4	0.152	35.3	0.525	-0.01	7 449.0	170.6	2.1	80.5	361.6	
14	Juárez	35 546.5	6	0.354	37.5	0.554	0.20	11 521.1	158.1	1.8	89.6	422.2	
15	La Laguna	26 409.8	7	0.175	46.0	0.363	0.16	9 508.6	170.9	2.2	78.9	382.3	

16	La Piedad-Pénjamo	3 979.2	3	0.296	62.7	0.114	0.39	14 467.6	140.4	1.7	81.7	457.7
17	León	21 475.7	2	0.172	75.0	0.229	0.32	10 682.7	166.8	2.1	80.8	409.6
18	Matamoros	11 126.4	2	0.218	44.0	0.547	0.19	10 467.8	178.1	2.0	89.3	423.5
19	Mérida	27 393.4	5	0.222	35.5	0.250	0.32	14 459.9	150.9	1.7	91.3	464.7
20	Mexicali	22 400.9	7	0.159	41.8	0.489	0.14	12 315.7	175.7	1.7	102.0	485.2
21	Minatitlán	9 443.4	3	0.252	37.7	0.437	0.19	20 834.9	116.5	1.4	81.1	514.4
22	Monclova-Frontera	10 736.8	4	0.304	29.6	0.496	0.06	14 199.0	136.0	1.5	93.7	428.9
23	Monterrey	77 008.8	10	0.122	53.3	0.339	0.33	12 843.3	152.9	1.8	86.3	454.6
24	Morelia	12 804.1	3	0.173	64.8	0.195	0.36	8 361.8	202.6	2.8	72.0	380.4
25	Moroleón-Uriangato	2 272.6	1	0.330	47.8	0.131	0.48	13 392.1	157.9	1.9	81.5	472.4
26	Nuevo Laredo	12 149.3	4	0.330	31.6	0.499	0.09	14 006.7	136.4	1.5	92.9	435.0
27	Oaxaca	15 805.0	1	0.167	38.5	0.185	0.31	13 311.1	165.7	2.1	78.4	499.0
28	Ocotlán	2 805.5	1	0.278	50.4	0.160	0.30	14 459.2	145.4	1.6	91.4	447.4
29	Orizaba	8 438.9	1	0.178	50.7	0.244	0.37	15 536.2	130.2	1.6	81.5	490.0
30	Pachuca	14 798.9	2	0.180	34.6	0.157	0.45	14 063.1	153.8	2.1	75.1	462.0
31	Piedras Negras	7 441.2	3	0.306	24.3	0.527	0.16	13 210.5	146.7	1.6	91.4	422.0
32	Poza Rica	7 450.1	2	0.205	68.9	0.223	0.29	10 506.7	164.9	2.3	71.3	409.3
33	Puebla-Tlaxcala	71 755.3	6	0.100	38.0	0.340	0.30	20 819.5	127.6	1.5	86.3	624.0
34	Puerto Vallarta	7 885.6	1	0.158	48.2	0.214	0.45	8 943.4	183.1	2.4	76.4	350.3

(continua)

Cuadro 3
(concluye)

Núm.	Zona Metropolitana	Superficie urbana (ha)	Índice poli-centralidad	Índice compacidad	Densidad media urbana (hab./ha)	Índice diversidad	Índice distribución	Superficie media manzanas (m)	Densidad manzanas (m/ha)	Densidad vialidad (tramo/ha)	Longitud media vialidades (m)	Densidad tramos vialidad (tramo/ha)	Perímetro medio manzanas (m)
35	Querétaro	17 264.2	2	0.141	63.5	0.348	0.16	10 722.4	191.6	2.4	80.4	450.8	
36	Reynosa-Río Bravo	17 989.1	2	0.186	40.4	0.630	0.23	11 566.5	159.8	1.9	86.4	421.1	
37	Rioverde-Cd. Fernández	4 161.1	1	0.332	32.6	0.048	0.30	29 138.1	108.5	1.0	107.4	634.0	
38	Saltillo	22 907.9	3	0.289	35.9	0.460	0.17	14 715.2	130.1	1.6	84.0	446.8	
39	San Francisco del Rincón	2 806.2	1	0.490	65.0	0.149	0.35	15 473.9	140.8	1.6	89.3	497.5	
40	San Luis Potosí	18 668.8	3	0.300	55.7	0.444	0.29	11 136.9	161.4	2.2	74.5	395.3	
41	Tampico	19 734.7	5	0.221	43.6	0.341	0.28	11 560.8	139.9	1.8	77.1	383.4	
42	Tecomán	3 053.9	1	0.245	46.3	0.098	0.46	10 200.9	164.0	2.0	82.2	367.4	
43	Tehuacán	7 445.6	1	0.291	39.9	0.209	0.44	16 422.8	144.5	1.8	80.6	489.4	
44	Tehuantepec	5 112.4	2	0.315	31.6	0.407	0.03	12 702.8	160.2	2.3	69.6	422.6	
45	Tepic	6 100.2	2	0.216	70.4	0.143	0.36	7 579.7	218.3	2.9	75.2	361.0	
46	Teziutlán	3 026.6	1	0.269	40.5	0.212	0.15	28 101.9	169.1	2.0	84.2	755.5	
47	Tianguistenco	2 927.3	1	0.221	54.0	0.303	0.28	24 790.4	145.1	1.6	93.4	687.5	
48	Tijuana	33 593.5	7	0.177	52.1	0.458	0.17	11 374.6	171.4	1.9	88.2	450.1	

49	Tlaxcala-Apizaco	28 099.6	3	0.220	17.8	0.232	0.32	33 661.4	99.6	1.0	100.6	839.5
50	Toluca	40 084.3	9	0.105	48.3	0.397	0.13	25 258.6	134.7	1.6	86.7	705.9
51	Tula	8 665.6	2	0.170	23.8	0.289	0.21	28 320.2	108.7	1.2	94.5	692.5
52	Tulancingo	7 372.5	1	0.188	32.5	0.212	0.37	19 374.6	121.4	1.4	86.5	537.1
53	Tuxtla Gutiérrez	16 390.4	2	0.334	41.7	0.186	0.38	14 656.3	125.3	1.6	79.9	412.4
54	Valle de México	229 088.4	28	0.069	87.8	0.286	0.31	11 711.7	172.2	2.2	80.0	443.9
55	Veracruz	10 460.2	3	0.181	77.6	0.199	0.20	6 527.8	214.1	3.1	68.6	328.4
56	Villahermosa	11 516.3	3	0.142	65.6	0.122	0.26	19 244.8	128.4	1.6	79.2	570.8
57	Xalapa	9 699.8	2	0.210	68.7	0.141	0.31	10 769.3	170.4	2.6	66.3	404.6
58	Zacatecas-Guadalupe	5 871.6	4	0.152	52.7	0.199	0.27	5 802.7	229.6	3.4	68.4	317.0
59	Zamora-Jacora	4 173.0	1	0.181	59.9	0.270	0.38	10 816.4	168.8	2.3	74.4	421.4

Fuente: Elaboración propia.

Densidad

La densidad de población se refiere al número de individuos por unidad de superficie. El indicador que se utiliza en la investigación es la *densidad media urbana* (DMU), la cual se obtiene dividiendo la población entre la superficie urbana de la ZM. La fuente de información es Sedesol (2011), específicamente los datos del año 2010, los cuales se elaboraron con base en el Censo de Población y Vivienda 2010.

Los resultados para la densidad urbana de las 59 ZM en el año 2010, indican que, en promedio, asciende a 47.6 habitantes por hectárea (hab./ha). El Valle de México presenta el valor más alto con 87.8 hab./ha; mientras que Aguascalientes tiene la menor densidad, con 11 hab./ha (véase los Cuadros 2 y 3).⁵

En relación con el problema de la dispersión de la ciudad, se ha utilizado la densidad como un indicador de crecimiento extensivo y disperso, pues refiere al consumo per cápita de suelo (Tsai, 2005, p. 143). Si es así, se podría decir que la ZM de Aguascalientes tiene un crecimiento disperso y, por el contrario, el Valle de México, compacto. No obstante, los datos de compacidad indican que ésta última posee el valor más bajo, es decir, que es la ZM más fragmentada. Entonces, cabe preguntarse si realmente la ZM del Valle de México tiene un crecimiento extensivo y disperso, como se argumenta en muchos de los estudios sobre esta megaciudad.

Por otra parte, es importante señalar que si nos remitimos a todas las ZM y observamos qué ocurrió en el periodo del año 2000 al 2010, la DMU se incrementó de 45.9 a 48.61 hab./ha en términos globales. Sin embargo, es verdad que existen grandes variaciones entre las ciudades. Por ejemplo, el rango de variación va desde una pérdida de densidad de 29 hab./ha (Cancún, de 73 a 44 hab./ha) hasta el incremento de 24.3 hab./ha (San Francisco del Rincón, de 40.6 a 64.9 hab./ha). Del conjunto de ZM, quince presentan una disminución en su DMU para el periodo 2000-2010 (Sedesol, 2011).

Lo anterior cuestiona la idea generalizada de que existe una disminución de las densidades urbanas y nos habla del gran dinamismo que experimentan recientemente estas aglomeraciones. Aunque también es necesario reflexionar sobre los periodos de análisis, consistentes con los procesos de corto, mediano y largo plazos de la urbanización, pues si nos remitimos a la evolución de la densidad de las ciudades desde el siglo XIX y hasta la actualidad, éstas sí muestran una tendencia descendente importante.

⁵ Para darnos una idea del comportamiento de la densidad urbana en la actualidad, los datos sobre las ciudades más grandes del mundo indican que la Ciudad de México ocupa el lugar número 27 de las urbes más densamente pobladas, con 84.4 hab./ha, mientras que la ciudad de Mumbai en la India ocupa el primer lugar, con 296.5 hab./ha (Hove, 2013).

Distribución del empleo

La distribución espacial busca captar la regularidad y concentración de los objetos y las actividades en el espacio. Este atributo tiene como idea subyacente que las entidades espaciales responden a lógicas de localización discernibles y de muy diversa índole: económicas, políticas, ideológicas, naturales, etcétera. El comercio y los servicios tienen una distribución espacial más dispersa y regular en las ciudades si se les compara con la industria pesada, la cual tiene criterios de localización asociados a las grandes infraestructuras. Las prácticas de cooperación, tradiciones y redes que mantienen los grupos étnicos (además de las políticas y prácticas segregativas del mercado habitacional) a menudo generan concentraciones residenciales que se traducen en enclaves o *ghettos*.

Las distribuciones espaciales han sido medidas de distintas maneras según el campo de estudio. La geografía social ha generado una gran batería de índices de segregación residencial para captar la desigual distribución de los grupos sociales, mientras que la geografía económica ha desarrollado los suyos para la distribución espacial de las actividades económicas. Uno de los índices más utilizados para captar la concentración-dispersión espacial de objetos y actividades es la I de Moran.

Para este estudio, se calculó la I de Moran de las actividades económicas de las 59 ZM. La fuente de información son los Censos Económicos de 2009. La variable utilizada es el *total de trabajadores* en tres sectores: comercio, manufactura y servicios. La unidad espacial es el AGEB. Primero se estimó el grado de autocorrelación espacial de los empleos para cada uno de los tres sectores y, posteriormente, para todos los empleos sin distinción sectorial.

Los resultados de este análisis se reportan en el Cuadro 2. Como se observa, el valor mínimo es de 0.01, lo cual daría cuenta de una distribución desconcentrada, y corresponde a la situación en que se encuentra la ZM de Guaymas. En el otro extremo, el valor máximo es 0.48, que indicaría una situación de concentración, y es el índice de la ZM de Acapulco (véase el Cuadro 3).

Diversidad

La diversidad es una dimensión de la forma urbana que hace referencia a la mezcla de usos y funciones del suelo. En este sentido, la diversidad es mayor en tanto más actividades estén presentes y mientras más se diferencien entre sí. La diversidad urbana puede tener distintas acepciones, haciendo siempre

referencia a la concurrencia espacial de distintas actividades, distintos residentes, empleados o visitantes. A menudo, esta mezcla de actividades y personas se hace acompañar por una variedad en los tipos de edificaciones, en los espacios públicos y en su equipamiento, en pocas palabras, por una diversidad de su medio construido.

Recientemente, en la teoría y la planificación espacial se habla con insistencia de la diversidad urbana y sus ventajas. La diversidad urbana retoma algunos principios de la ecología y los sistemas complejos. Entonces, la complejidad de los sistemas urbanos estaría ligada a cierta mezcla de orden y desorden y puede analizarse haciendo uso del concepto de *diversidad*. La complejidad medida como diversidad de actividades permite conocer el grado de multifuncionalidad de cada ámbito territorial (Echavarria Ochoa, 2011).

En este trabajo se estimó la diversidad a partir de la noción de *actividad urbana*, entendida como la suma de la actividad residencial y la actividad económica que se dan en un lugar. Concretamente, se construyó un índice de densidad de número de empleos por residente local. De manera sintética, la diversidad urbana se mide por medio del *índice de diversidad relativa*, que permite expresar, con un valor de entre 0 y 1, el grado de distribución y mezcla de los distintos grupos. En este caso, se trabajó con dos grupos: población residente y personal ocupado. Si el valor es cercano a 1, existe una muy baja mezcla de actividades, es decir, hay una predominancia de espacios homogéneos. En caso de que el índice de diversidad relativa presente valores cercanos a 0, tendremos una aglomeración con una alta mezcla de uso de suelo.

Los resultados de este indicador para las 59 ZM muestran una amplia variación. El valor mínimo es 0.02 y se presenta en el caso de la ZM de Aguascalientes; eso significaría que esta ciudad presenta altos niveles de diversidad, un atributo deseable según los principios del urbanismo actual. Mientras que el valor máximo es 0.63 y corresponde a Reynosa-Río Bravo; ese valor indicaría que la metrópoli tiene un bajo nivel de diversidad en la forma de ocupación del suelo (véase los Cuadros 2 y 3).

Traza urbana

El último de los atributos morfológicos considerados aquí es la traza urbana. En relación con esta dimensión se consideran dos aspectos: la configuración del sistema vial, y el tamaño y forma de las manzanas.

El sistema morfológico de las ciudades se basa en las interacciones de sus elementos: el sistema parcelario, las manzanas, las calles, los espacios

abiertos, los usos de suelo y las edificaciones, entre otros. La calle, el primero de los dos aspectos que se analizan, destaca por su relevancia, tanto por su función estructurante como por ser un elemento de soporte funcional del espacio urbano. Se trata del espacio por excelencia para la interacción social cara a cara, la movilidad, el intercambio y la comunicación. La calle, el lote y la manzana conforman la triada que, a partir de sus interdependencias, marca la forma urbana de la ciudad.

Numerosos estudios de la configuración vial de las ciudades permiten distinguir dos tipos de atributos: los geométricos y los topológicos. Para efectos de este estudio, se han seleccionado dos atributos sintéticos y simples de calcular que permiten dar cuenta tanto de la cobertura vial (geometría) como de la conectividad (topología). Para esto se estimó la longitud total de vialidades y el número total de tramos de vialidades.

La densidad media de kilómetro lineal de vialidad por hectárea permite captar la densidad de la red vial y, de cierta manera, del grado de permeabilidad en el espacio urbano.

Los resultados indican que el promedio para el conjunto de las 59 ZM es de 156.9 m/ha, siendo la ZM de Tlaxcala-Apizaco la de menor densidad con 99.58 m/ha, y la de Zacatecas-Guadalupe la más densa con 229.6 m/ha.

Además de la densidad de vialidades, se estimó el número de tramos de vialidad por unidad de superficie. Este indicador permite estimar de manera aproximada el grado de conectividad de la red vial. Los resultados indican que la media de tramos por hectárea es de 1.94, con un valor mínimo de 0.99 tramo/ha en la ZM de Tlaxcala-Apizaco y un valor máximo, para la ZM de Zacatecas-Guadalupe, de 3.36 tramo/ha (véase el Cuadro 2).

Ahora bien, en relación con el tamaño y la forma de las manzanas, se considera que éstas constituyen la unidad morfológica elemental. Conforman, en conjunto con el sistema de la red vial, la traza urbana distintiva de cada ciudad. Para este estudio se contabilizó el número de manzanas y se calculó su superficie y perímetro, lo que permitió estimar algunos indicadores básicos de forma, como su relación área/perímetro, de manera similar al indicador EAC (Equal Area Circle).

Los resultados indican que la superficie media de las manzanas en las 59 ZM es de casi 1.5 hectáreas (14 040 m). La ZM con una media más alta es Tlaxcala-Apizaco, con 33 661 m, mientras que la que reporta la media más baja es la ZM de Zacatecas-Guadalupe, con 5 802 m.

No existe una relación significativa entre el tamaño global de la ciudad y el tamaño medio y la variabilidad de la superficie de manzanas. Por otro lado, la diversidad de tamaños de las manzanas entre las ZM está asociada con el tamaño medio; es decir, a medida que la media de la superficie de las

manzanas es mayor, se tendrá una variabilidad mayor de tamaños. La mayor variabilidad de tamaños y formas de las manzanas sugiere una mayor diversidad del medio construido y de los usos del suelo, usos residenciales populares, medios y altos, usos industriales, comerciales, etcétera.

4. Dimensiones morfológicas de las ZM en México

Con el fin de identificar una estructura subyacente al conjunto de atributos morfológicos de las 59 ZM, se procedió a realizar un análisis de componentes principales (ACP). El ACP es una técnica estadística multivariada que permite identificar la covarianza de un grupo de variables y construir un número menor de factores.

Se estimaron las correlaciones bivariadas para cada indicador, lo que permitió identificar las variables que presentan ciertas asociaciones (véase el Cuadro 4). No se seleccionaron todas las variables por aspectos técnicos y teóricos. Se eliminaron aquellas que presentaban alguna redundancia y se buscó que no excedieran una relación adecuada entre variables/observaciones. El ACP se conformó por nueve variables, todas las cuales presentaron valores aceptables en sus communalidades. Arrojó tres factores con una capacidad de síntesis del 78.04% de la varianza total. El primer factor acumula 31.60%, el segundo 26.08% y el tercero 20.36% de la varianza total explicada (véase el Cuadro 5).

Los tres factores representan dimensiones independientes de los principales atributos morfológicos de las 59 metrópolis mexicanas. La interpretación de estas dimensiones sugiere procesos simultáneos y sobrepuertos que dan forma al espacio físico y a los patrones espaciales de las actividades residenciales y económicas de las ZM. El Cuadro 5 nos muestra la contribución de cada variable en la construcción de los tres factores.

El factor 1 (31.60% de la varianza total) se conforma principalmente por tres variables: la superficie media de manzana con -0.870 y, con signo positivo, las densidades de vialidades, tanto la densidad de longitud de vialidades (+0.947) como la densidad de número de vialidades (+0.944). Este factor asocia atributos de la traza urbana, manzanas, conectividad y cobertura de las vialidades. Como lo muestra la tabla de correlaciones bivariadas, estos atributos se correlacionan también con el perímetro de las manzanas. Además de estas tres variables, el factor 1 se conforma por una participación, menos importante pero significativa, y de manera positiva, de la densidad poblacional (densidad media urbana +0.487). Los signos de estas cuatro variables indican que existe un factor bipolar, el cual sugiere la oposición

Cuadro 4
Correlaciones bivariadas

Variable	Correlaciones	V1	V2	V3	V4	V5	V6	V7	V8	V9	V10	V11	V12	V13	V14
V1	Superficie urbana	1													
V2	Índice de policentralidad		.938**	1											
V3	Índice de compactidad		-.414**	-.403**	1										
V4	Densidad media urbana	.290*	0.256		-0.22	1									
V5	Índice de distribución del empleo	-0.014	-0.181	0		.315*	1								
V6	Índice de diversidad	0.148	0.256	-0.006	-0.251		-.626**	1							
V7	Superficie media de manzana	-0.025	-0.104	0.126		-.375**	-.047		-0.077	1					
V8	Variabilidad de superficie de manzana desv. est.	0.001	-0.019	.298*		-.334**	-.146	0.205		.435**	1				
V9	Perímetro medio de manzana	0.035	-0.046	-0.015		-.300*	-0.077	-0.076		.957**	.259*	1			
V10	Variabilidad de perímetro de manzana desv. est.	0.099	0.003	-0.126		-0.107	0.066	-0.165		.728**	.510**		.737**	1	
V11	Promedio de longitud de vialidades 2010	0.025	0.035	0.212		-.452**	-.254	.284*		.579**	0.169		.550**	0.165	1
V12	Desy. est. de longitud de vialidades 2010	0.125	0.087	-0.019		-.340**	-0.1	0.105		.546**	.511**		.483**	.565**	
V13	Densidad de longitud de vialidad (m/ha)	0.032	0.113	-.271*		.429**	-.021	-0.083		-.738**	-.651**		-.605**	-.606**	
V14	Densidad de vialidades (vialidades/ha)	-0.005	0.048	-.274*		.489**	0.102	-0.216		-.732**	-.530**		-.639**	-.488**	

Fuente: Elaboración propia.

Cuadro 5

Matriz de componentes rotados

Núm.	Variable de forma urbana	Componente		
		1	2	3
1	Superficie urbana	-0.066	0.960	-0.025
2	Índice de policentralidad	0.021	0.939	-0.188
3	Índice de compacidad	-0.232	-0.599	-0.047
4	Densidad media urbana	0.487	0.392	0.460
5	Índice de diversidad	-0.045	0.143	-0.874
6	Índice de distribución del empleo	-0.009	-0.019	0.888
7	Superficie media de manzana	-0.870	-0.043	0.067
8	Densidad de longitud de vialidad (m/ha)	0.947	0.084	0.007
9	Densidad número de vialidades (tramo/ha)	0.944	0.052	0.157

Fuente: Elaboración propia.

entre densidades físicas y poblacionales (de vialidades y residenciales) con el tamaño medio de las manzanas; esto es: a mayor tamaño de las manzanas, menor densidad de las vialidades, menor conectividad vial y menor densidad de residentes.

Las ZM que mejor representan este factor son Zacatecas-Guadalupe, Veracruz y Tepic, como ejemplos de ZM con traza urbana densa y con buena conectividad; en el extremo opuesto están Tlaxcala-Apizaco (-2.840) y Rioverde-Ciudad Fernández (-2.336).

Se puede interpretar este factor como el proceso local de urbanización física de las ciudades, en términos de la construcción de la traza urbana densa *versus* los grandes espacios urbanos como parques industriales, centros comerciales o urbanizaciones residenciales de tipo supermanzanas de baja densidad.

El factor 2 acumula el 26.08% de la varianza total. Se compone principalmente por la contribución de cuatro variables. Con signo positivo: la superficie urbana con +0.960, índice de policentralidad con +0.939 y la DMU con +0.392. El índice de compacidad se presenta con signo negativo, con una nota en factor de -0.599. Este factor muestra una asociación significativa entre la extensión física de las ZM, su policentralidad, sus densidades y el grado de fragmentación espacial de su mancha urbana (signo negativo de

la nota en factor del índice de compacidad). Se puede decir que este factor sugiere que, entre más extensas son las ciudades, tenderán a una mayor densidad media poblacional, un mayor número de subcentros económicos y una macroforma más fragmentada (mayor discontinuidad de su mancha urbana). Este factor puede interpretarse como la dimensión morfológica asociada a procesos de escala global, de la macroforma o de la estructura de las ZM.

Estos resultados son particularmente interesantes ya que la literatura internacional sobre la dispersión urbana relaciona una mayor extensión de las ciudades con una baja densidad, situación diferente a los resultados de este análisis para las ciudades mexicanas.

Este factor ha sido designado como “estructuración global” y según el ACP es independiente de la “configuración local de la traza urbana” (factor 1). Las ZM que mejor ejemplifican este factor de “estructuración global” son, por el lado de las “extensas, densas y policéntricas”, las cuatro grandes ZM del país, esto es, el Valle de México, Guadalajara, Monterrey y Puebla-Tlaxcala; por el otro lado, San Francisco del Rincón, Tehuantepec y Moroleón-Uriangato, entre las ZM de tamaño moderado, poco densas y monocéntricas.

El tercer factor contribuye con el 20.36% de la varianza total y se conforma esencialmente por la contribución de tres variables: con signo positivo encontramos dos variables: la densidad media urbana, con +0.460, y la distribución del empleo, con +0.888; en sentido opuesto está la diversidad, que representa la mezcla entre residentes y empleos, con -0.874. Este factor se conforma por variables que representan la intensidad y distribución de actividades (residenciales, económicas y su mezcla). En sentido estricto, no se refiere de manera directa a atributos físicos de la forma urbana, sino a la intensidad, diversidad y distribución espacial de actividades económicas y residenciales. Es posible observar que el factor presenta, además, la oposición entre concentración y mezcla, por medio de la oposición de la densidad y la distribución frente a la diversidad urbana. Podemos interpretar este factor como la dimensión morfológica de la “diferenciación espacial de actividad urbana”, la cual se expresa también a una escala metropolitana.

Al igual que los otros dos, el factor 3 es, de acuerdo con el ACP, independiente; es decir, que la “morfología local de la traza urbana” (factor 1) y la “estructuración global” (factor 2), además de ser independientes entre ellos, son independientes de la “diferenciación espacial de la actividad urbana” de las ciudades (factor 3).

Así pues, la interpretación de los resultados obtenidos permite distinguir tres grandes procesos espaciales que estructuran y dan forma a las ciudades.

Éstos son independientes y se manifiestan a dos escalas: local y metropolitana. El primer proceso, a nivel local, que se distingue en las ciudades, se refiere a la traza urbana y, por ende, a la configuración vial y el tamaño y forma de sus manzanas. A nivel metropolitano se observan dos procesos: el primero se refiere a la macroforma y estructura urbana, que involucra la superficie, la policentralidad y la compacidad; el segundo está vinculado con la distribución del empleo y la diversificación de la actividad urbana.

Por otro lado, llama la atención el papel de la densidad poblacional, pues en los tres factores del ACP se presentó “ambivalente”. Procesos locales como la configuración de una traza urbana diversa en cuanto al tamaño y forma de las manzanas y la conectividad de las vialidades, se desarrollan en el mismo sentido que la literatura de “ciudad compacta”. Sin embargo, desde una perspectiva de lo metropolitano, para las ZM mexicanas una estructura extensa, policéntrica y fragmentada se correlaciona con una mayor densidad poblacional, lo que cuestiona la idea de “ciudad compacta”.

5. Conclusiones

El propósito de la investigación fue analizar, para un momento específico en el tiempo –el año 2010–, la forma urbana de las ZM de México. La imagen resultante es, como se mostró a lo largo del texto, un mosaico heterogéneo difícil de expresar de forma sintética. Para concluir, sólo destacaremos algunos fenómenos que consideramos importantes.

La metropolización, para los estudiosos de lo urbano, es un proceso explicativo de la urbanización en el periodo contemporáneo; en cuanto a la forma urbana, constantemente se hace alusión al crecimiento extensivo y fragmentado, así como al despliegue de múltiples centralidades. Sin embargo, existen pocos estudios comparativos que pongan a prueba estas ideas para las ciudades mexicanas.

Los resultados de nuestro estudio muestran que la realidad es más compleja para las 59 ZM. No existe un patrón morfológico homogéneo para las zonas metropolitanas estudiadas y es posible distinguir procesos independientes entre la escala local y la global. Sin embargo, a este nivel de análisis, es posible distinguir ciudades con atributos comunes, lo que sugiere para futuros estudios el interés por identificar y construir tipologías.

Otro fenómeno que merece atención es el papel que juega la densidad de la población. Paradójicamente, la ZM del Valle de México, la más extensa (con cientos de miles de hectáreas de superficie construida) y la más fragmentada, es la que presenta la mayor densidad entre las 59 ZM, junto

con las otras tres o cuatro grandes metrópolis del país, hecho contrario a la idea de la “ciudad dispersa”, en la que se postula que en este tipo de forma urbana la densidad disminuye.

Es importante destacar la compleja interdependencia que mantienen los distintos elementos morfológicos de las ciudades. Se puede decir que el debate actual sobre la forma de la ciudad ha sido simplificado al extremo al orientar el interés hacia el modelo de “ciudad compacta”, cuando la discusión conceptual, y sobre todo su operacionalización, no ha sido lo suficientemente discutida con base en análisis empíricos para las ciudades mexicanas.

Lo anterior puede ser relevante si consideramos que no existe claridad sobre la manera de intervenir en la calidad de la vida urbana por medio de la forma de las ciudades; pero, sobre todo en los pocos casos donde esas políticas existen, es común una hipótesis subyacente de causalidad entre las tres dimensiones identificadas en este estudio.

Resta mencionar que será necesario pasar del análisis y la caracterización de los atributos morfológicos más significativos para las ciudades mexicanas hacia el desarrollo de al menos dos líneas de investigación: la primera, orientada a distinguir los diversos factores determinantes de la forma urbana, es decir, económicos, sociales, políticos, geográficos y tecnológicos; la segunda, dedicada a la evaluación de los impactos sobre la calidad de vida, la eficiencia económica y el medio ambiente, tanto de la estructura y forma de las ciudades como de los procesos en curso.

Bibliografía

Aguilar, A. y Hernández, J. (2011). *Metropolitan transformation and polycentric structure in Mexico City: Identification of urban subcenters, 1989-2005*. Ponencia presentada en el IGU Urban Commission Meeting, International Geographical Union, Canterbury, Reino Unido, 14 a 20 de agosto.

Aguilar, A. y Vázquez, M. I. (2000). Crecimiento urbano y especialización económica en México. Una caracterización regional de las funciones dominantes. *Investigaciones Geográficas. Boletín del Instituto de Geografía. UNAM*, 42, 87-108. Recuperado de <http://www.scielo.org.mx/pdf/igeo/n42/n42a7.pdf>

Álvarez de la Torre, G. B. (2017). Morfología y estructura urbana en las ciudades medias mexicanas. *Región y Sociedad*, 29(68), 153-191. Recuperado de <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=10250053005>

Angel, S., Parent, J. y Civco, D. L. (2010). Ten compactness properties of

circles: Measuring shape in Geography. *Canadian Geographer / Le Géographe Canadien*, 54(4), 441-461. Recuperado de <http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/j.1541-0064.2009.00304.x/abstract>

Anselin, L. (1995). Local Indicators of Spatial Association-LISA. *Geographical Analysis*, 27(2), 93-115. Recuperado de <http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/j.1538-4632.1995.tb00338.x/abstract>

Ascher, F. (2012). *Los nuevos principios del urbanismo: el fin de las ciudades no está a la orden del día*. Madrid: Alianza.

Bruegman, R. (2006). *Sprawl: A compact history*. University of Chicago Press.

Capel, H. (2016). La forma urbana en la ciudad postcapitalista. *Biblio 3W. Revista Bibliográfica de Geografía y Ciencias Sociales*, 21(1.177), 1-36. Recuperado de <http://www.ub.edu/geocrit/b3w-1177.pdf>

Capron, G. (2006). *Quand La ville se ferme: Quartiers résidentiels sécurisés*. Rosny-sous-Bois: Bréal.

Cervero, R. (2001). Efficient urbanisation: Economic performance and the shape of the metropolis. *Urban Studies*, 38(10), 1651-1671. Recuperado de <http://journals.sagepub.com/doi/pdf/10.1080/00420980120084804>

Delgado, J. y Ramírez, B. (1999). Transiciones: la nueva formación territorial de la Ciudad de México. Ciudad de México: Universidad Autónoma Metropolitana, Programa de Investigación Metropolitana.

Duhau, E. (2003). División social del espacio metropolitano y movilidad residencial. *Papeles de Población*, 9(36), 161-210. Recuperado de <http://www.scielo.org.mx/pdf/pp/v9n36/v9n36a8.pdf>

Duhau, E. y Giglia, A. (2008). *Las reglas del desorden: habitar la metrópoli*. México: Siglo XXI.

Echavarria Ochoa, J. C. (2011). *Diversidad y valor: un modelo para la región metropolitana de Barcelona*. Tesis de maestría en Gestión y Valoración Urbana. España: Centre de Politica del Sol i Valoracions, Universitat Politècnica de Catalunya. Recuperado de <https://upcommons.upc.edu/handle/2099.1/12991#.WYOmGo8gaGU.mendeley>

Escamilla, I. y C. Santos (2012). *La Zona Metropolitana del Valle de México: transformación urbano-rural en la región centro de México*. Ponencia presentada en el XII Coloquio Internacional de Geocrítica 2012. Bogotá, Colombia, 7 a 11 de mayo.

Ewing, R. (1997). Is Los Angeles-style sprawl desirable?. *Journal of the American Planning Association*, 63(1), 107-126. Recuperado de <http://dx.doi.org/10.1080/01944369708975728>

Galster, G., Hanson, R., Ratcliffe, M., Wolman, H., Coleman, S. y Freihage, J. (2001). Wrestling sprawl to the ground: Defining and measuring an

elusive concept. *Housing Policy Debate*, 12, 681-717. Recuperado de <https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/10511482.2001.9521426>

Göbel, C. (2013). *Diversas miradas: la plaza pública en la ciudad de hoy en día*. México: Universidad Autónoma Metropolitana, Unidad Azcapotzalco.

González, S. (2012). Segregación y cierre del espacio residencial: análisis de la forma urbana de las ciudades de México y Toulouse. *Espacialidades*, 2(2), 92-108. Recuperado de http://espacialidades.cua.uam.mx/vol/02/2012/02/05_Gonzalez.pdf

Gordon, P. y Richardson, H. W. (1997). Are compact cities a desirable planning goal?. *Journal of the American Planning Association*, 63(1), 95-106. Recuperado de <http://dx.doi.org/10.1080/01944369708975727>

Gordon, P. y Richardson, H. W. (2000). Critiquing Sprawl's Critics. *Policy Analysis*, 365, 1-18. Recuperado de <https://object.cato.org/pubs/pas/pa365.pdf>

Graizbord, B. y Acuña, B. (2005). La estructura polinuclear del área metropolitana. En Adrián G. Aguilar (coord.), *Procesos metropolitanos y grandes ciudades. Dinámicas recientes en México y otros países* (pp. 309-328). México: UNAM.

Hess, G. R., Daley, S. S., Dennison, B. K., McGuinn, R. P., Morin, V. Z., Shelton, W. G., ... Wrege, B. M. (2001). Just what is sprawl, anyway?, *Carolina Planning*, 26(2):11-26. Recuperado de <https://cdr.lib.unc.edu/indexablecontent/uuid:32c73dc2-d2bb-417b-a9e5-8302da3d21fa>

Hove, T. v. (2013). The largest cities in the world and their mayors. *City Mayors Statistics*. Recuperado de <http://www.citymayors.com/statistics/largest-cities-density-125.html> (29 de junio del 2009).

INEGI. (2009). *Censos Económicos 2009*. México: Instituto Nacional de Estadística y Geografía. Recuperado de <http://www.inegi.org.mx/est/contenidos/espanol/proyectos/censos/ce2009/>

INEGI. (2010). *Censo de Población y Vivienda 2010*. México: Instituto Nacional de Estadística y Geografía. Recuperado de <http://www.beta.inegi.org.mx/proyectos/ccpv/2010/>

McGee, T. G. (1995). *The mega-urban regions of Southeast Asia*. Vancouver, Canadá: UBC Press.

Méndez, F. y Aguilar, A. (1992). *La expansión territorial de las ciudades de México*. México: Universidad Autónoma Metropolitana, Unidad Xochimilco.

Monclús, F. J. (2000). La ciudad dispersa. *Eure*, 26(77), 143-149. Recuperado de https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0250-71612000007700007

Montejano, J. (2013). ¿Es la Ciudad de México policéntrica? Nuevos datos y algoritmos para la detección de centralidades urbanas. *Economía, Sociedad y Territorio*, 15(48), 333-361. Recuperado de <http://www.scielo.org.mx/pdf/est/v15n48/v15n48a3.pdf>

Parnreiter, C. (2005). Tendencias de desarrollo en las metrópolis latinoamericanas en la era de la globalización: los casos de Ciudad de México y Santiago de Chile. *Eure*, 31(92), 5-28. Recuperado de <http://www.eure.cl/index.php/eure/article/view/1311>

Pradilla, E. (2011). *Ciudades compactas, dispersas, fragmentadas*. Ciudad de México: Miguel Ángel Porrúa.

Quiroz, H. (2008). *Ciudades mexicanas del siglo XX*. México: UNAM.

Quiroz, H. (2015). *Ciudad compacta: del concepto a la práctica*. México: UNAM.

Salat, S., Labbé, F. y Nowacki, C. (2011). *Les villes et les formes. Sur l'urbanisme durable*. Francia: Hermann / Laboratoire des Morphologies Urbaines.

Schteingart, M. y Graizbord, B. (1998). *Vivienda y vida urbana en la Ciudad de México: la acción del Infonavit*. Ciudad de México: El Colegio de México, A.C.

Sedesol (2011). *La expansión de las ciudades 1980-2010*. Ciudad de México: Secretaría de Desarrollo Social.

Sedesol, Conapo e INEGI (2007). *Delimitación de las zonas metropolitanas de México 2005*. México: Secretaría de Desarrollo Social / Consejo Nacional de Población / Instituto Nacional de Estadística y Geografía.

Sedesol, Conapo e INEGI (2012). *Delimitación de las Zonas Metropolitanas de México 2010*. México: Secretaría de Desarrollo Social / Consejo Nacional de Población / Instituto Nacional de Estadística y Geografía.

Senado de la República (2015). *México compacto. Las condiciones para la densificación urbana inteligente en México*. Ciudad de México.

Soja, E. W. (2000). *Postmetropolis: Critical studies of cities and regions*. Oxford, Reino Unido y Malden, MA: Blackwell Publishers.

Suárez, M. y Delgado, J. (2009). Is Mexico City polycentric? A trip attraction capacity approach. *Urban Studies*, 46(10), 2187-2211. Recuperado de <http://journals.sagepub.com/doi/pdf/10.1177/0042098009339429>

Terrazas, Ó. (2005). *La ciudad de los caminos: el caso del corredor Puebla-Tlaxcala*. México: UAM-Azcapotzalco.

Tsai, Y.-H. (2005). Quantifying urban form: Compactness versus “sprawl”. *Urban Studies*, 42(1), 141-161. Recuperado de <http://journals.sagepub.com/doi/pdf/10.1177/0042098042000309748>

Unikel, L. (1966). La urbanización y la Zona Metropolitana de la Ciudad de México. *Revista de Comercio Exterior*, 839-849. Recuperado de revisitas.bancomext.gob.mx/rce/magazines/653/4/RCE5.pdf

Zamorano-Villarreal, C. C. (2013). Vivienda mínima obrera en el México posrevolucionario: apropiaciones de una utopía urbana (1932-2004). México: CIESAS.

Zumelzu-Scheel, A. (2016). Forma urbana y sostenibilidad: pasado, presente y desafíos. Una revisión. *Revista AUS*, 20, 77-85. Recuperado de www.redalyc.org/articulo.oa?id=281750069012

Acerca de los autores

Salomón González Arellano es doctor en Ordenamiento Territorial y Desarrollo Regional, y maestro arquitecto en Asuntos Urbanos por la Universidad Laval, en Quebec, Canadá. Actualmente es investigador titular en el Departamento de Ciencias Sociales de la Universidad Autónoma Metropolitana, Cuajimalpa (UAM-C), institución donde también es miembro fundador del Laboratorio de Análisis Socioterritorial. Además, es profesor en la maestría en Planeación y Políticas Metropolitanas y en la maestría en Estudios Urbanos, ambas en la UAM-Azcapotzalco. Es asesor de tesis de maestría y doctorado sobre asuntos de segregación, forma urbana, espacio público y movilidad. Pertenece al Sistema Nacional de Investigadores (SNI).

Sus líneas de investigación giran en torno de la morfología urbana, la segregación, la accesibilidad y la movilidad. Es especialista en la representación y el análisis espacio-temporal, particularmente en lo relacionado con la diferenciación del espacio urbano en México, y los métodos para la toma de decisiones desde la perspectiva de la Inteligencia Territorial.

Adriana H. Larralde Corona es doctora en Ciencia Social y maestra en Desarrollo Urbano por El Colegio de México. Actualmente es profesora-investigadora de la Universidad Autónoma Metropolitana, Cuajimalpa. Es miembro del Sistema Nacional de Investigadores (SNI). Sus áreas de interés abarcan el análisis de la ciudad-región y las relaciones campo-ciudad, el desarrollo territorial rural, y el cambio climático en las ciudades. Dos de sus publicaciones más recientes son:

Larralde Corona, A. H. (2017). Una reflexión sobre la historia de la sociología del desarrollo rural. Treinta años en la construcción de teorías más

sólidas y heterogéneas. En G. Guadarrama (coord.), *Instituciones, sociedad civil y políticas públicas. Trayectorias de investigación*. Zinacantepec, Estado de México: El Colegio Mexiquense.

Larralde Corona, A. H. (2015). Diversificación laboral rural y relaciones campo-ciudad. El caso de dos ejidos localizados en el valle de Toluca. En H. Ávila (coord.), *La ciudad en el campo. Expresiones regionales en México*. Cuernavaca: UNAM, CRIM.

Fecha de recepción: 4 de septiembre de 2017.

Fecha de aceptación: 16 de febrero de 2018.