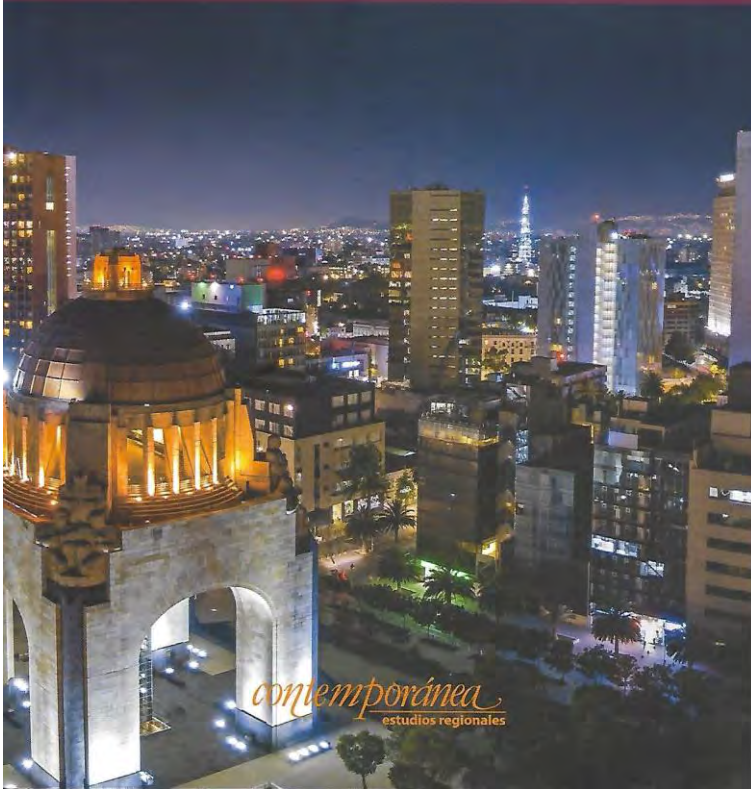


DINÁMICAS METROPOLITANAS

Isela Orihuela
(coordinadora)



GIP INSTITUTO MORA. BIBLIOTECA ERNESTO DE LA TORRE VILLAR
NOMBRES: Orihuela, Isela, coordinador
TÍTULO: Dinámicas metropolitanas / Isela Orihuela, coordinadora
DESCRIPCIÓN: Primera edición | Ciudad de México : Instituto de Investigaciones Dr. José María Luis Mora, 2019 | Serie: Colección Contemporánea. Estudios regionales
PALABRAS CLAVE: México | Zonas metropolitanas | Crecimiento | Urbanización | Territorialidad humana | Densidad poblacional | Movilidad humana | Empleo | Educación | Estrés hídrico | Desarrollo sostenible |
CLASIFICACIÓN: DEWEY 307.76 DIN.mc | LC HT 330 D5

Imagen de portada: Aberu.Go, Vista panorámica del famoso monumento a la revolución en la noche iluminada con las luces de la ciudad, Ciudad de México. Recuperado de <https://www.shutterstock.com/es/image-photo/panoramic-aerial-view-famous-monument-revolution-1136320004>

Primera edición, 2019

D. R. © Instituto de Investigaciones Dr. José María Luis Mora
Calle Plaza Valentín Gómez Farfás 12, San Juan Mixcoac,
03730, Ciudad de México
Conozca nuestro catálogo en <www.mora.edu.mx>

ISBN 978-607-8611-40-9

Impreso en México
Printed in Mexico

ÍNDICE

Introducción <i>Isela Orihuela</i>	7
Capítulo 1. Conceptualización y características de lo metropolitano en América Latina <i>Citlali Aides Becerril-Tinoco</i>	17
Capítulo 2. Hacia una revisión de los municipios centrales de las zonas metropolitanas de México <i>Carlos Anzaldo Gómez</i>	35
Capítulo 3. Evolución del medioambiente construido en México a partir de imágenes satelitales nocturnas <i>Héctor Antonio Solano Lamphar y José Manuel Ramírez Bernardino</i>	109
Capítulo 4. Integración funcional por trabajo fuera de zonas metropolitanas <i>Raúl Romo Viramontes</i>	123
Capítulo 5. Patrones de movilidad educativa y laboral de las áreas metropolitanas de México: relaciones complejas y dispersas <i>Claudia Tello de la Torre y Luisa Rodríguez Cortés</i>	151

Capítulo 6. Distribución intrametropolitana de la población y el empleo en México <i>Jaime Sobrino</i>	195
Capítulo 7. Estructura ocupacional en las zonas metropolitanas de México, 1990-2010: panorama nacional, tamaño y tipo de municipios <i>Isela Orihuela</i>	235
Capítulo 8. Estrés hídrico y desarrollo urbano sostenible en la Zona Metropolitana de Toluca: desafíos y alternativas <i>Iván Vilchis-Mata, Carlos Garrocho y Carlos Díaz-Delgado</i>	269

INTRODUCCIÓN

Isela Orihuela

Las ciudades grandes y las zonas metropolitanas del mundo concentran la mayor parte de la población mundial. De acuerdo con datos de la Organización de las Naciones Unidas (ONU), en la actualidad la mitad de la población vive en zonas urbanas y se espera que para 2050 la cifra aumente a 66%. Es por ello que los principales cambios, avances y problemática en cuestión económica, social, cultural, tecnológica y ambiental, son más notorios en estas áreas.

Las ciudades se encuentran en constante movimiento, en creciente expansión, con la integración de cada vez más unidades político-administrativas a un solo conglomerado, por lo que si algunos de los temas relevantes que ayudan a comprender su situación actual y las características que las definen están relacionados con su delimitación, composición heterogénea, distribución territorial, y con el análisis de su problemática diversa, tanto al interior de las mismas como al exterior, para efectos de identificación de particularidades, por un lado, y de comparación con el resto de las zonas metropolitanas, por el otro, con el propósito de conocer su papel e importancia dentro del sistema de ciudades.

En cuanto a los aspectos involucrados en la delimitación de zonas metropolitanas, estos son diversos e implican la revisión de variables que definen a estas áreas para actualizarlas, complementarlas o cambiarlas de acuerdo con las necesidades particulares; dependen de la disponibilidad de información para llevarlas a cabo y del conocimiento de experiencias previas sobre delimitación para efectos de comparación, complementariedad o referencia.

- Secretaría de Desarrollo Social, Consejo Nacional de Población e Instituto Nacional de Estadística y Geografía (2004). *Delimitación de las zonas metropolitanas de México 2000*. México: Autor.
- Secretaría de Desarrollo Social, Consejo Nacional de Población e Instituto Nacional de Estadística y Geografía (2007). *Delimitación de las zonas metropolitanas de México 2005*. México: Autor.
- Secretaría de Desarrollo Social, Consejo Nacional de Población e Instituto Nacional de Estadística y Geografía (2012). *Delimitación de las zonas metropolitanas de México 2010*. México: Autor.
- Secretaría de Desarrollo Social, Consejo Nacional de Población e Instituto Nacional de Estadística y Geografía (2018). *Delimitación de las zonas metropolitanas de México 2015*. México: Autor.
- Sobрино, J. (1996). Tendencias de la urbanización mexicana hacia finales del siglo. *Estudios Demográficos y Urbanos*, 11(1 [31]), 101-137.
- Sobрино, J. (2003). Zonas metropolitanas de México en 2000: conformación territorial y movilidad de la población ocupada. *Estudios Demográficos y Urbanos*, 18, 461-507.
- Sobрино, J. (2007). Patrones de dispersión intrametropolitana en México. *Estudios Demográficos y Urbanos*, 22(3 [66]), 583-617.
- Sobрино, J. y Salazar, C. (2010). La ciudad central de la Ciudad de México: espacio de oportunidad laboral para la metrópoli. *Estudios Demográficos y Urbanos*, 25(3 [75]), 589-623.
- Unikel, L. et al. (1976). *El desarrollo urbano de México: diagnóstico e implicaciones futuras*. México: El Colegio de México.
- Unikel, L. y Necochea, A. (1971). Jerarquía y sistema de ciudades en México. *Demografía y Economía*, 5(1), 27-39.
- Unikel, L. y Torres, F. (1970). La población económicamente activa en México y sus principales ciudades, 1940-1960. *Demografía y Economía*, 4(1), 1-42.
- Zipf, G. K. (1949). *Human behavior and the principle of least effort*. Cambridge, MA: Addison-Wesley.

CAPÍTULO 8. ESTRÉS HÍDRICO Y DESARROLLO URBANO SOSTENIBLE EN LA ZONA METROPOLITANA DE TOLUCA: DESAFÍOS Y ALTERNATIVAS

Iván Vilchis-Mata,
Carlos Garrocho,
Carlos Díaz-Delgado*

INTRODUCCIÓN

El estrés hídrico no ha sido considerado como una guía del desarrollo urbano sostenible en México, y tal es el caso también de la Zona Metropolitana de Toluca (ZMT). Se parte de la premisa de evaluar el potencial desabasto de agua en la ZMT en el marco de su acelerado desarrollo urbano. El objetivo de este documento es explorar las siguientes preguntas clave para el desarrollo urbano sostenible de dicha zona: 1) ¿cómo el desarrollo urbano ha impactado el recurso agua generando estrés hídrico?; 2) ¿de qué manera ese estrés hídrico impone condiciones territoriales al desarrollo urbano sostenible?; y 3) ¿qué alternativas existen para el crecimiento de la ZMT garantizando el acceso al agua?

Para lograr dicho propósito, se definieron y caracterizaron Unidades de Planificación, Ordenamiento y Gestión Territorial (UPO), como herramientas de apoyo para: a) la toma de decisión de los tres órdenes de gobierno en materia de gestión del agua en la ZMT, y b) regular y orientar el desarrollo urbano en congruencia con las capacidades de las fuentes de abastecimiento y la satisfacción de las demandas de agua.

* Iván Vilchis-Mata (ivilchis@cmq.edu.mx) y Carlos Garrocho (cgarrocho@gmail.com) son investigadores de El Colegio Mexiquense. Carlos Díaz-Delgado (cdiazd@uaemex.mx) es investigador del Instituto Interamericano de Tecnología y Ciencias del Agua (Universidad Autónoma del Estado de México).

Dicho vínculo permite establecer cómo este factor condiciona áreas de crecimiento urbano actuales y futuras, identificando las zonas con mayor susceptibilidad al desabasto de agua, las zonas con riesgo por procesos de abducción del terreno y las zonas idóneas para conservación y recarga de agua subterránea, derivadas de los desequilibrios territoriales, las demandas del recurso hídrico y la sobreexplotación del acuífero de Toluca.

El documento se estructura en siete apartados. En el primero se plantea el problema del estrés hídrico, estableciendo la disponibilidad de agua como un factor regulador de la ocupación territorial y vulnerabilidad de la población. El segundo aborda el binomio ciudad y desarrollo sostenible desde la perspectiva de la situación crítica por la amenaza de disminución en la disponibilidad de agua y su relación potencial con la aparición de desastres hídricos urbanos. El tercero muestra, en particular para la ZMT, una perspectiva desafiante en materia de agua, reflejada en la sobreexplotación del acuífero de Toluca. El cuarto aporta un esquema metodológico desde la perspectiva del desabasto de agua, de un modelo de caracterización espacial en términos del estrés hídrico, bajo las dimensiones: medioambiental, económica, social y la gobernanza de la ZMT. El quinto muestra los resultados correspondientes a las UPO clasificadas en: a) zona de humedales, b) cuerpos de agua, c) Zona Metropolitana de Toluca, d) zona de reserva territorial, e) zona de protección y recarga del acuífero, y f) zona de fracturas. El sexto ofrece una reflexión en términos de acceso al agua y estrés hídrico, haciendo hincapié en una serie de alternativas, oportunidades y amenazas vinculadas con el crecimiento y la expansión urbana. Finalmente, el séptimo apartado concluye que el desabasto de agua representa un complejo problema de riesgo y sostenibilidad del sistema urbano de la ZMT, imperativo a considerar como herramienta por los tomadores de decisiones.

LA PRESIÓN SOBRE EL AGUA: UNO DE LOS GRANDES PROBLEMAS METROPOLITANOS

El agua constituye la base del desarrollo ambiental, económico y social, y representa un componente esencial para el desarrollo sostenible (Graizbord y Arroyo, 2004).¹ Sin embargo, su extracción se ha incrementado a nivel

¹ Tomamos como referencia imprescindible para las ciudades dos de los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) de Naciones Unidas (2015), para erradicar la pobreza, proteger el planeta y

mundial en 1% anual desde los años ochenta, debido, principalmente, a la creciente demanda derivada del rápido crecimiento poblacional, la concentración de la población en las ciudades, y a una planificación inexistente o inadecuada (World Water Assessment Programme, 2016).

El crecimiento de las zonas urbanas plantea desafíos críticos relacionados con la distribución espacial de las personas y la disponibilidad de agua (Satterthwaite, 2007). Actualmente, más de la mitad de la población mundial vive en zonas urbanas, cuya demanda ascendente de agua genera estrés hídrico, competencia creciente por agua entre individuos, ciudades, regiones y países, y desigualdades cada vez más importantes en materia de acceso al agua (United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization, 2015).

El *estrés hídrico* es un tema ambiental relativamente nuevo, directamente relacionado con la escasez hídrica, déficit y crisis de agua. El término se utiliza para designar la relación agua-población en aquellas zonas, países o regiones cuyo suministro anual de agua se encuentra por debajo de los 1 700 metros cúbicos por habitante (por debajo de los 1 000 metros cúbicos por habitante, se habla de escasez de agua). De acuerdo con Naciones Unidas, una de cada seis personas en el mundo se encuentran bajo esta situación, y las proyecciones para el año 2030 señalan que el problema se agravará: casi la mitad de la población mundial vivirá en áreas con estrés hídrico (ONU-Agua, 2013).

A su vez, el estrés hídrico se relaciona con la vulnerabilidad por desabasto de agua y la seguridad hídrica. El primero corresponde a la capacidad de la población para enfrentar una disminución en los niveles de disponibilidad de agua, respecto al volumen de agua superficial y subterránea potencialmente aprovechable. El segundo, a la capacidad de una población para salvaguardar un acceso sostenible, adecuado y aceptable en cantidad y calidad para los medios de vida, el bienestar humano y el desarrollo socioeconómico, preservando los ecosistemas y asegurando la protección contra enfermedades y desastres relacionados con el agua.² Es posible afirmar que

asegurar la prosperidad, relacionados con el agua: Objetivo 6: Garantizar la disponibilidad y la gestión sostenible del agua y el saneamiento para todos, y Objetivo 11: Lograr que las ciudades y los asentamientos humanos sean inclusivos, seguros, resilientes y sostenibles.

² Componente social fundamental que integra al agua tanto como derecho humano como bien social y económico, dentro de un marco de sostenibilidad y protección de desastres, de acuerdo con el Programa Hidrológico Internacional de la UNESCO (IHP-UNESCO, 2012).

disponibilidad de agua es un indicador inversamente proporcional de la arididad hídrica (Ávila García, 2008).

La falta de garantía de acceso al agua en un entorno de escasez, pone en riesgo la sostenibilidad de los asentamientos humanos (ONU Hábitat, 11). Este proceso tiene una importante dimensión política. La historia del abastecimiento de agua en zonas urbanas es inherente a la historia de la urbanización, y la disponibilidad de agua estimula el desarrollo y la expansión urbana en escenarios de competencia y poder. Por tanto, *quién controla el agua controla la ciudad* (March, Hernández y Saurí, 2015).

El abastecimiento de agua en las ciudades *influye y es influenciado* por el proceso de desarrollo urbano. Conforme las ciudades crecen y se desarrollan, se incrementan las necesidades de agua para satisfacer las demandas de sus habitantes y actividades (los usuarios domésticos, comerciales, industriales, sólo por mencionar algunos de los más importantes). De manera paralela, la reducción del agua (p. ej. *por estrés hídrico*) limita las fuentes de abastecimiento de las ciudades, sobre todo si no cuentan con fuentes alternativas o con procesos intensos de tratamiento de agua. La disminución del curso produce entornos frágiles caracterizados por escasez de agua, incertidumbre para satisfacer la demanda e incremento de los costos del servicio y de la infraestructura de distribución y consumos energéticos, entre muchos otros efectos (Anton, Steen, Dold, Moll y Philip, 2011).

Por tanto, la disponibilidad de agua es un factor que actúa como *regulador* de la ocupación territorial de la población.³ El agua es un articulador estratégico de los ámbitos ambiental, económico y social de un país, región o ciudad, y estructura espacialmente el territorio. Sin embargo, los impactos negativos en la disponibilidad de agua no se detectan inmediatamente. Con frecuencia se registran en plazos largos y medios, lo que provoca que numerosas acciones humanas (p. ej. las relacionadas con la urbanización) parecen no afectar la disponibilidad, porque *aparentemente* no generan efectos negativos inmediatos. Así, históricamente, el crecimiento y operación de la gran mayoría de los asentamientos de nuestro país tienen como contraparte el deterioro hídrico de su entorno (Cruz y Martínez, 2009).

³ El acceso al agua confronta dos conceptos de "Territorio", entendido como el producto social de la apropiación del espacio: 1) *el producido por el Estado*, en un intento de control, dominio y reglamentación en materia ambiental y urbana del agua, y 2) *el apropiado por grupos sociales*, donde la población desarrolla dinámicas propias de acceso al agua (Torregrosa, Kloster y Latargère, 2015).

La disponibilidad de agua se relaciona con mecanismos de poder diseñados para la apropiación y uso del territorio. La ocupación y construcción de un territorio, así como el acceso pleno a las garantías de ciudadanía (p. ej. derecho de apropiación, derecho a la ciudad, derecho al agua), forman parte de una lucha de poder al interior de la sociedad en diversas dimensiones (ambientales, económicas, sociales, demográficas, políticas), que influye notablemente en la ocupación y reorganización del territorio. Esta confrontación se apalca en el *acceso al agua y la apropiación del espacio*, lo que erosiona la cohesión social y usualmente conduce a conflictos entre agentes y grupos sociales (Raffestin, 1987; Swyngedouw, Kaika y Castro, 2002, p. 126; Torregrosa, Kloster y Latargère, 2015; Vilchis-Mata, Garrocho Rangel y Díaz-Delgado, 2017). Esto no es un asunto que pueda ocurrir en nuestro país en un futuro distante y difuso, es algo que está sucediendo aquí y ahora, como bien lo demuestra Perló (2009) en su trabajo *¿Guerra por el agua en el Valle de México?* (el título no puede ser más claro y sugerente). Vale subrayar que la ZMT es parte de una de las entidades enfrentadas por el agua en el Valle de México.

En el Valle de México la conflictividad social por decisiones urbanas es, a veces, explosiva y se vincula con temas que ya parecen cotidianos (recordemos el caso emblemático de Atenco: Moreno-Sánchez, 2010). Por ejemplo: la ocupación no planificada del suelo en áreas periféricas de las ciudades (*i. e.* borde periurbano) derivada del crecimiento demográfico y de vivienda; la especulación y concentración del suelo en pocas manos; el surgimiento constante de asentamientos irregulares; el entorpecimiento de la dinámica económica que afecta la competitividad urbana; los problemas permanentes de movilidad derivados de conflictos sociales; la permanente imposición gubernamental de proyectos que no cuentan con apoyo social.

Estos conflictos encuentran un entorno propicio para afectar negativamente a la ciudad: los procesos de *metropolización descoordinada* que caracterizan a nuestro país (Garrocho, 2013). La metropolización descoordinada está en el origen de importantes desafíos sociales y espaciales de México (García-González, Adame-Martínez y Sánchez-Nájera, 2015; Puebla, 2004; Sánchez y Bazant, 2001). La importancia de la metropolización descoordinada radica en las implicaciones que tiene para la *gobernanza* de las ciudades: las zonas metropolitanas son áreas urbanas que ocupan más de un municipio y que, consecuentemente, son dirigidas por más de un gobierno municipal (p. ej. como un avión que tuviera varios pilotos: en la ZMT son quince los gobiernos que *conducen* la ciudad). Exista amplia evidencia de

que esto produce profundas crisis en las ciudades (Rodríguez y Winchester, 2001). El tema es particularmente grave en nuestro país porque prácticamente todas las ciudades millonarias de México en 2030 serán zonas metropolitanas. Es decir, ciudades gobernadas por varios gobiernos, lo que requiere enfrentar con seriedad el monumental reto de la coordinación intergubernamental (Garrocho, 2013). El desafío es imponente, porque las experiencias reportadas alrededor del mundo (Lefèvre, 1998) muestran lo complicado que es lograr la coordinación entre diversos gobiernos locales para alinear sus esfuerzos hacia objetivos comunes. Es decir, hacia *objetivos de escala metropolitana* (Garrocho, 2013), como el abastecimiento de agua para toda la ciudad, en un marco de equidad y con visión de largo plazo.

En síntesis, el desarrollo urbano implica una serie de complejidades que condicionan la sostenibilidad y la calidad de vida. La principal, quizá, es el acceso al agua. Tradicionalmente, se ha considerado la disponibilidad de agua en términos del déficit existente, debido a la ausencia de criterios y medidas para vincular la expansión urbana y la demanda de agua. El error de considerar que el agua no es un factor limitante del desarrollo urbano no se puede corregir por decreto, se requiere un proceso de corrección incremental de mediano y largo plazos. Implica garantizar la satisfacción de las demandas racionales y sostenibles de su abastecimiento, lo que implica procesos y modelos de administración del recurso en diversos escenarios de desarrollo urbano sostenible (Correa y Rozas, 2006; Moreno, Rojas y Melgarejo, 2010; Sobrino, Garrocho, Graizbord, Brambila y Aguilar, 2015).

DESARROLLO URBANO SOSTENIBLE Y DISPONIBILIDAD DE AGUA

No hay duda: las ciudades son los *motores del desarrollo* en el siglo XXI (Gleaser, 2011; Graizbord, 2007; Storper, 2013). Sin embargo, las ciudades se convierten en fuentes de problemas si no están debidamente conducidas y gobernadas, si las políticas públicas y las instituciones son disfuncionales, si la distribución socioespacial de las oportunidades y los costos del desarrollo son injustos. Entonces surgen ciudades ineficientes, inequitativas, predadoras del medioambiente: *ciudades insostenibles* (Sobrino et al., 2015).

El concepto de desarrollo urbano se refiere al proceso de planeación y regulación de la fundación, conservación, mejoramiento y crecimiento de las ciudades, vinculado con fenómenos de urbanización como *la segmentación*

socio-espacial y la metropolización.⁴ Sin embargo, esta definición no se observa operativamente en la realidad de nuestro país, especialmente desde la visión hídrica. Desde el punto de vista de la disponibilidad de agua, la localización geográfica de importantes asentamientos humanos y su crecimiento acelerado ha provocado sobreexplotación de fuentes proveedoras de agua (p. ej. las Zonas Metropolitanas de Monterrey, Querétaro y Toluca), lo que ha conducido a las *paradojas social y económica del agua*. La paradoja social consiste en que “donde más abunda el recurso existe menor disponibilidad para los habitantes y las actividades”. La paradoja económica establece que “donde se concentra una gran proporción de población y de actividades económicas estratégicas del país, se registra baja disponibilidad natural de agua” (Garrocho, 2013). La cereza del pastel es que las políticas públicas urbanas han ignorado la integración y ajuste del agua como *factor regulador y ordenador* de las ciudades, y no la han entendido como la articulación de sistemas altamente complejos y multiescalares en términos espaciales (Cruz y Martínez, 2009; Foster, Hirata, Gomes, D’Elia y Paris, 2003).

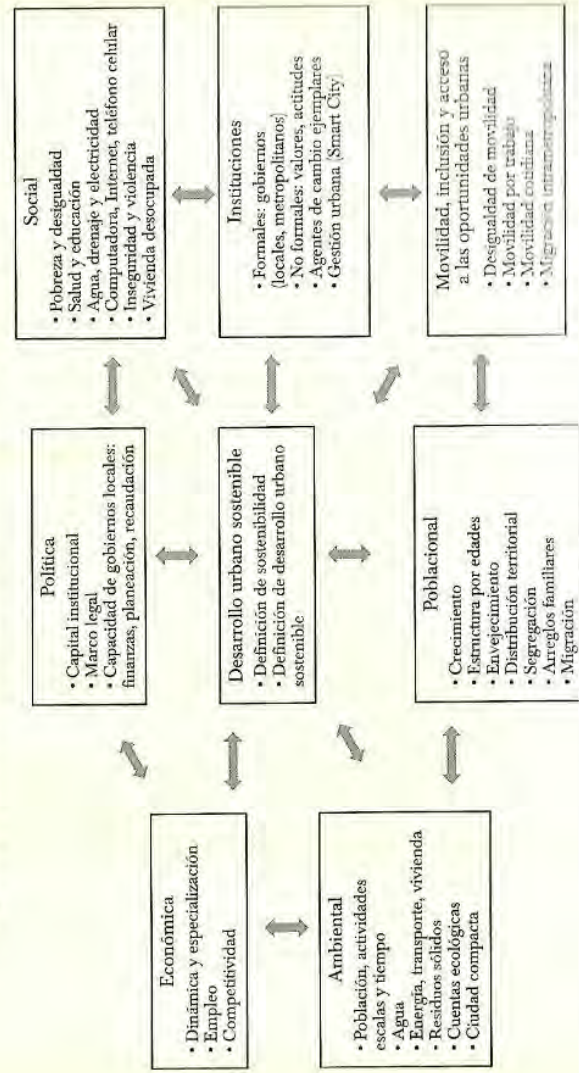
El desarrollo urbano sostenible (DUS) como construcción de condiciones de reproducción a lo largo del tiempo, resulta de la interacción de diferentes procesos.⁵ La sostenibilidad urbana puede definirse de manera general como la capacidad de una ciudad para soportar su desarrollo estableciendo los factores ambientales, económicos y sociales que estructuran su territorio (Barragán, 2008). Sin embargo, esto no basta para el caso de México. Para las singularidades de nuestro país, Sobrino et al., (2015) y Garrocho y Sobrino (2017) consideran las dimensiones clave tradicionales del DUS: *a)* social; *b)* económica; *c)* ambiental; *d)* demográfica, *e)* política, *pero añaden dos más: f)* movilidad, inclusión y acceso a las oportunidades urbanas, y *g)* institucional (que incluye la gobernanza) (véase diagrama 1). Estas dimensiones son igualmente relevantes y no sólo están altamente interrelacionadas, sino que se traslapan (Graizbord, 2011).⁶

⁴ De acuerdo con la Ley General de Asentamientos Humanos, Ordenamiento Territorial y Desarrollo Urbano, publicado en el *Diario Oficial de la Federación*, el 28 de noviembre de 2016.

⁵ El principal desafío del desarrollo urbano sostenible radica en la forma integral, equilibrada e incluyente de planear, gestionar y construir las ciudades, potenciando las ventajas de la urbanización como motor de desarrollo sostenible, para mejorar la calidad de vida y cerrar las brechas de desigualdad. Representa una oportunidad para resolver los problemas ambientales y el acceso al agua (ONU-Hábitat, 2016). Una amplia explicación sobre el desarrollo urbano sostenible para México y Latinoamérica puede verse en Sobrino, Garrocho, Graizbord, Brambila y Aguilar, 2015, y Garrocho y Sobrino, 2017.

⁶ Recordar el imprescindible y no superado artículo de Berry (1964): “Cities as systems within systems of cities”.

Diagrama 1. Dimensiones Estratégicas del Desarrollo Urbano Sostenible para México



Fuentes: Carruth y Salazar, 2017; Subsecretaría de

En México, durante los últimos sesenta años se ha presentado una fuerte tendencia a la urbanización-metropolización, configurada, predominantemente, por ciudades dispersas (Gallegos Contreras, 2016). Estas ciudades que crecen en sentido horizontal, no son sostenibles a largo plazo, debido a múltiples externalidades negativas, muchas de ellas relacionadas con la disponibilidad de agua (ONU-Hábitat, 2011).⁷ Adicionalmente, como ya vimos, la ausencia de estrategias de gestión del agua a escala metropolitana pueden resultar catastróficos y extremadamente costosos de revertir (ONU-Agua, 2014; World Water Assessment Programme, 2016, p. 11).⁸

En el contexto de la complejidad de la ciudad y su dinámica, es imposible separar los problemas del agua de los desastres naturales por agua. Tradicionalmente se ha concebido al abastecimiento de agua como un bien de uso común y su desabasto como un problema técnico. Sin embargo, se debe cambiar la perspectiva y asimilar al desabasto de agua como un problema de construcción del riesgo con dimensiones sociales, ambientales, económicas y políticas de deterioro urbano, que puede *potenciar* la aparición de desastres (Herzer, 2011).

La mayoría de los desastres hídricos urbanos aún no ha ocurrido. La exposición de la sociedad, en torno a una situación crítica por la amenaza de disminución en la cantidad y la calidad de agua, obedece a la relación existente entre los modelos de desarrollo social y económico (detonantes del desastre) y las formas insostenibles de desarrollo urbano (United Nations International Strategy for Disaster Reduction, 2015).⁹ En este sentido, la *Nueva Agenda Urbana*, como parte de un cambio de paradigma para las ciudades, establece objetivos claros respecto a la atención de retos singulares.¹⁰

⁷ A medida que la mancha urbana tiende a ser más extensa y menos densa, el suministro de agua puede resultar más ineficiente y costoso, hasta ser inasequible (ONU-Hábitat, 2016).

⁸ De acuerdo con el *Reporte Global de Riesgos del Foro Económico Mundial 2016*, la crisis del agua se clasifica como un *riesgo social*. Considerado como la disminución significativa de la calidad y cantidad de agua, con efectos nocivos para la salud humana y/o actividad económica. Sin embargo, está relacionado tanto con el medioambiente, como con la sociedad en general. El *Reporte* puede ser consultado en: <http://www3.weforum.org/docs/Media/TheGlobalRisksReport2016.pdf>

⁹ *Informe de la Evaluación Global sobre la Reducción del Riesgo de Desastres 2015* (GAR, por sus siglas en inglés). En http://www.preventionweb.net/english/hyogo/gar/2015/en/gar-pdfl/GAR15_Pocket_ES.pdf

¹⁰ La Nueva Agenda Urbana adoptada en la Conferencia de las Naciones Unidas sobre la Vivienda y el Desarrollo Urbano Sostenible (Hábitat III), celebrada en Ecuador en octubre de 2016, señala que la urbanización –como motor impulsor de distintos tipos de crecimiento y una de las tendencias más transformadoras en el siglo XXI– plantea enormes problemas y retos de sostenibilidad.

En relación con el agua en las ciudades podemos resaltar los siguientes desafíos: 1) Promover infraestructuras necesarias para garantizar su acceso universal, equitativo y asequible; 2) Fomentar

DESARROLLO URBANO SOSTENIBLE EN LA ZMT: LA VISIÓN HÍDRICA

La ZMT (como otras metrópolis de México) se caracteriza por un crecimiento acelerado y complejas transformaciones desde mediados de los años sesenta. El principal detonador fue el proceso de industrialización (p. ej. corredor industrial Toluca-Lerma), que generó numerosos empleos directos e indirectos y atrajo importantes flujos de población a la ciudad. Esta nueva población requería vivienda, lo que provocó que la ciudad se expandiera hacia los municipios periféricos. La ausencia de planeación urbana y de un marco jurídico eficaz permitió que todas las áreas de expansión (salvo alguna excepción que confirma la regla) desde 1950 al presente, se localizaran sobre las fuentes clave de provisión de agua para la ZMT: el curso alto del río Lerma (agua superficial) y el acuífero de Toluca (agua subterránea). Esto se demuestra claramente en el mapa 1.

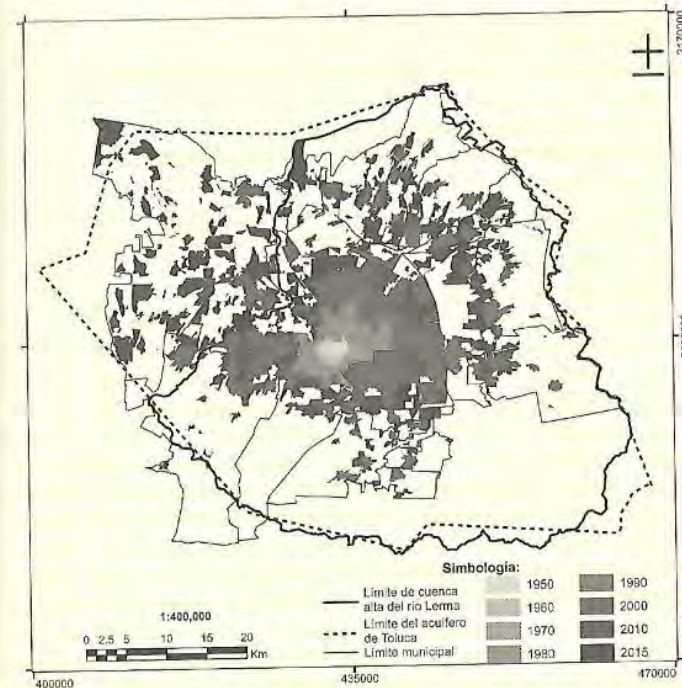
Aún más grave, el explosivo crecimiento de la ciudad no ha sido regulado por los gobiernos a partir de la capacidad de las fuentes de provisión de agua. La conformación de la ZMT se reconoció oficialmente en 1980 y su crecimiento poblacional se intensificó a partir del gran sismo de 1985, que atrajo numerosa población de la Zona Metropolitana de la Ciudad de México (ZMCM) (véase cuadro 1). El crecimiento acelerado de la ZMT continúa en la actualidad por la compleja interrelación de múltiples factores *endógenos* (p. ej. vitalidad económica, generación de empleo) y *exógenos* (p. ej. cercanía a la ZMCM; 30 minutos manejando sobre una autopista de altas especificaciones).¹¹ El crecimiento vertiginoso de la ZMT ha implicado, en

marcos espaciales urbanos (i. e. instrumentos de planificación) en apoyo al uso sostenible de los recursos naturales; 3) Reconocer que los centros urbanos exacerbaban la vulnerabilidad de la población ante efectos adversos como la escasez de agua; 4) Reconocer que las fuentes distantes de agua planteaban problemas de sostenibilidad, debiendo aprovechar los recursos locales; 5) Fortalecer la transición de la gestión del agua hacia una economía circular, fomentando su reutilización, aumento de su almacenamiento, su retención y su recarga; 6) Fortalecer enfoques y estrategias con objetivos coherentes integrados en la planificación urbana y territorial; y 7) Mejorar la seguridad en caso de desastres relacionados con el agua.

¹¹ La cercanía relativa con la ZMCM se intensificará con la puesta en operación del Tren Interoceánico México-Toluca, que unirá la ZMT con la estación del Metro Observatorio en la ZMCM. El tren alcanzará los 160 km por hora y será el más rápido de América Latina.

El crecimiento urbano de la ZMT se define, de manera general, por tres fenómenos interrelacionados bien identificados en la literatura (Glaser, 2011): 1. Crecimiento económico, que es un magnetismo para la población, lo que genera. 2. Crecimiento poblacional, lo que implica que se eleva la demanda por bienes y servicios, notablemente viviendas, lo que provoca. 3. Incremento del territorio ocupado por la ciudad. Cada uno de estos fenómenos presenta patrones específicos en cada

Mapa 1. Zona Metropolitana de Toluca: crecimiento urbano, 1950-2015, sobre zonas clave de provisión de agua para la ciudad



Fuente: elaboración propia con base en datos del INEGI.

tre otras cosas, la masiva construcción de viviendas articuladas en grandes proyectos inmobiliarios que, aprovechando la complicidad y/o ignorancia de los gobiernos de los tres niveles, no responden a una planeación metropolitana coordinada y responsable con la gestión de un insumo funda-

ciudad, con connotaciones distintas y que responden a causas diferenciadas (Moreno, 2006); las llamadas *singularidades urbanas* (Garrocho, 2013).

Cuadro 1. Zona Metropolitana de Toluca: crecimiento poblacional por municipio, 1920-2015

Municipio	Número de habitantes											kg
	1920	1930	1940	1950	1960	1970	1980	1990	2000	2010	2015	
Almoloya de Juárez	18 864	21 733	25 436	32 679	38 310	49 191	64 620	84 147	110 591	147 653	176 463	8.3
Calimaya	7 767	8 252	9 871	11 007	12 335	15 666	21 876	24 906	35 196	47 033	56 574	2.7
Chapultepec	1 275	1 093	1 201	1 462	1 531	1 909	3 675	3 863	5 735	9 676	11 764	0.6
Lerma	16 103	15 511	17 300	23 623	27 814	36 071	57 219	66 912	99 870	134 799	146 654	6.9
Metepec	14 038	13 701	15 460	17 247	18 915	31 724	83 030	140 268	194 463	214 162	227 827	10.8
Mexicaltzingo	2 061	1 941	2 032	2 418	2 897	4 037	6 079	7 248	9 225	11 712	12 796	0.6
Ocoyoacac	8 691	9 770	10 255	12 423	14 574	19 364	33 952	37 395	49 643	61 805	66 190	3.1
Otzoloitepec	9 998	10 799	12 921	15 463	15 990	22 203	29 112	40 407	57 583	78 146	84 519	4.0
Rayón	2 942	1 891	2 080	2 657	3 063	3 831	5 688	7 026	9 024	12 748	13 261	0.5
San Antonio la Isla	2 184	2 217	2 414	2 686	2 794	4 252	9 504	7 321	10 321	22 152	27 230	1.3
San Mateo Atenco	6 772	6 528	7 267	9 224	11 987	18 140	33 719	41 926	59 647	72 579	75 511	3.6
Temoaya	9 933	11 480	14 903	19 743	23 131	30 192	34 129	49 427	69 306	90 010	103 834	4.9
Toluca	77 998	89 895	97 962	115 019	156 033	239 261	357 071	487 612	666 596	819 561	873 876	41.5
Xonacatlán	5 271	5 598	7 325	8 582	10 600	15 237	19 546	28 837	41 402	46 331	51 646	2.4
Zinacantanpec	14 354	17 368	20 217	26 080	31 718	44 182	60 232	83 197	121 850	167 759	183 527	8.9
Total	198 251	217 777	246 644	300 313	371 692	535 260	819 443	1 110 492	1 540 452	1 936 126	2 115 032	100.0

Fuente: elaboración propia con base en datos de los Censos de Población y Vivienda del INEGI y proyecciones de Consejo Nacional de Población.

mental para el funcionamiento de la ciudad: el agua. Esta rápida y caótica transformación urbana-metropolitana de la ZMT ha generado situaciones de conflictividad vinculada a la disponibilidad de agua (García-González et al., 2015).¹²

La perspectiva de la ZMT en materia de agua es desafiante y requiere acciones inaplazables con visión metropolitana de largo plazo. Sus fuentes de abastecimiento de agua y su infraestructura se deterioran aceleradamente, urge implementar nuevas redes de distribución y saneamiento, se necesitan nuevos sistemas tarifarios que den viabilidad al incremento notable de los costos de producción y distribución de agua, el territorio se concentra en pocas manos y su uso no responde a una planeación urbana que sitúe en el centro de la acción la gestión del agua (Soliz, Cruz y Acebo, 2008).

El tema es serio: el futuro de la ZMT está comprometido. Si bien esta área conforma una misma unidad socioterritorial, presenta una característica distintiva y de interés para el presente análisis: la escasez de agua (actual y futura) se produce en un escenario donde la acción gubernamental es reactiva, descoordinada, opaca y muy posiblemente corrupta. Entre muchas otras cosas, esto genera sobreexplotación de las fuentes de abastecimiento de agua e incentiva la distribución espacial de la población en zonas inadecuadas para el aprovechamiento responsable del agua. Atención: esto es independiente de las motivaciones generales de la urbanización y responde a una manera equivocada de entender la acción de gobierno. Una acción pública que deriva, entre otros efectos, en competencia nociva del tipo perder-perder (Cipolla, 1996); ineficiencia en el uso de la energía y los recursos sociales; derroche, opacidad y corrupción en el uso de la Hacienda pública; mayor desigualdad social, que erosiona la cohesión de una sociedad ya muy fragmentada (que abona aún más a la conflictividad social). Hoy la conflictividad y el resentimiento social se deben a la distribución manipulada de las oportunidades económicas, en el futuro próximo se sumará la repartición inequitativa del agua (Diez, 2010). Cabe destacar el tema de la opacidad sobre la información hídrica de la ciudad, que facilita la actividad

¹² La prensa local reporta frecuentemente situaciones conflictivas en la ZMT. Por ejemplo, véanse las siguientes notas: <https://afondoedomex.com/valle-de-toluca/enfrentamiento-entre-vecinos-y-policias-por-conflicto-de-agua-deja-6-detenidos-en-metepec/>; <http://noticieros.televisa.com/ultimas-noticias/estados/2017-07-22/suspenderan-servicio-agua-toluca-trabajos-mantenimiento/>; <https://afondoedomex.com/valle-de-toluca/se-enfrentan-pobladores-y-policias-en-temoaya-por-conflicto-de-agua/>

indiscriminada de los desarrolladores y limita la participación social en la planeación del futuro de su ciudad.

SOBREEXPLOTACIÓN DEL ACUÍFERO DE TOLUCA

Todas las ciudades que crecen enfrentan necesidades mayores de agua, pero el escenario es mucho más complejo si el crecimiento es acelerado, porque las respuestas deben anticiparse al fenómeno y no reaccionar hasta tenerlo enfrente. La ZMT está en esta situación adversa al manejo del agua. En sólo un par de décadas ha pasado de ser una ciudad media a ser la quinta ciudad más poblada del país (con 2 100 000 habitantes). El gran reto, ineludible, para la ZMT estriba en equilibrar: 1) el crecimiento económico que genera oportunidades de desarrollo; 2) la expansión ordenada de la ciudad (debida a la población inmigrante atraída por las oportunidades de empleo), y 3) el uso sostenible del medioambiente, especialmente del agua (cuya demanda es creciente por la llegada de población). No obstante, los datos muestran que esto no está sucediendo (Consejo Nacional de Población, 2011; Gaspar y Orozco, 2015; Orozco, 2006).¹³

El *balance hidráulico* del acuífero de la ZMT presenta entradas del orden de 336.8 hm³/año, y salidas, principalmente por bombeo, de 473.6 hm³/año. Del volumen de las salidas, 88% se destina al uso público-urbano. Esta relación de oferta-demanda de agua, implica un déficit de 136.8 hm³/año, equivalente a llenar 66 veces el Estadio Azteca. Si relacionamos este déficit con las proyecciones de población para la ZMT se puede concluir que el acuífero de Toluca se enfrenta a un *escenario de grave* escasez de agua (Comisión Nacional del Agua, 2015).¹⁴

El descenso de los niveles piezométricos es un buen indicador espacial y temporal de sobreexplotación de las fuentes de agua. En la ZMT se registra una tasa promedio de abatimiento de 1.4 m/año, lo que ha generado dos situaciones que deben resaltarse: 1) el bombeo de agua se realiza cada vez a mayores profundidades, lo que incrementa los costos de extracción (i. e. económicos, energéticos), y 2) un fenómeno de subsidencia del terreno que oscila entre los 0.04 y 0.083 m/año, evidenciado por la aparición de grietas

¹³ Población de la Zona Metropolitana de Toluca con base en las estimaciones y proyecciones del CONAPO.

¹⁴ De acuerdo con la actualización de la disponibilidad media anual de agua subterránea del acuífero de Toluca, publicado en el *Diario Oficial de la Federación*, el 20 de abril de 2015.

edafológicas en amplias superficies de suelo, que incrementan la vulnerabilidad de riesgo para la población, las viviendas, la infraestructura y la contaminación del acuífero (Dávila, Carrasco y Némiga, 2014; Esteller, Expósito, Díaz-Delgado, Paredes y Fonseca, 2015).¹⁵

En resumen, el acuífero de Toluca está siendo *peligrosamente sobreexplotado*, lo que pone en riesgo la viabilidad de la ZMT. Sin embargo, esta conclusión no basta. La sobreexplotación no tiene efectos homogéneos en el territorio, por el contrario: son espacialmente diferenciados a lo largo y ancho de la ciudad. A continuación, se explora la dimensión espacial de la sobreexplotación del agua, a partir de indicadores de estrés hídrico en la ZMT.

EL ESTRÉS HÍDRICO EN LA ZMT: DESAFÍOS Y ALTERNATIVAS

Metodología

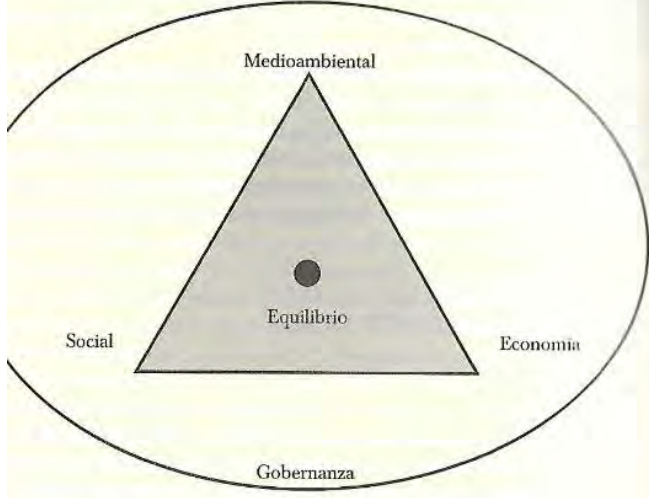
Para caracterizar espacialmente la ZMT desde la perspectiva del desabasto de agua, consideramos cuatro dimensiones del desarrollo sostenible: la medioambiental, la económica, la social y la gobernanza (Consejo Económico y Social Vasco, 2008) (véanse diagramas 2 y 3).¹⁶ El modelo del diagrama 3 es una adaptación del modelo más amplio del diagrama 1, para enfocarlo directamente al tema del agua en la ciudad.

Sin embargo, la adaptación del modelo general al tema de la gestión sustentable del agua urbana no es suficiente: se requiere traducir el modelo conceptual del diagrama 1 en un método operativo (diagrama 3) que permita caracterizar la ZMT en términos del estrés hídrico. Esta metodología puede sintetizarse de la siguiente manera:

¹⁵ El concepto de *nivel piezométrico* se refiere a la profundidad a la que se encuentra el agua en un acuífero y se relacionan con la capacidad de captación, almacenamiento y déficit de agua de este sistema.

¹⁶ De manera adicional a las tres dimensiones clásicas del desarrollo sostenible, la dimensión vinculada a la *Gobernanza* corresponde al desarrollo de normas y procesos coherentes con las políticas, bajo un esquema de concertación y cooperación interinstitucional, privada y social, en el ejercicio del poder, para resolver los problemas que plantea y requiere la sostenibilidad (CES, 2008).

Diagrama 2. Dimensiones del desarrollo sostenible



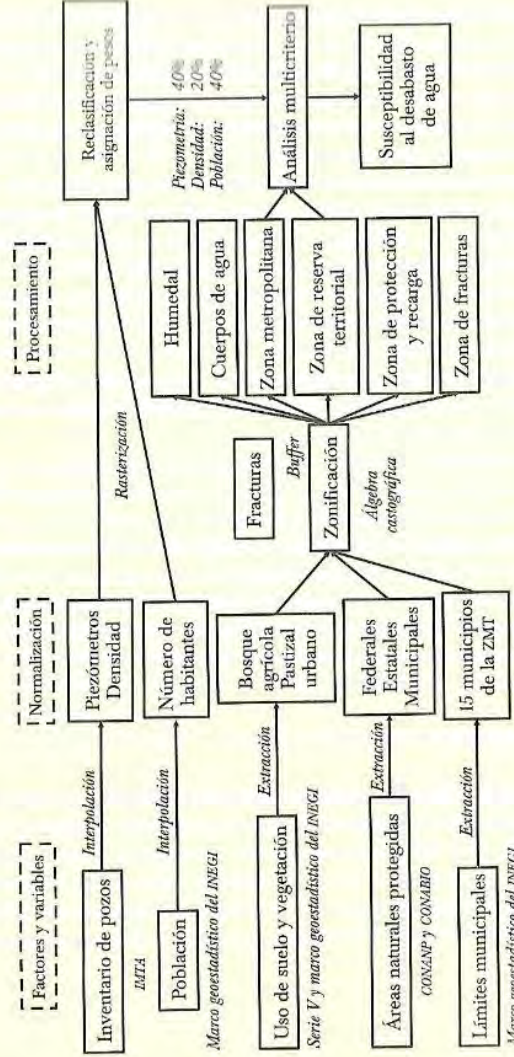
Fuente: elaboración propia.

bles, recolección y procesamiento

ubicación geográfica y la profundidad de cada pozo se tomó del inventario de pozos del acuífero de Toluca (Instituto Mexicano de Tecnología del Agua, 2005). Con esta información se estimó la correlación espacial de *fundidad* (piezometría) y su *distribución* (densidad) en el territorio.

2. El uso de suelo y la vegetación (serie V del INEGI) se clasificaron de acuerdo con sus variantes y se integraron de acuerdo con las cubiertas de uso del suelo agrícola de temporal y agrícola-humedad (para la clasificación de humedales), y cuerpos de agua. En el uso de suelo urbano, se retomaron las poligonales urbanas del Geocatastro del INEGI.

Diagrama 3. Esquema metodológico de caracterización de la ZMT



Fuente: elaboración propia.

3. Los datos espaciales correspondientes a las Áreas Naturales Protegidas (ANP) de carácter federal, estatal, municipal y ejidal se recopilaron de la Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (2016) y de la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (2016). Se incorporaron como poligonales en una sola capa de información geográfica (mediante sobreposición de capas: *layers*).

4. Con el inventario de grietas y fracturas del terreno (Instituto Mexicano de Tecnología del Agua, 2005) se estableció un área de proximidad e influencia (*buffer*) de un kilómetro, para considerar la aparición de nuevas grietas por cercanía a las existentes y el abatimiento del acuífero.

5. Los datos de población correspondientes al número y distribución de habitantes se consideraron a nivel de manzana, y se recopilaron del Mapeo Geoestadístico del INEGI (2015).

6. Se realizó una interpolación mediante distancia inversa ponderada (método IDW) a partir de muestras puntuales y areales, para contar con superficies *continuas* de todas las variables.

7. Las superficies continuas se normalizaron y reclasificaron en rangos (técnicas de lógica difusa: *fuzzy*) y Proceso de Análisis Jerárquico (AHP). Para esto se usaron los Sistemas de Información Geográfica (SIG) ArcMap e Idrisi. Posteriormente, se convirtieron a formato raster, a una resolución espacial de 100 m, para su preparación como entradas a una Función de Análisis Multicriterio (MCE) que opera en ambiente SIG. La conjunción de las variables, la Función de Análisis Multicriterio y los SIG permitieron caracterizar espacialmente el estrés hídrico en la ZMT.

Caracterización espacial

1. Se realiza el Análisis y Evaluación Multicriterio con la integración de las variables de piezometría, densidad de pozos y población, aplicando ponderaciones de 40, 20 y 40%, respectivamente (preferencia de los autores en el contexto de un proceso de toma de decisión). Esto permitió establecer su posterior correlación espacial con las zonas caracterizadas como Metropolitana de Toluca y Reserva Territorial, en términos de una aproximación

espacial a la probabilidad. Es decir, a la *susceptibilidad al desabasto de agua*, clasificada en alta, media y baja.

2. Finalmente, se identifican Unidades de Planificación, Ordenamiento y Gestión Territorial (UPO) que cubren la ZMT. Las UPO corresponden a la integración (*overlay*) de los humedales, los cuerpos de agua, los usos del suelo, vegetación, las ANP y las fracturas. La delimitación de las UPO se ajusta a los límites municipales de las quince jurisdicciones territoriales que conforman la ZMT, para favorecer la acción de los gobiernos locales y la coordinación con los gobiernos estatal y federal.

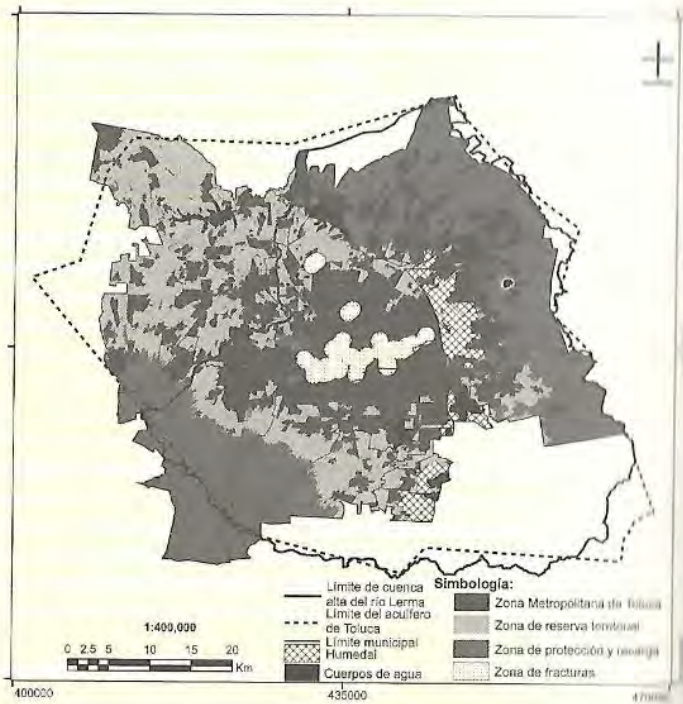
3. Las UPO establecen cómo el factor agua *condiciona-regula* las áreas de crecimiento de la ZMT, considerando los desequilibrios territoriales en las demandas del recurso hídrico y la sobreexplotación del acuífero de Toluca y del curso alto del río Lerma. Nada más, pero nada menos. Hasta donde tenemos conocimiento, esto no se ha hecho en el pasado en México, y menos en una ciudad tan importante como la ZMT.

Resultados

Los resultados finales del modelo se muestran en la mapa 2, de la siguiente forma:

- a) zona de humedales: paisaje lacustre;
- b) cuerpos de agua: almacenamiento y recepción de agua;
- c) Zona Metropolitana de Toluca: suelo urbano en expansión;
- d) zona de reserva territorial: bajo presión por escenarios de crecimiento urbano;
- e) zona de protección y recarga del acuífero: idónea para conservación, y
- f) zona de fracturas: riesgos por procesos de subducción del terreno.

Mapa 2. Zona Metropolitana de Toluca: una guía para el crecimiento y densificación de la ciudad



Fuente: elaboración propia.

LA DIMENSIÓN ESPACIAL DEL ESTRÉS HÍDRICO EN LA ZMT: ANÁLISIS DE LAS UNIDADES DE PLANIFICACIÓN, ORDENAMIENTO Y GESTIÓN TERRITORIAL

Zona de humedales

Son áreas inundables, vestigios del esplendor de las ciénagas de Lerma y elemento clave del paisaje lacustre del Valle de Toluca. Sin embargo, su degradación ambiental ha reducido significativamente su superficie de protección declarada en su decreto como ANP. La zona de humedales debe funcionar como limitante natural de la continuidad del proceso de urbanización, debido su *alta vulnerabilidad a inundación*. No sólo es urgente recuperar los humedales para que apoyen el desarrollo sostenible de la ZMT, sino evitar su poblamiento por el alto riesgo a desastres naturales, originados en la irresponsabilidad humana (véase mapa 2).

Cuerpos de agua

Son áreas superficiales de almacenamiento y recepción de agua. Su estado actual muestra baja calidad de agua, lo que impide su aprovechamiento como fuentes de abastecimiento. La baja calidad del agua se debe, principalmente, a la ausencia de vigilancia y control de las aguas residuales municipales vertidas sin tratamiento (urbano e industrial), la reducción de la capacidad de almacenamiento por sedimentos producto de procesos erosivos, y la presencia de metales disueltos en el agua por actividades agrícolas: cobre, hierro, manganeso, plomo y zinc, principalmente (García Aragón et al., 2007). Estos cuerpos de agua deben recuperarse, integrarse al capital de sostenibilidad de la ZMT y salvaguardarse de cualquier intento de urbanización (véase mapa 2).

Superficie construida de la ZMT

Es la superficie de suelo urbano caracterizada por una cobertura impermeable de concreto y asfalto, que limita procesos de infiltración de agua y favorece el escurrimiento superficial (incrementando la vulnerabilidad de inundación). Actualmente, el agua infiltrada es desaprovechada y condu-

cida por infraestructuras de drenaje a corrientes superficiales y cuerpos de agua con altos niveles de contaminación (véase párrafo anterior). Una parte minoritaria llega a plantas de tratamiento (sólo 20%). Esta falta de estrategia hídrica impide el aprovechamiento de fuentes superficiales de abastecimiento, debido al decremento de su calidad (p. ej. ríos Lerma y Tejalpa y presa José Antonio Alzate).

En términos formales, la superficie construida se encuentra regida por un esquema normativo, regulatorio y sancionatorio en materia gestión y planificación urbana, agua y medioambiente. En la realidad, este esquema no se cumple a cabalidad y registra fallas diversas. Destacan dos: *a)* la incongruencia entre los múltiples ordenamientos jurídicos federales, estatales y municipales que regulan la gestión y planificación metropolitana (véase un resumen en el cuadro 2), *b)* la descoordinación entre los distintos órdenes de gobierno, que es especialmente notoria en la elaboración, ejecución y seguimiento de planes de desarrollo municipal; la puerta de entrada por donde se filtran innumerables proyectos inmobiliarios que atentan contra la viabilidad de la ZMT.

Esta situación provoca múltiples impactos negativos en la ciudad. Por ejemplo:

1. El ordenamiento territorial regido por los planes de desarrollo municipal favorece los cambios de uso del suelo y la urbanización dispersa sobre suelo no apto desde el punto de vista hídrico. El resultado: se incrementan los costos de proveer redes de agua potable, se afectan las fuentes alternas de abastecimiento de agua, se incrementan los riesgos a inundaciones naturales, se reducen suelos con importante aptitud forestal, lacustre y tierras fértiles para los cultivos.

2. Se privilegia el desarrollo económico, sin considerar la cadena de efectos sobre el crecimiento poblacional que inevitablemente incrementa la necesidad de agua. La consecuencia: se ignora la dimensión medioambiental que es clave para la viabilidad de la ciudad, especialmente en el tema del agua.

3. Se reducen las áreas verdes en la ciudad, lo que afecta negativamente el potencial de recarga del acuífero de Toluca.

Adicionalmente, la superficie construida de la ZMT se encuentra sujeta a diversos grados de *susceptibilidad al desabasto de agua*, debido a la heterogénea distribución espacial de la demanda (*i. e.* población, actividades económicas), el equipamiento urbano y la degradación ambiental. Al no contar la ciudad con una guía coordinada de gestión del agua, se amplía la brecha

Cuadro 2. Zona Metropolitana de Toluca: marco jurídico que regula la gestión y planificación metropolitana

Leyes federales

Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos

Art. 4. Establece el *derecho humano a un medio ambiente sano, acceso al agua y vivienda digna*.

Art. 25. Establece que debe ser garantizado un *desarrollo de integral y sustentable*.

Art. 27. Determina el *objeto social del suelo y el agua*, así como el *ordenamiento de asentamientos humanos*.

Art. 115. Atribuye a los *municipios* la responsabilidad de formular los *Planes de Desarrollo*, administrar reservas territoriales y su regularización, así como administrar zonas de reserva ecológica.

Ley de Planeación

Establece la planeación nacional de un desarrollo ordenado, integral, eficaz y sustentable para *cumplir con los fines y objetivos políticos, sociales, culturales, económicos y ambientales* contenidos en la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos.

Ley General de Asentamientos Humanos Ordenamiento Territorial y Desarrollo Urbano

Reglamenta el art. 27 constitucional señalando las estrategias y atribuciones de los distintos órdenes de gobierno en la *gestión de zonas metropolitanas*, considerando la previsión de disponibilidad y los mecanismos de coordinación para *satisfacer necesidades de abastecimiento de agua*.

Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente

Establece las disposiciones ambientales relativas a los arts. 4 y 25 constitucionales, referentes a la *preservación y restauración del equilibrio ecológico, y a la protección al ambiente*.

Instrumentos federales

Plan Nacional de Desarrollo

Programa Nacional de Desarrollo Urbano y Ordenación del Territorio

Programa Nacional Hídrico

Programa Nacional de Infraestructuras

Programa Nacional de Vivienda

Programa Nacional de Protección Civil

Programa Sectorial de Comunicaciones y Transportes

Programa Sectorial de Desarrollo Social

Programa Sectorial de Desarrollo Agrario

Programa Sectorial de Economía

Programa Sectorial del Medio Ambiente y Recursos Naturales

Ley de Aguas Nacionales

Reglamenta el art. 27 constitucional en la *regulación de la explotación, uso, aprovechamiento, distribución, control y preservación de calidad y cantidad de las aguas nacionales*, para lograr un desarrollo integral sustentable.

Leyes estatales

Constitución Política del Estado Libre y Soberano de México

Art. 18. Desarrollo basado en el aprovechamiento sustentable de los recursos naturales, reconociendo el *derecho humano a un medioambiente adecuado y acceso al agua*.

Art. 139. Establece que el *desarrollo metropolitana*, se sustenta en el Plan de Desarrollo Estatal y el Sistema Estatal de Planeación, *coordinado y congruente* entre la Federación, el Estado y los Ayuntamientos, en lo relativo a *planes, programas y acciones en materia de agua, asentamientos humanos y protección al ambiente*.

Ley de Planeación del Estado de México y sus Municipios

Señala la *coordinación, cooperación y ejerce de la administración pública federal*, estatal y municipales, en concordancia con la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, el Plan Nacional de Desarrollo, el Plan de Desarrollo del Estado de México y los Planes de desarrollo municipales

Libro Quinto del Código Administrativo del Estado de México

Establece las bases para *planear, ordenar, regular, controlar, vigilar y fomentar el ordenamiento territorial de los asentamientos humanos, el desarrollo urbano y las zonas metropolitanas* bajo la integración de un *organo de coordinación metropolitana*.

Ley Orgánica Municipal del Estado de México

Art. 12. Los municipios *controlan y regulan la urbanización del suelo en sus territorios*, en los términos de la *ley y los Planes de Desarrollo Urbano*.

Instrumentos estatales

Plan de Desarrollo del Estado de México.

Plan Estatal de Desarrollo Urbano.

Plan Maestro para la Restauración Ambiental de la Cuenca Alta del río Lerma (CARL)

Programa Sectorial de Desarrollo Urbano Sustentable.

Programa Hidráulico del Estado de México.

Programa Estatal de Vivienda.

Programa de Ordenamiento Ecológico del Territorio Estatal

Programa de Desarrollo Forestal Sustentable del Estado de México.

Programa Sectorial de Coordinación Metropolitana

Art. 125. Los municipios tienen a su cargo la prestación, explotación, administración y conservación del *agua potable*.

Ley de Vivienda del Estado de México

Establece que el derecho de *acceso a una vivienda digna se rige bajo los principios de la planeación del ordenamiento territorial de asentamientos humanos y el desarrollo urbano*.

Ley de Agua del Estado de México

Art. 75. El servicio de agua potable se podrá restringir o suspender, cuando exista escasez de agua en las fuentes de abastecimiento.

Art.107. Establece la forma de preservar el agua en el Estado

Código para la Biodiversidad del Estado de México

Establece disposiciones regulatorias en materia de equilibrio ecológico, la protección al ambiente y el fomento al desarrollo sustentable, incluidos los recursos naturales agua, aire, suelo y bosque.

Fuente: elaboración propia.

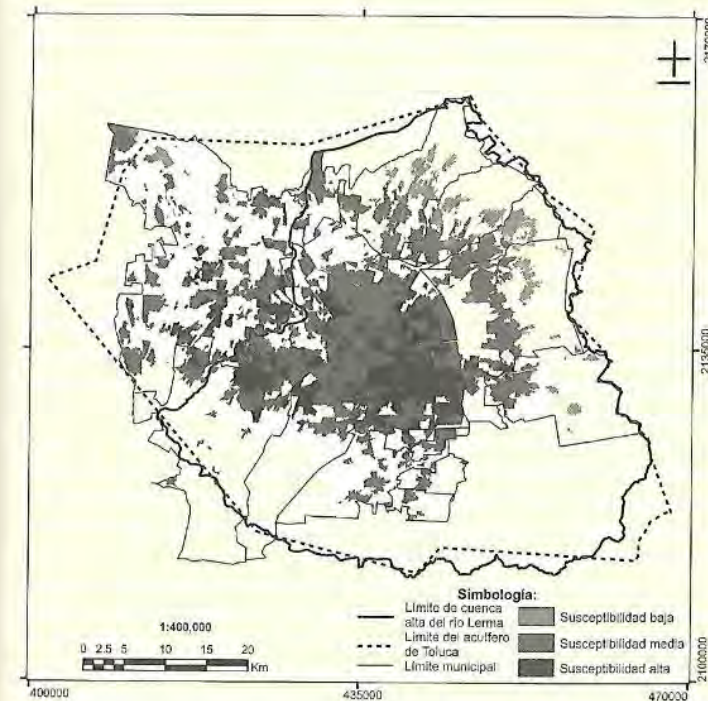
de desigualdad social de acceso al agua, se incrementa la ineficiencia y la insostenibilidad del abasto del recurso, y se genera mayor estrés hídrico. Las consecuencias ya son visibles y se acentuarán en el futuro, si no se toman medidas de emergencia: amplios grupos de población y porciones del territorio reducirán su acceso al agua, y se incrementarán los costos económicos y energéticos de extraer y distribuir el agua. Esto puede llegar a niveles insostenibles. La dimensión espacial de la susceptibilidad al desabasto de agua en la ZMT se devela en la mapa 3.

Zona de reserva territorial

Es la superficie de suelo con vocación de uso agrícola y de pastizal, que favorece la infiltración de agua. Es altamente susceptible a la urbanización bajo escenarios de crecimiento tendencial. Esta zona no sólo es el último vestigio del esplendor agrícola y ganadero del Valle de Toluca, sino un capital natural muy valioso para la ciudad por los servicios ambientales que reporta. Sin embargo, este tipo de suelo ofrece rentas muy elevadas si se dedica al desarrollo de viviendas y actividades terciarias. Por tanto, los desarrolladores están a la caza de este suelo e impulsan su cambio de uso agrícola a habitacional y comercial. Este cambio de uso del suelo, que seguramente se va a lograr, agudizaría aún más el desequilibrio entre crecimiento económico, expansión urbana y disponibilidad de agua que ya sufre la ZMT. Los beneficios para unos cuantos serían inmensos, pero el daño para la sociedad sería incalculable. Como es común en México: los beneficios se privatizan, los costos se socializan.

Los gobiernos que cohabitan en la ZMT, responsables de la planeación del desarrollo urbano y el ordenamiento territorial, han asumido, erróneamente, que estos suelos de reserva territorial están disponibles para ser urbanizados sin restricciones. Es decir, sin garantizar el acceso a infraestructura y servicios urbanos, como el abasto de agua. La presión de los desarrolladores inmobiliarios es muy fuerte, ya que es mucho el dinero involucrado en los proyectos de desarrollo inmobiliario y tienen como telón de fondo la corrupción, y la falta de mecanismos de transparencia que le permitan a la sociedad informarse y asumir un papel activo en la toma de decisiones sobre el desarrollo de su ciudad (p. ej. la localización de la nueva vivienda). La ciudad genera tantos beneficios a la sociedad que no puede ser sólo negocio, pero es un negocio tan grande que no puede generar sólo

Mapa 3. Zona Metropolitana de Toluca: susceptibilidad al desabasto de agua



Fuente: elaboración propia.

beneficios sociales. Esta no es una antonimia irresoluble, pero si no existen mecanismos de gobernanza que garanticen el equilibrio entre los intereses sociales y particulares, la balanza se inclinará inexorablemente hacia los desarrolladores inmobiliarios.

El punto de alarma es que la reserva territorial está comprometida por su grado de susceptibilidad al desabasto de agua, derivado de las demandas

de las zonas contiguas. El desarrollo urbano futuro deberá considerar este factor que ya limita el acceso al agua en la ciudad. Lo ideal sería evitar el crecimiento urbano en esas áreas de reserva territorial. Es urgente explorar otras alternativas de crecimiento: densificación de la ciudad (*i. e.* ocupar terrenos vacantes), impulsar el crecimiento vertical, orientar la expansión urbana hacia otras áreas menos dañinas para las fuentes de agua. El mapa 4 revela la susceptibilidad al desabasto de agua en la zona de reserva territorial y constituye una guía para la expansión de la ciudad.

Zona de protección y recarga del acuífero

Se compone de áreas naturales de protección y conservación de suelo y biota, cuya importancia radica en la provisión de *servicios ecosistémicos*, como la capacidad de captación natural de agua, la absorción de contaminantes, la captura de carbono, la regulación hidrológica y climática, la reducción de procesos erosivos, hábitat de desarrollo y conservación de flora y fauna (que incluso son atractivos turísticos por su belleza escénica).¹⁷

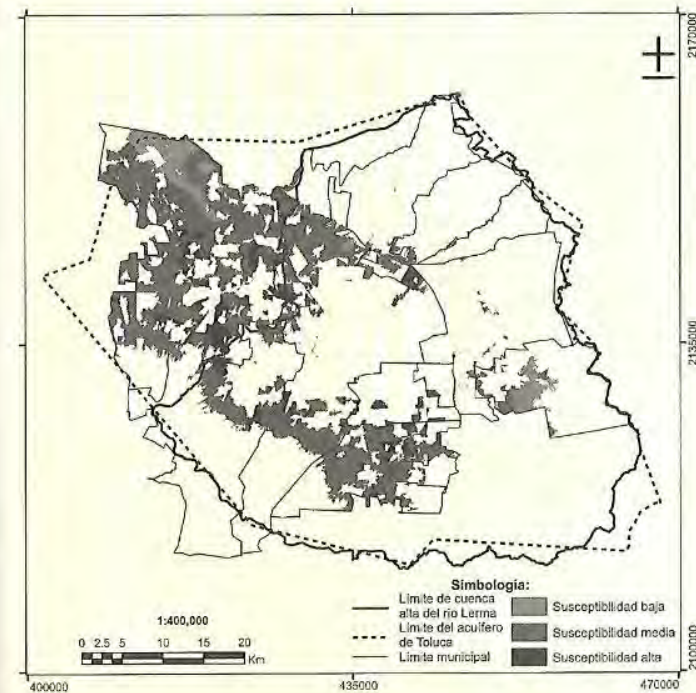
En este sentido, el reconocimiento de áreas idóneas para su conservación va más allá de la importancia y descripción de las Áreas Naturales Protegidas de la ZMT. Representan, de manera integral y sistemática, la *columna vertebral* de la sostenibilidad para lograr el acceso al agua y servicios ecosistémicos (véanse detalles en el cuadro 3).

La zona de protección y recarga del acuífero registra diversos problemas. Los ecosistemas reguladores hidrológicos y climático de esta zona son las principales fuentes generadoras de agua y de recarga del acuífero de Toluca. Su actual degradación ambiental incrementará el estrés hídrico de la ciudad y el desabasto de agua. No sólo se debe detener la degradación de estos ecosistemas, sino recuperarlos a la brevedad.

Por otro lado, se registra una fuerte presión de desarrolladores inmobiliarios por cambiar el uso del suelo para poder urbanizarlo. Aunque esto es contrario al decreto de esta zona como Área Natural Protegida y contra-

¹⁷ La Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN), define a las áreas protegidas como "un espacio geográfico claramente definido, reconocido, dedicado y gestionado, mediante medios legales u otros tipos de medios eficaces para conseguir la conservación a largo plazo de la naturaleza y de sus servicios ecosistémicos y sus valores culturales asociados" (Dudley, 2008). En este sentido, los servicios ecosistémicos son la multitud de beneficios que la naturaleza aporta a la sociedad (FAO: <http://www.fao.org/ecosystem-services-biodiversity/es/>).

Mapa 4. Zona Metropolitana de Toluca: susceptibilidad al desabasto de agua en la zona de reserva territorial



Fuente: elaboración propia.

dice los ordenamientos federales, estatales y municipales, sí encuentra un hueco amplio en los planes de desarrollo urbano municipales. De urbanizarse esta zona, las consecuencias serían una grave degradación ambiental, decrecimiento serio de los servicios ecosistémicos necesarios para viabilidad de la ZMT, incremento en la perturbación de áreas forestales y de cubierta vegetal original, pérdida de recursos naturales y biodiversidad. Todo esto

Nombre	Denominación	Fecha de decreto o modificación	Municipios de la ZMT	Importancia
Miguel Hidalgo y Costilla	Parque Nacional	18 de septiembre de 1936	Federales Lerma y Ocoyoacac	Área de relevancia biológica debido a la confluencia de las regiones biogeográficas neártica (templada) y neotropical (tropical), representadas por una alta diversidad biológica, siendo hábitat de especies de flora y fauna. Resulta su cobertura boscosa y vegetación natural que proporciona servicios ecosistémicos de regulación de la calidad del aire, mitigación del cambio climático, captación de agua de lluvia, infiltración de agua al acuífero de Toluca, productores de suelo y reducción de procesos erosivos. Además de su belleza natural como atractivo de desarrollo turístico. Es una unidad ecológica de alta fragilidad ambiental.
Novado de Toluca	Área de Protección de Flora y Fauna	1 de octubre de 2013	Almoloya de Juárez, Calimaya, Toluca y Zinacantanpec	Zonas inundables hábitat de especies nativas y recarga del acuífero de Toluca.
Ciénegas de Lerma (sitio RAMSAR)		22 de octubre de 2003	Lerma, Metepec y San Mateo Atenco	
Otomí Mexica del Estado de México	Parque estatal	15 de septiembre de 2005	Lerma, Ocoyoacac, Ozolotepec, Temoaya y Xonacatlán	Zonas de recarga del acuífero de Toluca, debido a la permeabilidad de materiales igneos extrusivos y a su cobertura forestal que favorecen la recarga e infiltración de agua de lluvia y escorrentías a las Ciénegas de Lerma, río Lerma y presa José Antonio Alzate.
Subcuenca tributaria río Mayorazgo-Temoaya	Santuario del agua y forestal	12 de mayo de 2006	Lerma, Ozolotepec, Temoaya y Xonacatlán	
Subcuenca tributaria río San Lorenzo			Lerma y Ocoyoacac	
Subcuenca Tributaria Presa Antonio Alzate				
Sierra Morelos	Parque estatal	15 de septiembre de 1981	Almoloya de Juárez, Temoaya y Toluca	
Alameda Poniente Matlazincas	Parque estatal	20 de enero de 1993	Toluca y Zinacantanpec	
Parque Metropolitano Bicentenario	Parque urbano	23 de agosto de 2013	Toluca	
Parque Ambiental Bicentenario	Parque urbano	14 de marzo de 2017	Toluca	
Parque Ambiental Bicentenario	Parque urbano	28 de marzo de 2017	Metepec	
Ecológico de Zacango	Parque estatal	17 de noviembre de 2016	Calimaya	

Nombre	Denominación	Fecha de decreto o modificación	Municipio de la ZMT	Importancia
El Calvario	Parque municipal	20 de julio de 1988	Municipios Metepéc	Zona de reserva natural urbana de importancia histórica.
Centro Ceremonial Otomí	Centro de identidad indígena	Construido en 1980	Sitios arqueológicos Temoaya	Sitio de manifestación de creencias y tradiciones del pueblo otomí, con densa vegetación boscosa y fauna silvestre.
Calixtlahuaca	Zona arqueológica	Data de al menos hace tres mil años	Toluca	Asentamiento matlatzínca más importante del Valle de Toluca.
Ocoyoacac		Ocupación entre el 250 y 450 d. C.	Ocoyoacac	Centro cívico-ceremonial de filiación teotihuacana, parte del crecimiento de asentamientos humanos del Valle de Toluca.

Fuente: elaboración propia.

derivaría en un grave detrimento ecológico por la pérdida de nutrientes y de suelos, procesos erosivos, menos infiltración de agua y, finalmente, su tipificación como suelo viable para el desarrollo de asentamientos humanos.

Zona de fracturas

Esta es un área de alta vulnerabilidad, resultado del proceso de subsidencia generalizada del terreno por la sobreexplotación del acuífero de Toluca. Este proceso favorece la infiltración de contaminantes al acuífero, debido a rupturas de las redes de abastecimiento y saneamiento de agua, e incrementa el riesgo geológico en viviendas e infraestructura. Es decir; incrementa el peligro de daños a la vida de los habitantes, las propiedades, los medios de sustento y de servicios, pérdidas económicas, hundimientos en vialidades y diversos daños ambientales. Por si fuera poco, también puede detonar procesos de migración forzada de la población asentada en la parte central de la ZMT, es decir, donde se originó el desarrollo y crecimiento urbano de la ciudad de Toluca, que se ha convertido en la zona más afectada por la extracción de agua del acuífero de Toluca. Esta zona está principalmente poblada por adultos mayores y es el centro económico terciario más importante de la ZMT (Garrocho y Campos, 2005 y 2009).

ALTERNATIVAS DE CRECIMIENTO Y EXPANSIÓN DE LA ZMT

La ZMT registra oportunidades y amenazas en términos de acceso al agua y estrés hídrico, vinculadas a diversas situaciones urbanas (véase cuadro 4). En este contexto identificamos varias alternativas para su inevitable crecimiento y expansión.

Paradójicamente, la superficie construida de la ZMT es la primera alternativa para el crecimiento de la ciudad. Esto implica adoptar una política de "crecimiento interno", que tenga como objetivo densificar la ciudad mediante dos estrategias básicas: aprovechar los vacíos intraurbanos e impulsar la vivienda vertical con sistemas de desplazamiento adecuados.¹⁸ La pri-

¹⁸ Recuérdese que nuestro país está inmerso en un intenso proceso de envejecimiento de la población. Si la vivienda vertical no cuenta con elevadores que funcionen las 24 horas del día, los

Cuadro 4. Zona Metropolitana de Toluca: cadena causa-efecto del estrés hídrico por municipio

Municipio	Escenario actual	Consideraciones a la problemática actual
Toluca	Muy susceptible al desabasto de agua, con zonas de conservación y recarga amenazadas por la tendencia de crecimiento urbano, presenta el mayor riesgo de desastre por subducción del terreno debido a la alta demanda de agua, con opciones de desarrollo urbano en reserva territorial con media susceptibilidad al desabasto de agua (norte y sur).	Municipios bajo influencia directa de la puesta en marcha del Tren Interoceánico México-Toluca (2018), susceptibles de crecimiento poblacional y de la mancha urbana (poniente-centro-oriental) incrementando la demanda de abastecimiento de agua.
Metepac	Mayormente susceptible al desabasto de agua, presenta una baja reserva territorial, con alta susceptibilidad al desabasto de agua.	Los quince municipios de la ZMT generan contaminación a cuerpos de agua, limitando su aprovechamiento y sin reutilización de agua tratada como fuentes emergentes de abastecimiento.
Zinacantan	Mayormente susceptible al desabasto de agua, con la mayor superficie de conservación y recarga amenazadas por la tendencia de crecimiento urbano, con reserva territorial bajo alta presión del sector inmobiliario y media susceptibilidad al desabasto de agua.	
Lerma	Mediamente susceptible al desabasto de agua, con zonas de conservación (humbales) altamente amenazadas por la tendencia de crecimiento urbano debido a la escasa reserva territorial y alta vulnerabilidad de inundación.	
San Mateo	Mayormente susceptible al desabasto de agua, presenta una escasa o nula reserva territorial con alta susceptibilidad al desabasto de agua y alta vulnerabilidad de inundación.	
Atenco	Mediamente susceptible al desabasto de agua, con zonas de conservación y recarga altamente amenazadas por la tendencia de crecimiento, con reserva territorial de baja susceptibilidad al desabasto de agua.	
Ocoyoacac	Mediamente susceptible al desabasto de agua, con zonas de conservación y recarga altamente amenazadas por la tendencia de crecimiento, con reserva territorial de baja susceptibilidad al desabasto de agua.	
Almoloya de Juárez	Muy susceptible al desabasto de agua, con zonas de conservación y recarga amenazadas por la tendencia de crecimiento urbano, con la mayor superficie de reserva territorial bajo alta presión del sector inmobiliario y mediana susceptibilidad al desabasto de agua.	
Temoaya	Media-baja susceptibilidad al desabasto de agua, con zonas de conservación y recarga extremadamente amenazadas por la tendencia de crecimiento urbano, presenta una escasa o nula reserva territorial.	Crecimiento poblacional y de la mancha urbana de la ZMT Norte sobre zonas idóneas con aptitud de protección y conservación por los sistemas generados.
Orizolepe	Media-baja susceptibilidad al desabasto de agua, con zonas de conservación y recarga extremadamente amenazadas por la tendencia de crecimiento urbano, presenta una baja reserva territorial.	
Xonacatlán	Media-baja susceptibilidad al desabasto de agua, con zonas de conservación y recarga extremadamente amenazadas por la tendencia de crecimiento urbano, presenta una baja reserva territorial.	
Calimaya	Media-alta susceptibilidad al desabasto de agua, con zonas de conservación y recarga sin aparente amenaza por la tendencia de crecimiento urbano, con reserva territorial bajo muy alta presión del sector inmobiliario y mediana susceptibilidad al desabasto de agua.	Crecimiento poblacional y de la mancha urbana de la ZMT Norte sobre zonas idóneas con aptitud de protección y conservación por los sistemas generados.
San Antonio la Isla	Muy susceptible al desabasto de agua, con reserva territorial bajo muy alta presión del sector inmobiliario y mediana susceptibilidad al desabasto de agua.	
Chapultepec	Muy susceptible al desabasto de agua, con reserva territorial de media-alta susceptibilidad al desabasto de agua.	
Mexicalcingo	Muy susceptible al desabasto de agua, con reserva territorial de media-alta susceptibilidad al desabasto de agua.	
Rayón	Mediamente susceptible al desabasto de agua, con reserva territorial de media susceptibilidad al desabasto de agua.	

Fuente: elaboración propia.

mera estrategia sería la principal en el corto y mediano plazos, la segunda es de más largo plazo porque implica un cambio cultural en las preferencias de vivienda de los mexicanos que llevará mucho tiempo si no se instrumentan incentivos eficaces, pero los resultados pueden ser espectaculares. Estos incentivos serían de dos tipos, al menos, *económicos* y de *atractividad intraurbana*. Ejemplos de los primeros, son: otorgar créditos hipotecarios subsidiados, implementar mecanismos compensatorios de impuesto predial, diseñar paquetes focalizado de políticas sociales orientadas a los que viven en viviendas verticales. Se pueden destacar algunos ejemplos de incentivos relacionados con la atractividad intraurbana, como: recuperación de los centros históricos, mejoramiento de barrios (*i. e.* alumbrado, calidad de banquetas, limpieza, reforestación), impulsar una mezcla inteligente de usos del suelo (p. ej. abasto, oficinas públicas, comercio), impulsar proyectos clave al interior de la ciudad que impacten positivamente los precios del suelo (para hacer atractiva la inversión inmobiliaria al interior de la ciudad), lograr altos niveles de seguridad, garantizar la calidad ambiental, regular y mejorar el transporte público, entre muchas otras opciones que pueden hacer muy atractivo el espacio intraurbano.

No obstante, el crecimiento *horizontal* de la ZMT es inevitable. A partir de los resultados del análisis de las UPO (véase mapa 2), proponemos un paquete de políticas de carácter urbano orientadas a equilibrar el crecimiento horizontal de la ciudad y la disponibilidad de agua:

1. Restringir a toda costa el crecimiento de la ZMT en las zonas de *protección y recarga*, por su importancia estratégica para la ciudad.
2. Aumentar el área de recarga natural y artificial, favoreciendo la infiltración de agua con el incremento de las áreas verdes urbanas y periurbanas, lo que reforzaría la estrategia de atractividad del espacio intraurbano; elevando notablemente el tratamiento de agua y su inyección a los acuíferos, e instrumentando proyectos de captura de agua de lluvia, inyección y almacenamiento.
3. Optimizar el aprovechamiento de la infraestructura de redes de almacenamiento y conducción de agua potable (costos-distancias-pérdidas), tanto en las zonas consolidadas de la ZMT como en los nuevos desarrollos inmobiliarios. Esto implica reducir las pérdidas de la red de agua potable:

365 días del año, muchos adultos mayores con problemas de movilidad quedarían atrapados en sus viviendas por tiempos indeterminados. Esto se agudiza cuando los adultos mayores viven solos (Garrocho y Campos, 2016).

se estima que, en promedio, alrededor de 35% del agua que se inyecta a la red se pierde por fugas al subsuelo (Monroy, 2013).¹⁹

4. Ser selectivos en el tipo de industrias que se localizan en la ciudad. No se trata de atraer empleo *a cualquier costo*, sino de atraer inversiones de manera responsable. Por tanto, en la ZMT se deben rechazar las industrias que sean altas consumidoras de agua y no dispongan de sistemas de recuperación que permiten la reutilización del agua depurada. Gran parte de las instalaciones de industria química disponen de sistemas de recuperación, que permiten la reutilización en proceso del agua depurada, pero son excepción en el sector industrial.²⁰

5. Los municipios de Ocoyoacac, Toluca y Zinacantepec presentan mayor consolidación en sus asentamientos, lo que favorece su expansión con acceso y abasto de agua.

6. Los municipios de Almoloya de Juárez, Calimaya, Chapultepec, Mexicaltzingo, San Antonio la Isla, y Santa María Rayón registran mayor dispersión en sus asentamientos y carecen de infraestructura adecuada de acceso y abasto de agua.

7. Una alternativa más ambiciosa de crecimiento para la ZMT sería canalizar su expansión hacia *asentamientos satélites* localizados fuera de los acuíferos *estratégicos* para la ciudad. Estos asentamientos se conectarían con la ciudad mediante vías rápidas (privilegiando sistemas de transporte público limpio). Los asentamientos satélites representarían oportunidades de innovación y autosuficiencia para la creación de nuevas fuentes de almacenamiento, abastecimiento y reutilización de agua. Sin embargo, esta estrategia debería ser cuidadosamente planeada y apoyarse en lecciones derivadas de la implementación de estrategias similares en países en desarrollo (véase una magnífica revisión en Abubakar y Doan, 2017).

¹⁹ El problema es que los presidentes municipales y gobernadores son reacios a invertir recursos públicos en obras que "no se ven". Incluso, en el lenguaje de muchos tomadores de decisiones, hacer obras de reparación de drenaje o redes de agua se entiende como "enterrar el dinero". Por tanto, prefieren hacer distribuidores viales, aunque no sean necesarios pero que son altamente visibles, que reparar infraestructura subterránea vital para la ciudad.

²⁰ Algunos ejemplos de industrias altas consumidoras de agua: las de *bebidas*, que incorporan el agua consumida como parte de su producto final; las que fabrican elementos de *aceso*, ya que consumen gran cantidad de agua en sus sistemas de refrigeración; las que procesan *masas* consumen agua en el proceso productivo para la generación de aguas de molinera y también por la alimentación de sus sistemas de refrigeración. Ser selectivo al atraer industrias no es algo utópico, ciudades como San Luis Potosí la han implementado con éxito: el PIB industrial metropolitano ha estado creciendo por arriba de 3% en los últimos años (BANCOMER, 2017).

APORTACIONES Y CONCLUSIONES

Aportaciones

Este trabajo hace algunas aportaciones *metodológicas* y *aplicadas* a la vinculación del estrés hídrico y el desarrollo sostenible en la ZMT: *a)* propone un método para sintetizar información que sea un insumo *realmente útil* para la planeación del desarrollo urbano sostenible; *b)* genera un escenario integral de ordenamiento territorial, tomando como guía el desabasto de agua como factor crítico para la planeación sostenible con perspectiva metropolitana; *c)* propone una visión metropolitana preventiva de causa-efecto de desabasto de agua, que implica que el acceso al agua de unos no sea en detrimento de otros, y *d)* sitúa en el centro de las estrategias de planeación metropolitana el recurso agua, como articulador del desarrollo urbano sostenible.

Conclusiones

La ZMT enfrenta un grave problema de seguridad hídrica que amenaza la *viabilidad* de la quinta ciudad más poblada de México. Para este acertijo no existen soluciones rápidas, ni baratas ni fáciles. El desafío es enorme y cruza diversas dimensiones críticas: la competitividad de la ciudad, el crecimiento económico, el aumento de población, las crecientes necesidades de vivienda-bienes-servicios, los patrones de consumo aspiracional, los poderosos intereses de desarrolladores inmobiliarios, la ausencia de estructuras formales que impulsen la participación activa de la sociedad en la planeación de su ciudad, la ausencia de mecanismo eficaces de transparencia y rendición de cuentas de la acción gubernamental, la descoordinación metropolitana que se convierte en una competencia intermunicipal perversa y necia del tipo *perder-perder*, marcos jurídicos y normativos que no se aplican, corrupción impune... Y todo, en un marco de insuficiente abastecimiento de agua para la ciudad, tanto en cantidad como en calidad.

Es imperativo asimilar el desabasto de agua como un problema de *riesgo*, con impactos en las dimensiones ambiental, económica, social y política. Las formas de apropiación socio-territorial, como agentes responsables de la construcción del riesgo urbano, desempeñan un papel protagónico en el deterioro urbano. La emergencia de esta realidad producida socialmente, que modifica y amplifica el potencial de aparición de desastres, permite pro-

poner como agenda de investigación del binomio agua-ciudad, la evaluación de anomalías climáticas de las variables temperatura y precipitación en el entorno urbano (*clima urbano*), es decir, los extremos de *causas* (*sequía*) y exceso (*inundación*), generados en gran parte por el proceso de urbanización. El objetivo es reducir la vulnerabilidad social y fortalecer la sostenibilidad del complejo sistema urbano de la ZMT.

Este trabajo ofrece información y alternativas *prácticas* a los tomadores de decisiones para conducir a la ZMT sobre una ruta *menos productora* del agua. No se pueden llamar a engaño, ni argumentar ignorancia. *Irónicamente* debemos impulsar la construcción de sistemas de transparencia y rendición de cuentas que impulsen la participación de la sociedad en la *plataforma* de su ciudad. La viabilidad de la ZMT está en juego.

LISTA DE REFERENCIAS

- Abubakar, I. R. y Doan, P. L. (2017). Building new capital cities in Africa: Lessons for new satellite towns in developing countries. *African Studies*. Recuperado de https://www.researchgate.net/profile/Ismaila_Rimi_Abubakar/publication/311616140_Building_New_Capital_Cities_in_Africa_Lessons_for_New_Satellite_Towns_in_Developing_Countries/links/5851309f08ac7d0309d8e4.pdf
- Allen, A., Dávila, J. D. y Hofmann, P. (2006). *Governance of water and sanitation services for the peri-urban poor*. Londres: The Development Planning Unit University College London.
- Anton, B., Steen, P. V. D., Dold, R., Moll, L. V. y Philip, R. (2011). *Gestión integral del agua urbana para la ciudad del futuro. Kit de capacitación SWITCH*. Berlín: Alemania. Recuperado de <http://www.switchtraining.eu/> [Consulta: marzo de 2017]
- Ávila García, P. (abril-junio, 2008). Vulnerabilidad socioambiental, seguridad hídrica y escenarios de crisis por el agua en México. *Ciencias*, 90, 46-57.
- BANCOMER [BBVA-BANCOMER] (2017). *Indicadores regionales de actividad económica*. Ciudad de México: Autor.
- Barragán, M. (2008). Desarrollo regional sustentable: una reflexión desde las políticas públicas. *Revista Digital Universitaria*. [Consulta: 2017]
- Berry, Brian J. L. (1964). Cities as systems within systems of cities. *Papers in Regional Science*, 13(1), 147-163.

- Cipolla, C. M. (1996), Las leyes fundamentales de la estupidez humana. *Cuadernos de Economía*, 15(25), 200-216.
- Consejo Económico y Social Vasco [CES] (2008). *El desarrollo sostenible, reto de las políticas públicas. Estudio comparado para la definición de pautas de elaboración de una estrategia de desarrollo sostenible en la CAPV, integradora de la dimensión económica, social y medioambiental*. Bilbao: Colección Estudios e Informes, 7. Recuperado de <http://www.cesegab.com/Portals/0/Libros/Desarrollo%20sostenible.pdf> [Consulta: 22 de mayo de 2017.]
- Consejo Nacional de Población [CONAPO] (2011). *Proyecciones de la población de México 2005-2050*. México: Autor.
- Correa, G., y Rozas, P. (2006). *Desarrollo urbano e inversiones en infraestructura: elementos para la toma de decisiones*. Nueva York: United Nations Publications, 108.
- Cruz, A. C. P. y Martínez, P. C. C. (2009). El recurso agua en el entorno de las ciudades sustentables. *CULCYT: Cultura Científica y Tecnológica*, 31.
- Dávila Hernández, N., Carrasco Gallegos, B. V. y Antonio Némiga, X. (2014). Crecimiento urbano y su impacto espacial en los procesos de subsistencia en el valle de Toluca-México a partir de imágenes satelitales. *Revista Geografía y Sistemas de Información Geográfica*.
- Diez, A. (2010). *Alternativas de administración racional de recursos hídricos en el acuífero sometido a sobreexplotación: Valle de Toluca*. (Tesis doctoral). Toluca, Universidad Autónoma del Estado de México.
- Dudley, N. (2008). *Directrices para la aplicación de las categorías de gestión de áreas protegidas*. Gland, Suiza: IUCN.
- Esteller Alberich, M. V., Expósito Castillo, J. L., Díaz-Delgado, C., Paredes, J., y Fonseca, C. R. (2015). Explotación intensiva del acuífero del Valle de Toluca: Análisis de algunos efectos económicos-ambientales. En Cheikh Fall, *Avances en ciencia del agua*. Toluca: Universidad Autónoma del Estado de México. Recuperado de https://ri.uaemex.mx/bitstream/handle/20.500.11799/21816/IL_568_6.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Foster, S., Hirata, R., Gomes, D., D'Elia, M., y Paris, M. (2003). *Protección de la calidad del agua subterránea. Guía para empresas de agua, autoridades municipales y agencias ambientales*. Washington: Banco Mundial.
- Gallegos Contreras, J. (2016). Caracterización del desarrollo urbano en México (1950-2010). Trabajo presentado en *21 Encuentro Nacional sobre Desarrollo Regional en México*. Mérida, Yucatán.
- García Aragón, J. A., Díaz-Delgado, C., Quentin, E., Ávila Pérez, P., Tejeda Vega, S., y Zarazúa Ortega, G. (2007). Caracterización de la contaminación por

- metales pesados y reducción de capacidad de almacenamiento hidráulico por azolve de un embalse mexicano. *Hidrobiología*, 17(2), 127-138.
- García-González, M. D. L., Adame-Martínez, S., y Sánchez-Nájera, R. M. (enero-junio, 2015). Expansión metropolitana de Toluca: caso de estudio municipio de Calimaya, México. *Quivera*, 17(1), 35-53. Recuperado de <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=40140031003> [Consulta: 8 de marzo de 2017.]
- Garrocho, C. (2013). *Dinámica de las ciudades de México en el siglo XXI: cinco vectores claves para el desarrollo sostenible*. Toluca: El Colegio Mexiquense.
- Garrocho, C. y Campos, J. (2005). La población adulta mayor en el Área Metropolitana de Toluca, 1990-2000. *Papeles de Población*, 11(45), 71-106.
- Garrocho, C. y Campos, J. (2009). Dinámica de la estructura policéntrica del empleo en el Área Metropolitana de Toluca: 1994-2004. En G. Aguilar e I. Escamilla (coords.), *Periferia urbana, deterioro ambiental y reestructuración metropolitana*. México: UNAM/Porrúa.
- Garrocho, C. y Campos, J. (2016). *Segregación socioespacial de la población mayor en la Ciudad de México: la dimensión desconocida del envejecimiento*. México: El Colegio Mexiquense.
- Garrocho, C. y Sobrino, J. (2017). *Ciudades sostenibles en México: ¿qué hacer? Grandes problemas urbanos en México*. México: El Colegio de México.
- Gaspar Sánchez, N., y Orozco Hernández, M. E. (2015). Territorial configuration tertiary of metropolitan Toluca. *Bilacora Urbano Territorial*, 25(1), 57-66.
- Glaeser, E., (2011). *Triumph of the city: How our greatest invention makes us richer, smarter, greener, healthier, and happier*. Reino Unido: Penguin.
- Graizbord, B. (2007). Megaciudades, globalización y viabilidad urbana. *Investigaciones Geográficas*, 63, 125-140.
- Graizbord, B. (2011). La ciudad como sistema sustentable. En J. Arroyo e I. Corveira (comps.), *Desarrollo insostenible. Gobernanza, agua y turismo* (pp. 23-43). México: UdeG/UCLA/PROFMEX-World/Juan Pablos.
- Graizbord, B. y Arroyo, J. (2004). *El futuro del agua en México*. México: Universidad de Guadalajara/COLMEX/UCLA/PROFMEX/Juan Pablos.
- Herzer, H. M. (2011). Construcción del riesgo, desastre y gestión ambiental urbana: Perspectivas en debate. *Revista Virtual REDESMA*, 5, 51. <http://www.revista.unam.mx/vol.4/num6/art14/art14.htm>
- IHP-UNESCO (2012). *International Hydrological Programme (IHP) Eighth Phase. Water Security: responses to local, regional, and global challenges. Strategic Plan*. Autor.
- Lefèvre, C. (1998). Metropolitan government and governance in western countries: a critical review. *International Journal of Urban and Regional Research*, 22(1), 9-25.

- March, H., Hernández, M., y Samí, D. (2015). Percepción de recursos convencionales y no convencionales en áreas sujetas a estrés hídrico; el caso de Alicante. *Revista de Geografía Norte Grande*, 60, 153-172.
- Momroy, O., (2013). Manejo sustentable del agua en México. *Presencia Universitaria*, 14(10), 2-15.
- Moreno, A. L. G., Rojas, M. I. R., y Mclgarejo, F. E. M. (2010). Agua y urbanización: Planificación hidrológica y territorial en el litoral sur-mediterráneo español y escenarios de futuro. En *Litoral, ordenación y modelos de futuro: IV Congreso de Ingeniería Civil, Territorio y Medio Ambiente*.
- Moreno, S. (2006). *La gestión, coordinación y gobernabilidad de las metrópolis*. [Documento de Trabajo]. Centro de Estudios Sociales y de Opinión Pública.
- Moreno-Sánchez, E., (2010). El aeropuerto y el movimiento social de Atenco. *Convergencia*, 17(52), 79-96.
- ONU-Agua (2013). *Water Security and the Global Water Agenda*. Ontario, Canada: United Nations University.
- ONU-Agua. (2014). *Un objetivo global para el agua post-2015: Síntesis de las principales conclusiones y recomendaciones de ONU-Agua*.
- ONU-Hábitat. (2011). *Agua para el desarrollo sostenible de los asentamientos urbanos humanos. Nota Informativa del Programa Mundial de Evaluación de los recursos Hídricos y Programa de Naciones Unidas para los Asentamientos Humanos*.
- ONU-Hábitat. (2016). *Informe mundial de las ciudades*. Recuperado de <http://es.unhabitat.org/tag/informe-mundial-de-las-ciudades/> [Consulta: marzo de 2017]
- Orozco Hernández, M. E. (2006). Escenarios interpretativos: Tendencias en la transformación de espacios rurales y periféricos de la Zona Metropolitana de la Ciudad de Toluca. *Investigaciones Geográficas*, 60, 110-126.
- Perló Cohen, M., (2009). *¿Guerra por el agua en el Valle de México?: Estudio sobre las Relaciones Hidráulicas entre el Distrito Federal y el Estado de México*. México: UNAM.
- Puebla, G. (2004). *Aproximaciones al concepto de periurbano* [mimeo.]. Caseros: Cátedra de Gestión Local/Universidad Nacional de Tres de Febrero.
- Raffestin, C. (1987). Repères pour une théorie de la territorialité humaine. *Cahiers du Groupe Réseaux*, 3(7), 2-22.
- Rodríguez, A., y Winchester, L. (2001). Santiago de Chile: Metropolitización, globalización, desigualdad. *EURE*, 27(80), 121-139. Santiago de Chile
- Sánchez, B., y Bazant, J. J. (2001). *Periferias urbanas expansión urbana incontrolada de bajos ingresos y su impacto en el medio ambiente*. México: Universidad Autónoma Metropolitana.
- Satterthwaite, D., (2007). *The transition to a predominantly urban world and its underpinning*. Nueva York: United Nations Population Division.

- Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (2015). Actualización de la disponibilidad media anual de agua subterránea. Acuífero (1501). Toluca, Estado de México. *Diario Oficial de la Federación*. México: Autor.
- Sobriño, J., Garrocho, C., Graizbord, B., Brambila, C. y Aguilar, A. G. (2015). *Sustainable cities: a conceptual and operational proposal*. Ciudad de Panamá: United Nations Population Fund.
- Soliz, J. G., Cruz, L. B., y Acebo, H. L. (2008). Uso racional y sostenible de los recursos hídricos del acuífero del valle de Toluca. *CIENCIA ergo-sum*, 15(1), 61-72.
- Storper, M., (2013). *Keys to the city: how economics, institutions, social interaction, and politics shape development*. Princeton: Princeton University Press.
- Swyngedouw, E., Kaika, M., y Castro, E. (2002). Urban water: a political-ecology perspective. *Built Environment (1978-)*, 124-137.
- Torregrosa, M. L., Kloster, K., y Latargère, J. (2015). El acceso al agua y la construcción de territorio en Milpa Alta, México, D. F. *Agua y Territorio*, 6, 143-156.
- United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization (2015). *The United Nations World Water Development Report 2015: Water for a sustainable world*. París: Autor.
- United Nations International Strategy for Disaster Reduction (2015). *Hacia el desarrollo sostenible: El futuro de la gestión del riesgo de desastres. Informe de Evaluación Global sobre la Reducción del Riesgo de Desastres*. Ginebra, Suiza: Autor.
- Vilchis-Mata, I., Garrocho Rangel, C., y Díaz-Delgado, C. (2017). Modelo dinámico adaptativo para la toma de decisiones sostenibles en el ciclo hidrosocial urbano en México. *Revista de Geografía Norte Grande* [versión On-line ISSN 0718-3402].
- World Water Assessment Programme (2016). *Informe de las Naciones Unidas sobre el Desarrollo de los Recursos Hídricos en el Mundo: Agua y Empleo*. París: UNESCO.