

Planificación socio ambiental en ciudades y áreas rurales de México

Bonnie Lucia Campos Cámara
Pedro Leobardo Jiménez Sánchez
María Angélica González Vera
Héctor Campos Alanís
Coordinadores



UNIVERSIDAD DE QUINTANA ROO

Esta publicación fue financiada por los coordinadores de la obra

Planificación socio ambiental en ciudades y áreas rurales de México /
Bonnie Lucía Campos Cámara, Pedro Leobardo Jiménez
Sánchez, María Angélica González Vera y Héctor Campos Alanís,
Coordinadores. México: Universidad de Quintana Roo, 2022

249 p.: 23 x 17 cm

ISBN 978-607-8792-15-3 UQROO

Planificación socio ambiental en ciudades y áreas rurales de México
Bonnie Lucía Campos Cámara, Pedro Leobardo Jiménez Sánchez,
María Angélica González Vera y Héctor Campos Alanís (Coordinadores)

Primera edición, 2022

D.R. © 2022, Bonnie Lucía Campos Cámara, Pedro Leobardo Jiménez Sánchez,
María Angélica González Vera y Héctor Campos Alanís.

D.R. © 2022, Universidad de Quintana Roo
División de Ciencias, Ingeniería y Tecnología
Boulevard Bahía s/n, esquina Ignacio Comonfort
Colonia del Bosque
Chetumal, C.P. 77019,
Quintana Roo, México
<https://www.uqroo.mx/>

Fotografía de portada: "Periferia Chetumal" de Jesús Roberto Flores Rodríguez

Formación y diseño: D.G. José Leonardo Jiménez García /
<https://www.facebook.com/PiagoDyP/>

ISBN 978-607-8792-15-3 (digital - pdf)

Todos los trabajos publicados fueron previamente sometidos a evaluación en el sistema de pares a doble ciego, habiendo sido aprobados para su publicación con base en neutralidad e imparcialidad académica.

El contenido de esta publicación es responsabilidad de los autores.

Queda prohibida la reproducción parcial o total del contenido de la presente obra, sin contar previamente con la autorización por escrito del editor en términos de la Ley federal del Derecho de Autor y en su caso de los tratados internacionales aplicables.

Hecho en México
Made in México

Índice		Pag.
Presentación		7
<i>Pedro Leobardo Jiménez Sánchez</i>		
I. EXPERIENCIAS URBANAS		
Espacios públicos urbanos y de calidad de vida urbana en colonias fundacionales de Chetumal, Quintana Roo		17
<i>Agustín Murillo Pantí</i>		
Resiliencia y vulnerabilidad social ante los espacios segmentados por el turismo en la ciudad de Tulum, Quintana Roo, México		35
<i>Alicia Cuza Sorolla, Bonnie Lucía Campos Cámara y Rosalía Chávez Alvarado</i>		
Mecanismos de ocupación del suelo mediante asentamientos humanos irregulares: Chetumal-Calderitas, Quintana Roo		73
<i>Pedro Leobardo Jiménez Sánchez, María Angélica González Vera y Francisco Javier Rosas Ferrusca</i>		
Vivienda sustentable de interés social, un acercamiento a su habitabilidad. Caso Conjunto Urbano Real del Cid, Tecámac, Estado de México		95
<i>José Juan Méndez Ramírez, Teresa Becerril Sánchez y Juan José Gutiérrez Chaparro</i>		
Discontinuidad territorial: configuración, transformaciones y fenómenos contemporáneos en la frontera sur de México		123
<i>Nora Patricia Peraza Leal y David Velázquez Torres</i>		

Inseguridad en la ciudad de México: caso de la colonia Guerrero 2016-2018 145

Raúl Marcial Fiscal, Octavio Castillo Pavón y Pedro Leobardo Jiménez Sánchez

II. EXPERIENCIAS AMBIENTALES

El megaproyecto Tren Maya. Una mirada desde el enfoque del desarrollo regional y los conflictos socio ambientales 173

Bonnie Lucía Campos Cámara y David Velázquez Torres

La resiliencia urbana frente a riesgos de desastres (inundaciones) caso de estudio Reynosa, Tamaulipas 187

Angélica Reyes Olivares y Verónica Miranda Rosales

Metabolismo hídrico en la ciudad de México y la ciudad de Bogotá D.C. 205

María Guadalupe Barro Marín y María Estela Orozco Hernández

Vulnerabilidad hídrica y gestión comunitaria del agua: el caso de Amanalco de Becerra, México 225

Pamela Ligregni Aguilera

Metabolismo hídrico en la ciudad de México y la Ciudad de Bogotá D.C.

María Guadalupe Barro Marín

María Estela Orozco Hernández

Introducción

El presente documento se enfoca en el estudio del metabolismo hídrico de la ciudad de México y la ciudad de Bogotá D.C. Se analizó el agua como flujo de entrada y las aguas residuales como flujo de salida, con el fin de determinar los escenarios de metabolismo hídrico mediante indicadores seleccionados del modelo Presión-estado-respuesta (PER), un modelo analítico propuesto por la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE).

Para el tratamiento de la información se utilizó el método hipotético - deductivo y el método analítico. Aunque el objetivo no era realizar un estudio de carácter comparativo, sino describir ambos casos por separado, se encontraron variables comparables y se determinó que en ambas ciudades a medida que la población aumentó, incrementaron los flujos de agua y aguas residuales, derivado de una mayor demanda del recurso.

Marco Teórico

En este apartado se expone el enfoque del metabolismo hídrico y el modelo Presión-Estado-Respuesta, como base teórica para abordar la problemática medioambiental que representa el abastecimiento y distribución del agua en las ciudades de México y Bogotá D.C.

Metabolismo hídrico

El Metabolismo hídrico es un proceso que recoge los flujos de agua de una sociedad -economía en flujos internos que tienen lugar entre una economía y el sistema hídrico del territorio donde ésta se aloja y flujos con el exterior, desde (importación) y hacia (exportación) otros sistemas hídricos (Madrid y Velázquez, 2008).

De acuerdo con Madrid y Velázquez (2008) las principales características del Metabolismo hídrico son;

Inclusión de la territorialidad y la temporalidad.

La disponibilidad del recurso depende de parámetros físicos que varían en función de la localización y la estacionalidad. A su vez, el impacto derivado de la explotación de los recursos depende del lugar y el momento en el que éste se consume.

Planteamiento sistémico.

Considera integrar los aspectos territoriales en la gestión del agua y viceversa. Mediante el uso de Sistemas de Información Geográfica (SIG) se pueden introducir las variables territoriales.

Interconexión entre los flujos físicos y monetarios.

A la vez que se producen flujos de agua en un sentido, se producen flujos monetarios en sentido contrario.

Modelo Presión - Estado - Respuesta (PER)

Es un modelo analítico propuesto por la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos. Los indicadores de presión describen las presiones ejercidas sobre el agua derivado de actividades humanas, los indicadores de estado se refieren a la cantidad, la condición y la calidad del agua para consumo humano, y los indicadores de respuesta representan los esfuerzos sociales e institucionales para reducir o mitigar el deterioro de las fuentes y garantizar el abastecimiento de agua (OCDE, 1993).

Metodología

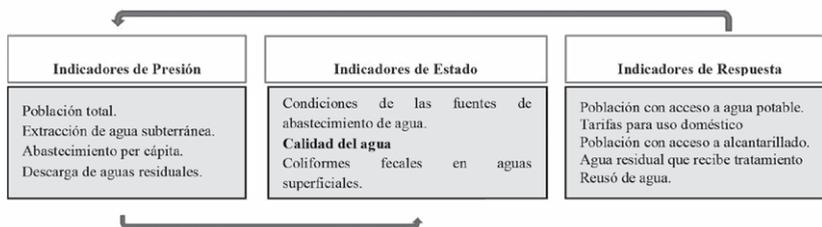
El diseño de la investigación parte de un procedimiento hipotético - deductivo para concretar los ejes analíticos del estudio, cuya hipótesis señala que la tendencia hídrica de la Ciudad de México y la ciudad de Bogotá D.C., está condicionada por el crecimiento de la población, el consumo de agua y la descarga de aguas residuales. Para la elaboración del marco conceptual se realizó la consulta bibliográfica, seguido del análisis de datos secundarios procedentes de fuentes oficiales mexicanas y colombianas. La información recabada y los indicadores seleccionados del modelo PER permitieron analizar el metabolismo hídrico en ambas ciudades, determinar escenarios de desempeño hídrico y proponer alternativas para mejorar la gestión del agua.

Selección del Modelo Analítico y las Variables e Indicadores

Debido a que México y Colombia forman parte de la OCDE, se seleccionó el modelo PER propuesto por dicha organización para el análisis del recurso hídrico, pues éste permite identificar las presiones ejercidas sobre el agua a causa de actividades humanas, el estado y/o condiciones en que se encuentran los recursos hídricos y las acciones que se llevan a cabo para reducir o prevenir el impacto.

Dadas las características y naturaleza de la problemática hídrica en las ciudades de México y Bogotá D.C, el modelo PER se adaptará a la información comparable, con el objeto de definir los escenarios tendenciales y proponer acciones para el agua de consumo humano. La figura 1 describe los indicadores seleccionados del modelo PER.

Figura 1. Modelo Presión – Estado – Respuesta (PER)



Fuente: Elaboración propia con base en OCDE (1993)

Resultados

El análisis de los indicadores seleccionados del modelo PER permitió tener un mayor entendimiento sobre el metabolismo hídrico de la ciudad de México y la ciudad de Bogotá D. C., e identificar la presión que la población ejerce sobre los recursos hídricos, tanto en la sobreexplotación del recurso, como en la generación de aguas residuales, el tratamiento y la reutilización.

Metabolismo Hídrico De La Ciudad De México

Indicadores de presión

La Ciudad de México se divide en 16 alcaldías y es la región más grande y el principal centro político, económico, científico y cultural del país. El crecimiento demográfico se ha mantenido constante (Gráfica 1). En 2015 la población total de la ciudad de México ascendía a 8, 918, 653 de habitantes (INEGI, 2015).

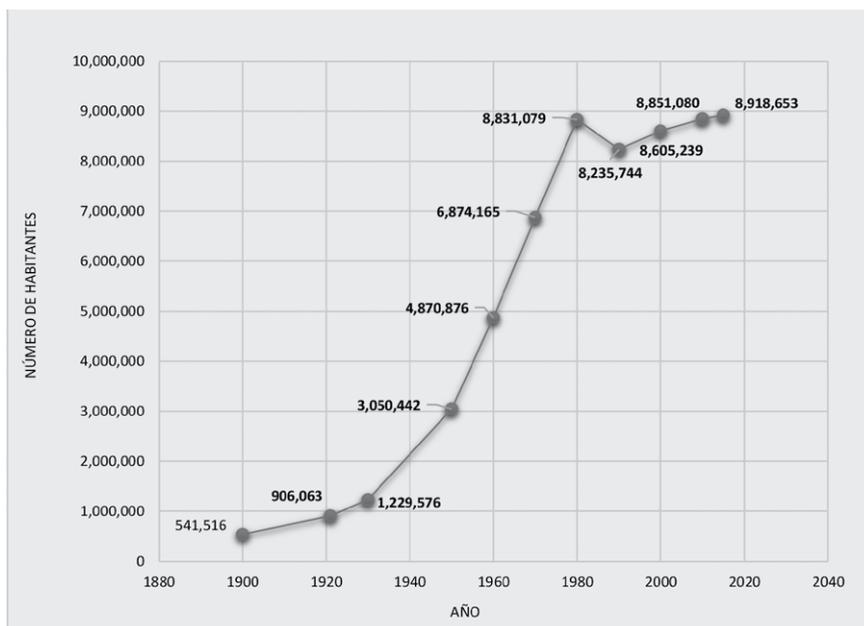
Para atender la demanda de agua potable se tenía que suministrar un caudal promedio de 31.5 m³/s, siendo la principal fuente de abastecimiento la extracción de agua subterránea proveniente de los pozos ubicados en el acuífero denominado Zona Metropolitana de la Ciudad de México con un aporte de 13.9 m³/s, seguido de fuentes externas como el Sistema Cutzamala con un caudal de

aporte de 9 m³/s (Consejo Técnico Consultivo de la Comisión de agua potable y saneamiento de la LXII Legislatura, 2013).

En cuanto al abastecimiento de agua, en las alcaldías de la capital mexicana se identificaron desigualdades en la distribución del agua de acuerdo con el sector económico prevaleciente. Tal es el caso de la alcaldía Venustiano Carranza, donde la población en su mayoría perteneciente a los sectores medio y medio-bajo recibe una dotación aproximada de 203 litros por habitante al día, mientras que, en Tlalpan con mayor población de los sectores de nivel medio – alto y alto, la dotación por habitante al día es alrededor de 560 litros. En ambos casos se superan los 100 litros de agua recomendados por la Organización Mundial de la Salud (OMS) como cantidad suficiente para el uso doméstico y personal que permite hacer cumplir el derecho de todo ser humano al agua.

Por último, es importante mencionar que del caudal de 31.5 m³/s que se suministra para atender la demanda de agua, únicamente se tiene registrado un caudal de 22.51 m³/s de aguas residuales, es decir, hay 8.99 m³/s que posiblemente se pierden por fugas, por lo que resulta imposible que pueda ser contabilizado como descargas.

Gráfica 1. Crecimiento de la población en la Ciudad de México, 1900 – 2015



Fuente: INEGI. Censos de población 1900-2010., INEGI (2015).

Indicadores de estado

Los mantos acuíferos de la Ciudad de México se encuentran sobreexplotados, pues se extrae mayor volumen de agua del subsuelo de la que se infiltra. Guerrero et. al, (2009) señala que, por cada litro de agua de recarga se extrae casi el doble, por ello se estima que para 2025 los pozos reducirán su aportación a 50%. En el caso del sistema Cutzamala, las presas que lo conforman han reducido su volumen y para el mismo año su aportación se reducirá en un 33%.

Por otra parte, debido a la falta de estudios en las fuentes superficiales y subterráneas, no se puede afirmar que el agua que se provee a los capitalinos es de excelente calidad para consumo

humano. Además, en 2009 la Comisión Federal para la Protección Contra Riesgos Sanitarios (COFEPRIS) informó sobre la presencia de bacterias fecales en la red de abastecimiento de agua potable en las alcaldías de Xochimilco, Milpa Alta y Tláhuac, pese a que el agua fue previamente clorada, representando un alto riesgo a la salud.

Indicadores de respuesta

En el año 2015 se identificó que el 90.6% de la población contaba con el servicio de acceso a agua potable entubada (INEGI, 2015), situación que no representa la calidad del servicio, mismo que fue clasificado en 2013 por el Sistema de Aguas en; a) Buen servicio, población con servicio continuo de agua potable, b) Tandeo diario, servicio diario de agua con buena presión durante 8 horas al día en promedio, c) Tandeo semanal, suministro de agua solamente uno a dos días por semana, y d) Enmascarante calidad, sectores que reciben agua de deficiente calidad, por ejemplo, a quienes se les abastece de agua ocasionalmente mediante pipas.

Referente a la tarifa por el servicio de agua para uso doméstico, el Código Fiscal del Distrito Federal (2015) determina las tarifas que los usuarios están obligados a pagar por los derechos al suministro de agua. Hay una clasificación estratificada sobre las tarifas y el subsidio al que son acreedores los usuarios, dependiendo del tipo de manzana (popular, baja, media y alta) donde se encuentre ubicada la instalación. La aplicación de subsidios reduce en buena medida el precio “real” que los capitalinos deberían pagar por el agua que consumen, y todos los usuarios reciben un subsidio por cada m³ de agua que consumen, desde 61% para quienes residen en manzanas de tipo alta, hasta 91% para los habitantes en manzanas de tipo popular.

Otro aspecto importante tiene que ver con la población con acceso a alcantarillado, hasta el año 2015 la cobertura era de 94.10%, generando un caudal de 22.51 m³/s de aguas residuales, de las cuales el Sistema de Aguas de la Ciudad de México (SACMEX) únicamente podía dar tratamiento primario al 15% (3.34 m³/s), la misma cantidad reutilizada de la siguiente forma; 2.17 m³/s (65%) para riego de áreas verdes, 0.67 m³/s (20%) para riego agrícola, 0.33 m³/s (10%) para industria y el restante 0.17 m³/s (5%) en el comercio (SEDEMA, 2016).

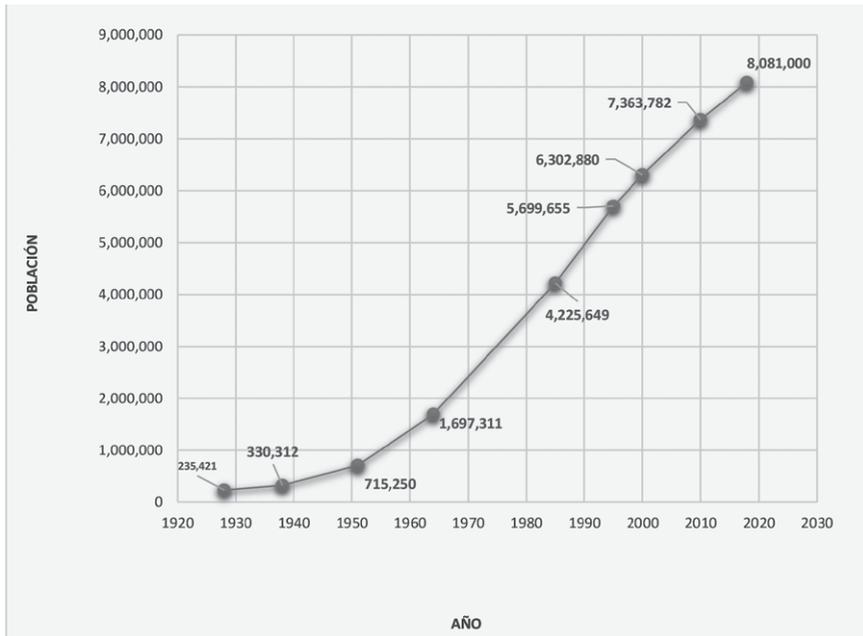
Metabolismo Hídrico de la Ciudad de Bogotá D.C.

Indicadores de presión

La capital colombiana a partir de 1950 y a causa de la migración de población rural hacia la ciudad, Bogotá D.C., comenzó a experimentar un acelerado crecimiento demográfico y pasó de 715,250 habitantes en 1951 a 8,081,000 habitantes en 2018 (Zambrano Pantoja et al, 1988; Departamento Administrativo Nacional de Estadística, 2018).

Para dotar de agua a la población, la principal fuente de abastecimiento proviene de fuentes de agua superficial bajo la estructura de los sistemas Tibitoc, Tunjuelo y Chingaza, cuya capacidad instalada es de 36.5 m³/s, sin embargo, el caudal que se suministra es alrededor de 16m³/s (Díaz Álvarez et al., 2016) y una mínima fracción se obtiene mediante la extracción de agua subterránea a través de pozos, denominados por la Secretaria Distrital de Ambiente (2018) como Puntos de Extracción de Aguas Subterráneas (PEAS).

Gráfica 2. Crecimiento de la población en Bogotá D.C. Periodo 1905 – 2016



Fuente: Zambrano-Pantoja et al, (1988), Departamento Administrativo Nacional de Estadística (2018)

Se determinó la relación existente entre el consumo de agua y el nivel socioeconómico de los habitantes. Los estratos 4, 5 y 6 se identificaron como los principales consumidores de agua, entre los 157, 222 y 262 litros por habitante al día, respectivamente. A pesar de que los usuarios del estrato 4 deben pagar el costo real por el suministro del líquido, y en el caso de los estratos 5 y 6 tienen un recargo del 20%, el nivel de ingresos les permite disponer de agua a un costo elevado. Por su parte, los usuarios del estrato 3 que tienen un subsidio del 15%, son quienes menor agua consumen, 123 litros por habitante al día, mientras que el estrato 1 y 2, cuyo subsidio es de 50% y 40%, respectivamente, el primero consume 130 y el segundo 137 litros por habitante al día.

Con referencia al tratamiento y recuperación de aguas, Díaz-Álvarez et al., (2016) mencionan que el único sistema de tratamiento existente en el distrito se encuentra ubicado en el tramo final del río El salitre, que principalmente transporta materia orgánica de vertimientos domésticos, la operación de dicha planta durante los últimos diez años muestra que la inversión realizada ha sido ineficiente e ineficaz, ya que, de un afluente que lleva un caudal de 8 m³/s solo se trata alrededor de 4 m³/s de aguas residuales.

Indicadores de estado

En los puntos de extracción de agua subterránea se han registrado descensos en los niveles del agua del subsuelo por la falta de medidas de control, especialmente en las localidades de Puente Aranda, Fontibón y Kennedy. La causa es el bajo precio del agua en dichas localidades, cada metro cúbico de líquido extraído de estos pozos para uso industrial cuesta 40.13 pesos y 35.08 pesos para consumo humano, mientras que el mismo volumen suministrado por la Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá (EAAB) cuesta alrededor de 2.400 pesos (Gómez, 2012).

Respecto a la calidad de agua que se provee a los bogotanos, las muestras analizadas por la Secretaría Distrital de Ambiente (2018) indican que el agua cumple con todos los aspectos y parámetros de aptitud para consumo humano. Cabe destacar que desde 2012 la Secretaria Distrital de Salud ha otorgado anualmente la Certificación Sanitaria de Calidad del Agua para Consumo Humano a la Empresa de Acueducto, Alcantarillado y Aseo de Bogotá - EAB-E.S.P., como reconocimiento por la buena calidad de agua que reciben los habitantes del Distrito capital. El agua se puede tomar directamente de la llave y tener certeza de su calidad.

Indicadores de respuesta

El 99.94% de la población cuenta con acceso a agua potable y representa el número de usuarios registrados legalmente ante la Empresa de Acueducto de Bogotá de uso residencial y multiusuario, mientras que el restante 0.06% incorpora a los barrios ilegales marginados y perimetrales que se han formado y que no disponen del servicio (Observatorio Ambiental de Bogotá, 2018).

Los usuarios que están legalmente registrados deben pagar por el servicio de agua la tarifa establecida en función al tipo de estrato al que pertenecen. En Bogotá D.C., hay 6 estratos y las tarifas se determinan de acuerdo con los parámetros fijados por la Comisión de Regulación de Agua Potable (CRA). Las últimas tarifas entraron en vigor a partir de enero de 2018, y contemplan el subsidio del 50% para el estrato 1; 40% para el estrato dos; y 15% para el estrato 3. Por su parte, usuarios del estrato 4 deben pagar el costo real, y los estratos 5 y 6 tienen un recargo del 20% para subsidiar a los estratos 1, 2 y 3.

En cuanto a la cobertura residencial y legal del servicio de alcantarillado sanitario, Díaz Álvarez et al., (2016) señalan que la cobertura es de 99.2%, quedando por fuera los barrios ilegales, marginados y perimetrales que anualmente se consolidan. La población que cuenta con el servicio de alcantarillado genera un caudal de $8\text{m}^3/\text{s}$ de aguas residuales, de las cuales según datos del Observatorio Ambiental de Bogotá (2018), solo el 45.5% ($3.64\text{m}^3/\text{s}$) recibe tratamiento primario en la Planta de tratamiento de agua residual El Salitre, la única planta de tratamiento en Bogotá D.C., sin embargo, el agua tratada no se reutiliza.

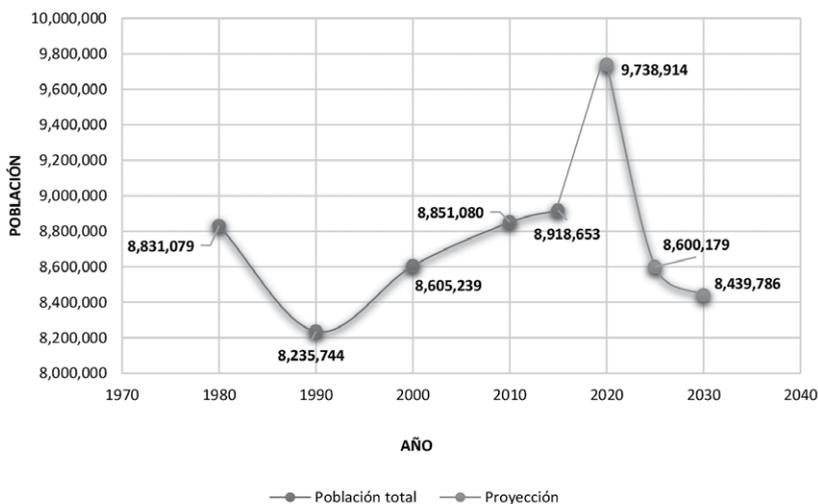
Escenarios de Desempeño Hídrico de las Ciudades de México y Bogotá D.C.

Una vez analizado el recurso hídrico en las ciudades de México y Bogotá D.C., mediante la adaptación del modelo PER, se determinaron las tendencias y las propuestas referentes al recurso hídrico.

Ciudad de México

Los datos de proyección de población del Consejo Nacional de Población (2017) señalan que, la capital mexicana alcanzará su máximo crecimiento poblacional en el 2020, hasta superar los 9 millones de habitantes. Sin embargo, para los siguientes años 2025 y 2030 la población descenderá, tal y como se observa en la gráfica 3.

Gráfica 3. Proyección de población para la Ciudad de México



Fuente: INEGI 2015, CONAPO (2017).

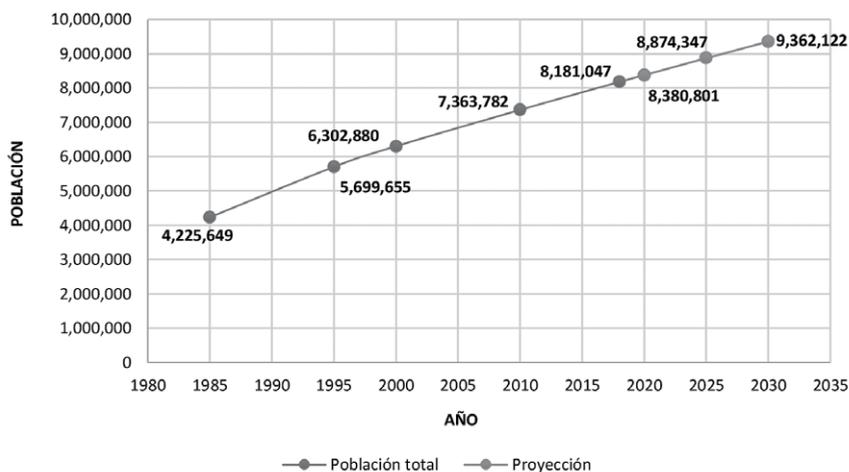
Para el año 2030 en las alcaldías se tiene proyectado que la población disminuirá, con excepción de Tláhuac, no obstante, su crecimiento demográfico no será drástico. Por su parte, corresponde al sistema de aguas de la ciudad de México atender la desigualdad que persiste en el abastecimiento de agua, pues no son las alcaldías con mayor población las que más agua reciben, tal es el caso de Iztapalapa, que concentra la mayor población, pero en promedio recibe alrededor de 235 litros de agua por habitante al día, seguida de Gustavo A. Madero, que ocupa el segundo lugar entre las alcaldías más pobladas y que en promedio recibe 237 litros de agua por habitante al día.

En suma, ante la cada vez menor disponibilidad de agua en los sitios de recarga, tanto en fuentes superficiales, como subterráneas y la sobreexplotación del recurso, requiere implementar acciones para mejorar el estado en que se encuentran las fuentes de abastecimiento y fomentar el consumo racional del líquido vital. Otro aspecto importante por considerar es el tratamiento de aguas residuales, incrementar la cantidad de agua residual que recibe tratamiento, y que ésta pueda ser reutilizada en diferentes actividades de acuerdo con sus características físicas y químicas.

Bogotá D.C.

En Bogotá D.C., las proyecciones del Departamento Administrativo Nacional de Estadística (2018) señalan que el crecimiento demográfico será constante, hasta superar los 9 millones de habitantes en el año 2030, tal y como se muestra en la gráfica 4. Por tanto, a mayor población, mayor será la presión sobre el recurso hídrico para satisfacer la demanda de agua.

Gráfica 4. Proyección de población para la Ciudad de Bogotá D.C.



Fuente: Zambrano-Pantoja et al, (1988), Departamento Administrativo Nacional de Estadística (2018)

En la mayoría de las localidades habrá un crecimiento exponencial de la población. Y ya que en Bogotá el cobro de los servicios se realiza con base en su sistema de estratificación, se requiere prestar mayor atención a las localidades donde la población que abunda pertenece a los estratos 5 y 6, los principales consumidores de agua. Seguidos del estrato 4, 2, 1, y 3, éste último registra el menor consumo. El suministro de agua por localidad dependerá de los estratos predominantes, al prevalecer el estrato 1, 2 y 3, menor será el flujo de agua que demanden, pero, si predomina el estrato 4, 5 o 6, mayor será el consumo. La condición económica de los estratos juega un papel importante, pues los principales consumidores son quienes más pagan por el servicio de agua.

Conclusiones

El presente trabajo es un primer acercamiento para analizar el metabolismo hídrico en dos ciudades latinas que forman parte de la OCDE. Desde un principio se planteó que no se trataba de un estudio de carácter comparativo, por la falta de datos para algunos años. Sin embargo, con la información disponible se logró contrastar el metabolismo hídrico de las ciudades en cuestión. Aunque la ciudad de México y Bogotá D.C., presentan diferencias notables en el desarrollo histórico, social y geográfico, su magnitud demográfica y territorial es similar, a su vez, ambas constituyen los principales centros económicos y administrativos de México y Colombia, respectivamente.

Con los resultados obtenidos se logró identificar que la tendencia hídrica en la ciudad de México y Bogotá D.C., está condicionada por el crecimiento de la población, el consumo de agua y la descarga de aguas residuales. En ambos casos, a medida que la población aumentó se observaron incrementos significativos en los flujos de agua y aguas residuales, derivado de una mayor demanda del recurso.

En la ciudad de México y en Bogotá D.C., la población es superior a los ocho millones de habitantes. No obstante, las proyecciones de población señalan que de 2020 a 2030 la población de la capital mexicana decrecerá, mientras que, en la capital colombiana la tendencia es al aumento. Si bien se observa la desigualdad en la distribución del agua en alcaldías y localidades, se identificó a la capital mexicana como el principal consumidor de agua y con problemáticas de sobreexplotación de aguas subterráneas, en comparación con la capital colombiana, cuyas principales fuentes de abastecimiento provienen de fuentes superficiales.

En Bogotá D.C., se identificó que el 99.94% de la población cuenta con el acceso a agua potable, misma que cumple con todos los aspectos y parámetros de aptitud para consumo humano. Acorde a las tarifas y subsidios que recibe la población por dicho servicio, el máximo consumo de litros por habitante al día fue de 262 para el estrato 6, y el consumo mínimo de 123 por el estrato 3. En el caso de la ciudad de México, la población con servicio de agua potable entubada es inferior, de 90.6% y la calidad del agua es dudosa, debido a la falta de estudios en las fuentes superficiales y subterráneas, aquí el consumo máximo fue de 560 en la alcaldía de Tlalpan y el mínimo de 203 en Venustiano Carranza.

Ambas ciudades tienen una similitud demográfica (número de habitantes), pero la capital mexicana es el principal consumidor de agua y generador de aguas residuales, estas últimas condicionan la tendencia hídrica debido a que una mínima cantidad del caudal que se genera es la que recibe tratamiento o se reutiliza, también, es preciso señalar las diferencias que existen entre el flujo de entrada; agua y el flujo de salida; aguas residuales.

De manera general, no se puede afirmar que una ciudad sea más sustentable que la otra, en ambos casos se han mostrado avances para proveer de agua a sus habitantes, lo cual se ve reflejado en la incorporación del término de gestión integrada de recursos hídricos en sus políticas, en el desarrollo de infraestructura hidráulica, la calidad del agua que proveen y la construcción de plantas de agua de tratamiento de aguas residuales, entre otros.

Tabla 1. Indicadores del Modelo PER en la Ciudad de México y Bogotá D.C.

	Indicador	Ciudad de México	Bogotá D.C.														
	Población total	8,918,653 habitantes	8,081,000 habitantes														
	Extracción de agua subterránea	Pozos ubicados en el acuífero denominado Zona Metropolitana de la Ciudad de México.	Puntos de Extracción de Aguas Subterráneas (PEAS).														
PRESIÓN	Abastecimiento per cápita	Desigualdad en la distribución del agua en las alcaldías. La cantidad de agua varía desde los 203 hasta los 560 litros por habitante al día.	Relación entre el consumo de agua y el nivel socioeconómico.														
			<table border="1"> <thead> <tr> <th>Estrato</th> <th>Litros/habitante al día</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>6</td> <td>262</td> </tr> <tr> <td>5</td> <td>222</td> </tr> <tr> <td>4</td> <td>157</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>123</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>137</td> </tr> <tr> <td>1</td> <td>130</td> </tr> </tbody> </table>	Estrato	Litros/habitante al día	6	262	5	222	4	157	3	123	2	137	1	130
			Estrato	Litros/habitante al día													
			6	262													
			5	222													
			4	157													
3	123																
2	137																
1	130																
	Descarga de aguas residuales	Caudal generado: 22.51 m ³ /s de aguas residuales	Caudal generado: 4 m ³ /s de aguas residuales														
ESTADO	Condiciones de las fuentes de abastecimiento de agua	Sobreexplotación Se extrae mayor volumen de agua del subsuelo de la que se infiltra.	En los puntos de extracción de agua subterránea se han registrado descensos en los niveles del agua del subsuelo por la falta de medidas de control y por el bajo precio del agua en algunas localidades.														
	Calidad del agua Coliformes fecales en aguas superficiales	Falta de estudios en las fuentes superficiales y subterráneas.	El agua cumple con todos los aspectos y parámetros de aptitud para consumo humano.														
	Población con acceso a agua potable	Población con el servicio de agua potable entubada: 90.6%	Población cuenta con acceso a agua potable: 99.94%														
RESPUESTA	Tarifas para uso doméstico	Las tarifas y el subsidio al que son acreedores los usuarios por el servicio de agua para uso doméstico son en función del tipo de manzana (popular, baja, media y alta) donde se encuentre ubicada la instalación.	Los usuarios legalmente registrados deben pagar por el servicio de agua la tarifa acorde al tipo de estrato al que pertenecen.														
			<table border="1"> <thead> <tr> <th>Manzana</th> <th>Subsidio por m³</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Alta</td> <td>61%</td> </tr> <tr> <td>Popular</td> <td>91%</td> </tr> </tbody> </table>	Manzana	Subsidio por m ³	Alta	61%	Popular	91%								
			Manzana	Subsidio por m ³													
			Alta	61%													
Popular	91%																
<table border="1"> <thead> <tr> <th>Estrato</th> <th>Tarifa por m³</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>6</td> <td>Recargo del 20%</td> </tr> <tr> <td>5</td> <td>Recargo del 20%</td> </tr> <tr> <td>4</td> <td>Pagan el costo real</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>Subsidio del 15%</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>Subsidio del 40%</td> </tr> <tr> <td>1</td> <td>Subsidio del 50%</td> </tr> </tbody> </table>	Estrato	Tarifa por m ³	6	Recargo del 20%	5	Recargo del 20%	4	Pagan el costo real	3	Subsidio del 15%	2	Subsidio del 40%	1	Subsidio del 50%			
Estrato	Tarifa por m ³																
6	Recargo del 20%																
5	Recargo del 20%																
4	Pagan el costo real																
3	Subsidio del 15%																
2	Subsidio del 40%																
1	Subsidio del 50%																
	Población con acceso a alcantarillado	Población con acceso a alcantarillado: 94.10%	Cobertura residencial y legal del servicio de alcantarillado sanitario: 99.2%														
	Agua residual que recibe tratamiento	Del caudal generado de caudal de 22.51 m ³ /s de aguas residuales, solo el 3.34 m ³ /s recibe tratamiento	La población genera un caudal de 8 m ³ /s de aguas residuales, de las cuales solo 3.64m ³ /s recibe tratamiento														
	Reusó de agua	Los 3.34 m ³ /s de agua residual tratada se reutiliza de la siguiente forma: 2.17 m ³ /s para riego de áreas verdes, 0.67 m ³ /s para riego agrícola, 0.33 m ³ /s para industria y el restante 0.17 m ³ /s en el comercio	El agua residual tratada no se reutiliza.														

Fuente: elaboración propia

El presente documento puede ser la base para el desarrollo de futuros estudios que sean más precisos y focalizados, ya sea a nivel alcaldía o localidad, según sea el caso, que bien podrían incluir variables económicas para exaltar las propiedades de las ciudades para atraer inversión y proyectos internacionales, así como la influencia de las problemáticas derivadas del agua como un factor de desarrollo y rechazo de posibles inversiones.

Propuestas

- Desarrollar programas a nivel localidad y alcaldías bajo el enfoque de la Gestión Integrada de Recursos Hídricos (GIRH), que integren los diferentes usos del agua y ayuden a incentivar la participación de todos los usuarios y actores involucrados.
- Identificar las principales causas y atender las problemáticas relacionadas con la pérdida de agua en la red de abastecimiento.
- Priorizar acciones de control para reducir el consumo de agua en las alcaldías y localidades que mayor demanda tienen.
- Mejorar la prestación del servicio de agua potable y realizar estudios y/o muestreos periódicos para conocer la calidad del agua que se provee a los habitantes de la ciudad de México.
- Fortalecer el sistema financiero del Sistema de Aguas de la Ciudad de México para que cuente con los recursos económicos suficientes para invertir en infraestructura hidráulica y mejorar los servicios de agua potable, drenaje y alcantarillado.
- Mejorar la eficiencia de las plantas de tratamiento disponibles, invertir en nueva infraestructura para que un mayor volumen de agua residual reciba tratamiento e incentivar la reutilización de agua residual tratada, acorde a la legislación vigente y las características físicas y químicas que presente.
- Mejorar e innovar los procesos de tratamiento de aguas

residuales, pues hasta el momento solo se les da un tratamiento primario que consiste en la remoción de residuos sólidos y materia orgánica.

- Establecer medidas de control más estrictas para regular la extracción y el aprovechamiento de agua en fuentes subterráneas y superficiales, con el fin de garantizar la conservación de los ecosistemas que regulan la oferta hídrica.
- Realizar nuevos estudios que relacionen el consumo de agua potable por localidad y alcaldía, respecto a la presencia de unidades económicas.

Referencias

Asamblea Legislativa del Distrito Federal. (2015). *Código fiscal del Distrito Federal*. Gaceta Oficial del Distrito Federal. <https://www.aldf.gob.mx/archivo-afa2182ed56e3aebca333d7b68feed36.pdf>.

Consejo Técnico Consultivo de la Comisión de agua potable y saneamiento de la LXII Legislatura. (2013). *Ponencias magistrales e intervenciones*. file:///C:/Users/joan/Documents/2-seestre/2021A/Presentaciones%20textos.pdf.

Departamento Administrativo Nacional de Estadística. (2018). *Estratificación socioeconómica para servicios públicos domiciliarios*. <https://www.dane.gov.co/index.php/servicios-al-ciudadano/servicios-informacion/estratificacio-socioeconomica#:~:text=La%20estratificaci%C3%B3n%20socioecon%C3%B3mica%20es%20una,cobrar%20contribuciones%20en%20esta%20%C3%A1rea>.

Díaz, C., Marín, R. y Silva, J. (2016). Metabolismo hídrico de Bogotá: El reto urbano de la gestión del agua. En R. Marín, C. Díaz y G. Gutiérrez (Eds.), *La pobreza del agua: Geopolítica, gobernanza y abastecimiento*. Universidad Central.

Gómez, L. (2012). Sobreexplotación de agua subterránea hunde Bo-

- gotá. *El Tiempo*. <https://www.eltiempo.com/archivoDocumento/CMS-12258121>.
- Guerrero, T., Rives, C., Rodríguez, A., Saldívar, Y. y Cervante, V. (2009). El agua en la Ciudad de México. *Ciencias*, 94, 16-24. <https://www.revistacienciasunam.com/es/43-revistas/revistaciencias-94/203-el-agua-en-la-ciudad-de-mexico.html>.
- INEGI. (2015). *Encuesta Intercensal*. <https://www.inegi.org.mx/programas/intercensal/2015/>
- Madrid, C. y Velázquez, E. (2008). El metabolismo hídrico y los flujos de agua virtual. Una aplicación al sector horofrutícola de Andalucía (España). *Revista Iberoamericana de Economía Ecológica*, 8, 29-47. http://www.redibec.org/IVO/rev8_03.pdf.
- Observatorio Ambiental de Bogotá. (2018). *Cobertura Residencial y Legal Servicio de Acueducto-CAC*. <http://oab2.ambientebogota.gov.co/es/indicadores-reglamentados/indicadores?id=53&v=l>.
- OCDE. (1993). *Core set of indicators for environmental performance reviews: A synthesis report by the group on the state of the environment*. Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico.
- Secretaría Distrital de Ambiente. (2018). *Plan distrital del agua*. <http://ambientebogota.gov.co/de/plan-distrital-de-agua>.
- Sistemas de Aguas de la Ciudad de México. (2016). *El gran reto del agua en la Ciudad de México. Pasado, presente, perspectivas de solución para una de las ciudades más complejas del mundo*. http://laopiniondelaciudad.mx/wp-content/uploads/2016/02/ElGranRetodelAgua_enla_CiudadMexico.pdf
- Zambrano, F., Santana, P., Vargas, J., Díaz, J., Goueset, V., Giraldo, F., González, H., López, N. y Andrade, I. (1988). *Bogotá 450 años: Retos y realidades*. Institut français d'études andines.