

# Agua, el futuro ineludible

BORIS GRAIZBORD  
JESÚS ARROYO ALEJANDRE  
coordinadores

Universidad de Guadalajara  
El Colegio de México  
UCLA Program on Mexico  
Profmex/World  
Juan Pablos Editor

**A**viejos problemas, como la gran proporción de personas sin acceso al agua ni al saneamiento, o el aumento de la tierra de riego y su productividad, se han sumado otros nuevos, como acuíferos sobreexplotados, exportación de agua a través del intercambio comercial de frutas y hortalizas, urbanización y prácticas agrícolas que afectan las reservas de los acuíferos, y la cada vez más pobre calidad de las aguas superficiales.

En este libro se sugiere que el problema del agua tiene cuatro facetas interrelacionadas: provisión y saneamiento, agua como insumo natural, contaminación de embalses y riesgos causados por fenómenos hidrometeorológicos extremos, como sequías e inundaciones. Problemas que agrava el cambio climático y que primero debemos frenar, para luego adaptarnos a las nuevas condiciones. Todo ello aderezado por los conflictos que suscita la búsqueda de soluciones. Desde lo local hasta lo global, solucionar estos problemas, así como las fallas del mercado y de administración del agua y la preservación del medio natural, se ha vuelto una necesidad ineludible, inevitable e impostergable.

El libro es un amplio recorrido por la temática del agua, un intento relativamente profundo y riguroso de mostrar la necesidad de enfrentar el enorme reto de mantener el recurso hídrico en México como el patrimonio que es. Aborda tres temas generales: futuros del agua, donde se identifican retos y oportunidades; la gestión del agua, con varios ejemplos en distintos contextos, y lo relacionado con los problemas de administración, con trabajos que sugieren soluciones normativas y técnico-operativas.

Esta compilación es el resultado de invitar a expertos con el fin de imaginar posibles situaciones y escudriñar en la incertidumbre de un futuro del agua que está por llegar, si bien para algunos ya nos ha rebasado. Los autores son especialistas en sus temas, con imaginación transdisciplinaria y capacidad analítica, lo que garantiza la calidad de los trabajos aquí publicados.



# **Agua, el futuro ineludible**

SERIE MIGRACIÓN Y DESARROLLO URBANO REGIONAL / 9  
Subserie de  
Ciclos y Tendencias en el Desarrollo de México

# Agua, el futuro ineludible

BORIS GRAIZBORD  
JESÚS ARROYO ALEJANDRE  
coordinadores

Universidad de Guadalajara  
El Colegio de México  
UCLA Program on Mexico  
Profmex/World  
Juan Pablos Editor

Primera edición 2019

D.R. © 2019 Universidad de Guadalajara  
Centro Universitario de Ciencias Económico Administrativas  
Periférico Norte 799  
45140, Zapopan, Jalisco, México

D.R. © 2019 El Colegio de México  
Carretera Picacho-Ajusco 20, Fuentes del Pedregal  
14110, Ciudad de México

D.R. © 2019 Profmex/World  
1242 Lachman Lane  
90272, Pacific Palisades, California, EUA

D.R. © 2019 Juan Pablos Editor  
2ª Cerrada de Belisario Domínguez 19  
Col. del Carmen, Alcaldía Coyoacán  
04100, Ciudad de México

ISBN: 978-607-711-527-4

Impreso y hecho en México  
*Printed and made in Mexico*

# ÍNDICE

<i>Introducción. Del deber ser a lo ineludible e impostergable: el futuro del agua.....</i>	9
<i>Boris Graizbord</i>	
<i>Jesús Arroyo Alejandre</i>	

## PARTE I EL FUTURO

1. Los cuatro futuros del agua en México y su monitoreo.....	35
<i>Ricardo Martínez Lagunes</i>	
2. El futuro del agua a la luz del cambio climático: algunas perspectivas a macro y micronivel.....	49
<i>Antonina Ivanova</i>	
<i>Jobst Wurl</i>	
3. Seguridad hídrica y derecho humano al agua .....	65
<i>Patricia Ávila García</i>	
4. Desigualdades en disponibilidad de agua potable en las ciudades y los municipios de México: siete explicaciones y una conjetura .....	75
<i>Carlos Garrocho</i>	
<i>Juan Campos Alanís</i>	

## PARTE II CONTEXTO TERRITORIAL

5. El empequeñecimiento de la agricultura de los distritos de riego en México, 1968-2013. Una mirada nortea ..... 95	95
<i>Luis Aboites Aguilar</i>	
6. Deterioro y conflictividad del agua en México: una mirada desde el Norte .....	113
<i>José Luis Moreno Vázquez</i>	
7. Agua y periferia en el contexto metropolitano: entre la provisión pública y los mecanismos sociales de ajuste .....	129
<i>Esthela Irene Sotelo Núñez</i>	

8. Consumo per cápita del agua doméstica en Hermosillo, Sonora.....	145
<i>Arturo Ojeda de la Cruz</i>	
9. Disponibilidad de agua y expansión metropolitana: reflexiones sobre el caso de Monterrey .....	161
<i>Ismael Aguilar Barajas</i>	
<i>Aldo I. Ramírez Orozco</i>	
<i>Nicholas P. Sisto</i>	
10. El destino de Chapala: cambio climático, economía regional y política de aguas .....	181
<i>Salvador Peniche Camps</i>	
<i>Montserrat Sánchez González</i>	

### PARTE III GESTIÓN

11. La gestión comunitaria del agua como alternativa para el acceso a ella en las zonas rurales .....	201
<i>Judith Domínguez Serrano</i>	
12. Problemas del modelo de gestión del agua.....	219
<i>Juan Carlos Valencia Vargas</i>	
13. Modelo mixto de gestión del agua potable: el caso de Saltillo, Coahuila .....	229
<i>Federico Muller</i>	
14. Gobernanza del agua en la zona metropolitana de Guadalajara .....	243
<i>Jesús Arroyo Alejandre</i>	
<i>David Rodríguez Álvarez</i>	
15. Aspectos metodológicos alrededor de la gestión y gobernanza del agua en la cuenca del río Verde en el contexto del proyecto presa El Zapotillo .....	261
<i>Marco Antonio Berger García</i>	
16. Agua. El sistema y la planificación.....	279
<i>Carlos Graizbord</i>	
17. Dinámica de sistemas como una herramienta para la gestión del recurso agua .....	293
<i>Amós Pérez Hernández</i>	

# INTRODUCCIÓN.

## DEL DEBER SER A LO INELUDIBLE E IMPOSTERGABLE: EL FUTURO DEL AGUA

*Boris Graizbord*<sup>1</sup>

*Jesús Arroyo Alejandre*<sup>2</sup>

El agua dulce en la Tierra es la misma que en la época del imperio romano, pero la población ha pasado de 200 millones a más de 7,200, y la economía mundial ha crecido aún más... ELIANNE ROS, “¿Hacia un planeta de secano?”, *Magazine*, 31 de mayo de 2015.<sup>3</sup>

### ANTECEDENTES Y RAZONES

En el marco de la organización de dos sesiones internacionales de la Red LEAD que celebramos sobre el tema con el patrocinio de la Universidad de Guadalajara (2002-2003), se llevó a cabo en 2002 una reunión en Chapala, Jalisco, para reflexionar sobre “el futuro del agua”. De esa reunión se desprendió el libro *El futuro del agua en México*, editado por Colmex (LEAD), UdeG, UCLA, Profmex y Casa Juan Pablos en 2004.

En esa publicación se destacaba el reporte de la World Water Comision (WWC, 2000: 11, citado en Graizbord y Arroyo, 2004: 11), que llamaba la atención de la comunidad global al señalar que el agua no conseguía la suficiente atención a pesar de que el sistema hidrológico global, del que depende nuestra supervivencia, estaba en riesgo. El propio presidente de la WWC en ese entonces insistía en que era necesario movilizar y aprovechar la “voluntad política” para cambiar el comportamiento de todos (Serageldian, 2000, citado en Graizbord y Arroyo, 2004: 12). Había que enfrentar, según la WWC (2000: 12-14, citado en Graizbord y Arroyo, 2004: 14-15), dos viejos

---

<sup>1</sup> Profesor investigador del Centro de Estudios Demográficos, Urbanos y Ambientales y Coordinador del Programa de Estudios Avanzados en Desarrollo Sustentable y Medio Ambiente (LEAD México), El Colegio de México.

<sup>2</sup> Profesor investigador del Departamento de Estudios Regionales-Ineser y Director de la División de Economía y Sociedad del Centro Universitario de Ciencias Económico Administrativas, Universidad de Guadalajara

<sup>3</sup> Véase <http://www.magazinedigital.com/historias/reportajes/hacia-un-planeta-secano>

grandes problemas: *a*) una gran proporción de la población del mundo no cuenta con sistemas de dotación de agua ni con servicios sanitarios, y *b*) no parece aumentar ni la tierra dedicada al cultivo ni la productividad por unidad de superficie. Y agregaba siete “nuevos problemas” igual de relevantes:

- 1] Los acuíferos están sobreexplotados.
- 2] La exportación de agua para irrigación ha tenido efectos devastadores en la fuente.
- 3] La urbanización, junto con las prácticas agrícolas, ha afectado negativamente las reservas de agua.
- 4] No se ha atendido el mantenimiento de la vegetación en áreas tributarias de las cuencas.
- 5] La calidad del agua en fuentes superficiales es cada vez más pobre.
- 6] La tasa de extinción de especies de agua dulce es cinco veces más elevada que en aguas marinas.
- 7] La deforestación y degradación del suelo, la salinización, la contaminación, etc., debido a prácticas descuidadas, para decir lo menos, presentan serios problemas en muchas partes del mundo...

El tema es no sólo importante desde lo local hasta lo global, sino que es ahora urgente: digamos que ineludible, inevitable, impostergable. Es imposible negar que en fechas recientes estos y otros problemas se han exacerbado y generalizado por sí mismos debido a efectos cada vez más ostensibles producidos no sólo por el cambio climático (CC), sino por fallas del mercado y gubernamentales o de administración.

El asunto no sólo es saber en qué consiste la seguridad hídrica, aunque ciertamente se ha ampliado conceptual y empíricamente el alcance al incluir explícitamente alimento y energía con el agua.<sup>4</sup>

Al igual que en otras regiones del mundo, hay ciertamente preocupación por estos nexos y sus interdependencias estratégicas en América Latina.

Los principios, como el ecológico, el institucional, el instrumental, que insisten en que hay que (“el deber ser”) tratar el agua de manera integral; que todos los actores deben involucrarse; que el agua es un bien escaso, respectivamente, resultan ahora insuficientes a pesar de ser ineludibles.

---

<sup>4</sup> Véase Peña (2016) en [http://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/40074/S1600328\\_es.pdf](http://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/40074/S1600328_es.pdf)

## CONTEXTO

Ya en 2000 el WWC reconocía que “la aritmética no da[ba]” (citado en Graizbord y Arroyo, 2004: 15): la oferta disponible no cubre la creciente demanda, a pesar de que en casos particulares el problema es de asignación y administración. Porque el “derecho al agua” todos lo reivindicamos, aunque la mayoría piensa ingenuamente en abrir el grifo. Incluso podría darse el caso de que no habría posibilidad ni siquiera de ejercerlo con el agua de lluvia, como está sucediendo en Oregón, Taiwán y otras regiones del mundo donde las sequías son cada vez más recurrentes e intensas. Pero igual y paradójicamente sucede con “la otra cara de la moneda”: lluvias intensas más concentradas en tiempo con riesgos de deslaves e inundaciones que suceden independientemente de si se trata de países o regiones, desarrolladas o no. Al parecer ahora se hace referencia a enfrentar peligros, inducir cambios (WWC, 2016), o bien explorar los nexos entre agua, alimentos y energía.<sup>5</sup>

En efecto, en un mundo más cálido podría esperarse razonablemente una mayor evaporación en los cuerpos de agua: el CC afecta el ciclo del agua. Es posible, entonces, esperar más precipitación; pero ¿qué tan razonables son estas expectativas?, se preguntaba Cowie (2007: 31). El sistema climático de la Tierra es complejo, decía. La biología no sólo es afectada por el CC, sino que es parte clave tanto en la naturaleza del CC como en las consecuencias de esos cambios. Vale la pena, continúa, tomar en consideración estas complejidades. Si bien un mundo más cálido llevará a una mayor evaporación, ésta no necesariamente implica mayor precipitación. Incluso se puede esperar que el exceso de precipitación en ciertas áreas o regiones se evapore antes de llegar a los ríos y cuerpos de agua. O incluso que la precipitación se incremente sobre los océanos. Y, dado que el clima global es resultado de una media con base en la variabilidad estacional y regional, los cambios climáticos tendrán efectos más intensos en algunas regiones y en unas temporadas más que en otras. Así, podría darse el caso de que el cambio vaya en la dirección opuesta y la temperatura no fuera el único mecanismo atrás de la evaporación (Cowie, 2007: 32). El agua líquida que se convierte en vapor no se restringe a la evaporación, sino que incluye la transpiración como parte de la fotosíntesis; de ahí que sea importante la evapotranspiración o pérdida total de agua en un área a partir de ambos fenómenos. Ésta se verá afectada pues los gases de efecto invernadero modifican la fisiología de las plantas, lo que puede reducir la transpiración... Sin duda, concluye Cowie (2007: 33), el clima y la biología están conectados y uno afecta a la otra y viceversa. En este siglo que corre

<sup>5</sup> Véase <http://www.unwater.org/topics/water-food-and-energy-nexus/en/>

habrá, a pesar del conocimiento de estos fenómenos y procesos, sorpresas (Cowie, 2007: 276), pues no se trata de una situación estable, y mucho menos ajena al destino de nuestra especie, cuyos números reflejan la cantidad de biomasa disponible que impacta en la oferta de energía, en la salud y en la oferta de alimentos (Cowie, 2007: 310).

## ALGUNAS PRIMERAS PREGUNTAS

En fin, creemos que este (una docena de años después), como cualquier otro momento, es bueno para intentar imaginar qué puede pasar, que habrá que hacer, qué criterios de justicia (Elster, 1993) habrá que aplicar en la asignación ¿individual o colectiva? de un bien cada vez más escaso relativamente en términos no sólo cuantitativos sino también cualitativos (Graizbord, 2011: 271-286; Graizbord y Arroyo, 2004: 63-86). Una forma de responder estas preguntas es construyendo escenarios de manera formal, organizar con expertos un ejercicio en el marco de la técnica Delphi y otra complementaria, de la que se desprende esta compilación de textos a partir de invitar a colegas expertos con el fin de imaginar posibles situaciones y escudriñar en la incertidumbre del futuro, que a lo mejor ya está a la “vuelta de la esquina”, si bien algunos consideran que nos ha rebasado.

Los autores que se incluyen en esta obra no necesariamente representan en sentido estricto a los expertos en el o los múltiples aspectos relativos al agua, pero confiamos en que su experiencia en el tema, su imaginación transdisciplinaria y su capacidad analítica garantizan el éxito y un resultado de excelencia en su publicación.

Ante la inercia, a pesar de las múltiples actividades locales, nacionales y globales respecto al tema y su urgencia, cabe considerar dos escenarios extremos, ambos reales: uno pesimista a partir de condiciones que parecen irremontables, al menos en la actualidad, como el que se reporta para nuestro país, y otro optimista que, a pesar de lo que parecía igualmente insalvable, ha logrado construir soluciones viables y exitosas en el manejo de la escasez hídrica y un aparente determinismo geográfico que con imaginación, voluntad, organización y, no menos, tecnología ha sido posible remontar.

Caldecott (2011), quien publica su *Water. Life in every drop* originalmente en Gran Bretaña en 2007, se enfoca en lo que sucede en el mundo, aunque en España en particular. Pero en las primeras páginas, para responder a las preguntas que se desprenden de una aseveración pesimista acerca de la

sequía, el agotamiento y el colapso de ríos y acuíferos, relacionadas con las posibilidades de satisfacer necesidades, sobrevivencia, migración forzada por las condiciones ambientales y capacidad institucional para enfrentar estas calamidades, hace referencia al caso de México. Vale la pena citarlo *in extenso*:

...en México, como en el sur y el levante español, la mitad norte del país aparece pintada de un vivo color rojo en los mapas de disponibilidad de agua que ha elaborado Naciones Unidas [y Graizbord y Gonzáles Granillo (2013) con datos de Conagua]. También aquí los acuíferos se bombean y sacan más deprisa de lo que puede recargarlos la lluvia. También aquí el agua embotellada se está convirtiendo muy rápidamente en una necesidad diaria. Entretanto, los barrios más pobres de las principales ciudades dependen del abastecimiento incierto que les proporcionan los [tanques] de agua municipales. Con un 80 %, la fracción del agua consumida por la agricultura es mayor incluso que en España, y el regadío sostiene tres cuartas partes de las exportaciones, la mayoría en forma de frutas, verduras y carne para el mercado de Estados Unidos, producidos con un consumo intensivo de agua. En consecuencia, los niveles freáticos se están desplomando con rapidez en muchos estados, entre ellos Guanajuato, Coahuila de Zaragoza y Sonora.

La propia agua de riego daña los suelos, pues con ella se extraen sales de las profundidades que se quedan en la superficie cuando el agua se evapora. Los desiertos están ganando terreno a causa de la salinización y una combinación de viento y sobrepastoreo, que dejan el suelo expuesto y débil ante las sequías. Por otra parte, el río Colorado, al norte de México, se va secando hasta convertirse en apenas un lecho polvoriento y salado debido a que las ciudades y plantaciones de siete estados norteamericanos y de México dividen y subdividen su caudal para colmar sus necesidades. La extracción de agua subterránea ha provocado una notable subsidencia del terreno de la capital de México, una ciudad que se había fundado en medio de una gran laguna, rodeada de Ciénegas y bosque, donde la población local había construido presas, captaciones de agua de lluvia y canales para controlar las inundaciones y abastecerse de agua potable. Pero la laguna se drenó en tiempos modernos, y el paisaje a su alrededor se transformó en el entorno árido que vemos en la actualidad, donde los habitantes apenas pueden resistir (Caldecott, 2011: 18-19).

Ante la pregunta ¿qué estrategias son posibles para hacer frente a esta amenaza?, considera que debemos primero frenar el cambio climático, pero aun conseguido esto habrá que adaptarnos a las nuevas condiciones. Habrá que lograr que las sociedades enfrenten el problema, promover la cooperación y diseñar, inventar o recuperar sistemas flexibles y resistentes al cambio y la incertidumbre... como captar agua de lluvia, regar por goteo, reparar redes de conducción, pagar por los servicios, democratizar el acceso, etcétera.

El asunto concierne a las grandes aglomeraciones o megaciudades. El acceso al agua para las grandes ciudades, como Londres, resulta un reto.<sup>6</sup>

Londres es de las grandes ciudades la que en mayor medida depende de sus reservas de agua del subsuelo. Éstas se han reducido en la región [Sureste, donde se ubica la ciudad] a los niveles históricos más bajos en los últimos setenta años. En el verano de 2006 la disponibilidad de agua se convirtió en una controversia en la que se acusaron mutuamente de desperdiciar el recurso las empresas de gestión del agua, los reguladores, el gobierno y los consumidores. Muchas empresas de gestión del agua mantienen estrategias diversas para regular el consumo y promover la conservación del recurso, pero la sequía desafió el grado en el que tales estrategias pudieran responder al propósito en un contexto en el que se enfrentan grandes problemas asociados a conflictos por el agua, a la contaminación de las fuentes, a paisajes degradados y al agotamiento de las reservas del recurso.

Son estos problemas los que enfrentan diversos países, si no es que todos, ya sean desarrollados o en vías de desarrollo. Pero sólo algunos, como Japón e Israel,<sup>7</sup> ponen en práctica medidas como las que se señalaban en el texto de Caldecott (2011). En un apasionado y apasionante texto, Siegel (2015) nos explica cómo se creó una nación y una sociedad enfocada en el agua, cómo se transformó la administración y el uso del recurso en las diversas actividades humanas, cómo se ideó una economía de exportación y negocios con base en el agua y cómo lo hizo el país al que se refiere.

---

<sup>6</sup> Véase University of Cambridge (2007: 14) en <http://www.cisl.cam.ac.uk/publications/publication-pdfs/sustainable-consumption.pdf>

<sup>7</sup> Hay una diferencia básica entre estos dos países en términos de su clima, orografía y localización geográfica (latitud y longitud) en regiones distintas del globo terráqueo. Israel se encuentra en la franja desértica del hemisferio norte, mientras que Japón se ubica en una franja templada a más de 40° de latitud norte y, por tanto, otro clima, pero además tiene otras condiciones fisiográficas.

El 60 por ciento de la pequeña superficie de Israel es desierto y el resto es semiárido. La población se ha multiplicado por diez en los últimos setenta años. El país de pobres que era a finales de la década de los cuarenta del siglo pasado se ha convertido en uno de ingresos medios. En el contexto del cambio climático, la precipitación ha caído en más de 50 por ciento. Con todo, el país no sufre una crisis hídrica y más bien cuenta con un superávit de agua, que incluso exporta parcialmente a Jordania y asigna a la Autoridad Palestina en Gaza y Cisjordania.

El agua del país se origina en sólo 38 por ciento de fuentes naturales (acuíferos 28 por ciento y Mar de Galilea 10 por ciento) y el 62 por ciento es “agua manufacturada” (del agua salada 27 por ciento, del drenaje y saneamiento 21 por ciento, salobre de pozos profundos 11 por ciento y de la lluvia 3 por ciento). Por otra parte, se distribuye en forma proporcional entre los siguientes usos consuntivos: agricultura total 55 por ciento (agua natural 21 por ciento y agua tratada 34 por ciento), residencial 33 por ciento, industria 6 por ciento, transferencias a vecinos 5 por ciento y ambiente 1 por ciento (Siegel, 2015: 252).

Las mencionadas proporciones en el origen y destino del agua destacan, por un lado, la planeación y, por otro, las soluciones técnicas en cada etapa del desarrollo del sistema, aunque cabe señalar la importancia de la infraestructura. Los héroes son los ingenieros hidráulicos, y el tema aparece en los timbres postales, los billetes; se menciona en la literatura y se infiltra, por así decirlo, en la cultura popular. Pero además el agua es de todos; se ha aceptado socialmente un acuerdo compensatorio (*trade-off*): la población ha decidido claudicar en su derecho de propiedad privada y los beneficios que el agua le ofrece por un sistema que privilegia el acceso universal al agua de calidad. El público otorga al gobierno el poder para administrar, regular, poner precio y asignar el agua en su nombre con la creencia de que el bien común se generará como el supremo beneficiario (Siegel, 2015: 14-19).

De una dependencia nacional de distribución (geográfica y sectorial) del agua escasa pasó a una Comisión del Agua, y de ésta a una *water authority*. Esta estructura de gobierno se ve complementada por la coordinación efectiva de los distintos ministerios del gobierno central: el de Finanzas establece los precios salvo el que afecta a los productores agrícolas, que es tarea del de Agricultura; el del Interior, por su parte, interviene en los precios del agua residencial; los ministerios de Infraestructura y del Ambiente controlan el drenaje y el saneamiento; el de la Salud y el del Ambiente dan seguimiento a la seguridad y la calidad; el del Interior establece las relaciones con los gobiernos municipales; el de Justicia interviene en las disputas sobre el agua;

el de Defensa, en la seguridad en las fronteras; y el de Relaciones Exteriores interviene en la administración del agua y las cuencas compartidas. Pero otros aspectos clave son el papel de las ciudades como laboratorios para la innovación en el uso, disposición y adopción de tecnologías; la revolución tecnológica, en la producción agropecuaria, la utilización de aguas tratadas y el agua desalinizada. La tarea, dice una funcionaria del agua, en un mundo donde abunda el agua sucia es limpiarla, lo que beneficia a la agricultura, pero también a los mismos cuerpos de agua. Ésta representa una nueva fuente de agua que, como señala Siegel (2015: 86-93), contrariamente a la lluvia, es consistente, confiable y predecible. Quizá lo más relevante sea la unión funcional de ingenieros, científicos y políticos en el manejo o gestión del agua en el país, y un enfoque pragmático para desarrollar experiencia, tecnología e infraestructura y crear una cultura de respeto al agua.

Como síntesis, se presenta a continuación una lista de lo que hace Israel para lograr un servicio de agua limpia, segura y disponible en todo momento (Siegel, 2015: 242-243):

- Bombeo y purificación de agua natural de acuíferos, pozos, ríos y el Mar de Galilea.
- Desalinización del agua del mar.
- Perforación de pozos profundos para obtener agua salobre.
- Desarrollo de semillas compatibles con el agua salada.
- Tratamiento de casi toda el agua negra, alcanzando un elevado nivel de pureza y su reúso en irrigación.
- Captura y utilización de agua de lluvia.
- Desaliento de diseños de parques o viviendas que requieran agua dulce.
- Sembrado de nubes para fomentar la lluvia.
- Uso y producción de muebles residenciales eficientes al máximo.
- Reemplazo de la infraestructura antes de que sufra fugas y atención y reparación inmediata de las fugas que se reportan e identifican continuamente.
- Educación escolar para valorar la conservación del recurso.
- Cobro del agua para alentar la eficiencia.
- Provisión de incentivos financieros para desarrollar tecnologías ahorradoras de agua.
- Experimentación de ideas para reducir evaporación.
- Transformación de sus sistemas de producción agrícola en favor de cultivos hídrico-eficientes.
- Utilización de sistemas de riego por goteo para la mayoría de sus productos agrícolas.

Y, como concluye Siegel (2015: 243), lo extraordinario de esta lista de estrategias no es sólo su amplitud sino más bien el reflejo de la convicción del gobierno israelí de que no existe una sola respuesta para la gestión del agua, y la necesidad imperiosa de integrar en su portafolio de estrategias todas las fuentes del recurso.

Constantemente oímos hablar de la “escasez del agua” y del volumen tan pequeño de agua dulce que hay en el planeta, comparado con el agua que hay en los océanos. En realidad el agua es un recurso muy abundante que se utiliza en grandes cantidades para todas las actividades económicas. Por ejemplo, en el mundo se extraen anualmente del orden de 27 toneladas al año de diamantes, se producen cerca de 700 millones de toneladas de trigo y se emplean cerca de 4,000 millones de toneladas de petróleo. En contraste, la cantidad de agua que se utiliza para abastecer a las ciudades es de 450 mil millones de toneladas, cerca de 3 mil millones de toneladas de agua se emplean para el riego de cultivos, y más de 20 mil millones de toneladas de ella se emplean para generar electricidad. Como puede verse, el agua se emplea de manera considerablemente más abundante que cualquier otro recurso natural o insumo. Es quizá esta relativa abundancia del agua la que hace que no se le aprecie como a los demás insumos, que son mucho menos abundantes.

Pero, entonces, ¿cuál es el verdadero “problema del agua”? Quizá deberíamos entenderlo como un problema que tiene cuatro facetas interrelacionadas, que mencionó Ricardo Martínez Lagunes en su presentación del 25 de agosto de 2015 en el foro, a saber: *a)* el problema de los servicios de agua potable y saneamiento; *b)* el problema del agua como insumo natural; *c)* el problema de contaminación de los cuerpos de agua, y *d)* los riesgos causados por fenómenos hidrometeorológicos extremos, como sequías e inundaciones.

## LOS RESULTADOS

Estos temas y algunos otros fueron motivo de discusión en el foro, y son tratados en los capítulos que aquí se incluyen. Se ha dividido este conjunto en tres partes y esta introducción. La primera parte reúne cuatro textos que reflexionan desde distintos ángulos sobre el futuro del agua e identifican retos y oportunidades; en la segunda, seis autores enfocan desde una perspectiva territorial los problemas que se enfrentan en la gestión del agua para distintos usos y ámbitos; y en la tercera, siete autores discuten problemas

de administración del líquido y sugieren posibles soluciones de tipo tanto normativo como técnico-operativo.

## PARTE I. EL FUTURO

### *Los cuatro futuros del agua en México y su monitoreo*

Ricardo Martínez Lagunes reflexiona sobre el futuro del agua en el país como insumo natural, acerca de los servicios de provisión y saneamiento, el ecosistema agua y los riesgos asociados a ella, y transversalmente sobre las instituciones y la gobernanza del líquido. Como insumo natural, dice, el agua es barata por su abundancia relativa, lo que más cuesta es el transporte por canales para el riego o los acueductos que la conducen a las ciudades. En la prestación de los servicios de agua potable y alcantarillado a la población hace falta llevarla a comunidades pequeñas, y muchos domicilios no cuentan con ella todo el día. La ineficiencia generalizada de los prestadores de estos servicios se tradujo, en 2013, en 60 por ciento de agua no contabilizada o no facturada y en grandes pérdidas por fugas. Como ecosistema, el agua está contaminada con patógenos, materia orgánica, exceso de nutrientes y sustancias tóxicas. Un riesgo del agua son las variaciones estacionales e interanuales, que provocan sequías, por eso se requieren buenos niveles en los acuíferos para los “años secos”; otro riesgo son las precipitaciones extraordinarias, que provocan inundaciones si no hay capacidad para evacuarlas. En síntesis, para este autor, un mejor futuro del agua en México pasa por su buen manejo, equilibrio entre su oferta y demanda, fortalecimiento de los prestadores de los servicios de agua y alcantarillado y la gestión adecuada de reservas en acuíferos y del territorio para enfrentar inundaciones.

### *El futuro del agua a la luz del cambio climático: algunas perspectivas a macro y micronivel*

Antonina Ivanova y Jobst Wurl, investigadores de la Universidad Autónoma de Baja California Sur (UABCS), enfocan su texto en la relación del futuro de los sistemas de agua dulce con los efectos previsibles del cambio climático (CC). Advierten diversos impactos, pero diferenciados geográfica y socialmente. Con base en el quinto informe del Grupo Intergubernamental de

Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC, por sus siglas en inglés) de 2014, advierten acerca de los problemas que enfrentará la infraestructura hídrica existente y los retos en los ámbitos agrícola, industrial y urbano en general y la generación de energía en particular. Con el ejemplo de Baja California Sur (BCS) que han estudiado, señalan los efectos en la disponibilidad de agua que tendrá el calentamiento local a partir de la relación entre la elevación de la temperatura y la disminución de recursos hídricos renovables. Ello se debe a las modificaciones en el régimen de lluvias, que para BCS, por su ubicación geográfica en zonas áridas, resulta la fuente principal de la recarga de sus acuíferos, afectada por cierto por la evaporación potencial, que reduce la capacidad de recarga en las precipitaciones que acompañan eventos hidrometeorológicos frecuentes. Pero los autores insisten en que el acceso al recurso está condicionado a los aspectos de gobernanza, especialmente por la alta vulnerabilidad social y la necesidad de respuesta adaptativa al cambio climático en general y ante situaciones o problemas intermitentes de escasez en particular. Es urgente y prioritario, como opinan los autores, atender la necesidad de diversas intervenciones, así como aumentar y mejorar la infraestructura para atender riesgos en los diferentes sectores, como obras de captura, desalinización y reúso en el suministro y tratamiento.

### *Seguridad hídrica y derecho humano al agua*

Patricia Ávila nos alerta sobre la importancia histórica de considerar el derecho humano al agua, pero advierte que el análisis de los nexos entre este derecho y la seguridad hídrica debe hacerse desde una perspectiva que reconozca la existencia de una crisis del agua y que debe abordarse bajo un enfoque social. Divide su ensayo en dos partes: la que aborda la crisis del agua y su relación con la seguridad hídrica y el derecho humano al agua, y la que ubica los alcances y las limitaciones del derecho humano al agua, así como los mecanismos para lograr su cumplimiento. A partir de reconocer los estrechos vínculos entre el agua, los ecosistemas y la sociedad, se requiere proteger tanto los derechos humanos como a la naturaleza si se quiere garantizar un desarrollo sustentable para las generaciones presentes y futuras. Pero el derecho humano al agua contiene una dimensión ética asociada con la dignidad de la persona y el derecho a la vida, por lo que su acceso en calidad y cantidad adecuadas permitiría proteger la salud y el bienestar humano. En este sentido, abordar el derecho humano al agua implica satisfacer las necesidades básicas de ella para cubrir el uso personal y doméstico (consumo,

aseo personal, cocción de alimentos); sin embargo, sería inaceptable ética y moralmente excluir de este derecho esencial a algún individuo o grupo social, pues se trata de una condición básica (una disponibilidad mínima de agua) para tener una vida digna. De tal manera que aceptar cumplir con los compromisos signados en pactos y resoluciones internacionales sobre el derecho humano al agua, así como alcanzar los objetivos de la Agenda 2030 de Desarrollo Sustentable (como asegurar la disponibilidad y gestión sustentable del agua para todos), hace ineludible eliminar condiciones de exclusión, es decir, los problemas de pobreza y desigualdad social, que son una constante en los países del Sur global.

### *Desigualdad en disponibilidad de agua potable en las ciudades y municipios de México: siete explicaciones y una conjetura*

Carlos Garrocho y Juan Campos utilizan el marco conceptual creado por Jared Diamond para explicar la riqueza de unos países y la pobreza de otros, a partir de la diferencia en las condiciones del medio físico (geografía física), la organización socioespacial de países y ciudades (geografía humana) y la honradez, eficacia y eficiencia de los gobiernos (instituciones). Revisan siete explicaciones que se dan al desempeño desigual de los gobiernos locales en la provisión de agua potable en las 50 ciudades más pobladas del país —*top 50*— y las unidades territoriales —delegaciones y municipios— que las componen; en el caso de las urbes como un todo, para conocer el promedio de la disponibilidad del servicio; en el de las municipalidades, para conocer las diferencias en su desempeño dentro de las metrópolis. Luego de diferentes cálculos y comparaciones, encuentran que la disponibilidad de agua en las viviendas no se explica por su escasez o abundancia en el entorno de las ciudades, o por la topografía más o menos accidentada, la cantidad de población, la velocidad del crecimiento de las áreas urbanas o la distribución espacial de la demanda y la oferta, ni por el nivel de pobreza de la población. Concluye este trabajo que, excepto en algunos casos, el bajo desempeño de los gobiernos locales en la provisión de agua se relaciona más bien con “las capacidades técnicas y financieras del municipio”, el desempeño de las instituciones y las sociedades y las prioridades de los gobiernos. Por lo tanto, estos últimos no pueden escudarse en tales explicaciones para justificar su bajo desempeño como proveedores del servicio de agua.

## PARTE II. EL ENFOQUE TERRITORIAL

### *El empequeñecimiento de la agricultura del distrito de riego en México (1968-2013). Una mirada norteña*

Desde “una mirada norteña”, Luis Aboites reporta sobre el cambio reciente en los distritos de riego del país y propone un amplio panorama para un periodo que va desde finales de los sesenta hasta el inicio de la segunda década de este siglo. Recuerda la época en que se daba cuenta del incremento de la superficie agrícola de riego, tendencia que —indica el autor— empieza a cambiar en los setenta en el marco de una situación desfavorable que terminó con el llamado “milagro mexicano”. El hecho es que viene ocurriendo un empequeñecimiento de los indicadores favorables y un alza de aquellos negativos, junto con un crecimiento explosivo reciente de, por ejemplo, las exportaciones de manufacturas. Ante tal escenario, Aboites pregunta ¿por qué si este tipo de exportaciones ha crecido más de diez veces desde mediados de los noventa la economía no lo ha hecho en el mismo periodo? Y así con otras paradojas relacionadas con la salud y esperanza de vida de la población del país. En el caso que le ocupa, el autor señala la simple relación directa entre la “brutal” disminución de la inversión pública y un insignificante aumento de hectáreas de riego. A pesar de algunas alzas, nos indica el autor, éstas resultan insignificantes comparadas con los incrementos experimentados en la década de los cincuenta. De hecho, los datos muestran una significativa reducción en la superficie regada, el volumen de agua distribuido y el número de agricultores en la región más privilegiada y de mayor superficie de riego del país: el Norte. En la docena de distritos de riego más importantes de la región la diferencia en superficie sembrada en el trienio 1968-1971 fue muy superior a la del trienio reciente 2009-2012. Y si bien reconoce la sequía que afectó durante las últimas dos décadas la región, el autor considera que este factor “no cuenta la historia completa”. Y se pregunta si ¿acaso la sequía o en general la irregularidad de las lluvias pueden esgrimirse como explicación? Su respuesta es que no. ¿Cuál es entonces la explicación? Para responder, el autor analiza con detalle el Distrito de Riego 005 en Delicias, Chihuahua. Baste señalar que son diversas las razones de estos cambios, entre los que se cuenta una reestructura sectorial de la economía del país que acompañó la apertura comercial, así como el cambio “drástico” de la relación del Estado con respecto al agua. Pero la razón más poderosa, según el autor, es el proceso de innovación tecnológica en la agricultura empresarial, que sin embargo enfrenta y afecta la disponibilidad de agua, y esto pone en riesgo la estruc-

tura de cultivos, la disponibilidad del recurso para otros usos consuntivos y la sobrevivencia de los productores tradicionales, además de abrir el sector a conflictos (sectoriales y regionales) por el agua que antes no existían.

*Deterioro y conflicto del agua en México:  
una mirada desde el norte*

A partir de información oficial mexicana y de organismos internacionales, trabajos de académicos y reportes de organizaciones no gubernamentales, José Luis Moreno hace un amplio recuento de la conflictividad que se vive en el sector hídrico del país. Además, examina tres conflictos concretos en el estado de Sonora: el acueducto Independencia, el derrame de lixiviados de la mina Buenavista del Cobre en Cananea y la oposición de la tribu guarijío a la construcción de la presa Pilares. Contextualiza con hechos como el incremento de la población mexicana en el periodo de estudio; la sobreexplotación de acuíferos e intrusión de aguas marinas en algunos de ellos; la lenta evolución en el tratamiento de aguas utilizadas por los municipios y la industria; las fugas y tomas clandestinas, los errores de medición y la eficiencia comercial. Entre los conflictos destacan los socioambientales relacionados con la contaminación de aguas, la construcción de presas y la explotación minero metalúrgica a cielo abierto. Considera que el futuro del agua en el país no permite el optimismo porque están en curso 15 proyectos de infraestructura —y otros tantos conflictos— para satisfacer necesidades de agua, entre ellos la presa El Zapotillo para llevar agua principalmente a León, Guanajuato; el proyecto Monterrey VI, el acueducto poniente en el río Temascaltepec; las presas hidroeléctricas de La Parota y Chicoasén II en Guerrero, Paso de la Reina en Oaxaca y Las Cruces en Nayarit. Tales proyectos tienen conflictos con organizaciones como el Centro Mexicano de Derecho Ambiental, World Wildlife Fund y otras organizaciones no gubernamentales y movimientos, así como redes de resistencia en defensa del agua y medioambientalistas.

*Agua y periferia en el contexto metropolitano:  
entre la provisión pública y los mecanismos sociales de ajuste*

La población urbana de países en desarrollo aumenta rápidamente, mientras que la infraestructura para dotarla de agua potable y sanear la utilizada enfrenta problemas financieros; además, con frecuencia el desarrollo

urbano se da en forma desigual y excluye a los ciudadanos más pobres, que viven en su mayoría en áreas periurbanas o de transición entre lo urbano y lo rural. Esthela Irene Sotelo aborda este problema al estudiar cómo la población de las periferias resuelve el problema del agua potable. Menciona las diferentes maneras en que puede existir intervención gubernamental, solidaridad, reciprocidad y organización para este fin. Con el ejemplo de San Isidro Tlaixco, asentamiento irregular localizado en la periferia de la Ciudad de México —como hay miles en el país—, describe la gestión del agua en un área urbana no planificada con el fin de mostrar la incapacidad del gobierno local para proveer servicios básicos a la población dentro de un plazo razonable; en este caso, aunque pasa el tiempo, persiste la escasez de agua e insalubridad que provocan estrés social en la comunidad. En 2010, dice la autora, los colonos tenían arreglos de provisión de agua con pipas privadas y una embotelladora, pagando precios más altos que la mayor parte de la capital. Posteriormente hubo un arreglo privado-comunitario con el que bajaron los precios. Señala que existe cierta organización social y política que en 2016 ayudó a mejorar el acceso al agua e incluso logró la construcción de una alberca olímpica y un balneario, pero la provisión de ella a las viviendas sigue siendo deficiente. Apunta, finalmente, que los esquemas tradicionales de provisión y saneamiento de agua son cada vez más complejos debido en parte a la lógica administrativa y los intereses particulares creados en torno a la provisión privada, que de alguna manera dificultan o retrasan la parte que corresponde al sector público.

### *Consumo per cápita del agua doméstica en Hermosillo, Sonora*

Arturo Ojeda de la Cruz muestra las dos caras de una misma moneda: por un lado, una respuesta a la presión de la demanda que privilegia el incremento de la oferta de agua en todos los sectores (doméstico, agrícola, industrial y servicios) por igual y, por otro, un enfoque fragmentado en la gestión de las reservas de agua existentes que, dice el autor, promueve o provoca conflictos y competencia entre los usuarios. La escasez, entonces, resulta un reto, pero también una oportunidad para abastecer las principales áreas urbanas, que en su mayoría no tienen disponibilidad de reservas. Las posibilidades de suministro, indica el autor, están en la gobernanza, y ésta se traduce en transferir el agua de unos sectores a otros, digamos del agrícola al doméstico, lo que si bien resulta social y políticamente prioritario no es tarea fácil, especialmente si se lleva a cabo verticalmente como una decisión deliberada.

Pero es necesario incorporar métodos de gestión preventiva que reduzcan en lo posible pérdidas de todo tipo y minimicen el consumo y uso del recurso para que responda a las características específicas de los usuarios. El lector encontrará en este texto los resultados de tal enfoque aplicado al caso de la ciudad de Hermosillo, Sonora. La intervención del organismo operador del agua de Hermosillo, en respuesta a la crisis hídrica de una región con clima cálido desértico y una ciudad con elevado crecimiento demográfico en años recientes, consistió en la implementación de un plan de suministro intermitente durante unos meses con el propósito de restringir el abasto de agua prestando el servicio sólo unas horas del día. Los resultados son alentadores y la población se ajustó a estas medidas de tal manera que en 2013 el volumen fue menor que en 2005 a pesar de que había aumentado la población, y el consumo per cápita se mantuvo estable. Cabe resaltar el relativamente elevado nivel de medidores domésticos y, por supuesto, la posibilidad de generar información, no menos que una micromedición a partir de una investigación *in situ* que realizó el autor, lo que permitió una diferenciación de usuarios, sentando así las bases para una política de gestión de la demanda y de aceptación ciudadana.

### *Disponibilidad de agua y expansión metropolitana: reflexiones sobre el caso de Monterrey*

En la zona metropolitana de Monterrey (ZMM) la provisión, el saneamiento y el control del agua se caracterizan por el riesgo y la incertidumbre. Así lo muestran Ismael Aguilar, Aldo I. Ramírez y Nicholas P. Sisto en su análisis. Argumentan que estas actividades son esenciales para los habitantes de la ciudad, pero también resultan estratégicas para el país porque ahí se concentra buena parte de la producción de bienes duraderos y de capital. En la ZMM se encuentra el 45 por ciento de la industria metálica básica del país, el 32 por ciento de la fabricación de maquinaria y equipo, y se elabora el 22 por ciento de los productos hechos a base de minerales no metálicos. Por estar asentada en una región semidesértica, en esta metrópoli hay escasez de agua y la provisión tiene un alto grado de incertidumbre, pues depende del temporal de lluvias, huracanes y tormentas torrenciales. Debido a estas últimas, con frecuencia las autoridades tienen problemas para dar cauce a las aguas; pero éstas no sólo causan desastres, también recargan los mantos freáticos y llenan las presas existentes; en ocasiones se rebasa su capacidad, en otras se presentan sequías. Por eso los autores consideran indispensable

buscar nuevos acuíferos mediante un estudio amplio técnica y socialmente aceptable. De no ser así ocurriría lo sucedido con el proyecto —recientemente cancelado— de llevar a la ZMM agua del río Pánuco desde Tamaulipas, con un costo financiero y social comparativamente alto y el posible deterioro del medio ambiente. Por otro lado, Servicios de Agua y Drenajes de Monterrey (SADM), organismo público descentralizado del gobierno de Nuevo León, ha sido una dependencia eficiente, financieramente sana y que ha administrado el agua de tal manera que podría servir como ejemplo de buenas prácticas en este sector. Los autores concluyen que “los escenarios futuros impondrán exigencias todavía mayores que las registradas históricamente, por lo que los esfuerzos conjuntos hacia la conservación y la selección cuidadosa de otras fuentes serán más apremiantes que nunca”.

### *El destino de Chapala: cambio climático, economía regional y política del agua*

El último capítulo de esta segunda parte es un texto que llama la atención sobre la inconsistencia e incoherencia entre los hechos, los planes y el discurso. Para ello los autores hacen referencia al descuido del recurso y los servicios ambientales del reservorio más importante de México, un ícono del paisaje que además, como ellos dicen, es el embalse natural más grande de México: el lago de Chapala.

Salvador Peniche y Monserrat Sánchez plantean la disyuntiva entre el presente y el futuro, entre los intereses particulares y el bien común. Describen con claridad y contundencia la importancia natural, social, económica, histórica y cultural del lago de Chapala; hacen referencia a los planes y programas que han transformado inadecuadamente el recurso y agregan a ello el impacto probable del cambio climático sobre el sistema hidrológico que constituye la cuenca Lerma-Chapala-Santiago. Llegan a conclusiones dramáticas sobre su futuro y advierten sobre la necesidad de corregir el rumbo o, en otras palabras, hacer congruente el discurso ambiental y los principios de protección y salvaguarda de áreas vulnerables con los hechos. No se trata de un planteamiento pesimista, más bien nos parece una sutil exigencia para recapacitar sobre la relevancia de nuestros bienes y servicios naturales y trazar un sendero hacia el futuro sustentable de nuestro país.

### PARTE III. LA GESTIÓN

#### *La gestión comunitaria del agua como alternativa para el acceso a ella en las zonas rurales*

Judith Domínguez diagnostica los problemas de dotación de agua en las comunidades rurales de México. Dice que existe una brecha respecto al grado de conocimiento sobre sus sistemas de agua y que la política pública de dotar de ella a estas localidades ha tenido “resultados modestos”, pues aún tienen esta carencia cuatro y medio millones de habitantes rurales. Esta población, poco visible, no tiene continuidad ni calidad en la dotación del líquido, mucho menos en su saneamiento. Agrega que México está rezagado con respecto a otros países latinoamericanos y del Caribe en cuanto a sistemas comunitarios de agua potable—que en el país se caracterizan por aparecer y desaparecer—, el poco apoyo que reciben de los municipios o el estado, su debilidad organizativa, la escasa confianza en las autoridades y su dispersión y aislamiento, lo que no facilita su atención. Además, pocos municipios—nivel de gobierno responsable del agua potable— cuentan con reglamentos para prestar este servicio en sus comunidades pequeñas, y sólo 17 estados reconocen en su legislación la gestión comunitaria del agua. Ésta tiene entre sus limitaciones que las comunidades se encuentran muy alejadas entre ellas, la inequidad en la distribución del gasto público, tradiciones y costumbres locales, y problemas políticos en la toma de decisiones. Concluye la autora que, entre otras cosas, la gestión comunitaria del agua carece “de una visión de mediano y largo plazo que garantice la sostenibilidad de los sistemas rurales de agua”, y que estados y municipios enfrentan el reto de fortalecer este tipo de gestión en localidades menores de 500 habitantes.

#### *Problemas del modelo de gestión del agua*

Es sin duda cierto, como señala Juan Carlos Valencia, que los recursos hídricos constituyen un insustituible patrimonio vital pero vulnerable y finito, que en nuestro país no ha sido empleado—diríamos respetado— de la manera más eficiente y adecuada. Reconoce, sin embargo, presiones como el crecimiento demográfico, una distribución conflictiva entre usos y usuarios, el descuido de las fuentes, la sobreexplotación y la degradación de la calidad. Y otros problemas, como la carencia de mecanismos de gestión. Esto último es crucial y refleja lo que constitucionalmente está previsto en términos de

las competencias que tienen los gobiernos municipales, que en nuestro país en general “no han tenido la capacidad para desempeñar hoy día sus atribuciones de manera cabal, por lo que son contados mínimamente los casos de éxito”. ¿A qué se deben los rezagos? ¿Cómo es que la mayoría de los organismos operadores del país operan con números rojos? ¿Cuáles son las causas que originaron esta situación? ¿Cómo podríamos enfrentarla? Preguntas que el autor se hace y responde. Reconoce, por supuesto, que la cobertura local del servicio de agua y alcantarillado sanitario se ha incrementado porcentualmente de 1990 a 2015, a pesar de un incremento en el acceso a estos servicios de más de cincuenta millones de habitantes. Cifras espectaculares mediadas por la estimación que se tiene de que sólo un 14 por ciento de los usuarios domésticos en nuestro país tiene servicio continuo (casi 97 millones viven con un servicio de agua “tandeado”). ¿Qué hacer ante esta situación en un país donde más de 70 por ciento de la población es urbana? El autor adelanta en el texto una serie de barreras que, si se corrigieran, permitirían una adecuada gestión y solución a los problemas planteados. Considera que la modificación al artículo 4º constitucional, en el que se trata el “derecho humano al agua y saneamiento”, ofrece grandes oportunidades de respuesta a los problemas, especialmente si se fortalecen de varias formas los organismos operadores municipales, las comisiones estatales y la Comisión Nacional del Agua (Conagua). Y ofrece una serie pormenorizada de medidas que reflejan su experiencia y conocimiento en diversas instancias de gestión del vital recurso.

### *Modelo mixto de gestión del agua potable: el caso de Saltillo, Coahuila*

En México, los servicios de agua potable y alcantarillado fueron transferidos a los municipios y nueve de cada diez organismos operadores están en quiebra por baja facturación y una reducida eficiencia comercial, que se manifiesta en reducida facturación y obsolescencia técnica, entre otros problemas. En este contexto, Saltillo, Coahuila, decidió compartir con una empresa trasnacional del sector la prestación del servicio de agua potable y alcantarillado. Federico Muller describe este paso desde sus antecedentes, entra en el debate de si considerar o no el agua como un bien público y lo que de esta noción se deriva, o si también ha de tomarse en cuenta lo económico, y además evalúa los 15 años que tiene en funcionamiento este sistema mixto. Describe el entorno urbano y social de Saltillo, las fuentes de agua disponibles, la situación financiera y técnica de otros organismos operadores; hace el diagnóstico de

este servicio en Saltillo, explica sus características principales y evalúa la percepción que tiene de él la comunidad a la que atiende. La empresa mixta, conformada por el ayuntamiento de Saltillo (51 por ciento de las acciones) y Aguas de Barcelona (49 por ciento), ha hecho importantes mejoras técnicas, se preocupa por el medio ambiente y es sensible a las necesidades sociales en su rubro. Su desempeño es evaluado como bueno por los habitantes de Saltillo. El futuro del agua en la ciudad dependerá del estudio de reservas, de que no se presenten sequías en la región y de que los desarrolladores urbanos respeten las áreas de recarga de los mantos freáticos.

### *Gobernanza del agua en la zona metropolitana de Guadalajara*

La gobernanza (“poder para...” y no “poder sobre...”) es el tema de este texto de Jesús Arroyo y David Rodríguez, referido a la segunda más importante zona metropolitana del país: Guadalajara. Los autores se proponen aclarar el concepto de gobernanza, lo que produce un texto muy didáctico y útil, especialmente porque lo hacen para el análisis de lo adecuado o no de la gestión del agua urbana. Pero especialmente para revisar en forma sistemática las decisiones, estrategias y acciones de la administración pública del proceso a partir de los tres grandes componentes que constituyen la dotación del servicio a la ciudad: provisión, control y saneamiento. Señalan los aspectos que permiten concluir que en el caso de Guadalajara y su zona metropolitana la gobernanza es inadecuada a pesar de las fuentes disponibles y del régimen pluvial de relativa abundancia. La presentación esquemática de la ingeniería institucional y la estructura orgánica del gobierno del agua en el ámbito metropolitano resulta un insumo insuperable y referencia ineludible para analizar otros casos complejos de gobierno metropolitano formal y real en sus múltiples escalas, sectores y actores relevantes. Los autores proponen varias medidas para evitar lo que parece inevitable, como es el deterioro del sistema y la carencia del servicio. Resaltan la descentralización en la operación y el proceso de provisión, control y saneamiento; la relación de la gestión del agua en términos de múltiples sectores (especialmente la gestión del uso del suelo en el crecimiento urbano); la atención a los menos favorecidos social y espacialmente; la visión de largo plazo, que incluye los efectos del cambio climático; la consciencia y cultura ciudadanas sobre el agua, y, no menos importante, consideran los costos sociales de una gobernanza inadecuada.

### *Evaluación del costo-beneficio económico y social de la presa El Zapotillo*

La construcción de obras de provisión de agua para ciudades y el uso agropecuario suele suscitar conflictos entre grupos de interés debido en gran medida a que requieren cuantiosas inversiones. Tales grupos son grandes contratistas, tomadores de decisiones (casi siempre políticos), asociaciones de ambientalistas y otras relacionadas con la provisión, el tratamiento y control del agua, pero también la población beneficiada. Los conflictos aparecen, en principio, por falta de transparencia en la evaluación del costo-beneficio social de una obra; empero, aunque fueran del todo transparentes, es muy difícil metodológicamente evaluarlas porque los costos y beneficios privados son un insumo imperfecto de los costos y beneficios sociales. Por estos y otros factores, con frecuencia las obras se enfocan en proveer agua y las decisiones benefician a intereses económicos y políticos, lo que provoca conflictos con otros grupos de interés. Marco Antonio Berger analiza el conflicto en la provisión de agua a poblaciones de dos estados libres y soberanos, Jalisco y Guanajuato, causado por la construcción en el primero de la presa El Zapotillo para captar las aguas del río Verde y beneficiar mayormente a León, Guanajuato, y en menor medida a la ZMG y 14 municipios de Jalisco; además de tener altos costos ambientales, la presa inundaría tres pequeños poblados jaliscienses. Para el autor, estos problemas son resultado de la forma en que las instancias de gobierno evaluaron el costo-beneficio social, que la obra se orientó poco por la demanda y la manera como los beneficiarios usarían el agua, especialmente en la agricultura. No se tomaron en cuenta los impactos ambientales ni el cambio climático en la cuenca del río Verde. Agrega que el actual *impasse* en la construcción incrementará aún más los costos privados y sociales, la situación conflictiva y la falta de coordinación entre las instancias federales y de dichos estados, así como entre los intereses de los constructores y los afectados. Este capítulo sugiere que se necesita una toma de decisiones sobre infraestructura de provisión de agua que dé a todos los *stakeholders* igual peso al consensar las decisiones y que se tome en cuenta el medio ambiente, en especial el cambio climático global.

### *Agua. El sistema y la planificación*

En un contexto de presiones ambientales, sociales y económicas, la relevancia de un proceso de planificación inadecuada y de un sistema administrativo

disfuncional puede, como insiste el autor a lo largo del texto, explicar el éxito o fracaso de la gestión del agua y, no menos importante, un menor o mayor costo social en última instancia. Pero esto se debe en parte a las debilidades administrativas de las instancias gubernamentales. Carlos Graizbord estructura su análisis en cuatro bloques. El primero (cultura política, cultura de trabajo y planes de desarrollo nacional y regionales) podría considerarse exógeno, pero en ocasiones, como en el caso de la crisis del agua, resulta endógeno. El segundo es endógeno a cualquiera sistema de planificación (administración, regulación e implementación). A la implementación se dedica buena parte del texto. La importancia se debe a las posibilidades de negociación y en general de relaciones entre múltiples actores que necesariamente intervienen y se ven afectados por las decisiones y estrategias para alcanzar objetivos sociales relativos a mejorar la calidad de vida de la población, por ejemplo. El tercer bloque es específico al sistema del agua (uso del suelo; suministro, uso, tratamiento, reúso y reciclado del agua y su disposición final). El caso que presenta el autor es el de la frontera norte, que le sirve para mostrar los alcances limitados de los componentes enumerados en los tres bloques. Y termina ofreciendo recomendaciones para dichos componentes.

### *Dinámica de sistemas como una herramienta para la gestión del recurso agua*

Después de hacer una revisión general de los problemas del agua en términos de su escasez; de considerar el agotamiento de los recursos como separado del proceso económico; de la creciente población sin dotación suficiente de agua; de la controversia sobre las relaciones entre el mercado y la escasez de la misma; de las tendencias privatizadoras de los servicios hídricos, así como de los aspectos políticos y el agravamiento de los problemas debido al cambio climático, Amós Pérez propone la dinámica de sistemas como herramienta para estudiar esta problemática. La suya es una propuesta metodológica importante porque permite la interrelación de los diferentes subsistemas con la estructura en la cual se desarrollan. Establece como objetivo de su trabajo la aplicación de esta metodología en el caso de Aguascalientes utilizando información para el periodo 2005-2015, a partir de lo cual sería posible proyectar las necesidades de agua hasta el año 2035. Conceptualiza los sistemas complejos y describe la estructura del sistema, que determina la estabilidad o inestabilidad en un marco de perturbaciones externas e internas al mismo. Aplica un modelo de simulación informática para realizar las proyecciones

que permiten ver las interacciones entre la población en cuanto al agua por persona, la actividad económica, las políticas públicas respectivas, la disponibilidad de ella y su uso en la agricultura, la industria y las ciudades para el caso de la presa Calles, el distrito de riego y el valle de Aguascalientes. Establece como escenarios el optimista, el pesimista y el analógico para estimar la disponibilidad de agua en dichas áreas.

### ¿ES DEMASIADO TARDE?

Ha sido sin duda un amplio recorrido por la temática del agua y, en especial, un intento relativamente profundo y riguroso por parte de los autores por mostrar y revelar la imperiosa necesidad de enfrentar el enorme reto de mantener el recurso hídrico en nuestro país como el patrimonio que ciertamente es y como un elemento vital para el planeta. En segundo lugar, para mostrar la importancia de enfrentar con todos los recursos disponibles y potencialmente posibles los múltiples compromisos (ambientales, sociales y económicos, si no es que éticos y morales) de suministrar agua para los usos consuntivos que requiere nuestra sociedad para su reproducción y desarrollo. Queda claro, desde nuestro punto de vista, que se trata de la gran oportunidad de avanzar en la sustentabilidad, y con esto queremos decir alcanzar la justicia intra e intergeneracional. ¡He ahí el reto! ¿Es demasiado tarde?

### REFERENCIAS

- Caldecott, J. (2011). *Agua. Ecología de una crisis global*. Barcelona: Los Libros del Lince.
- Cowie, J. (2007). *Climate change: biological and human aspects*. Cambridge, U.K.: Cambridge University Press.
- Elster, J. (1977). Ulysses and the sirens: a theory of imperfect rationality. *Social Science Information*, 16(5), 469-526. Recuperado de <http://ssi.sagepub.com/content/16/5/469>
- Graizbord, B. (2011). La ciudad como sistema ¿sustentable? En Arroyo, J. y Corvera, I. (comps.), *Desarrollo insostenible: gobernanza, agua y turismo*. Guadalajara: Universidad de Guadalajara, UCLA Program on Mexico, Profmex, Juan Pablos Editor.
- Graizbord, B. y Arroyo, J. (comps.) (2004). *El futuro del agua en México*. Gua-

- dalajara: Universidad de Guadalajara, El Colegio de México, Profmex, Juan Pablos Editor.
- Graizbord, B. y González Granillo, J. L. (2013). Recursos naturales y urbanización. Reflexiones para la Ciudad de México. *Coyuntura Demográfica*, 13, 105-111.
- Peña, H. (2016). Desafíos de la seguridad hídrica en América Latina y el Caribe. CEPAL. Recuperado de [http://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/40074/S1600328\\_es.pdf](http://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/40074/S1600328_es.pdf)
- Siegel, S. M. (2015). *Let there be water. Israel's solution for a water-starved world*. New York: St. Martin's Press.

**PARTE I**  
**EL FUTURO**

# 1. LOS CUATRO FUTUROS DEL AGUA EN MÉXICO Y SU MONITOREO

*Ricardo Martínez Lagunes<sup>1</sup>*

## LAS ARISTAS DEL TEMA DEL AGUA

Hablar del agua implica hablar de varios temas relacionados entre sí. Por un lado, la población y las ciudades requieren del suministro de agua potable, de drenaje y de sistemas de tratamiento de sus aguas residuales. Además de la población, el campo, las industrias y las plantas generadoras de energía eléctrica demandan el recurso como insumo, que en muchos casos resulta insuficiente si no se gestiona en forma adecuada. Las actividades humanas y productivas vierten contaminantes al agua, por lo que las aguas residuales deben ser gestionadas adecuadamente para evitar que afecten la salud de las personas y a los ecosistemas.

El agua no se presenta de manera uniforme a lo largo del tiempo, ya que existen años muy secos y años muy húmedos. Lo anterior genera riesgos por sequías e inundaciones debido a los grandes volúmenes de precipitación que pueden presentarse en corto tiempo y la imposibilidad de evacuarlos rápidamente para que no afecten a la población ni las actividades productivas. Los riesgos mencionados tienden a incrementarse debido al cambio climático y al crecimiento, muchas veces no planeado, de los centros urbanos.

Se propone agrupar los temas del agua descritos arriba en las cuatro áreas siguientes:

- 1] El agua como insumo natural.
- 2] Los servicios de agua potable y saneamiento.

---

<sup>1</sup> Consultor del Banco Interamericano de Desarrollo.

- 3] El agua como ecosistema.
- 4] Los riesgos asociados al agua.

Existe adicionalmente un tema transversal, que se refiere a los aspectos institucionales y al que se ha denominado gobernanza del agua. Se propone incluir este tópico como parte integral de cada uno de los cuatro temas anteriores.

Hablar del futuro del agua es abordar cada uno de los cuatro temas indicados arriba. El futuro del agua es la combinación del futuro del agua como insumo natural, del futuro del agua potable y su saneamiento, del futuro del agua como ecosistema y del futuro de los riesgos asociados al agua. Cada uno requiere de políticas públicas apropiadas y sustentadas con el monitoreo de la información relevante para cada caso.

A continuación se presentan unas breves reflexiones acerca de cada uno de los cuatro futuros del agua y la información necesaria para el diseño y la evaluación de las correspondientes políticas públicas.

## EL FUTURO DEL AGUA COMO INSUMO NATURAL

Contrario a lo que normalmente se dice, el agua dulce es un recurso relativamente abundante en la Tierra. La abundancia del recurso hídrico se puede ilustrar con un comparativo de cantidades de productos o materias primas (algunos denominados *commodities* en inglés) utilizados en el planeta. El mundo demanda anualmente sólo 27 toneladas de diamantes. En cambio demanda 4,000 millones de toneladas de petróleo anuales, 450,000 millones de toneladas de agua para abastecer a las ciudades, 3,000,000 millones de toneladas de agua para el riego de cultivos y más de 20,000,000 millones de toneladas para producir energía eléctrica.<sup>2</sup>

Inversamente relacionado con su abundancia relativa, el “precio” o valor de intercambio del agua es muy inferior al de cualquier otro producto o materia prima.

...dado que el agua es suministrada en grandes cantidades en el mundo, la utilidad marginal del agua es baja. En otras palabras, cada unidad adicional de agua disponible puede destinarse

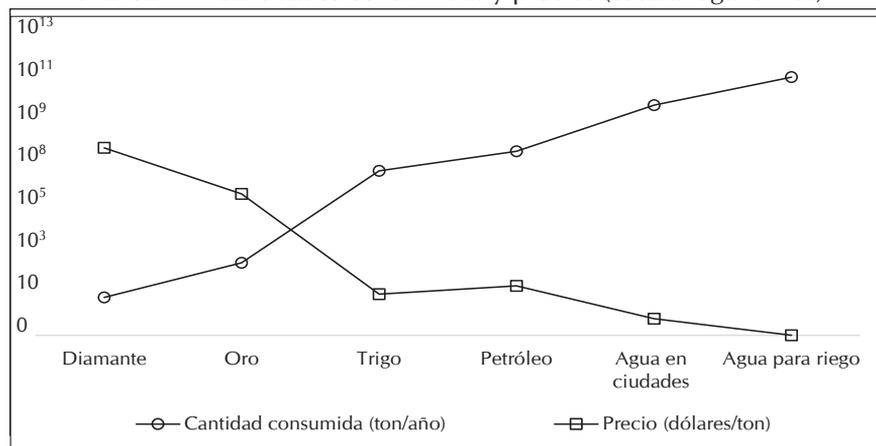
---

<sup>2</sup> Las cifras son órdenes de magnitud estimados por el autor para el Programa Mundial de Evaluación de los Recursos Hídricos (WWAP, 2016, volumen II).

a usos menos urgentes, en el grado que los más urgentes son satisfechos.<sup>3</sup>

La gráfica 1.1 muestra esa relación inversa entre “abundancia relativa” y valor de intercambio de diferentes productos o materias primas.

Gráfica 1.1. Cantidades consumidas y precios (escala logarítmica)



Fuente: Elaboración propia con base en estimaciones de órdenes de magnitud de información de producción, consumo y precios.

Es precisamente esta abundancia relativa la que hace que la gestión del agua deba ser muy distinta de la gestión de otros recursos o productos mucho menos abundantes. Las características del agua, como recurso abundante, son que:

- 1] Sus costos de transporte (o almacenamiento) son muy altos en comparación con su valor de intercambio (o “precio”). En economía se le conoce como un producto o recurso voluminoso (en inglés, como *bulky*).
  - 2] La gestión del agua es un asunto principalmente de carácter local, dado que es costoso transportarla desde grandes distancias. Los diamantes, el oro y el petróleo pueden producirse en un lugar del planeta y consumirse en otro muy lejano, pero no el agua. El acueducto de mayor longitud construido en México tiene 206 kilómetros, distancia mucho menor que la existente de un extremo a otro en los estados del norte del país.<sup>4</sup>
- Por lo anterior, resulta de la mayor importancia para la gestión del

<sup>3</sup> Interpretado de Smith (1776).

<sup>4</sup> Longitud del acueducto Vizcaíno-Pacífico Norte en tabla 4.5 de Conagua (2016).

agua conocer la distribución espacial y temporal con la que se presentan las lluvias. Es importante conocer la capacidad de transportarla, aunque limitada, de los lugares donde está disponible a aquellos donde se requiere. Pero principalmente se debe saber cuál es la capacidad de almacenamiento para guardarla en las temporadas húmedas y utilizarla en los momentos en los que se necesita.

En el caso de los productos o recursos escasos se pueden diseñar indicadores significativos con base en agregados a nivel país, región o incluso mundial y de carácter anual. En cambio, en el caso del agua el reto consiste en diseñar un mínimo de indicadores que muestren las diferencias espaciales y temporales. El cuadro 1.1 contiene algunos indicadores asociados a la precipitación que destacan el problema de su estacionalidad, lo cual ocurre principalmente en los países ubicados fuera de la zona templada, donde se encuentran la mayoría de los países industrializados.

Cuadro 1.1. Indicadores de precipitación y su estacionalidad

<i>País o zona</i>	<i>Precipitación anual (mm/año)</i>	<i>Proporción de la precipitación en la mitad seca del año (porcentaje)</i>	<i>Precipitación equivalente de los cuatro meses contiguos más secos del año (mm/año)</i>
Australia	463	27	234
Botsuana	415	9	24
España	453	35	255
Filipinas	2,061	11	171
Francia	691	45	510
México	760	17	222
Zona "norte" de México*	680	12	146
Zona "sur" de México**	1,388	21	469

\* Regiones I, II, III, IV, VI, VII, VIII, IX, XIII.

\*\* Regiones V, X, XI, XII.

Fuente: Elaboración propia con base en datos de precipitación normal mensual de diferentes fuentes. Las regiones de México son las regiones hidrológico administrativas definidas por la Conagua.

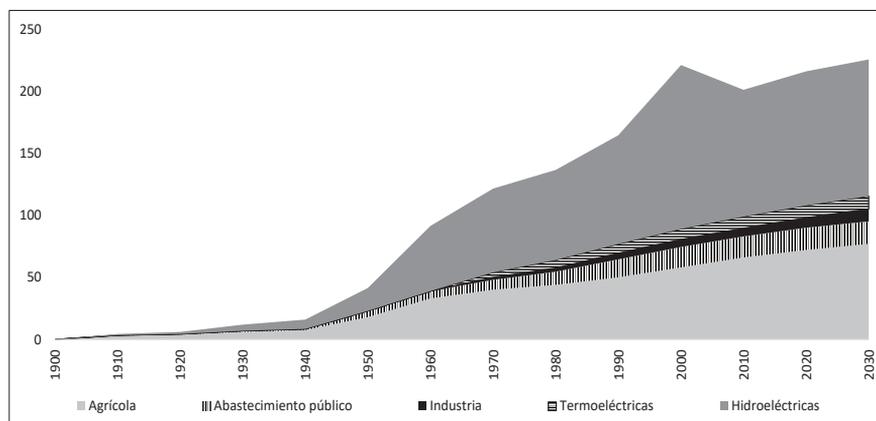
Para contrarrestar la estacionalidad es necesario almacenar el agua en la temporada de lluvias para poder utilizarla el resto del año. Los volúmenes de agua que se requieren hacen inviable su almacenamiento en pequeña escala, como en tanques u otras infraestructuras urbanas. El almacenamiento es más factible en cuerpos de agua naturales, como acuíferos y lagos, los cuales pueden ser mejorados con infraestructura como las presas.

Resulta más complicado desarrollar indicadores que muestren las diferencias en la distribución espacial del agua. El reto es representar las diferencias espaciales con un mínimo de indicadores. Los mapas son útiles,

pero no siempre son tan contundentes como los indicadores numéricos. En países como Perú se pueden distinguir perfectamente dos zonas climáticas (la Pacífico y la del Amazonas), en México se distinguen dos o tres, lo mismo que en Brasil, aunque en este último país el contraste no es tan marcado como en Perú.

La construcción de acueductos resulta indispensable para el abastecimiento de agua a las grandes urbes, e incluso para el riego de cultivos, aunque en este último caso el costo energético sólo hace viables los acueductos que funcionan por gravedad.

Gráfica 1.2. Extracciones de agua en México en miles de millones de metros cúbicos (km<sup>3</sup>) anuales, con proyecciones al año 2030



Fuente: Elaboración propia con base en la información de volúmenes concesionados y asignados que publicó *Estadísticas del agua en México* (Conagua, 2016).

Las demandas de agua para los diferentes usos a nivel nacional han dejado de incrementarse como lo hicieron en el siglo XX, como puede apreciarse en la gráfica 1.2. Esto puede explicarse debido a que el crecimiento de la superficie bajo riego ha dejado de aumentar a la misma velocidad que en el pasado. Sin embargo, las necesidades de agua para abastecer a las ciudades siguen creciendo y el potencial hidroeléctrico se podrá seguir aprovechando.

El crecimiento económico del país se ha basado principalmente en el crecimiento de las actividades terciarias, por lo que, en términos agregados, la productividad del agua se ha incrementado en las últimas décadas, es decir, el producto interno bruto (PIB) ha aumentado mucho más rápido que las

demandas de agua. Sin embargo, como se enfatiza arriba, es necesaria una desagregación de los indicadores. En este caso es conveniente contar con un indicador que muestre la productividad del agua para diferentes industrias, incluyendo la agricultura. No es suficiente mostrar la productividad del agua en términos de kilogramos de producto por metro cúbico de agua extraído, como se muestra en las *Estadísticas del agua en México*. Es conveniente transitar hacia indicadores que muestren la productividad en términos de unidades monetarias por cada metro cúbico de agua empleado.

Las cuentas ambientales y económicas del agua permiten analizar los cambios en la productividad del agua a lo largo del tiempo. “Se trata de un marco para guiar el proceso de integración de la información y permitir transitar hacia la producción de síntesis al alcance de los tomadores de decisión y el público en general” (Martínez Lagunes, 2014). Las cuentas deberían desagregarse para las dos zonas del país (zonas “norte” y “sur”) y destacar lo que ocurre durante la estación seca.

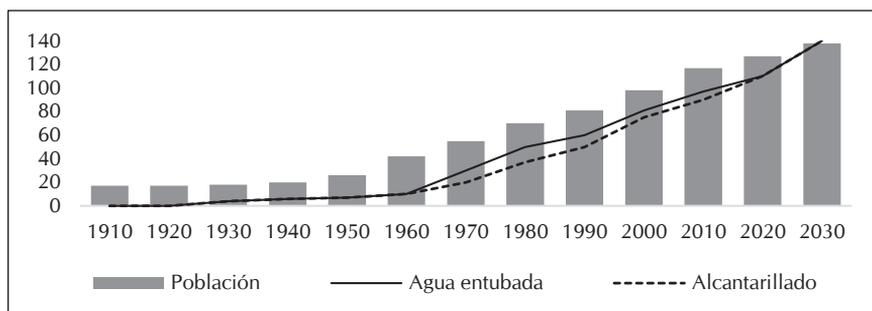
## EL FUTURO DE LOS SERVICIOS DE AGUA Y SANEAMIENTO

A mediados del siglo XX, México inició una intensa carrera para dotar de los servicios de agua potable y alcantarillado a los habitantes de un país cuya población se cuadruplicó en medio siglo. Entre 1950 y el año 2000 se incorporaron a los servicios de agua entubada un promedio de 1.7 millones de personas por año. En forma similar, se incorporaron 1.6 millones de personas por año al drenaje sanitario o alcantarillado.

La gráfica 1.3 muestra la población total del país y las poblaciones con los servicios de agua y de drenaje sanitario a lo largo del tiempo. La gráfica 1.4 muestra el incremento de la población en cada década. Alcanzar la cobertura universal de agua potable y de alcantarillado en el año 2030 requeriría un esfuerzo superior al realizado en la segunda década del siglo pasado: se tendría que incorporar un promedio de aproximadamente 2.7 millones de personas anuales al agua potable y 2.8 millones al alcantarillado.

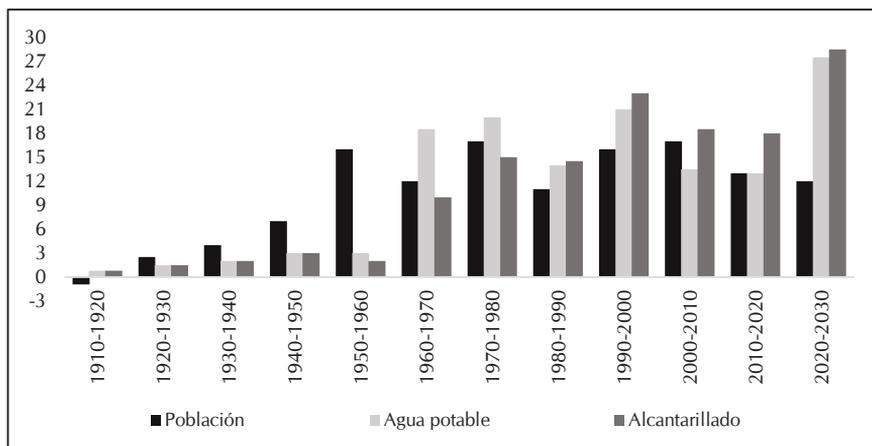
Aunque la mayoría de la población del país vive en zonas urbanas, alcanzar la cobertura universal requiere la atención de las comunidades rurales, donde son mayores los rezagos. Existe una gran cantidad de comunidades muy pequeñas, donde el costo de dotarlas de agua y alcantarillado es superior al costo de hacer lo mismo en zonas con mayores densidades de población.

Gráfica 1.3. Población de México, población con agua potable y población con alcantarillado (millones de personas)



Fuente: Elaboración propia con información de los respectivos censos de población y vivienda y estimaciones de *Estadísticas del agua en México* de la Conagua.

Gráfica 1.4. Incremento de la población de México, de la población con agua potable y de la población con alcantarillado (millones de personas)

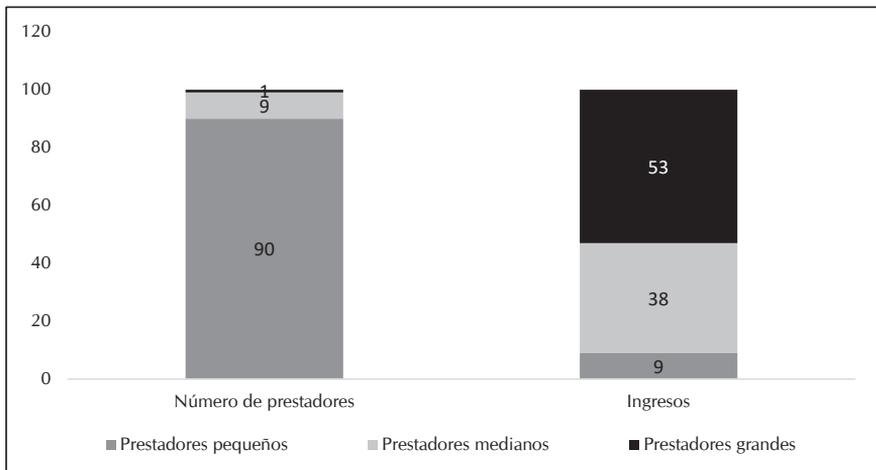


Fuente: Elaboración propia con información de los censos de población y vivienda y estimaciones de *Estadísticas del agua en México* de la Conagua.

No es suficiente construir infraestructura de agua potable y alcantarillado para incorporar a más población. Adicionalmente, es necesario mejorar la calidad de los servicios de manera tal que la población cuente con agua las 24 horas del día, y que además el agua recibida cumpla con las normas correspondientes para que no represente riesgos a la salud.

Desde la década de los ochenta la responsabilidad de los servicios de agua y alcantarillado pasó del gobierno federal a los gobiernos municipales. Esto motivó que se creara un gran número de prestadores de estos servicios. Algunos prestadores son organismos públicos descentralizados de los gobiernos municipales o estatales, otros son departamentos de los mismos ayuntamientos y otros más son concesiones a empresas privadas. Actualmente existen del orden de 2,700 entes prestadores de los servicios de agua y alcantarillado, aunque el 90 por ciento son pequeños, es decir, atienden a menos de 50 mil habitantes.<sup>5</sup> El 91 por ciento de los ingresos propios de agua y saneamiento proviene del 10 por ciento de los prestadores, como se muestra en la gráfica 1.5.

Gráfica 1.5. Proporción de prestadores y de ingresos por tamaño, 2013 (porcentajes)



Nota. Los prestadores pequeños atienden a menos de 50 mil habitantes; los prestadores grandes, a más de 900 mil, y son medianos todos los demás.

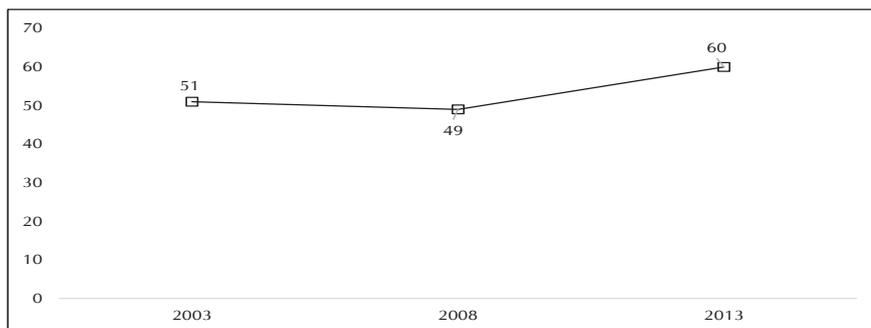
Fuente: Elaboración propia a partir de microdatos de los Censos Económicos 2014 del INEGI: captación, tratamiento y suministro de agua.

Los prestadores de los servicios de agua y alcantarillado son en general no contabilizada, o agua no facturada, representa más de la mitad del agua extraída, y la proporción se ha incrementado en los últimos años. El agua no

<sup>5</sup> El Censo de Captación, Tratamiento y Suministro de Agua del INEGI identificó 2,688 prestadores.

contabilizada es recurso hídrico que los organismos extraen de los cuerpos de agua del país, pero que se pierde en fugas o no se cobra debido a fallas en el padrón de usuarios o en el proceso de facturación.

Gráfica 1.6. Agua no contabilizada por los organismos operadores de México (porcentaje)



Fuente: Elaboración propia a partir de microdatos de los Censos Económicos 2014, del INEGI, captación, tratamiento y suministro de agua.

Lo anterior tiene efectos adversos en la disponibilidad de agua y en las finanzas del sector. Por un lado, se deben extraer volúmenes de agua superiores a los necesarios para compensar las fugas; por otro, no es posible equilibrar las finanzas de los prestadores de los servicios de agua y saneamiento, por lo que requieren subsidios.

El 77 por ciento de la población del país habita en el medio urbano. Las altas densidades de población en los centros urbanos hacen que sea necesario recurrir a la importación de agua. El cuadro 1.2 muestra el requerimiento de agua mínimo que tendría una ciudad de acuerdo con su densidad de población si se asume una demanda de 250 litros por habitante por día. Aun para ciudades ubicadas en zonas húmedas, por ejemplo con precipitación superior a 800 milímetros al año, los recursos propios serían insuficientes, por lo que la importación de agua es inevitable cuando existen fuertes concentraciones poblacionales.

Por otro lado, más de la mitad de la población de México habita en cotas superiores a los 1,500 metros sobre el nivel del mar (Conagua, 2016: 15), lo que hace costosa la importación de agua ya que ésta debe ser bombeada para llegar a su destino.<sup>6</sup> En cambio, muchas de las grandes ciudades de los países industrializados se encuentran al nivel del mar o a unos pocos metros

<sup>6</sup> El acueducto Cutzamala, que abastece el 30 por ciento de la demanda de agua de la zona metropolitana del Valle de México, tiene que vencer un desnivel de mil metros y llevar el agua a 162 kilómetros de distancia.

de altitud, lo que permite abastecerlas por gravedad (ejemplos: Nueva York, Los Ángeles, París, Londres, etcétera).

Cuadro 1.2. Densidad de población y agua requerida

<i>Densidad (hab/km<sup>2</sup>)</i>	<i>Requerimiento de agua, asumiendo demanda de 250 L/hab/día (mm/año)</i>
2,500	228
5,000	456
10,000	913

Fuente: Cálculos propios asumiendo una demanda de 250 litros por habitante por día.

## EL FUTURO DEL AGUA COMO ECOSISTEMA

La contaminación antropogénica del agua puede dividirse en cuatro grandes grupos, como se indica en el cuadro 1.3. Los patógenos sólo afectan a los seres humanos y su efecto puede nulificarse mediante la desinfección. Su monitoreo es de la mayor relevancia en las playas y cuerpos de agua utilizados para bañarse. Para sobrevivir, los patógenos generalmente requieren de la materia orgánica.

La materia orgánica se degrada en forma natural por medio de la oxidación, para lo que requiere del oxígeno presente en los cuerpos de agua. Si la cantidad de materia orgánica presente en el agua es excesiva, la vida acuática puede quedar sin oxígeno y morir.

El nitrógeno y el fósforo, nutrientes que están presentes en las aguas residuales provenientes de las ciudades y en el agua que escurre de los campos agrícolas con fertilizantes, propician la proliferación de maleza acuática, especialmente en los lugares donde el agua no tiene mucho movimiento, como en lagos y reservorios artificiales.

Una gran variedad de sustancias tóxicas provenientes de las industrias manufactureras y de los campos agrícolas contaminan el agua si no es tratada adecuadamente.

En las próximas décadas, México deberá continuar con los esfuerzos por disminuir principalmente la contaminación orgánica proveniente de industrias y centros de población. Deberán buscarse esquemas para hacer viable el financiamiento de la operación de las plantas de tratamiento, probablemente con esquemas que permitan aprovechar el agua residual tratada en diferentes usos industriales o agrícolas.

Cuadro 1.3. Agrupación de la contaminación antropogénica del agua

<i>Tipo de contaminación</i>	<i>Relevancia</i>
Patógenos	Transmisión de enfermedades.
Materia orgánica	Reducción del oxígeno disponible para la vida acuática.
Nutrientes	Proliferación de maleza acuática.
Sustancias tóxicas	Envenenamiento de la vida acuática y de los seres humanos. Incluye metales, contaminantes orgánicos persistentes (en inglés POP) y cianuros.

Fuente: Elaboración propia, publicada en WWP 2016.

## EL FUTURO DE LOS RIESGOS ASOCIADOS AL AGUA

Además de las variaciones estacionales del agua, existen variaciones interanuales que pueden ocasionar sequías. Para hacerles frente es necesario contar con almacenamientos de agua en volúmenes muy superiores a los requeridos para responder a las variaciones estacionales.

Los acuíferos son probablemente la mejor forma de almacenar agua para utilizarla en los años secos; sin embargo, un gran número de acuíferos del país son utilizados para atender las demandas regulares de agua y se están quedando sin reservas para los años secos debido a que son sobreexplotados.

Además de las sequías, los riesgos asociados al agua incluyen las inundaciones, que ocurren por la incapacidad de evacuar grandes volúmenes de agua que se presentan en corto tiempo. La capacidad de evacuación del agua se ve disminuida por la dispersión de los asentamientos humanos, los cuales crean obstáculos al flujo natural del agua. Los asentamientos humanos también contribuyen a la impermeabilización de las superficies, lo que aumenta la cantidad de escurrimientos superficiales e incrementa la velocidad con la que éstos se desplazan.

## SÍNTESIS DE LOS CUATRO FUTUROS

Un mejor futuro del agua en México requiere una gestión adecuada de su relativa abundancia mediante mecanismos que probablemente difieran de los utilizados en la gestión de los productos y recursos escasos, para los cuales los conceptos de oferta y demanda son menos locales. A continuación se sugieren los principales ingredientes necesarios para la construcción de un mejor futuro del agua:

- 1] Una gestión equilibrada de la oferta y la demanda de agua, la cual puede medirse mediante indicadores que muestren que se utiliza de manera más eficiente en la agricultura, las ciudades y las industrias manufactureras. La productividad del agua en cada uno de estos rubros debe incrementarse. Aunque en menor escala que en el siglo pasado, será necesario continuar incrementando la capacidad de almacenamiento de agua y su transporte, de los acueductos. Los acuíferos son una forma efectiva de almacenar el agua, por lo que deberá evitarse a toda costa su sobreexplotación.
- 2] El desarrollo de México hace necesario el acceso universal al agua. Se requieren inversiones equiparables a las de la segunda mitad del siglo pasado para lograr este objetivo. El fortalecimiento institucional de los organismos que prestan los servicios de agua y saneamiento podrá hacer financieramente viables las inversiones necesarias, así como detener el incremento de la demanda de agua de las ciudades.
- 3] Grandes inversiones serán necesarias también para incrementar la capacidad de tratamiento de las aguas residuales, pero de manera primordial se debe buscar la viabilidad de la operación de las plantas de tratamiento mediante esquemas que las aprovechen productivamente. Para esto será indispensable el fortalecimiento institucional de los organismos encargados de la prestación de los servicios de agua y saneamiento para lograr que tengan finanzas sanas, como se indicó en el punto anterior.
- 4] La disminución de los riesgos de sequía será posible si se crean reservas de agua, principalmente mediante la gestión adecuada del agua subterránea, es decir, la gestión de reservas en acuíferos.
- 5] Finalmente, se deberá trabajar en una mejor gestión del territorio para disminuir el efecto de las inundaciones.

Será necesario plantear metas ambiciosas para cada uno de los futuros del agua, así como crear plataformas de información, tales como las cuentas ambientales y económicas del agua, con el fin de evaluar las políticas públicas implementadas de manera completa.

## REFERENCIAS

Comisión Nacional del Agua (Conagua) (2016). *Estadísticas del agua en México*. México: Conagua.

- Hanemann, W. M. (2006). The economic conception of water. USA in water crisis: myth or reality. Marcelino Botin Water Forum 2004. España.
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI) (2014). Microdatos de los censos de captación, tratamiento y suministro de agua (Censos Económicos 2014). Proyecto del laboratorio de microdatos LM555.
- Martínez Lagunes, R. (2014). Información para el diseño y evaluación de las políticas hídricas. En Mercado, A. y López Pérez, C. (eds.), *La estadística ambiental en México*. México: El Colegio de México.
- Martínez Lagunes, R. (2016). Information for better water management. En United Nations World Water Assessment Programme (WWAP), *Capacity development training workshop on water and sustainable development* (pp. 28-45). París: Unesco.
- United Nations World Water Assessment Programme (WWAP) (2016). *Capacity development training workshop on water and sustainable development* (vol. II, *Case studies*). París: Unesco.

## 2. EL FUTURO DEL AGUA A LA LUZ DEL CAMBIO CLIMÁTICO: ALGUNAS PERSPECTIVAS A MACRO Y MICRONIVEL

*Antonina Ivanova<sup>1</sup>*  
*Jobst Wurl<sup>2</sup>*

Los impactos del cambio climático sobre los sistemas de agua dulce y su manejo se deben ante todo a los incrementos actuales en la temperatura, la elevación del nivel medio del mar y la variabilidad de las precipitaciones. Este capítulo presenta los futuros escenarios para el agua a nivel mundial y para México, con enfoque especial en el estado de Baja California Sur (BCS), que ejemplifica los riesgos latentes de un futuro estrés hídrico. Se proponen algunas medidas de adaptación para el país y sus zonas más vulnerables.

La elevación del nivel del mar extenderá las áreas de salinización en acuíferos y esteros, lo cual dará como resultado el descenso de la disponibilidad de agua para seres humanos y ecosistemas en zonas costeras (IPCC, 2014a). El incremento de la intensidad de las precipitaciones se espera que aumente también los riesgos de inundaciones en algunas áreas, y que provoque al mismo tiempo sequías en otras localidades.

El Quinto Informe de Evaluación del Grupo Intergubernamental sobre Cambio Climático (IPCC, por sus siglas en inglés) estipula que las regiones áridas y semiáridas están expuestas de manera más fuerte a los impactos del cambio climático sobre la disponibilidad de agua dulce (IPCC, 2014b). Entre estas áreas de alta vulnerabilidad se encuentran el noroeste de México y el suroeste de Estados Unidos. La vulnerabilidad en varias localidades se acentúa por el rápido crecimiento de la población y el incremento de la demanda de agua.

---

<sup>1</sup> Profesora investigadora del Departamento de Economía, Universidad Autónoma de Baja California Sur.

<sup>2</sup> Profesor investigador del Departamento Académico de Ciencia de la Tierra, Universidad Autónoma de Baja California Sur.

Las temperaturas altas, las precipitaciones con mayor intensidad y los períodos más largos con poca precipitación provocan e incrementan varias modalidades de contaminación del agua, lo que afecta de manera negativa los ecosistemas, la salud humana, la confiabilidad en el suministro de agua y los costos de operación. Los contaminantes incluyen sedimentos, nutrientes, carbón orgánico disuelto, patógenos, sales y contaminación termal (IPCC, 2008). El cambio climático genera impactos sobre el funcionamiento y manejo de la infraestructura hídrica existente.

Los efectos adversos del clima en los recursos de agua dulce incrementan los impactos de otros factores de estrés, como el crecimiento de la población y los cambios en la actividad económica, los usos del suelo y los procesos de urbanización. A nivel global, la demanda de agua crecerá en las décadas venideras debido ante todo al aumento de la población; además, en varias localidades aumentará la demanda de agua para irrigación. Es muy probable que las prácticas de manejo existentes resulten insuficientes o inadecuadas para afrontar los impactos negativos del cambio climático en el suministro de agua continuo, riesgo de inundaciones, salud, energía y sistemas acuáticos. La incorporación de la variabilidad climática en el manejo integrado de cuencas hará más fácil la adaptación a los impactos futuros y el manejo sustentable del agua.

En algunos países y regiones (por ejemplo, el Caribe, Canadá, Estados Unidos, Reino Unido y Alemania) ya fueron desarrolladas prácticas de adaptación y manejo de riesgo en el sector hídrico, que reconocen los cambios hidrológicos pronosticados con las incertidumbres relacionadas con él. Desde el Tercer Informe de Evaluación del IPCC se han evaluado las incertidumbres, se ha mejorado su interpretación y se han desarrollado nuevos métodos de evaluación. Los impactos negativos del cambio climático sobre los recursos de agua dulce son mucho mayores que ciertos impactos positivos que se pudieran dar. Todas las regiones del mundo evaluadas por el Grupo de Trabajo II del IPCC muestran un impacto neto negativo del cambio climático sobre los recursos hídricos y los ecosistemas de agua dulce. Las localidades donde se espera que decline el escurrimiento afrontarán la reducción del valor de los servicios suministrados por el recurso hídrico (IPCC, 2014a). Los impactos benéficos del incremento de escurrimiento en otras regiones serán contrarrestados por los efectos negativos de la mayor variabilidad de precipitaciones y escurrimientos de temporada sobre el suministro y la calidad del agua, así como sobre los riesgos de inundación.

Los riesgos relacionados con el agua dulce se incrementan con las concentraciones de gases de efecto invernadero (GEI) en la atmósfera. Los

modelos desarrollados por la comunidad científica a nivel mundial muestran claramente las diferencias entre futuros con emisiones más altas y con emisiones más bajas.

Por cada grado centígrado de calentamiento global, al menos 7 por ciento de la población mundial sufrirá una disminución de 20 por ciento de recursos hídricos renovables (IPCC, 2008). Se proyecta que a finales del siglo XXI el número de personas que sufrirán inundaciones por desbordamiento de ríos será tres veces más alto que el registrado a lo largo del siglo XX.

Se espera que el cambio climático incremente la frecuencia de las sequías meteorológicas (por menor cantidad de lluvias) y las sequías agrícolas (menos humedad en el suelo) en las regiones secas a fines del siglo XXI (IPCC, 2014b). A la vez, es probable que se incremente la frecuencia de sequías hidrológicas (menos agua superficial y subterránea). No hay que olvidar el incremento de la demanda de agua, lo que contribuye a la escasez de los recursos hídricos.

Otro impacto que se espera es el deterioro de la calidad del agua potable, lo que representa riesgos incluso para la calidad del agua procesada. Las fuentes de riesgo son el incremento de las temperaturas y el aumento de los sedimentos, nutrientes y contaminantes que se acumulan en el agua debido a las fuertes precipitaciones, una menor disolución de contaminantes en tiempo de sequía (IPCC, 2008), así como daños a las instalaciones de tratamiento de agua durante las inundaciones.

Como ya se mencionó, uno de los impactos esperados del cambio climático es que haya modificaciones importantes en el régimen de lluvias, incluyendo la cantidad y distribución de ellas en el tiempo. Esto tendrá implicaciones muy importantes para la agricultura y el uso de agua en los hogares, la industria, el comercio y la generación de energía. Agricultores que dependen de la lluvia para el éxito de sus cultivos pueden ver sus medios de vida amenazados si no existe la capacidad o la infraestructura para el riego en los momentos que se requiera.

El cambio climático afectará de manera diferente a los países y sectores de la población. Algunos países o grupos sociales tendrán la capacidad de hacer frente a los cambios de temperatura esperados, mientras que otros serán más vulnerables. Otros más no tendrán la capacidad para adaptarse y enfrentar estos cambios. Lo mismo ocurre dentro de un país, donde algunas áreas tendrán mayor capacidad que otras para lidiar con los impactos esperados.

Los impactos del cambio climático esperados en el futuro sobre la población en relación con el sector de recursos hídricos no serán iguales para todos los individuos. Habrá sectores de la población más vulnerables que otros dada

una cierta amenaza, lo cual dependerá principalmente de sus características socioeconómicas. Un estudio reciente de Retana *et al.* (2011) apoya esta idea y encuentra que muchas de las acciones estatales deberán estar orientadas a reducir la vulnerabilidad y aumentar la capacidad de adaptación en estos sectores ante el cambio climático. Por ello es útil ubicar aquellas comunidades más vulnerables e invertir allí los recursos existentes.

La relación entre recursos hídricos y desarrollo humano es fuerte. Por un lado, el agua contribuye a la calidad de la vida humana y a que las personas puedan expandir sus libertades, generando así ingresos en la agricultura y en la producción de energía, lo cual permite el saneamiento y el acceso a la educación. El acceso al agua es una condición necesaria, aunque no suficiente, para el desarrollo humano (PNUD, 2006). Y casualmente son aquellas poblaciones en condiciones de mayor pobreza las que tienen menos acceso a este recurso.

El desarrollo humano centra su atención en la “expansión de las libertades de las personas”. Las concibe como fines en sí mismas para que desplieguen todo su potencial. El ingreso es considerado un medio para ampliar las oportunidades de los individuos.

La adaptación al cambio climático es el ajuste en los sistemas naturales y humanos como respuesta a estímulos climáticos actuales y esperados o sus efectos, los cuales moderan los daños o sacan ventaja de las oportunidades (IPCC, 2014).

El impacto del cambio climático sobre los sistemas sociales es un tema de gran importancia para el desarrollo humano. Este impacto se percibirá aunque se reduzcan drásticamente las emisiones en todo el mundo, por lo que la adaptación ante este cambio cobra cada vez mayor importancia. Es decir, ante un cambio inminente en el clima, la preparación que tenga la sociedad para lidiar con él será determinante para que sobreviva. Por esa razón la adaptación se considera crucial para la sobrevivencia humana y de los ecosistemas en general.

El sector de recursos hídricos es de particular importancia cuando se analiza el cambio climático debido a que las consecuencias principales que se esperan de este fenómeno están relacionadas con aumentos y disminuciones en la precipitación, así como con cambios en su patrón estacional. Además, este recurso representa un vínculo entre el sistema natural y el sistema social; por ejemplo, la producción agrícola está asociada muchas veces a regímenes hídricos específicos, cuyas variaciones afectan la calidad y cantidad de los productos (Alcocer *et al.*, 2015). Hay que tomar en cuenta que no todos los países, o regiones, van a tener los mismos recursos para la

adaptación al cambio climático. Esto requiere hacer cambios importantes en sectores como la producción de alimentos, en la agricultura, la generación de energía y el aprovechamiento del agua potable. Es muy útil, entonces, conocer a aquellos con mayor vulnerabilidad para así dirigir recursos para aumentar sus capacidades.

Como ya se mencionó, los recursos hídricos pueden resultar afectados de muchas maneras por el cambio climático. No obstante su importancia, el acceso a los recursos hídricos, y a los servicios relacionados con ellos, está usualmente condicionado por aspectos de gobernanza y de la estructura de poder (PNUD, 2006). Es decir, existen poblaciones que se encuentran en desventaja en cuanto a los beneficios para la vida que puede brindar el acceso al agua. Y esto no se relaciona con la cantidad de ella, sino con su administración y gobernabilidad, así como con factores socioeconómicos. De igual manera, estas personas usualmente enfrentan condiciones de mayor amenaza climática.

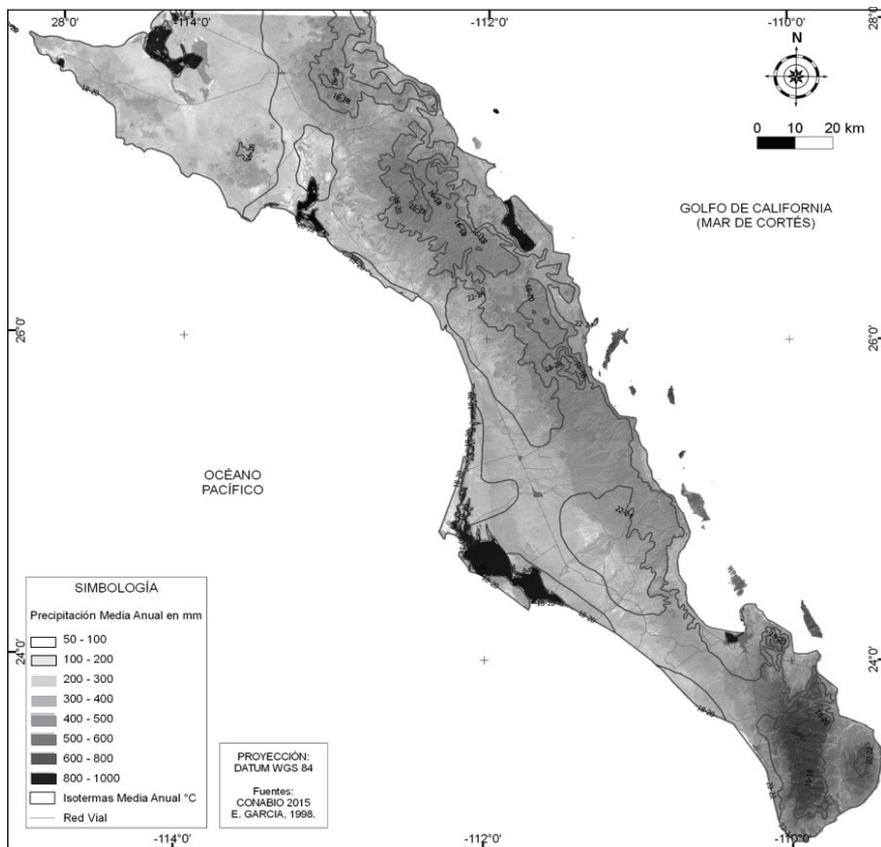
Si bien es cierto que el agua es un recurso escaso, los límites físicos todavía no han sido alcanzados y la escasez del agua, en buena medida, tiene su origen en la inequidad, la pobreza y la distribución del poder. Como ejemplo, PNUD (2006), en el Informe de Desarrollo Humano, cita las diferencias en abastecimiento de agua y alcantarillado, que no están correlacionadas con la cantidad disponible sino más bien con las instituciones.

Los factores que determinan esta vulnerabilidad son en su mayoría de tipo socioeconómico e institucional, ya que están relacionados con las capacidades de una población para tener resiliencia ante distintos tipos de eventos (y no sólo hidrometeorológicos). PNUD (2006) pone como ejemplo el caso de la India, que pierde 25 mil vidas al año por motivos relacionados con la sequía, mientras que Australia, con un nivel de amenaza similar, no pierde ninguna. Por ejemplo, la capacidad de almacenamiento de agua es un indicador de vulnerabilidad: mientras que Estados Unidos tiene 6,000 metros cúbicos por persona de almacenamiento, México cuenta con 1,000 (Banco Mundial, 2011).

Considerando el impacto que el cambio climático puede tener en la disminución de la precipitación en México, se esperaría un impacto negativo en la disponibilidad natural media de agua, el volumen de escurrimiento superficial medio anual y la recarga media anual de acuíferos. Todo esto daría como resultado que más regiones hidrológico-administrativas empezaran a tener problemas intermitentes de escasez de agua, y en los casos extremos del Valle de México y el Noroeste del país (Ortiz *et al.*, 2015) el problema podría llegar a ser insostenible. La ubicación de México en la zona intertropical del hemisferio norte coloca a dos terceras partes del país en zonas áridas o semiáridas, mientras que una tercera parte es susceptible de inundaciones

por su exposición a ciclones tropicales en sus tres márgenes costeros, por la diferencia en elevación de su territorio y por la distribución de la precipitación, así como por diferencias en el escurrimiento durante el transcurso del año y en espacio a lo largo y ancho del país. Dicha vulnerabilidad natural se ha exacerbado en años recientes. Se estima que en la actualidad el 15 por ciento de su territorio, el 68.2 por ciento de su población y el 71 por ciento de su PIB se encuentran altamente expuestos al riesgo de los impactos adversos directos del cambio climático (Martínez y Patiño, 2012). Lo anterior se debe tanto a factores climáticos como a la “vulnerabilidad social” (ordenamiento territorial y desarrollo urbano, la concentración de centros productivos e industriales en la zona árida del norte del país y la desigualdad en los ingresos).

Mapa 2.1. Precipitación y temperaturas en el estado de Baja California Sur



Fuentes: Conabio (2015), García (1998).



mm al año o menos. En BCS las lluvias se presentan principalmente en verano debido al efecto de ciclones tropicales, y en menor grado en invierno. Según la Conagua (2002), la relación entre las lluvias veraniegas y las invernales es de 70 y 30 por ciento, respectivamente.

En comparación con la evaporación potencial (la cantidad máxima de agua que podría evaporarse) en un año, es más de diez veces mayor que la precipitación. Según los datos de 40 estaciones meteorológicas de la Conagua (2011), con mediciones directas de la evaporación potencial anual (realizadas entre 1940 y 2004), la evaporación potencial en BCS es en promedio de 2,180 mm. Como valor mínimo, se registraron 1,731 mm en el sur del estado (Estación Elías Calles) y el valor máximo fue de 2,986 mm y se registró en el norte, en el desierto de Vizcaíno (Estación Guillermo Prieto).

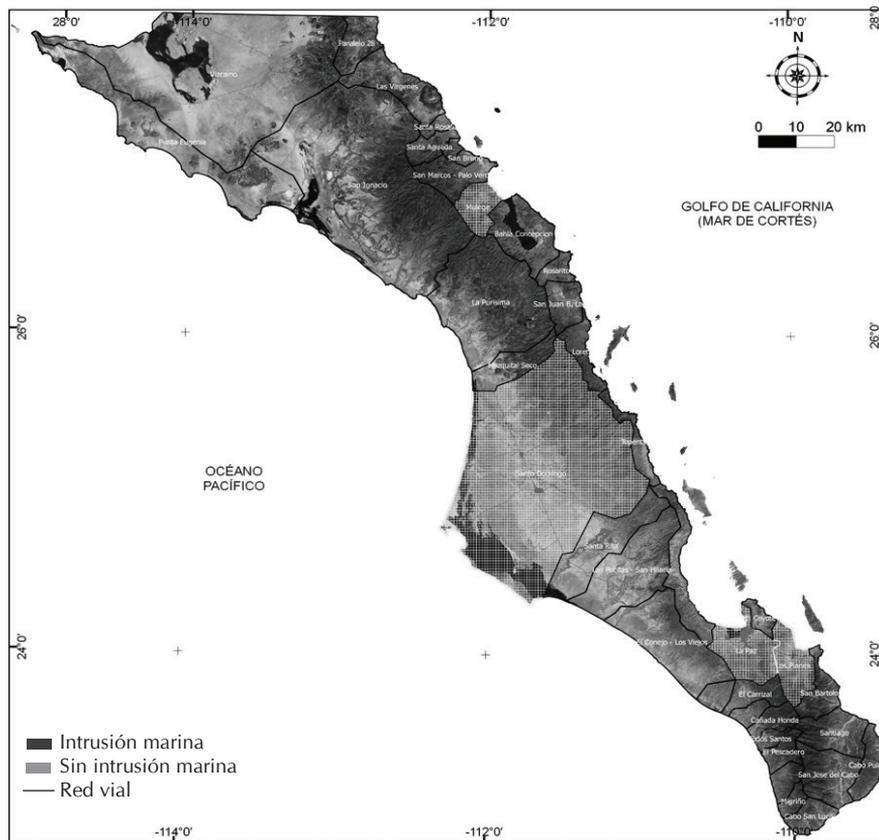
El estado de BCS es afectado de manera periódica por desastres de origen hidrometeorológico (mapa 2.2) tales como tormentas tropicales (huracanes), tempestades, inundaciones, sequías e incendios, por mencionar sólo los más importantes (Ivanova y Gámez, 2012). Casi todos los años se presentan lluvias de alta intensidad y corta duración, provocadas por ciclones, tormentas tropicales y huracanes, que causan inundaciones y daños materiales, en algunos casos hasta muertos. Pero estas lluvias extremas también son un factor importante para la recarga de los acuíferos. Existe una relación entre el acercamiento del ojo del huracán y la precipitación, de tal manera que para el sur del estado se observa un aumento en la precipitación cuando el ojo del huracán se acerca a menos de 800 km del lugar; en distancias de 300 km la precipitación aumenta al triple del promedio (Wurl y Martínez, 2006).

En BCS, por falta de ríos con flujo de agua durante todo el año, la única fuente confiable de agua dulce son los recursos del agua subterránea, extraída de acuíferos que se recargan después de las inundaciones y con los escurrimientos ocasionados por las intensas lluvias, provocadas en su mayoría por tormentas tropicales. En el estado sólo 5.7 mm de la precipitación anual alcanzan a recargar los acuíferos en promedio, el resto se evapotranspira (88 por ciento) o escurre por los arroyos hacia el mar. Debido a esta situación, en BCS es escasa la disponibilidad de agua dulce; la extracción de agua subterránea, en suma, es ligeramente mayor que la disponibilidad de ella en todos los acuíferos (Conagua, 2015a). La poca oferta de agua subterránea y la sobreexplotación de acuíferos (en su gran mayoría costeros) representan un problema grave, pues provocan la intrusión del agua marina en las zonas costeras (mapa 2.3). Además, se observa una creciente demanda del recurso hídrico; durante la década 2000-2010 la población de BCS aumentó en 50 por ciento (gráfica 2.1), lo que ha hecho disminuir la disponibilidad de agua per

cápita al año a un valor de sólo 785 metros cúbicos, por lo cual se le clasifica actualmente como un estado que experimenta escasez de agua. Esta situación encarece las actividades económicas e impacta negativamente el desarrollo futuro de la entidad.

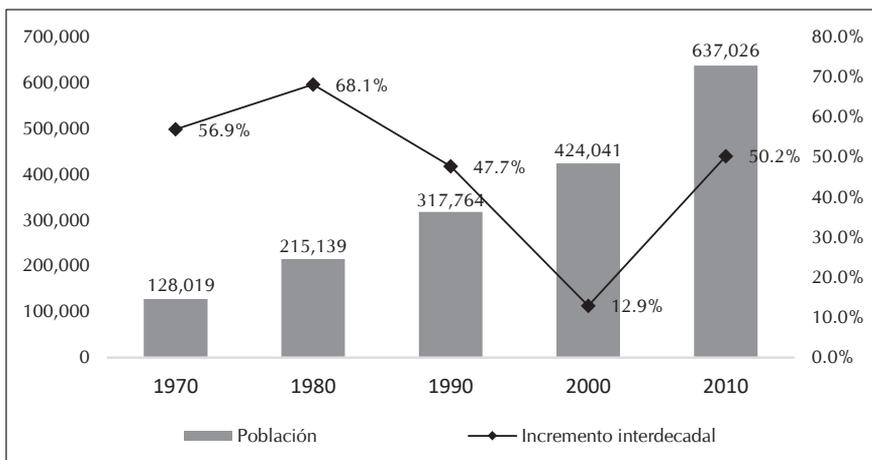
Las condiciones de sequía de la entidad han sido clasificadas entre severas y extremadamente severas. De acuerdo con los pronósticos oficiales, esta situación empeorará en grandes partes del estado para convertirse en muy severas y extremadamente severas en el futuro. Los modelos del cambio climático pronostican precipitaciones más intensas, y con ello una mayor afectación del estado por inundaciones.

Mapa 2.3. Acuíferos con intrusión marina en el estado de Baja California Sur



Fuente: Conagua (2015b).

Gráfica 2.1. Crecimiento de la población en Baja California Sur, 1970-2010



Fuente (INEGI, 1970-2010).

En BCS, la Conagua establece que existen 40 cuencas hidrológicas, con un flujo total anual en promedio de 870.606 millones de metros cúbicos ( $\text{Mm}^3$ ) y una disponibilidad total de  $756.737 \text{ Mm}^3$  anuales, lo cual representa 86.9 por ciento (sólo la cuenca de Todos Santos tiene un déficit de  $0.27 \text{ Mm}^3$ ). El volumen anual del agua superficial por lluvias representa casi el doble (187 por ciento) del volumen de la recarga anual de agua subterránea en el estado (Conagua, 2010), pero esos escurrimientos no se aprovechan lo suficiente. La construcción de obras de captura de agua superficial y de recarga artificial para compensar las reducciones esperadas en la recarga de los acuíferos es una necesidad en Sudcalifornia.

Estudios basados en modelos climáticos sugieren que el ciclo hidrológico se verá afectado tanto en la distribución de lluvias intensas como en la frecuencia de sequías (IPCC, 2008, 2014a). Meehl *et al.* (2007) muestran una tendencia de la precipitación global anual a aumentar hasta en 2 por ciento para el año 2080. Sin embargo, a nivel regional la situación varía drásticamente. Christensen *et al.* (2007) predicen para la península de Baja California disminuciones en la precipitación media anual de 5 a 10 por ciento, mientras que la Conagua (2007) estima que en el año 2040 habrá disminuciones en la precipitación en una cuarta parte de la península con respecto a la del año 2000, y en el resto del territorio tendrá aumentos. Gay (2006) propone variaciones de la precipitación de entre -3 y -9 por ciento para el año 2050.

Existen evidencias de un cambio hacia lluvias más extremas en partes del estado. El Servicio Meteorológico Nacional realizó en 115 estaciones climatológicas de BCS mediciones diarias de la precipitación, temperatura, y sólo en algunos casos de la evapotranspiración potencial diaria. Los datos analizados cubren como máximo un lapso de tiempo de 80 años, pero en la mayoría de los casos las estaciones tienen registros menores de 50 años, y los de muchas de ellas están incompletos. Un análisis de datos registrados en las estaciones climatológicas encontró un aumento de las precipitaciones extremas en la última década en varias estaciones ubicadas en las partes central y norte del estado, donde las lluvias máximas diarias registradas en los últimos 15 años aumentaron en cuanto a la intensidad de precipitaciones extremas.

El gobierno y la sociedad civil de México tendrán que trabajar en varios frentes simultáneamente para enfrentar la crisis de agua que ya se padece en algunas regiones del país y que, como todo parece indicar, el fenómeno del cambio climático tenderá a agudizar aún más. Las regiones que ya experimentan problemas de escasez de agua tienen que replantear seriamente el modelo de desarrollo económico que están aplicando para no enfrentar en el futuro una crisis que pueda hacer colapsar sus sistemas socioeconómicos y ambientales bajo condiciones de estrés hídrico. Se tendrá que limitar el crecimiento de la población en esas regiones, o bien crear las condiciones para incentivar la reubicación de la población en regiones que cuenten todavía con los recursos hídricos suficientes para brindar los estándares mínimos de bienestar social. Se tendrá que trabajar en el desarrollo de plantas desalinizadoras de agua —principalmente en costas— que aseguren el suministro confiable de agua potable y a la vez sean amigables con el medio ambiente. Para lograr esto, la población deberá aceptar que el agua tiene un valor social y económico importante y pagar el costo real por este servicio y el de saneamiento. Los organismos operadores de agua potable, alcantarillado y saneamiento no deberán privatizarse, pero sí ser autónomos y estar desligados de intereses políticos de los tres niveles de gobierno, y deberán manejarse con criterios de sustentabilidad, eficiencia, efectividad y equidad en sus procesos de diseño, construcción y operación de sistemas de agua. Se deberá rehabilitar toda la infraestructura hidráulica de agua potable y saneamiento para reducir a estándares internacionales las pérdidas por fugas en las redes de distribución y en los sistemas de alcantarillado sanitario, que causan problemas de contaminación de los acuíferos. Se deberá trabajar por alcanzar el 100 por ciento de tratamiento de aguas residuales e implementar programas de reutilización y conservación. Se tendrá que rehabilitar toda

la infraestructura hidráulica para riego y tecnificar esta práctica para hacer más eficiente el uso de agua y con ello disminuir el consumo y desperdicio que tiene este sector, y asegurar la producción de alimentos.

En el caso de BCS, tres de los métodos para aumentar la oferta natural del agua tienen particular importancia: la captura de agua superficial en presas, la desalinización y el reúso de aguas residuales tratadas. Estas tres fuentes alternas de agua aumentan actualmente la oferta natural en aproximadamente sólo 20 por ciento. Las acciones relacionadas con el uso del agua deben tener como prioridad el abasto a la población de manera continua y a precios accesibles, y también un uso sustentable del recurso.

Por tal razón se recomienda la construcción de obras de captura de agua superficial y obras de recarga artificial con el fin de compensar las reducciones esperadas en la recarga debido al cambio climático. El agua superficial representa un enorme potencial según Conagua (2010). Además, se recomienda comprobar, a nivel local, las siguientes intervenciones:

- 1] Reducción de las pérdidas por fugas en las redes de distribución.
- 2] Medición y control del consumo de agua en las ciudades.
- 3] Modernización de las redes de agua potable.
- 4] Rebombeo de aguas perdidas por la red de distribución defectuosa en ciudades.
- 5] Reúso de las aguas negras.
- 6] Construcción de bordes de retención de suelos y captura de aguas superficiales.
- 7] Desalinización de agua del mar.
- 8] Estudios respecto a la factibilidad de la siembra de lluvias.

## REFERENCIAS

- Alcocer Durand, J., Vilachera Fatjo, G., Escobero Fuentes, O. A., Falcón, L. L., Valdespino, P. M. y Mazari Hiriart, M. (2015). Aguas continentales. En Ortiz Espejel, B., Muñoz Sevilla, P. y Le Bail, M. (coords.), *Reporte mexicano de cambio climático. Grupo II. Impactos, vulnerabilidad, adaptación*. México: Programa de Investigación en Cambio Climático (PINCC)-Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM).
- Banco Mundial (2011). Rural water supply and sanitation challenges in Latin America for the next decade (2011-2020). Recuperado de <http://water.worldbank.org/sites/water.worldbank.org/files/publication/RWSN-webinar-Glenn-Pearce-Oroz.pdf>

- Christensen, J. H., Hewitson, B., Busuioc, A., Chen, A., Gao, X., Held, I., Jones, R., Kolli, R. K., Kwon, W.-T., Laprise, R., Magaña Rueda, V., Mearns, L., Menéndez, C. G., Räisänen, J., Rinke, A., Sarr, A. y Whetton, P. (2007). Regional climate projections. En Solomon, S., Qin, D., Manning, M., Chen, Z., Marquis, M., Averyt, K. B., Tignor, M. y Miller, H. L. (eds.), *Climate change 2007: the physical science basis*. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge, UK, New York: Cambridge University Press.
- Comisión Nacional del Agua (Conagua) (2002). *Determinación de la disponibilidad de agua en el acuífero Santo Domingo estado de Baja California Sur*. México: Subgerencia de Evaluación y Modelación Hidrogeológica-Conagua.
- Comisión Nacional del Agua (Conagua) (2007). Base de datos de precipitaciones de 22 estaciones climatológicas.
- Comisión Nacional del Agua (Conagua) (2007). Principales acueductos en México, 2015. En *Estadísticas del agua en México*, edición 2016. México: Conagua.
- Comisión Nacional del Agua (Conagua) (2010). Consulta estadística del agua. Recuperado de <http://www.conagua.gob.mx/CONAGUA07/Contenido/Documentos/>
- Comisión Nacional del Agua (Conagua) (2011). Determinación de la disponibilidad de agua subterránea por acuífero en BCS. Recuperado de <http://www.conagua.gob.mx/disponibilidad.aspx?id=Disponibilidad%20por%20acu%C3%ADfero> (consultado el 20 de marzo de 2011).
- Comisión Nacional del Agua (Conagua) (2015a). Disponibilidad del agua subterránea (*DOF*, 20 de abril). Recuperado de <http://www.conagua.gob.mx/disponibilidad.aspx?n1=3&n2=62&n3=112>
- Comisión Nacional del Agua (Conagua) (2015b). Sistema Nacional de Información del Agua (SINA). Recuperado de [http://201.116.60.25/sina/index\\_jquery-mobile2.html?tema=acuiferos](http://201.116.60.25/sina/index_jquery-mobile2.html?tema=acuiferos) (consultado el 14 de junio de 2016).
- Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (Conabio) (2015). Precipitación anual en México (1910-2009), escala: 1:1000000. México: Conabio.
- García, E. (1998). Isotermas medias anuales. Escala 1:1000000, México.
- Gay, C. (2006). Cambio climático en México. Centro de Ciencias de la Atmósfera-UNAM. Recuperado de [www.atmosfera.unam.mx](http://www.atmosfera.unam.mx)
- Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) (2008). El cambio climático y el agua. Documento técnico VI del IPCC. Ginebra: IPCC/WMO/UNEP.

- Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) (2014a). Summary for policymakers. En *Climate change 2014: impacts, adaptation, and vulnerability. Part A: Global and sectoral aspects* (pp. 1-32). Contribution of Working Group II to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Field, C.B., V.R. Barros, D.J. Dokken, K.J. Mach, M.D. Mastrandrea, T.E. Bilir, M. Chatterjee, K.L. Ebi, Y.O. Estrada, R.C. Genova, B. Girma, E.S. Kissel, A.N. Levy, S. MacCracken, P.R. Mastrandrea y L.L. Wh. Cambridge UK, New York: Cambridge University Press.
- Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) (2014b). *Climate change 2014: impacts, adaptation, and vulnerability, Part B: Regional aspects*. Contribution of Working Group III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Barros, V.R., C.B. Field, D.J. Dokken, M.D. Mastrandrea, K.J. March, T.E. Bilir, M. Chatterjee, K.L. Ebi, Y.O. Estada, R.C. Genova, B. Girma, E.S. Kissel, A.N. Levy, S. MacCracken, P.R. Mastrandrea y L.L. White]. Cambridge UK, New York: Cambridge University Press.
- Ivanova, A. y Gámez, A. (eds.) (2012). *Plan Estatal de Acción ante el Cambio Climático para Baja California Sur*. La Paz: Gobierno del Estado de Baja California Sur.
- Martínez, P. F. y Patiño, C. (2012). Efectos del cambio climático en la disponibilidad de agua en México. *Tecnología y Ciencias del Agua*, III(1), 5-20.
- Meehl, G. A., Stocker, T. F., Collins, W. D., Friedlingstein, P., Gaye, A. T., Gregory, J. M., Kitoh, A., Knutti, R., Murphy, J. M., Noda, A., Raper, S. C. B., Watterson, I. G., Weaver, A. J. y Zhao, Z.-C. (2007). Global climate projections. En Solomon, S., Qin, D., Manning, M., Chen, Z., Marquis, M., Averyt, K.B., Tignor, M. y Miller, H.L. (eds.), *Climate change 2007: the physical science basis*. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge UK, New York: Cambridge University Press.
- National Hurricane Center (NHC)-National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA) (2016). Base de datos HURDAT2. Recuperado de <http://www.nhc.noaa.gov/data/> (consultado el 26 de agosto de 2016).
- Ortiz Espejel, B., Muñoz Sevilla, N. P. y Le Bail, M. (2015). *Reporte mexicano de cambio climático, Grupo II. Impactos, vulnerabilidad, adaptación*. México: PINCC-UNAM.
- Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD) (2006). Informe sobre el desarrollo humano. Recuperado de [http://hdr.undp.org/sites/default/files/hdr\\_2006\\_es\\_completo.pdf](http://hdr.undp.org/sites/default/files/hdr_2006_es_completo.pdf)

- Retana, J., Araya, C., Sanabria, N., Alfaro, M., Solera, J. y Alvarado, L. (2011). *Riesgo futuro del sector hídrico de Costa Rica ante el cambio climático*. San José: Instituto Meteorológico Nacional de Costa Rica.
- Wurl, J. y Martínez Gutiérrez, G (2006). El efecto de ciclones tropicales sobre el clima en la cuenca de Santiago, Baja California Sur, México. III Simposio Internacional en Ingeniería y Ciencias para la Sustentabilidad Ambiental y Semana del Ambiente 2006, 5-6 de junio, Ciudad de México.

### 3. SEGURIDAD HÍDRICA Y DERECHO HUMANO AL AGUA

*Patricia Ávila García<sup>1</sup>*

#### INTRODUCCIÓN

Desde la segunda mitad del siglo XX hubo avances importantes a nivel internacional en materia de reconocimiento de los derechos humanos, en particular de los considerados de segunda y tercera generación, que llevaron implícita la noción del agua como derecho esencial para la vida, el bienestar humano, la producción de alimentos, el desarrollo y el funcionamiento de los ecosistemas. No obstante, en la medida en que hubo reconocimiento político de los impactos sociales y ambientales del modelo económico dominante, y en particular de la crisis del agua, se logró avanzar en la noción del derecho al agua a través de la aprobación del Comentario 15 del Pacto Internacional de Derechos Económicos, Sociales y Culturales de la Organización de las Naciones Unidas en 2002 (UN-Economic and Social Council, 2002).

Cabe señalar que tal reconocimiento parte de la noción del desarrollo, y por ende de una dimensión amplia del derecho humano al agua; es decir, se protege no sólo a los individuos sino también a las comunidades y los grupos sociales; y no se restringe al abastecimiento de agua potable y el saneamiento, ya que reconoce su importancia en la producción de alimentos, el equilibrio de los ecosistemas y el desarrollo de los pueblos (Langford y Khalfan, 2007).

Además, resulta relevante el papel jugado por los movimientos sociales y las organizaciones ciudadanas en el impulso del derecho humano al agua, frente a las presiones de organismos supranacionales como el Banco Mun-

---

<sup>1</sup> Profesora investigadora del Instituto de Investigaciones de Ecosistemas y Sustentabilidad, Universidad Nacional Autónoma de México, Campus Morelia.

dial para convertirla en una mercancía y bien económico, y avanzar en la privatización del servicio y la asignación de derechos de propiedad entre los diferentes usuarios (doméstico, servicios, agrícola, industrial).

En particular, destaca el liderazgo que tuvo el gobierno boliviano (emanado de las luchas sociales que se opusieron a la privatización del agua en Cochabamba y El Alto-La Paz) en el Foro Mundial del Agua en México en 2006, y luego ante las Naciones Unidas para impulsar el reconocimiento de este derecho. Tal resolución finalmente fue aprobada en una Asamblea de Naciones Unidas en julio de 2010, donde se reconoció el derecho al agua potable y saneamiento como esencial para el pleno disfrute de la vida y todos los derechos humanos; y se exhortó a los Estados y las organizaciones internacionales a que proporcionaran recursos financieros y propiciaran el aumento de la capacidad y transferencia de tecnología a los países en desarrollo, con el fin de brindar un acceso económico al agua potable y saneamiento a la población (UN-General Assembly, 2010).

En este marco, en el presente ensayo se propone entender los alcances y las limitaciones del reconocimiento del derecho humano al agua en el plano internacional y el proceso que deben seguir los Estados para cumplir con este compromiso en sus países. Todo ello desde la perspectiva de analizar los nexos entre el derecho humano al agua y la seguridad hídrica, ya que se reconoce la existencia de una crisis del agua que se requiere abordar con un enfoque social. El ensayo se divide en dos partes: la primera aborda la crisis del agua y su relación con la seguridad hídrica y el derecho humano al agua; la segunda ubica los alcances y las limitaciones del derecho humano al agua, así como los mecanismos para lograr su cumplimiento por parte de los Estados.

## CRISIS DEL AGUA, SEGURIDAD HÍDRICA Y DERECHOS HUMANOS

La crisis del agua está asociada con procesos como la urbanización y el dinamismo demográfico, así como con el crecimiento económico y la industrialización, ya que generan una mayor demanda de agua y afectan la disponibilidad y calidad de las fuentes superficiales y subterráneas. Además, se relaciona con las desigualdades sociales entre el campo y la ciudad, que conducen a un acceso limitado al agua potable y saneamiento, sobre todo para los más pobres y marginados.

Por otra parte, se asocia con la mayor competencia por el uso del agua, que genera disputas por su control entre actores sociales, económicos y

políticos, que tienen valoraciones diferentes del recurso: unos lo ven como un bien común con alto valor social, cultural o ecológico; otros como un bien económico sujeto a la apropiación privada y las leyes del mercado, y algunos más como un recurso político, fuente de poder y control. Estas disputas incluso traspasan las fronteras nacionales y generan tensiones diplomáticas y políticas en el plano internacional.

Tal panorama se torna crítico con el deterioro ambiental (deforestación, contaminación del agua) y la pérdida de servicios ecosistémicos relacionados con el agua (recarga de acuíferos, control de inundaciones), así como con las alteraciones en el patrón de precipitación y la presencia de eventos extremos (sequías e inundaciones) causados por el cambio climático global. De allí que se proyecta el incremento de la vulnerabilidad hídrica de la población y los ecosistemas ante los impactos generados por el cambio climático, ya que habrá mayor incertidumbre en la disponibilidad de agua, se alterarán los ciclos agrícolas y será irreversible la degradación ecológica (UN-Water, 2012).

En respuesta a esta crisis del agua, asociada con procesos globales como el cambio climático, la globalización económica y la urbanización, han emergido visiones que tratan de abordarla como un problema de seguridad internacional y nacional porque están en riesgo la población humana, los ecosistemas y la vida misma. Al respecto, en el Segundo Foro Mundial del Agua se planteó en su declaración final (WWF, 2000) la importancia de lograr la seguridad hídrica como un medio para enfrentar la inminente crisis del agua enfrentando los siguientes retos: satisfacer necesidades básicas de agua y saneamiento; asegurar la provisión de alimentos y aumentar la seguridad hídrica; proteger los ecosistemas por medio de un manejo sostenible de los recursos hídricos; promover la cooperación pacífica entre los diferentes usos del agua; manejar los riesgos y proporcionar seguridad en caso de inundaciones, sequías y contaminación; valorar el agua en función de sus valores económicos, sociales, ambientales y culturales, y garantizar una buena gobernanza del agua.

En los últimos años se ha profundizado en la noción de seguridad hídrica. En particular, destaca la desarrollada por el Grupo del Agua de las Naciones Unidas (UN-Water, 2013), que hace un planteamiento holístico e integral al vincular la dimensión humana (sustento, bienestar humano y desarrollo socioeconómico) con la biofísica (calidad del agua, fenómenos climáticos extremos, ecosistemas), en el sentido de lograr un manejo sustentable del ciclo del agua para el bienestar humano y la preservación de los ecosistemas. Así, la noción de seguridad hídrica lleva implícita la satisfacción de las necesidades básicas relacionadas con el abasto de agua,

la protección de su calidad frente a la contaminación y el manejo de los conflictos desde la escala individual hasta la grupal y desde el nivel local hasta el internacional.

Esto nos lleva a reconocer los estrechos vínculos entre el agua, los ecosistemas y la sociedad, y la importancia de proteger el medio biofísico y a la población para garantizar un desarrollo sustentable; es decir, se requiere proteger los derechos humanos y de la naturaleza para las generaciones presentes y futuras. De acuerdo con UN-Water (2013), el reconocimiento del derecho humano al agua es un primer paso para alcanzar la seguridad hídrica para individuos y grupos. Además de que puede actuar como catalizador en las discusiones de política pública entre actores y sectores involucrados y en el desarrollo de programas que hagan posible la totalidad de los derechos.

Desde el punto de vista ético, la seguridad hídrica está ligada con el derecho humano al agua pues se enfatiza la protección de individuos y grupos (y por ende la dignidad humana), la satisfacción de las necesidades esenciales y la provisión del agua mediante un manejo sustentable de los ecosistemas. Por ello es factible alcanzar la seguridad hídrica en la medida en que los países reconozcan estos derechos, armonicen los objetivos económicos con los sociales y ambientales, reorienten los patrones de producción y consumo sobre una lógica de sustentabilidad y actúen solidariamente a través de la cooperación internacional y el cumplimiento de acuerdos de importancia planetaria (cambio climático).

## ALCANCES Y LIMITACIONES DEL DERECHO HUMANO AL AGUA

En el caso del derecho humano al agua, la dimensión ética está asociada con la dignidad de las personas y el derecho a la vida, ya que es una necesidad básica de los individuos y los grupos. Su acceso en calidad y cantidad adecuada permite garantizar la salud y el bienestar humano. En este sentido, Gleick (1999) y Murillo (2014) señalan que un enfoque adecuado para abordar el derecho humano al agua es satisfacer las necesidades básicas de agua para cubrir el uso personal y doméstico (consumo, aseo personal, cocción de alimentos). Por eso ninguna persona puede quedar excluida de esta condición básica (una disponibilidad mínima de agua) para tener una vida digna. Es pues ética y moralmente inaceptable excluir de este derecho esencial a individuos y grupos por razones económicas, políticas o culturales.

De igual manera, la noción ética del agua nos lleva al tema de la equidad social y la justicia en el sentido de que el derecho humano al agua debe estar garantizado para todos los individuos, en especial para los más pobres y marginados por razones económicas, culturales y políticas. Esto implica el reconocimiento internacional de que millones de personas en el mundo no tienen satisfechos los requerimientos esenciales de agua para satisfacer sus necesidades. Además, justifica por sí misma la ayuda y cooperación internacional y muestra las responsabilidades de los Estados de resolver un problema que afecta la dignidad humana en los respectivos países.

Por otra parte, la noción jurídica del derecho al agua está implícita en instrumentos legales internacionales de carácter vinculante (obligatorio) para los Estados, como la Convención de Ginebra de Protección a las Personas Civiles en Tiempos de Guerra (1949), el Pacto Internacional de Derechos Políticos y Civiles (1966), el Pacto Internacional de Derechos Económicos, Sociales y Culturales (1966), la Convención sobre la Eliminación de Todas las Formas de Discriminación contra la Mujer (1979) y la Convención sobre los Derechos de la Niñez (1989).

En particular, destaca el Comentario 15 del Pacto Internacional de Derechos Económicos, Sociales y Culturales, emitido en 2002, donde se hizo un esfuerzo por especificar el derecho humano al agua a través de criterios de disponibilidad, calidad y accesibilidad, que luego derivaron en varios indicadores (físicos, económicos y accesibilidad de información y no discriminación). Estos criterios son útiles para definir las obligaciones básicas de los Estados en relación con el derecho humano al agua, como son: garantizar el acceso al agua en cantidad y calidad suficiente y adecuada para los usos personales y domésticos y para la prevención de enfermedades; y que garanticen el derecho al acceso al agua, la infraestructura y los servicios sin discriminación, sobre todo a grupos vulnerables o marginales (UN-Economic and Social Council, 2002).

En casos de violación de los criterios arriba mencionados o por los especificados como obligaciones en cada país, el Comentario 15 planteó que debe hacerse una distinción entre la incapacidad del Estado para cumplir estas obligaciones en relación con el derecho al agua y las resistencias del mismo a cumplirlas. En otras palabras, las violaciones quizá sean actos de comisión, como hechos directos cometidos por el Estado u otras entidades sin suficiente regulación, o de omisión, que se refieren a la no adopción de medidas apropiadas para garantizar el total disfrute del derecho al agua por no tener una política nacional de agua o por no cumplir con la aplicación de las leyes (UN-Economic and Social Council, 2002).

Con el fin de avanzar en el camino del reconocimiento del agua como un derecho humano en forma vinculante para los Estados, en 2006 la Subcomisión de Promoción y Protección de los Derechos Humanos de las Naciones Unidas aprobó las directrices para hacer realidad el derecho al agua potable y saneamiento. También el Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD) reconoció la importancia de que el derecho al agua fuera considerado como un derecho humano.

En 2008, el Consejo de Derechos Humanos creó el mandato del “Experto independiente sobre la cuestión de las obligaciones de derechos humanos relacionadas con el acceso al agua potable y el saneamiento” para esclarecer el alcance y los contenidos de tales obligaciones (UN-WHO, 2010). Posteriormente se hicieron informes de la Alta Comisionada de Derechos Humanos en materia de derechos humanos relacionados con el agua y saneamiento, así como de la experta independiente sobre la cuestión de las obligaciones de estos derechos. Tales acciones derivaron en el reconocimiento explícito del derecho humano al agua potable y saneamiento, que se expresó en la resolución emitida por la Asamblea de las Naciones Unidas en julio de 2010, que tuvo un carácter vinculante y, por lo tanto, es obligatoria para los Estados firmantes (UN-General Assembly, 2010).

Esta resolución parte de principios éticos como son: el reconocimiento de la existencia de millones de personas en el mundo sin acceso al agua potable y saneamiento básico; la importancia de que ambos requerimientos se dispongan en forma equitativa para el disfrute de todos los derechos humanos; la responsabilidad de los Estados de promover y proteger todos los derechos humanos y tratarlos en forma global, justa y equitativa, y el compromiso de los países por alcanzar los Objetivos de Desarrollo del Milenio en lo referente a la aplicación de medidas que reduzcan los déficits en materia de agua potable y saneamiento (UN-General Assembly, 2010: 3).

Un año después fue ampliada la resolución por el Consejo de Derechos Humanos (UN-General Assembly, 2011) para reconocer que el derecho humano al agua potable y saneamiento se deriva del derecho a un adecuado nivel de vida y está estrechamente relacionado con el logro de la salud física y mental, así como con el derecho a la vida y la dignidad humana. Es decir, ratifica principios éticos esenciales sobre la dimensión humana de este derecho.

Con su existencia y reconocimiento formal se abre un abanico de posibilidades para la defensa legal, así como para el cumplimiento por parte de los Estados de derechos humanos esenciales de los individuos y las comunidades. De acuerdo con UN-WHO (2010), algunos grupos o personas tienen dificultades particularmente grandes para ejercer su derecho al agua debido

a la discriminación, la estigmatización o ambos factores a la vez. A fin de proteger eficazmente este derecho, es necesario prestar atención a la situación concreta de las personas y los grupos, especialmente los más vulnerables.

En este sentido, los Estados tienen la obligación básica de proteger y promover los derechos humanos. Los compromisos en la materia generalmente son definidos en tratados internacionales que crean responsabilidades vinculantes sobre los Estados que deben ser ratificadas. Éstos se pueden clasificar en tres categorías:

- 1] *La obligación de respetar*. Implica que los Estados deben intervenir directa e indirectamente en el disfrute del derecho al agua.
- 2] *La obligación de proteger*. Demanda que los Estados eviten que terceras partes afecten el derecho al agua. Los Estados deben adoptar medidas legales u otras que aseguren que el actor privado cumpla con la normatividad en materia de derechos humanos relacionados con el agua,
- 3] *La obligación de hacer realidad*. Implica que los Estados adopten de manera apropiada medidas legales, administrativas, financieras y judiciales, entre otras, para que se logre el total cumplimiento de este derecho. Sus políticas de agua deben dar prioridad a una gestión que se oriente a la satisfacción de los usos personales y domésticos.

Además, enfatiza en la obligación de los Estados de proteger los derechos humanos evitando que actores no estatales afecten el derecho al agua. Ello implica que tales actores (individuos, organizaciones no gubernamentales, empresarios) tienen responsabilidades en la promoción y protección de los derechos humanos (UN-WHO, 2010).

De igual manera, el Consejo de Derechos Humanos (UN-General Assembly, 2011) pone el énfasis en la responsabilidad básica de los Estados de asegurar la totalidad de los derechos humanos, y plantea que debe lograrse en forma gradual con la asistencia y cooperación internacional para que se alcance el logro total del derecho al agua potable y saneamiento. Ello implica que los Estados hagan adaptaciones en sus legislaciones para que queden explícitas sus obligaciones en la materia. Además señala el importante papel que deben desempeñar sus planes de acción como herramientas para la promoción de los derechos humanos, como el del agua potable y saneamiento.

## REFLEXIONES FINALES

En el plano internacional, la resolución de las Naciones Unidas sobre el derecho humano al agua de 2010 representa un avance importante, ya que los países firmantes se comprometieron a adoptar medidas concretas y graduales para lograr su cumplimiento. Para ello se propuso diseñar una estrategia que incluyera: los cambios legales necesarios para reconocer tal derecho en sus constituciones y leyes en la materia; la aplicación de políticas públicas y programas sobre agua potable y saneamiento, y la disponibilidad de recursos financieros y tecnológicos para los proyectos y las obras requeridas.

A partir de este reconocimiento, su aplicación se hizo obligatoria para los países que lo signaron y no se permiten retrocesos, salvo casos excepcionales (crisis económica, inestabilidad política) donde es factible apoyar a los Estados con asistencia internacional. Las violaciones por omisión o comisión deben ser observadas con el fin de emitir algún exhorto, e incluso sanción, para que se cumpla con este compromiso.

En este sentido, es un primer paso para avanzar en materia legal y política, ya que corresponde al Estado su aplicación y vigilancia, para que tanto él como otros actores (por ejemplo, las empresas transnacionales) respeten este derecho humano. También corresponde a la sociedad vigilar que en realidad se cumpla este derecho mediante su participación en la concreción y el enriquecimiento del marco jurídico nacional, así como con su inclusión en la toma de decisiones relacionadas con el diseño y la aplicación de políticas públicas y programas sobre agua.

No obstante, ante la perspectiva de cumplir con los compromisos signados en pactos y resoluciones internacionales sobre el derecho humano al agua, así como de alcanzar los objetivos de la Agenda Post 2015 de Desarrollo Sustentable (como asegurar la disponibilidad y gestión sustentable del agua para todos), es esencial que los Estados asignen una partida presupuestal mayor para resolver los problemas de pobreza y desigualdad social, que son una constante en los países del Sur global (UN-Water, 2014). Con ello se avanzaría en el respeto a derechos tan elementales y esenciales como el acceso al agua y saneamiento para la población y los Estados dejarían de estar en una situación de violación permanente de acuerdos y compromisos internacionales.

## REFERENCIAS

- Gleick, P. (1999). The human right to water. *Water Policy*, 1(5), 487-503.
- Langford, M. y Khalfan, A. (2007). Introducción al agua como derecho humano. En Esch, S., Helfrich, M., Salazar, S., Torregosa, H., Zúñiga, M. L. y Pérez Tejada, I. (eds.), *La gota de la vida: hacia una gestión democrática y sustentable del agua* (pp. 30-62). México: Fundación Boll.
- Murillo, D. (2014). Las dimensiones eludidas en el derecho humano al agua y al saneamiento actual en México. En López, R., Martínez, J. L. y López, E. (coords.), *Viabilidad y barreras para el ejercicio del derecho humano al agua y saneamiento en México* (pp. 37-73). México: Instituto Mexicano de Tecnología del Agua.
- Scanlon, J., Cassar, A. y Nemes, N. (2004). *Water as a human right?* Gland, Suiza y Cambridge, UK: International Union for Conservation of Nature (IUCN).
- UN-Economic and Social Council (2002, noviembre). General comment No. 15: The right to water. Articles 11 and 12 of the International Covenant on Economic, Social and Cultural Rights. Ginebra: United Nations-Committee on Economic, Social and Cultural Rights, E/C.12/2002/11.
- UN-General Assembly (2010, julio). The human right to water and sanitation: resolution adopted by the General Assembly. United Nations, A/RES/64/292.
- UN-General Assembly (2011, octubre). Resolution adopted by the Human Rights Council: 18/1 The human right to safe drinking water and sanitation. United Nations General Assembly-Human Rights Council, A/HRC/RES/18/1.
- UN-Water (2012). *Report 4: Managing water under uncertainty and risk: Executive summary*. París: United Nations World Water Development-Unesco.
- UN-Water (2013). *Water security & the global water agenda: a UN-Water analytical brief*. Ontario, Canadá: United Nations University-Institute for Water, Environment & Health.
- UN-Water (2014). *A post-2015 global goal for water: synthesis of key findings and recommendations from UN-Water*. United Nations Water.
- United Nations, World Health Organization (2010). Right to water. Fact sheet No. 35. Ginebra: United Nations Human Rights, UN-Habitat-World Health Organization.
- World Wildlife Fund (WWF) (2000). Ministerial Declaration of The Hague on Water Security in the 21st Century, Second World Water Forum,

The Hague. Recuperado de [http://www.worldwatercouncil.org/fileadmin/world\\_water\\_council/documents/world\\_water\\_forum\\_2/The\\_Hague\\_Declaration.pdf](http://www.worldwatercouncil.org/fileadmin/world_water_council/documents/world_water_forum_2/The_Hague_Declaration.pdf)

## 4. DESIGUALDADES EN DISPONIBILIDAD DE AGUA POTABLE EN LAS CIUDADES Y LOS MUNICIPIOS DE MÉXICO: SIETE EXPLICACIONES Y UNA CONJETURA

*Carlos Garrocho<sup>1</sup>*  
*Juan Campos Alanís<sup>2</sup>*

### INTRODUCCIÓN

Son dos los principales retos en materia de agua que afectan la sostenibilidad de los asentamientos urbanos: la falta de acceso a agua potable y saneamiento y el aumento de desastres relacionados con el agua, como inundaciones y sequías. Estos problemas impactan seriamente la salud y el bienestar humanos, la seguridad, el medio ambiente, el crecimiento económico y el desarrollo (Conagua, 2011: 17).

En México, en el periodo 1990-2016 la cobertura urbana de agua potable pasó de 89.4 a 95.4 por ciento, y el país está en los rangos superiores de disponibilidad de agua potable en el mundo (mapa 4.1). Sin embargo, el crecimiento de la población urbana pone en riesgo estos resultados. Se prevé que el desafío de dotar a la población urbana de agua potable se agravará en los próximos 25 años y la escasez de agua será un problema cada vez más frecuente (Conagua, 2011).

Ofrecer el servicio de agua potable es una de las principales responsabilidades de los gobiernos municipales. En las zonas metropolitanas esto significa que la provisión de este servicio depende de numerosos gobiernos —con capacidades y recursos desiguales— que operan en una misma ciudad. Esta característica de *planeación fragmentada* de la oferta de un servicio público puede conducir a mayores desigualdades en el interior de la ciudad

---

<sup>1</sup> Profesor investigador de El Colegio Mexiquense.

<sup>2</sup> Profesor investigador de la Facultad de Geografía, Universidad Autónoma del Estado de México.

que cuando el servicio es planeado y ofertado por una sola organización (*i.e.* como ocurre con el de energía eléctrica que ofrece la Comisión Federal de Electricidad) (Garrocho, 2013).

Por lo tanto, para explorar las desigualdades en la dotación del servicio de agua potable en la vivienda es necesario hacer un análisis a dos escalas: *a) a escala de ciudad*, que en el caso de las zonas metropolitanas es un dato que representa el promedio de disponibilidad de servicios en múltiples municipios, derivado de acciones de gobiernos usualmente descoordinados entre sí, y *b) en el interior del espacio metropolitano*, para tratar de explicar las diferencias de disponibilidad entre los municipios que integran una misma ciudad.

El hecho de que las principales ciudades de México sean zonas metropolitanas (ZM) no es un simple dato curioso. La importancia de la metropolización radica en las implicaciones que tiene para la *governabilidad* de las ciudades: las ZM son áreas urbanas que se extienden en más de un municipio y que, consecuentemente, son dirigidas por más de un gobierno municipal. Las experiencias reportadas en el mundo (Lefèvre, 1998) muestran lo complicado que es lograr la coordinación entre diversos gobiernos locales para alinear sus esfuerzos hacia el logro de objetivos comunes, es decir, de *escala metropolitana*.

Mapa. 4.1. Disponibilidad de agua en el mundo, 2016



Fuente: World Bank.

La paradoja de las ZM es que funcionan de manera integral (como cualquier ciudad), pero no están gobernadas de manera integral (como sí lo están las ciudades que se encuentran en un solo municipio y que, por lo tanto, tienen un solo gobierno). El *gobierno fragmentado* de las ZM dificulta planear, ejecutar, evaluar y retroalimentar (aprender) de manera sistémica las estrategias gubernamentales en la ciudad. Por lo tanto, usualmente el resultado es descoordinación, ineficacia e ineficiencia del accionar público, y desigualdad en el interior de los espacios metropolitanos.

La falta de comunicación entre los gobiernos locales, la rivalidad o la falta de confianza que existe entre ellos terminan por generar mecanismos de conducción de las ciudades innecesariamente desordenados, por lo tanto ineficientes, y finalmente ineficaces. En 2010, 11 ZM tenían más de un millón de habitantes y 42 de las 50 ciudades más pobladas del país eran ZM. El problema es que 62.6 millones de personas (55.7 por ciento de la población total del país) vivía en las 56 ZM de México. En otras palabras, en 2010 casi seis de cada diez mexicanos vivían en ciudades descoordinadas e ineficientes que no impulsan con todo su potencial el desarrollo de un país que basa su futuro en sus economías urbanas. Si el futuro del país se está jugando en las ciudades, se requiere que sean todo lo contrario: coordinadas, competitivas, articuladas; que generen sinergias, sumen esfuerzos y potencien capacidades. Esto, sin embargo, está muy lejos de la realidad (Garrocho, 2013).

## MARCO CONCEPTUAL

Este análisis se apoya en la propuesta conceptual de Jared Diamond (2015) para explicar “por qué unos países son ricos y otros pobres”. Para contestar esta pregunta Diamond clasifica los factores explicativos en tres categorías interrelacionadas: *a)* geografía física (*e.g.* condiciones del medio físico); *b)* geografía humana (*e.g.* historia y organización socioespacial de los países y ciudades), y *c)* instituciones (*e.g.* gobiernos honrados, eficaces, eficientes). Las seis explicaciones y la conjetura que se examinan en este texto para explorar la pregunta “¿Por qué unas ciudades y municipios son ricos en términos de su disponibilidad de agua potable en la vivienda y otros son pobres?” se organizan en este mismo sistema conceptual.<sup>3</sup>

---

<sup>3</sup> Los interesados en conocer en detalle el marco conceptual de Jared Diamond deberán revisar sus principales libros: *Armas, gérmenes y acero* (2006), *Colapso* (2007) y *Sociedades comparadas* (2015).

## OBJETIVO

El objetivo de este capítulo es netamente empírico: explorar siete posibles explicaciones de las variaciones de disponibilidad de agua potable en la vivienda, clasificadas en tres categorías, y elaborar una conjetura (Diamond, 2015):

- 1] Explicaciones vinculadas a la geografía física:
  - a) *Existencia natural del recurso hídrico*: a mayor existencia natural del recurso, mayor disponibilidad de agua potable en la vivienda y viceversa.
  - b) *Topografía*: a mayores complicaciones topográficas, más complicado ofrecer el servicio de agua potable y menor disponibilidad de agua potable en la vivienda y viceversa.
- 2] Explicaciones vinculadas a la geografía humana:
  - a) *Magnitud de la demanda*: a mayor magnitud, más complicado lograr altas tasas de disponibilidad y viceversa.
  - b) *Velocidad del crecimiento de la demanda*: a mayor velocidad de crecimiento es más difícil alcanzar tasas elevadas de disponibilidad y viceversa.
  - c) *Distribución espacial de la demanda*: a mayor concentración, menos complicado ofrecer el servicio y viceversa.
  - d) *Distribución espacial de la oferta*: a mayor disponibilidad del servicio en los municipios vecinos, mayor disponibilidad y viceversa.
  - e) *Nivel de pobreza de la población*: a mayor pobreza, menos disponibilidad del servicio y viceversa.
- 3] Explicaciones vinculadas a las instituciones locales (municipales y estatales): *una conjetura*:
  - a) *El desempeño diferencial de los municipios como proveedores del servicio*, lo que provocaría la existencia, por ejemplo, de municipios críticos que afectan el promedio de disponibilidad de servicios básicos en la ciudad.

## MÉTODO DE EXPLORACIÓN

### *Enfoque estratégico: las ciudades top 50*

Aquí nos enfocamos en las 50 ciudades más pobladas del país, que concentran cerca de 80 por ciento de la población urbana nacional. Si nos concentramos en

estas ciudades (en adelante *top 50*), observaremos que el rango de variación en la disponibilidad de agua potable a escala de ciudad es amplio: va desde 63 por ciento de viviendas con disponibilidad (que es el más bajo de las *top 50*: la ZM de Poza-Rica), hasta 99.6 por ciento (el más elevado: la ZM de La Laguna). La banda de variación de 36.6 puntos porcentuales indica la existencia de notables desigualdades entre ciudades. Este enfoque estratégico se apoyó también en probar algunas explicaciones y sustentar la conjetura para el caso de estudio más complejo del país: la zona metropolitana del Valle de México (ZMVM).

### *Escala de análisis*

Se seleccionaron dos escalas de análisis, en términos de sus ventajas analíticas: la escala de ciudad (*v.g. la ciudad como punto*) resulta más útil para verificar la relación entre cobertura del servicio de agua potable en la vivienda y disponibilidad natural del recurso hídrico, así como con características clave de la demanda: magnitud, velocidad y densidad. Sin embargo, para el resto de las explicaciones la escala municipal es más conveniente.

### *Técnicas utilizadas*

La relación inversa entre disponibilidad natural del recurso hídrico y disponibilidad de agua potable se analizó superponiendo la localización de las ciudades al mapa de disponibilidad natural de agua elaborado por Cotler (2010). La correlación bivariada de Pearson permitió explorar la relación estadística entre disponibilidad del servicio con: intensidad de relieve en cada unidad espacial,<sup>4</sup> magnitud, densidad, velocidad de crecimiento de la demanda y pobreza en cada municipio o delegación. El índice de autocorrelación espacial de Moran se aplicó para develar el efecto de vecindad espacial de la disponibilidad de agua en la vivienda. La conjetura sobre la calidad de los gobiernos locales se deriva del marco conceptual de Diamond, como el *residual* de las explicaciones estadísticas.

---

<sup>4</sup> Se analizó la ZMVM como caso de estudio y se estimaron varios índices de intensidad de relieve muy usados en topografía.

¿POR QUÉ UNAS CIUDADES Y MUNICIPIOS SON RICOS  
EN TÉRMINOS DE SU DISPONIBILIDAD DE AGUA POTABLE  
EN LA VIVIENDA Y OTROS SON POBRES?

*Explicaciones vinculadas a la geografía física*

*Explicación 1: existencia natural del recurso hídrico.* La justificación de explorar esta explicación es muy sencilla: en un caso extremo de escasez del recurso hídrico la disponibilidad de agua potable en las viviendas sería inexistente. Por lo tanto, se puede suponer como hipótesis que si las demás condiciones son iguales (*v.g. ceteris paribus*) a mayor existencia natural del recurso, menores dificultades y costo para ofrecer el servicio de agua potable en la vivienda y viceversa.

La variable independiente en este caso es la disponibilidad natural media anual de agua. Esta variable representa el volumen de agua neto por año existente en un territorio. A escala nacional, se calcula a partir de la suma de la precipitación y el volumen de agua escurrido proveniente del extranjero, menos el volumen correspondiente a la evapotranspiración y el que escurre a otros países (Bunge, 2010).<sup>5</sup>

La latitud de México provoca que sólo se registren precipitaciones en algunos meses del año. Esto contrasta con lo que ocurre en países y regiones localizados en latitudes más favorables, como el norte de Estados Unidos y diversos países europeos, que registran periodos de precipitación más prolongados. Esta situación de México complica la gestión del agua porque implica mayor costo en la infraestructura requerida para el almacenamiento y drenaje del agua, que por lo general es altamente inequitativo, y provoca que los asentamientos más pobres estén en situación de mucho mayor vulnerabilidad a inundaciones y escasez de agua (Bunge, 2010).

En el estudio coordinado por Cotler (2010), la disponibilidad natural anual de agua (o el volumen de aguas renovables) para cada una de las 393 cuencas de México se estimó interpolando los datos que ofrece Conagua para las 37 regiones hidrológicas en que divide al país, considerando la precipitación media anual de cada territorio, y los coeficientes de escurrimiento e infiltración estimados por Conagua (2010). Finalmente, para facilitar la comparación de los resultados entre cuencas de tamaños diversos, el valor resultante de la disponibilidad natural de agua se dividió entre la superficie de cada cuenca.

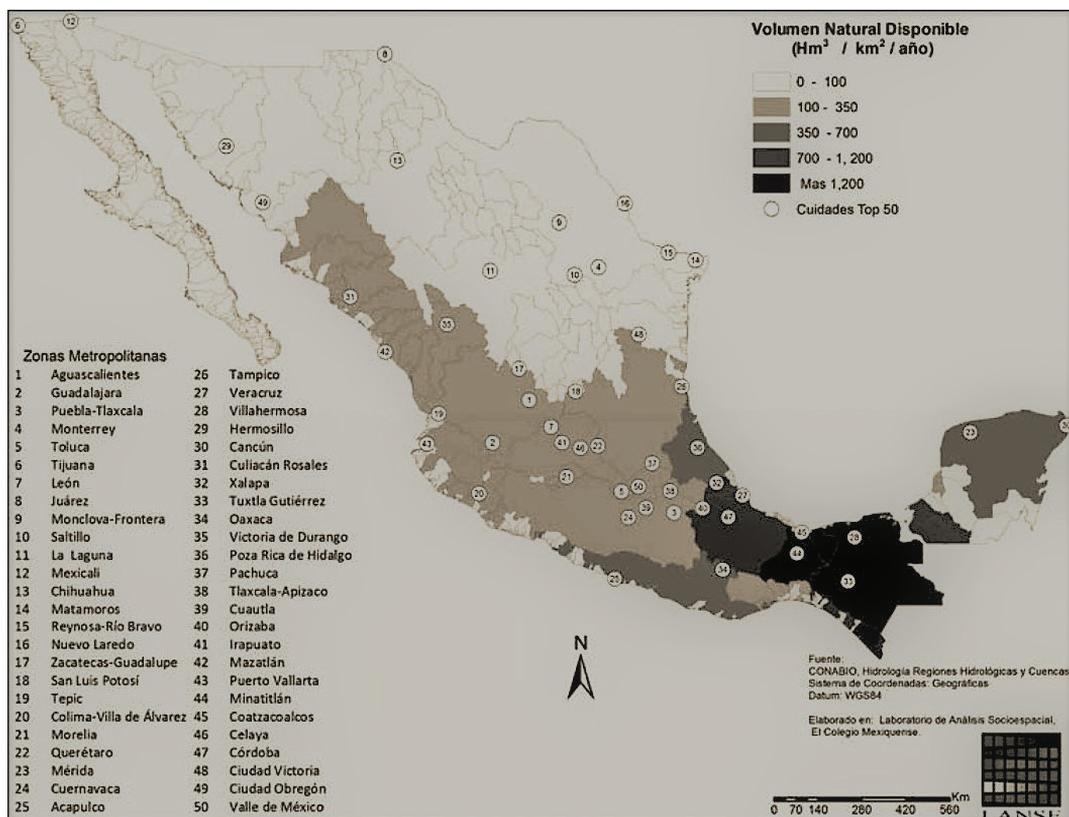
---

<sup>5</sup> La disponibilidad natural de agua es equivalente al concepto de aguas renovables que se maneja en las *Estadísticas del agua en México* (Conagua, 2010), y hace referencia al volumen de agua que cada año se renueva por precipitación.

Así, la cartografía sintética de Bunge (2010) muestra la disponibilidad natural de agua por kilómetro cuadrado. Para estimar la situación de disponibilidad natural de agua a escala urbana se localizaron las ciudades top 50 en el mapa de resultados por cuenca hidrológica de Bunge (2010) (mapa 4.2).

El mapa 4.2 muestra claramente que las cuencas localizadas en el centro y el norte del país registran *baja* disponibilidad natural de agua debido a que su precipitación media anual es menor de 500 mm. Sin embargo, *la paradoja económica del agua* es que en estas cuencas es donde se concentra una gran proporción de la población y de las actividades económicas. Esto contrasta con la situación de la península de Yucatán (y de prácticamente todo el sureste), donde la disponibilidad natural media de agua es *alta*, pero concentra menos de 10 por ciento de la población del país.

Mapa 4.2. Principales 50 ciudades del país: disponibilidad natural media anual de agua



Fuente: Elaboración del Laboratorio de Análisis Socioespacial de El Colegio Mexiquense con base en Cotler (2010).

No obstante su disponibilidad natural de agua, en el sur y sureste de México se detecta el mayor número de habitantes sin acceso al servicio de agua potable. A esta situación la podríamos llamar *la paradoja social del agua*. Por ejemplo, en los estados de Chiapas y Oaxaca sólo tres de cada cuatro habitantes (alrededor de 73 por ciento) tiene acceso a agua potable, mientras que en el Distrito Federal, Aguascalientes y Coahuila más de 97 por ciento de las personas cuentan con el servicio. Por lo tanto, la existencia natural de agua *no explica* las diferencias en disponibilidad de agua potable en las viviendas de las ciudades top 50.

*Explicación 2: topografía municipal.* La topografía de la ciudad o municipio es importante porque mientras más accidentado sea el terreno, mayor será la dificultad y más altos los costos de ofrecer servicio de agua potable en la vivienda. Por lo tanto, la hipótesis sería: si las demás condiciones son iguales (*ceteris paribus*), una ciudad o municipio localizado en terreno plano tendría menos complicaciones para ofrecer agua potable a sus habitantes que un municipio localizado en una zona montañosa (*v.g.* con una *alta intensidad de relieve*) y viceversa.

La topografía municipal se puede sintetizar mediante algún *índice de intensidad de relieve* (IIR). En este trabajo se probaron cuatro y se estimaron sus correlaciones de Pearson con la disponibilidad del servicio. Los resultados fueron los siguientes: *a)* longitud de curvas de nivel por km<sup>2</sup>: R = -0.107; *b)* rango de elevación (cota máxima menos la mínima: variabilidad de altitud): R = -0.137; *c)* porcentaje de variabilidad entre cota superior y cota inferior (multiplicado por 100): R = -0.133, y *d)* cota superior entre la inferior, indica el número de veces en que la cifra base de altitud es superada por la zona más alta del municipio: R = -0.188. Todas las correlaciones son negativas, lo que confirma la relación esperada. Sin embargo, todas las correlaciones *son muy bajas* y ninguna correlación es *significativa*.<sup>6</sup> En síntesis: la topografía no explica el bajo desempeño de los gobiernos locales en la provisión de agua potable en la vivienda (al menos en la ZMVM).

### *Explicaciones vinculadas a la geografía humana: la ciudad como punto y como área*

*Explicación 3: magnitud de la demanda y cobertura del servicio.* Esta ex-

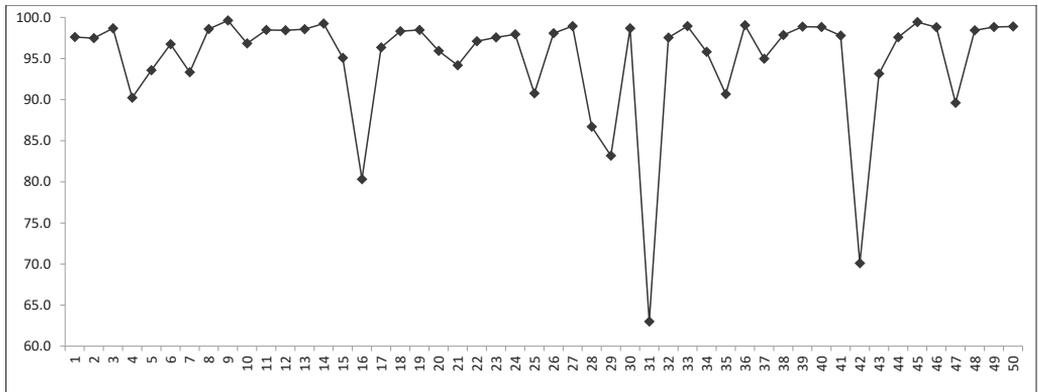
<sup>6</sup> Véase la clasificación de intensidad de las correlaciones de Pearson en Fields (2015: 112).

plicación propone que a mayor población (*v.g.* a mayor demanda), más complicado será lograr altas tasas de disponibilidad (*v.g.* contar con una oferta aceptable) y viceversa. Sin embargo, los datos muestran que esta explicación es falsa. En la gráfica 4.1 se observan las ciudades top 50 ordenadas según su tamaño de población sobre el eje de las abscisas (el eje de las X) y el porcentaje de viviendas con servicio en el eje de las ordenadas (el eje de las Y). Si el tamaño de la población determinara la tasa de disponibilidad de agua potable en la vivienda se observaría una línea ascendente, que tendría su punto más bajo en la primera ciudad (la más cercana al origen: la ZMVM) y el más alto en la ciudad de menor tamaño poblacional de las top 50 (la ZM Zacatecas-Guadalupe). Por el contrario, lo que se observa es una línea quebrada extremadamente irregular, que sugiere que la relación entre el tamaño de la población y la disponibilidad del servicio es muy limitada. Esto se confirma al calcular el coeficiente de correlación de Pearson ( $R$ ), que es muy cercano a cero (igual a 0.006).

En conclusión, el tamaño de la población no es una variable clave para explicar el desempeño de la ciudad en materia de disponibilidad de agua potable en las viviendas.

*Explicación 4: velocidad de crecimiento de la demanda.* Esta explicación propone que a mayor velocidad de crecimiento, más difícil será lograr o mantener el ritmo de provisión del servicio y alcanzar elevadas tasas de disponibilidad

Gráfica 4.1. Ciudades top 50:\* relación entre porcentaje de viviendas con disponibilidad de agua potable y población, 2010



\* Las ciudades están ordenadas por tamaño de población: de mayor a menor.  
Fuente: Elaboración propia.

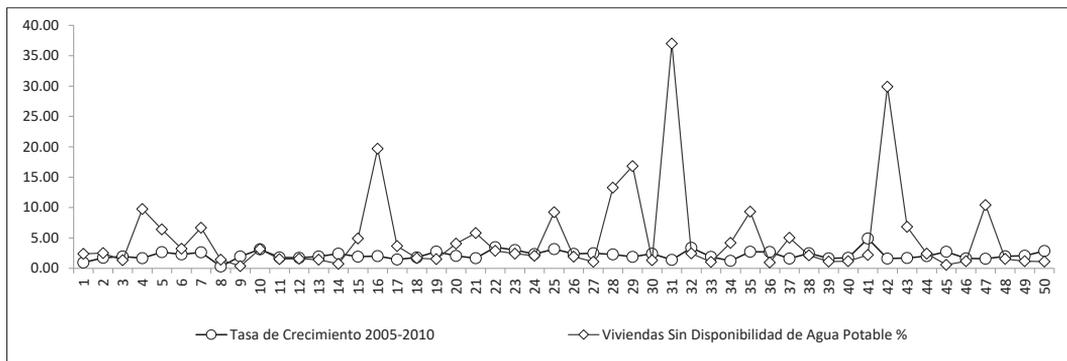
de agua potable en la vivienda. La gráfica 4.2 muestra los patrones a escala de ciudad de los porcentajes de disponibilidad del servicio y la velocidad del crecimiento de la población (es decir, de *la demanda*). La inspección visual permite adelantar que no hay relación entre ambas variables. La R confirma esta situación, ya que es igual a 0.033. Aun si revisamos casos de velocidad de crecimiento poblacional extrema entre 2005 y 2010, los resultados no muestran una relación sistemática con la disponibilidad de agua potable. Por ejemplo, las ZM de Puerto Vallarta (tasa de crecimiento anual: 4.9), Pachuca (TCA: 3.39), Cancún (TCA: 3.15) y Querétaro (TCA: 3.12) registran niveles de disponibilidad de agua potable mucho más altos que ciudades más pequeñas y de crecimiento más lento, como las ZM de Poza Rica, Minatitlán o Córdoba.

Estos resultados muestran que la velocidad de crecimiento no tiene relación estadística con la disponibilidad del servicio en viviendas a escala de ciudad.

*Explicación 5: distribución espacial de la demanda.* Otra posible explicación de las desigualdades en la disponibilidad del servicio de agua potable entre las ciudades top 50 de México es la distribución espacial de la demanda. Se podría suponer que mientras más concentrada esté la demanda (*i.e.*, mayor densidad de viviendas), menos complicado será ofrecer el servicio, pero a mayor dispersión es más difícil lograr niveles de cobertura aceptables.

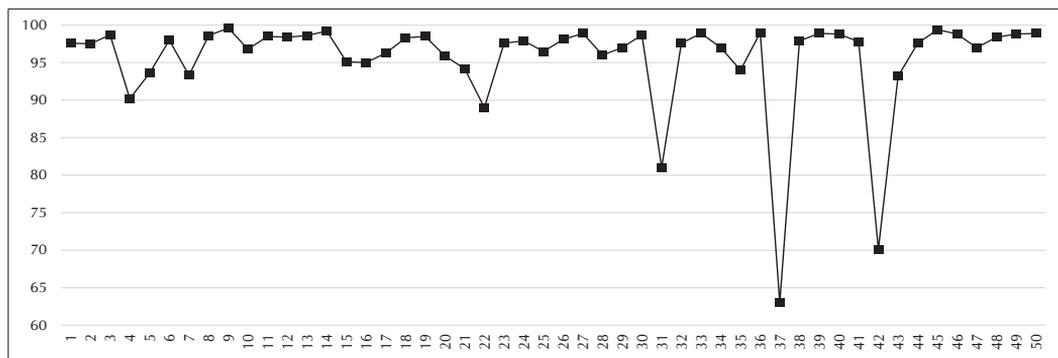
La gráfica 4.3 no muestra ninguna relación entre densidad de la demanda y disponibilidad del servicio de agua potable. Si la hubiera, en lugar de una línea quebrada se registraría una línea con pendiente negativa (*i.e.*,

Gráfica 4.2. Ciudades top 50: relación entre porcentaje de viviendas sin disponibilidad de agua potable y velocidad de crecimiento poblacional, 2005-2010



Fuente: Elaboración propia.

Gráfica 4.3. Ciudades top 50: relación entre porcentaje de viviendas con disponibilidad de agua potable y densidad de población, 2010



Fuente: Elaboración propia.

iniciaría en la esquina superior izquierda: alta densidad y alta cobertura, y descendería hacia la esquina inferior derecha: baja densidad y baja cobertura). Estadísticamente se confirma esta ausencia de relación, ya que el coeficiente de correlación tiende a cero: 0.012.

En resumen, tampoco la densidad de la demanda sirve como excusa para ofrecer bajas disponibilidades del servicio de agua potable.

*Explicación 6: distribución espacial de la oferta (presencia del servicio en municipios vecinos).* Son varias las razones para examinar esta explicación. Es de esperarse que, *ceteris paribus*: a) es menos complicado y costoso para un municipio ofrecer agua potable en la vivienda si los municipios vecinos ya lo hacen (e.g. en términos de aprendizaje técnico y administrativo, identificación de contratistas confiables) porque pertenecen a zonas más consolidadas de la ciudad (v.g. zonas más antiguas) o porque son vecinos municipales de avanzada; b) se detona un efecto de demostración y los municipios vecinos contiguos a los que ya ofrecen el servicio aspiran a ofrecerlo (e.g. los gobiernos compiten entre sí y no quieren rezagarse); c) la población que radica en un municipio vecino de municipios que ya ofrecen el servicio exigen a sus gobiernos que los dote del mismo servicio; d) la contigüidad espacial de los municipios favorece la difusión de innovaciones en la provisión del servicio (e.g. economías de aglomeración).

Por lo tanto, la hipótesis sería: si la presencia/ausencia del servicio en municipios vecinos afecta la disponibilidad del servicio en un cierto munici-

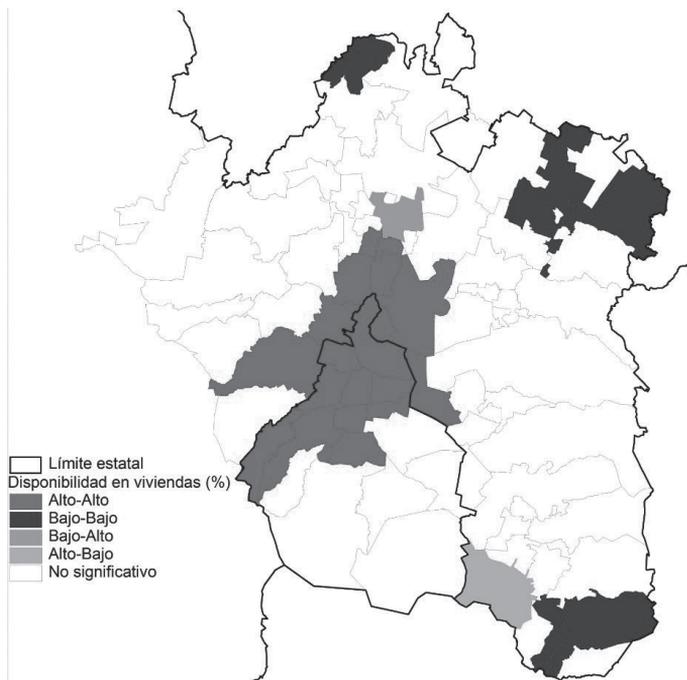
pio, los municipios estarían aglomerados en “clústeres” caracterizados por presencia/ausencia del servicio.

Un análisis de autocorrelación espacial estimando el índice de Moran (IM) con una significancia de 95 por ciento identifica algunos clústeres de municipios con autocorrelaciones positivas y negativas, pero la mayoría de los municipios no registran autocorrelaciones significativas (sus IM no son significativos) (mapa 4.3).

Recapitulando: la presencia/ausencia del servicio en municipios vecinos no es suficiente para explicar las desigualdades del servicio de agua potable en las viviendas.

*Explicación 7: nivel de pobreza de la población.* Se puede suponer con un alto grado de certeza que las condiciones de pobreza afectan negativamente la oferta del servicio de agua potable en la vivienda. Un municipio pobre tendrá menor recaudación para ofrecer el servicio, mientras que un munici-

Mapa 4.3. Clústeres de municipios según disponibilidad o ausencia del servicio, 2010



Fuente: Elaboración propia.

pio rico dispondrá de mayores apoyos financieros para afrontar la inversión que implica ofrecer el servicio. Adicionalmente, los municipios ricos podrán sostener mejor que los municipios pobres la operación del servicio, ya que tendrán más recursos financieros para afrontar acciones de mantenimiento y reparación. Una razón más es que la presión de los grupos de población de mayores recursos económicos para recibir un servicio suele ser más fuerte que la de los grupos más pobres.

Si tomamos como variable independiente el índice de desarrollo humano (IDH), la correlación de Pearson (R) es 0.841, positiva (como era de esperarse) y significativa al 99 por ciento.

Es muestra de que el IDH sí es una variable clave para explicar la disponibilidad o no de servicio de agua potable en la vivienda... *pero no cuenta toda la historia*: las desigualdades en disponibilidad de agua potable entre municipios pobres de la ZMVM son notables (cuadro 4.1)... *¿Por qué?* Esto se explora en la siguiente sección.

Cuadro 4.1. Desigualdades en disponibilidad de agua potable entre municipios pobres de la ZMVM, 2010

<i>Municipio</i>	<i>IDH</i>	<i>Cobertura del servicio (%)</i>
Isidro Fabela	0.69	26.2
Axapusco	0.66	48.0
Jilotzingo	0.66	49.0
Juchitepec	0.66	72.1

Fuente: Elaboración propia.

### *Explicaciones vinculadas a las instituciones locales (municipales y estatales): una conjetura*

*El desempeño diferencial de los municipios como proveedores del servicio: zoom a la ZMVM.* Para analizar algunas explicaciones de las desigualdades de disponibilidad de agua potable en la vivienda en el *espacio intrametropolitano* se utiliza como caso de estudio la ZMVM, la ciudad más compleja del país.

La ZMVM se extiende sobre tres entidades federativas: el Distrito Federal y los estados de México y de Hidalgo. Integra 76 unidades administrativas locales: 16 delegaciones del Distrito Federal, 59 municipios del Estado de México y uno del estado de Hidalgo. La parte mayoritaria de la demanda de agua potable en las viviendas se localiza en el Estado de México (53.6 por ciento del total metropolitano); le siguen el Distrito Federal, donde se ubica

el 45.9 por ciento de la demanda, y, finalmente, Hidalgo, donde sólo se concentra el 0.5 por ciento (en el municipio de Tizayuca). La parte de la ciudad que corresponde al Distrito Federal se considera que es la más consolidada de la ZMVM, porque es la más antigua. Desde ahí se fue expandiendo la ciudad sobre el Estado de México y posteriormente sobre Hidalgo.

La cobertura agregada de la parte de la ciudad que se extiende sobre el Distrito Federal registra una disponibilidad promedio de 98.4 por ciento, la cual es muy superior a la disponibilidad de ciudades mucho menos pobladas incluidas en el grupo de las top 50. La parte de la ciudad en el Estado de México tiene una disponibilidad de 96.9 por ciento, y el municipio de Hidalgo (Tizayuca) registra 99.4 por ciento. Como era de esperarse, la parte más consolidada de la ciudad (lo que era el Distrito Federal y ahora se llama Ciudad de México) tiene una disponibilidad mayor que la parte menos consolidada, que corresponde al Estado de México.

El rango de variación de las tasas de disponibilidad en el Distrito Federal es amplio: va de 89.4 por ciento en la delegación Milpa Alta a 99.9 por ciento en Venustiano Carranza y Miguel Hidalgo, que integran la *ciudad central* del Distrito Federal: la parte más antigua y consolidada de esta entidad federativa. La desviación estándar para las delegaciones del Distrito Federal es igual a 2.7. Sólo dos delegaciones están por debajo de 90 por ciento de cobertura, la ya mencionada Milpa Alta y Tlalpan (89.8 por ciento). Ambas delegaciones registran niveles de disponibilidad más bajos que municipios como Coatzintla (91.2 por ciento, en la ZM de Poza Rica) o Santa Lucía del Camino (90.7 por ciento, en la ZM de Oaxaca), por mencionar sólo algunos ejemplos. En otras palabras, Milpa Alta y Tlalpan, localizadas en la ciudad más importante del país, registran niveles de disponibilidad inferiores a los de diversos municipios que se localizan en las ZM más rezagadas del país.

La delegación Xochimilco (tasa de disponibilidad: 93.5 por ciento) se ubica por debajo de municipios como Huejotzingo (93.9 por ciento, en la ZM Puebla-Tlaxcala) o Santa Ana Nopalucan (93.8 por ciento, en la misma ZM), entre muchos otros ejemplos que se podrían citar.

Las delegaciones Magdalena Contreras (96.7 por ciento), Cuajimalpa de Morelos (98.4), Tláhuac (98.4), Iztapalapa (99.3) y Álvaro Obregón (99.3) tienen tasas de disponibilidad menores que las de varios municipios de Tlaxcala que pertenecen a la ZM Puebla-Tlaxcala como, por ejemplo, San Lorenzo Axocomanitla (99.4), Santa Catarina Ayometla (99.6) o Mazatecochco de José María Morelos (99.7), entre muchos otros. Las delegaciones de la Ciudad de México con los porcentajes más altos son: Gustavo A. Madero (99.7), Azca-

potzalco (99.8), Cuauhtémoc (99.9), Coyoacán (99.9), Iztacalco (99.9), Benito Juárez (99.9), Miguel Hidalgo (99.9) y Venustiano Carranza (99.9); su nivel de disponibilidad de agua potable en la vivienda es muy elevada desde cualquier perspectiva. Ni la ciudad líder en este tema, la ZM de La Laguna, cuenta con algún municipio con valores de disponibilidad tan altos.

Por su lado, los 59 municipios de la ZMVM que se extienden en el Estado de México varían en su tasa de disponibilidad desde 64.6 por ciento (municipio de Tezoyuca: 8.1 mil viviendas) hasta 99.9 por ciento (Tultepec: 22.4 mil viviendas). Esto implica un muy amplio rango de variación (equivalente a 35.3 puntos porcentuales) y, por lo tanto, una gran desigualdad intrametropolitana en tasas de disponibilidad, como lo demuestra el valor de la desviación estándar para estos municipios, que es 3.6, lo que indica una mayor desigualdad en las tasas de disponibilidad respecto a las de las delegaciones del Distrito Federal (donde la desviación estándar es 2.7).

La parte de la ZMVM en el Estado de México registra cinco municipios con tasas menores de 90.2 por ciento, algunos de ellos tan importantes como Texcoco o La Paz. Es decir, estos municipios del estado más rico del país registran tasas de disponibilidad de agua potable en viviendas más bajas que las de los municipios de algunas de las zonas metropolitanas más rezagadas a escala nacional, como San Antonio de la Cal (ZM de Oaxaca: 81.1 por ciento), Chiapa de Corzo (ZM de Tuxtla Gutiérrez: 85.7) o Yanga (ZM de Córdoba: 81.7), entre muchos ejemplos más.

Otros 17 municipios están en el rango que va de 90.3 a 94.8 por ciento. Destacan algunos altamente poblados: Chimalhuacán, Ixtapaluca y Chalco; 31 municipios registran tasas entre 94.9 y 99.5 por ciento, y seis se ubican en un rango de prioridad de atención baja. Finalmente, el municipio de la ZMVM que pertenece al estado de Hidalgo (Tizayuca) registra una tasa de disponibilidad relativamente alta (99.4 por ciento).

Lo que demuestran estos ejemplos de la ZMVM es la enorme *disparidad* que existe en el interior de las ciudades, en este caso en materia de disponibilidad de agua potable en las viviendas: por un lado, delegaciones que superan la disponibilidad de todos los municipios de la ciudad líder en el país en este tema, y por el otro, delegaciones que están más rezagadas que algunos municipios localizados en zonas metropolitanas con muy bajo desempeño. Los datos agregados a escala metropolitana *enmascaran* la realidad del espacio intraurbano.

Resulta muy aleccionador cómo en la misma zona metropolitana conviven dos municipios (dos gobiernos locales, dos grupos de población: dos mundos) tan dispares como Tezoyuca y Miguel Hidalgo. Lograr la cohesión

social necesaria para impulsar un mismo proyecto de desarrollo metropolitano resulta todo un reto en estas condiciones de desigualdad.

### *Una conjetura*

A lo largo de este capítulo se han explorado siete explicaciones comunes sobre las desigualdades en la disponibilidad del servicio de agua potable en la vivienda a escala metropolitana y de municipio. Ninguna explicación cuenta la historia completa para las ciudades top 50 de México. Salvo casos extremos, que son excepciones que confirman la regla, los gobiernos locales no pueden *escudarse* en estas explicaciones para justificar los bajos desempeños en la provisión de estos servicios. La explicación está en otro lado: proponemos que en las capacidades técnicas y financieras del municipio, en el desempeño institucional y social, y en las prioridades gubernamentales y sociales, por mencionar algunas, pero *no* en la disponibilidad natural de agua potable, *no* en la topografía municipal; *no* en la escala, velocidad de crecimiento o la distribución espacial de la demanda, *no* en la presencia/ausencia del servicio en municipios vecinos y *no* exclusivamente en el nivel de pobreza de los municipios.

Aquí es donde resulta muy útil la *observación comparada* o *experimento natural* de la metodología de Jared Diamond. Contrastemos los casos de las ZM de Toluca y Puebla-Tlaxcala, que registran una disponibilidad de agua potable en viviendas más baja que casos exitosos *representativos y comparables*, como los de las ZM de La Laguna, la Ciudad de México, Guadalajara, Monterrey, Querétaro o Aguascalientes, por mencionar algunos. Todas las ciudades mencionadas, incluyendo las ZM de Toluca y Puebla-Tlaxcala, tienen geografías física y humana similares. Incluso las megacidades estarían en condiciones desventajosas en términos de la magnitud y el crecimiento absoluto de su demanda. No obstante, las ZM de Toluca y Puebla-Tlaxcala registran un desempeño muy inferior como proveedoras de agua potable en la vivienda.

Así las cosas, nos parece que el *residual de las explicaciones ya exploradas* se localiza en las capacidades de los gobiernos locales, en el desempeño institucional y social, así como en las prioridades gubernamentales y de la sociedad.

## CONCLUSIONES Y APORTACIONES

La falta de servicios básicos tradicionales en la vivienda (energía eléctrica, agua potable y drenaje) incide en la cohesión social de las ciudades y en su desempeño económico porque afecta las condiciones de bienestar de la población (especialmente de los más vulnerables: niños, ancianos y mujeres embarazadas) y el despliegue pleno del potencial socioeconómico urbano.

Aquí se exploraron algunas de las explicaciones más evidentes de las desigualdades en la provisión del servicio de agua potable. Ninguna explica bien los niveles de disponibilidad/ausencia del servicio, por lo que se propone una conjetura vinculada a las capacidades de los gobiernos locales que deberá ser corroborada por investigación cualitativa. Este trabajo demuestra que los gobiernos locales de México no pueden parapetarse tras explicaciones que se ha revelado que son irrelevantes, con el fin de explicar su bajo desempeño como proveedores del servicio.

Evidentemente, las explicaciones que aquí se analizan por separado están interrelacionadas en el “*mundo real*”. En este texto se delimitan analíticamente para observar con mayor claridad la influencia de cada una en la disponibilidad de agua potable en la vivienda. Aislarlas artificialmente es un *recurso metodológico* para observar la realidad (una especie de ejercicio de *observación comparada*: Diamond, 2016), pero no constituye, de ninguna manera, un modelo conceptual de la realidad. No es este un objetivo del capítulo.

En la observación comparada se sustituyen los experimentos de manipulación controlada (tan utilizados en las ciencias duras) por un método alternativo de las ciencias sociales y biológicas: *el experimento natural*. Es decir, en lugar de provocar en forma experimental un fenómeno (lo que en general no es posible) se hacen comparaciones de casos. En este capítulo: comparaciones de ciudades y municipios.

Debe subrayarse que en este trabajo *se vinculan la geografía física y la humana*, lo que, curiosamente, pocas veces ocurre en los análisis geográficos. Se añade, además, la importancia de las *instituciones*, especialmente de los gobiernos locales, elementos clave del desarrollo. Por lo tanto, el *marco conceptual* propuesto por Jared Diamond (2006, 2007, 2015) se ajustó bien a los propósitos de este texto. Curiosamente, este marco conceptual pocas veces se ha utilizado en análisis urbanos publicados en nuestro país (al menos nosotros no conocemos ninguno). Esta podría ser otra aportación del capítulo.

Finalmente, en el tema de los *métodos utilizados* vale destacar que son múltiples y complementarios: índices de correlación estadística y espacial, indicadores de intensidad del relieve topográfico y disponibilidad de agua,

por mencionar algunos. No conocemos ningún análisis urbano publicado por editoriales científicas donde se utilicen indicadores de intensidad de relieve topográfico.

Este trabajo abre toda una vía para los investigadores cualitativos, quienes podrían explorar la vinculación de los niveles de dotación del servicio de agua potable en la vivienda con las capacidades de los gobiernos locales. Examinar este tema está más allá de los alcances de este trabajo.

## REFERENCIAS

- Bunge, V. (2010). La disponibilidad natural de agua en las cuencas de México. En Cotler, H. (coord.), *Las cuencas hidrográficas de México: diagnóstico y priorización*. México: Semarnat, Instituto Nacional de Ecología, Fundación Gonzalo Río Arronte IAP.
- Comisión Nacional del Agua (Conagua) (2010). *Consejos de cuenca y órganos auxiliares instalados*. México: Conagua.
- Comisión Nacional del Agua (Conagua) (2011). *Situación del subsector agua potable, alcantarillado y saneamiento*. México: Conagua. Recuperado de <http://www.conagua.gob.mx/CONAGUA07/Publicaciones/Publicaciones/DSAPAS%20Edicion%202011.pdf> (consultado en agosto de 2016).
- Cotler, H. (coord.) (2010). *Las cuencas hidrográficas de México: diagnóstico y priorización*. México: Semarnat, Instituto Nacional de Ecología, Fundación Gonzalo Río Arronte IAP.
- Diamond, J. (2006). *Armas, gérmenes y acero: breve historia de la humanidad en los últimos trece mil años*. Barcelona: Editorial Debate.
- Diamond, J. (2007). *Colapso*. Barcelona: Random House Mondadori.
- Diamond, J. (2015). *Sociedades comparadas*. México: Editorial Debate.
- Fields, A. (2015). *Discovering statistics using SPSS*. London: Sage publications.
- Garrocho, C. (2013). *Dinámica de las ciudades de México en el siglo XXI: cinco vectores clave del desarrollo sostenible*. México: El Colegio Mexiquense.
- Lefèvre, C. (1998). Metropolitan government and governance in western countries: a critical review. *International Journal of Urban and Regional Research*, 22(1), 9-25.

**PARTE II**  
**CONTEXTO TERRITORIAL**

## 5. EL EMPEQUEÑECIMIENTO DE LA AGRICULTURA DE LOS DISTRITOS DE RIEGO EN MÉXICO, 1968-2013. UNA MIRADA NORTEÑA<sup>1</sup>

*Luis Aboites Aguilar*<sup>2</sup>

### INTRODUCCIÓN

Este capítulo estudia el cambio reciente de indicadores de la situación mexicana. Algunos son muy distintos de los de antes. Aquellos que nacimos entre 1930 y 1960 crecimos enterándonos de alzas que ilustraban la buena marcha de la patria: población, economía, cobertura de salud y educación, kilómetros de carreteras y aun los salarios reales en los últimos años de la década de los sesenta. Otra de las alzas, que es la que interesa aquí, daba cuenta de la superficie incorporada cada año a la agricultura de riego. Y en ocasiones, los indicios descendentes confirmaban el buen rumbo. Así entendíamos la reducción de la mortalidad y del analfabetismo. El optimismo tenía su razón de ser.<sup>3</sup>

La situación comenzó a cambiar en la década de los setenta, si no es que poco antes. Por lo pronto, aparecieron varios indicadores al alza, pero en sentido opuesto, es decir, desfavorables: presos políticos, estudiantes asesinados,

---

<sup>1</sup> Una primera versión de este capítulo se presentó con el título “El empequeñecimiento de la agricultura del norte de México 1970-2010” como ponencia en el seminario Acceso, Manejo y Control de Recursos Naturales en las Sociedades Mexicanas. Conflictos y Consensos, Siglos XIX-XXI, organizado por El Colegio de Sonora y efectuado en Hermosillo los días 15, 16 y 17 de octubre de 2014.

<sup>2</sup> Profesor investigador del Centro de Estudios Históricos, El Colegio de México.

<sup>3</sup> Esta postura optimista puede apreciarse fácilmente en los cuatro volúmenes dedicados al festejo de *México. 50 años de revolución*, publicados por el Fondo de Cultura Económica en 1960-1962. En 1963, Nacional Financiera publicó *50 años de revolución mexicana en cifras*.

inflación, deuda externa, paridad del peso y emigración a Estados Unidos; a cambio, el alza petrolera. Luego, en 1982 y 1983 la economía empequeñeció, algo que no sucedía desde 1932. Fue una muy brusca manera de despedirse del milagro mexicano. Desde 1982, el crecimiento económico nacional se redujo de más de 5 por ciento anual a 2 por ciento, y así se ha mantenido en los últimos 35 años, salvo algunos años en verdad excepcionales. Una muestra de la turbulencia de la nueva época es que la economía mexicana se volvió a empequeñecer en 1986, 1995 y 2009; en 2001 simplemente no creció.

Tengo la certeza de que en México no estamos del todo preparados para asimilar y entender a fondo el significado ni las secuelas que se desprenden de los índices que antes crecían y ahora han entrado en estancamiento o de plano en decrecimiento. Y lo contrario es igualmente válido, pues hay indicadores al alza que no significan buenas noticias: obesidad, número de desaparecidos, homicidios y delitos sin castigo. En nuestro tiempo hay indicadores al alza que, sin embargo, parecen de otro mundo. Es el caso de las exportaciones manufactureras. Al respecto cabe preguntarse algo simple: ¿por qué si esa clase de exportaciones ha crecido más de diez veces desde 1990 la economía nacional ha crecido tan poco en el mismo lapso? Quizá los mexicanos que nacieron después de 1960 y han crecido entre esos nuevos indicadores sean los más capacitados para darnos luz y comprensión. Eso obviamente me descarta, pero la lucha se le hace.

Un indicador que se ha modificado en los últimos años es la esperanza de vida. En virtud de la violencia y la diabetes mellitus, el indicador comenzó a estancarse en la década de los dos mil, y a caer en algunas zonas del país, como en el Norte. Es una variación de gran calado y de implicaciones importantes para el diagnóstico de la situación mexicana contemporánea.<sup>4</sup>

En este contexto se ubica el cambio de indicadores en relación con las aguas, la materia que nos ocupa. Este trabajo versa sobre la trayectoria de la agricultura de los distritos de riego en las últimas décadas. No me refiero a lo más simple u obvio, como lo es la disminución de la inversión pública en el ramo y la consecuente caída del número de hectáreas irrigadas cada año, como se estilaba presumir en la época del milagro. Pero no por obvio debe subestimarse. La disminución de la inversión pública en el ramo ha sido brutal: en un informe gubernamental se lee que en 2002 se habían incorporado

---

<sup>4</sup> La esperanza de vida aumentó sostenidamente a partir de 1930: de 34 años como promedio general, a 61 en 1970 y a 74 años en 2000. Desde entonces, al menos hasta 2014, se ha mantenido estancada. Al respecto, véase Canudas, García y Echarri (2015). Sobre la reducción de la esperanza de vida, especialmente en Chihuahua, se puede consultar “Infografía del homicidio. Enfrentar la realidad: costos sociales por homicidio en México”, de Vélez Salas (2015), y Corona (2016).

211 hectáreas de riego (Semarnat, 2003: 105). En la época anterior, bien lo sabemos, el indicador en este rubro requería de seis cifras.

## EL EMPEQUEÑECIMIENTO A VUELO DE PÁJARO

De modo semejante al ritmo de crecimiento económico y a la esperanza de vida, la agricultura de los distritos de riego de México ha empequeñecido en los últimos años. En el título de este capítulo se dice que es una mirada norteña. Cabe explicar. Por el privilegio de que gozó durante los primeros treinta años de la política irrigadora del Estado posrevolucionario (1926-1956), el Norte cuenta en la actualidad con cerca del 70 por ciento de la superficie de los distritos de riego del país. Así que aquí se hablará de la llamada grande irrigación con el derecho que da el alto porcentaje norteño.<sup>5</sup>

Hay que empezar por las tendencias más gruesas. El cuadro 5.1 muestra reducciones en tres indicadores: superficie regada, volumen de agua distribuido y número de agricultores. Comparando la primera con la última fila del cuadro, referidas a los quinquenios 1984-1988 y 2008-2013, respectivamente, las reducciones son del orden de 11.3 por ciento en cuanto a superficie, 10.6 por ciento en relación con el volumen y 4.4 por ciento con respecto al número de agricultores.<sup>6</sup>

En este ejercicio es inevitable traer a colación la sequía del decenio de 1994-2003. Su impacto en la reducción de los indicadores es claro, según lo muestra el cuadro 5.1. Si se compara el primer periodo (1984-1988) no con el último, como acaba de hacerse, sino con el más bajo de la serie (1999-2003), las disminuciones son más palpables. Son como sigue: 20.8 por ciento en superficie, 23.1 por ciento en volumen y 10.2 por ciento en cuanto a agricultores. Sea lo que sea, lo importante es que lo que antes crecía ahora no lo hace.

Pero la sequía no cuenta la historia completa, pues ninguno de los tres indicadores en los años que siguen a 2003, una vez finalizada la sequía, recupera los montos que tenía antes de ella. Si la causa de la reducción hubiera sido el solo fenómeno meteorológico, después de 2003 la superficie regada

<sup>5</sup> Por "Norte" (con mayúscula) se entiende el conjunto formado por las seis entidades federativas de la frontera norte más Baja California Sur, Sinaloa y Durango.

<sup>6</sup> En otro estudio se llama la atención sobre el empequeñecimiento de la agricultura mexicana en general entre 1986 y 1991, a raíz de la sequía de créditos y el alza de las carteras vencidas; registra las mayores reducciones de la superficie cosechada entre los agricultores grandes y medianos. Véase Grammont (2001: 61-65 y 67-80) sobre las protestas de agricultores en Sonora y Chihuahua.

total de los distritos de riego del país debió haber llegado a casi tres millones de hectáreas, el volumen distribuido a 33,000 millones de metros cúbicos y el número de agricultores a poco más de 500,000. Pero no. ¿Cómo explicarlo? Más adelante se expondrán algunas ideas para armar una respuesta.

Cuadro 5.1. México. Superficie regada, volumen distribuido y número de agricultores de los distritos de riego, 1984-2013 (promedios quinquenales)<sup>7</sup>

<i>Quinquenio</i>	<i>Superficie regada (hectáreas)</i>	<i>Volumen distribuido (miles de m<sup>3</sup>)</i>	<i>Agricultores</i>
1984-1988	2,851,717	33,195,764	484,245
1989-1993	2,990,158	33,133,568	529,821
1994-1998*	2,877,517	31,228,272	502,344
1999-2003	2,257,475	25,511,512	434,802
2004-2007	2,374,643	27,960,182	419,820
2008-2013	2,548,965	29,263,092	462,975

\*No hay datos de 1997.

Fuentes: las cifras de 1984-2006, en EHM, cuadro 9.66; y las de 2008-2013, en *Estadísticas agrícolas 2012-2013*, cuadro 9.10.

## JOYAS ABOLLADAS

El segundo modo de mostrar el empequeñecimiento agrícola tiene que ver con la trayectoria reciente de 13 de los principales distritos de riego situados en el Norte del país (cuadro 5.2). Los 13 representaban casi el 69 por ciento de la superficie nacional de esos distritos en 1968 y el 57 por ciento al inicio de la segunda década del siglo XXI.

El cuadro 5.2 presenta dos alzas que contradicen el argumento de este texto. Se trata del aumento de 2.6 por ciento de la superficie total de los distritos de riego del país y de 7.6 por ciento de la superficie de los distritos norteños, todo ello entre 1968 y 2012. Sin embargo, estos aumentos alcanzados en los últimos cincuenta años son de hecho un estancamiento si se les compara con el gran incremento registrado durante los cincuenta años anteriores a 1968. Sólo considérense las alzas que aparecen en un es-

<sup>7</sup> Extrañamente, en el cuadro 9.10 de las *Estadísticas 2012-2013* se omiten las cifras correspondientes al periodo 1983-1997. Así que se desconoce el número de agricultores, superficie regada y volumen distribuido en el país en ese periodo. Los editores no explican la razón de tal omisión. Pero es dable pensar que el organismo sí cuenta con esa información, pues de otro modo no se entiende cómo se pudo elaborar la gráfica 2.1, titulada “Superficie histórica cosechada de riego en los distritos de riego por año agrícola”. Esa gráfica se halla en esas mismas *Estadísticas agrícolas 2012-2013* (Conagua, 2014: 29).

tudio de 1957: la superficie regada del distrito de riego de Culiacán pasó de 25,666 hectáreas en 1946 a 93,944 en 1956 (cuadro 7); de 11,500 en 1950 a 134,559 en 1956 en el distrito del río Fuerte (cuadro 9); la del valle del Yaqui aumentó de 40,150 hectáreas en 1928 a 220,000 en 1952 (pp. 97-98); y, por último, en el distrito del valle de Mexicali la superficie sembrada creció de 78,414 hectáreas en 1948 a 214,674 en 1955 (cuadro 14).<sup>8</sup> Comparando con estos aumentos, las cifras de 1968-2012 resultan modestas, discretas. Por desgracia, no he encontrado las cifras anuales para cada uno de los 13 distritos de riego que aparecen en el cuadro 5.2, correspondientes a los años comprendidos entre 1968 y 2012. Es de lamentar que la Conagua no cuente con esa información o no la publique.

Cuadro 5.2. Superficie sembrada en los principales distritos de riego del Norte de México, 1968-1971 y 2009-2012 (hectáreas)

	1968-1971*	2009-2012**	Diferencia porcentual
México	2,475,344	2,540,089	2.6
Norte	1,749,190	1,828,267	7.6
Porcentaje Norte	70.6	72.0	
1. Río Colorado	173,420	188,607	8.8
2. Santo Domingo	33,508	30,266	-9.8
3. Comarca Lagunera	116,662	67,064	-42.5
4. Delicias	74,148	55,981	-24.5
5. Culiacán-Humaya	221,852	193,572	-12.7
6. Guasave	23,168	106,919	361.5
7. Fuerte	191,872	217,633	13.4
8. Costa de Hermosillo	125,369	48,187	-61.6
9. Río Mayo	95,663	84,296	-11.9
10. Río Yaqui	300,941	208,390	-30.8
11. Caborca	50,433	23,790	-52.8
12. Bajo Bravo	234,034	171,593	-26.7
13. Bajo Río San Juan	75,959	66,688	-12.2
Suma 13 distritos	1,717,029	1,462,986	-14.8
Porcentaje 13 distritos/Norte	98.2	80.0	
Porcentaje 13 distritos/México	69.4	57.6	

\* Promedio de los ciclos 1968-1969, 1969-1970 y 1970-1971.

\*\* Promedio de los ciclos 2009-2010, 2010-2011 y 2011-2012.

Fuentes: Para 1968-1971, AEEUM 1970-1971, cuadro 10.6, p. 494; para 2009-2012, *Estadísticas agrícolas*.

Sin embargo, la buena noticia del cuadro 5.2, es decir, el aumento de 2.6 por ciento de la superficie de los distritos de riego del país entre 1968 y 2012, se ve ensombrecida por un indicador norteño que va en otra dirección,

<sup>8</sup> Cuadros y páginas de Chonchol (1957).

a saber, la reducción de casi 15 por ciento de la superficie cosechada de los 13 distritos norteños seleccionados en ese mismo lapso (250,000 hectáreas menos). Son los principales, los más grandes. Algunos de ellos fueron verdaderas joyas de la corona en la época del optimismo posrevolucionario. Uno de ellos, el valle del Yaqui, era la tierra de los “agrotitanes”, como se les llamaba o se autonombraban los propios agricultores; éstos además presumían que su valle sonorense había desplazado al viejo Bajío como granero de México. Su fama rebasaba fronteras, pues en sus tierras nació y creció la Revolución Verde, para beneficio de la alimentación del mundo y del ingeniero Norman Borlaug, cuyo trabajo lo hizo merecedor del Premio Nobel de la Paz en 1970. Después de ese premio, la agricultura empresarial de los distritos de riego norteños empezó a vivir otra época.

En el cuadro 5.2 se aprecia que las reducciones más significativas corresponden a los dos distritos de riego que emplean exclusivamente aguas subterráneas, ambos sonorenses, el de la Costa de Hermosillo y el de Caborca. Ninguno de los dos alcanza en 2012 ni siquiera la mitad de la superficie regada que tenía a finales de la década de los sesenta. Puede alegarse que en estos casos la intrusión marina ha hecho de las suyas y que ello explica una reducción tan notable. Quizá. O que quizá los agricultores sonorenses fueron los más bárbaros, ambiciosos e irresponsables a la hora de explotar los acuíferos. Pero cabe preguntarse si lo fueron más que los guanajuatenses.

¿Qué pensar de los demás distritos de riego que combinan aguas superficiales con aguas subterráneas, como La Laguna, el Yaqui y Delicias? Según el repetido cuadro 5.2, en estos distritos las reducciones van de 42.5 por ciento en la Comarca Lagunera a 24.1 por ciento en Delicias, pasando por la de 30.8 por ciento del Yaqui. ¿Acaso la sequía o en general la irregularidad de las lluvias pueden esgrimirse como explicación? La respuesta no parece ir en esa dirección, como se alegará más adelante.

## EL CASO DEL DISTRITO DE RIEGO 005

Es posible detallar el empequeñecimiento agrícola gracias a las cifras referentes a un solo distrito de riego, el de Delicias, mi terruño (cuadro 5.3 y gráfica 5.1). Este distrito aprovecha las aguas del río Conchos y de otras corrientes de la cuenca del río Bravo; el Conchos es el principal afluente de este último río. De hecho, debo decir que esta investigación fue inspirada por los datos deficientes que se expondrán a continuación. Al conocerlos, pensé

que valía la pena averiguar si la tendencia al declive iba más allá de Delicias y si involucraba al conjunto de los distritos de riego del Norte, que es lo que acaba de mostrarse. Ahora, de regreso al distrito de riego 005, el panorama puede precisarse un poco más. Por desgracia, la información vuelve a dar dolores de cabeza, pues no se cuenta con la estadística acerca del número de agricultores (o “usuarios”, como se les llama en la jerga burocrática). Lo único que se sabe es que en 1980 el número de los agricultores del distrito chihuahuense ascendía a 6,784 y que 32 años después se había reducido a 5,701, es decir, 16 por ciento menos.<sup>9</sup>

Como se aprecia en el cuadro 5.3, en el distrito de riego chihuahuense la tendencia alcista registrada antes de la sequía se refiere por igual al volumen distribuido y a la superficie regada; los dos iban de la mano. Eran indicadores propios de la época, caracterizada también por las protestas y presiones de núcleos agraristas (algunos de ellos provenientes de La Laguna) para obtener tierras de riego en este distrito. Muy seguramente el aumento que se aprecia después de 1980 tiene que ver con esas movilizaciones agraristas, un acontecimiento del que se sabe muy poco. Espera a jóvenes investigadores.

Cuadro 5.3. Delicias. Volumen de agua extraído y superficie regada en el distrito de riego, 1970-2013 (promedios quinquenales y años seleccionados)

<i>Quinquenios</i>	<i>Miles de m<sup>3</sup></i> <i>(1)</i>	<i>Hectáreas</i> <i>(2)</i>	<i>1/2</i>
1970-1971/1974-1975	1,031,855	62,231	16.58
1975-1976/1979-1980	959,237	64,144	14.95
1980-1981/1984-1985	1,182,703	77,800	15.20
1985-1986/1989-1990	1,832,855	112,412	16.30
1990-1991/1994-1995	1,233,794	70,550	17.48
1995-1996/1999-2000	585,153	43,482	13.45
2000-2001/2004-2005	454,523	25,033	18.16
2005-2006/2009-2010	Nd	43,455	
2007-2008	660,358	52,323	12.62
2012/2013	483,213	36,335	13.29

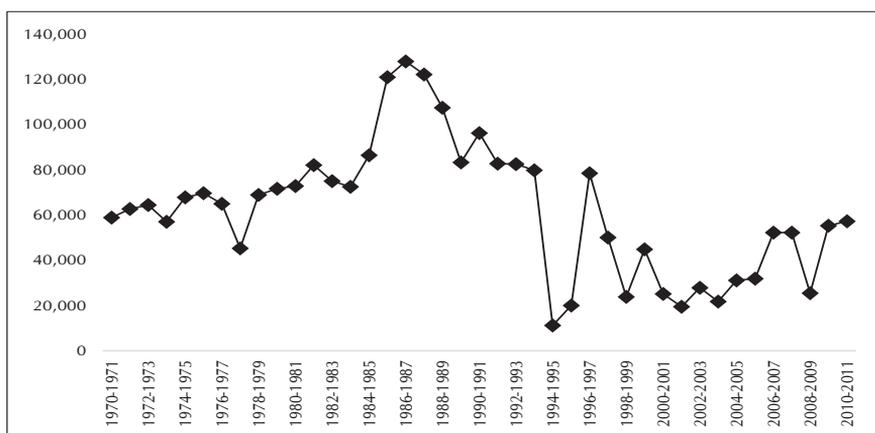
Fuente: Conagua Delicias; *Estadísticas agrícolas 2007-2008*, cuadro 8.5; y *Estadísticas agrícolas 2012-2013*, cuadro 8.5.

La caída durante la seca década de los noventa es impresionante. En los quinquenios 1995-2005 el consumo de agua es casi cuatro veces menor que el del quinquenio 1985-1990, y la superficie se reduce de 112,412 a poco más de 32,000 hectáreas (promediando los dos quinquenios), para una baja

<sup>9</sup> La cifra de 1980-1981 en SARH (s.f., p. 10); y la de 2012 en *Estadísticas agrícolas 2012-2013*, cuadro 8.5.

de 3.5 veces. Otra vez, por desgracia, la información sobre Delicias es inconsistente. No hay modo de dar seguimiento al volumen distribuido luego de la sequía, es decir, después de 2003, salvo la referencia a los años 2007-2008 y 2012-2013, cuando se distribuyeron, respectivamente, 660,358 y 483,231 millones de metros cúbicos para regar, también respectivamente, 52,323 y 36,335 hectáreas, correspondientes estas últimas a 5,701 agricultores. Se solicita al lector fijarse en el cuadro 5.3 y comparar el volumen de los ciclos 2007-2008 y 2012-2013 con los volúmenes distribuidos antes de la sequía: los 483,231 millones de metros cúbicos de 2012-2013 significaban apenas el 25 por ciento del volumen distribuido en el quinquenio 1985-1990.

Gráfica 5.1. Superficie regada del distrito de riego 005, 1970-2011 (hectáreas)



Fuente: Oficina de la Conagua Delicias.

Para el periodo posterior a la sequía sólo se dispone de cifras sobre la superficie regada, que son las que aparecen en la gráfica 5.1. De cualquier modo, es claro que la pequeñez de la superficie contrasta con el tamaño que alcanzó antes de la referida sequía. ¿Dónde quedaron los núcleos agraristas movilizadados de las décadas de los setenta y ochenta? Misterio. De cualquier modo, la información de este distrito de riego es coherente con la tendencia apuntada antes: que la superficie de los distritos de riego cayó a causa de la sequía, sí; pero lo importante es que luego no logró recuperar el tamaño que tenía antes de la sequía. También aporta dos datos que se deberían investigar más a fondo: por un lado, la influencia de la movilización popular en el aumento del consumo de agua y de las superficies de los distritos de riego durante las décadas de los setenta y ochenta; y por otro, el cambio de

cultivos ocurrido entre 1980 y 2012. Sobresale el crecimiento notable de tres de ellos: hortalizas, alfalfa y nogal (cuadro 5.4). Cabe hacer énfasis en este último aspecto.

Cuadro 5.4. Cambio de cultivos en el distrito de riego de Delicias, 1980-2013 (superficie sembrada en hectáreas)

	1980-1981	2007-2008	2012-2013
Superficie total	72,812	52,323	36,335
Hortalizas*	2,783	8,381	3,976
Alfalfa	7,578	23,742	15,620
Nogal	3,202	6,102	7,175
Suma tres cultivos	13,563	38,225	26,771
Porcentaje de la superficie total	18.6	73.1	73.7

\*Chile y cebolla.

Fuentes: SARH (s.f., 17, cuadro 7A), *Estadísticas agrícolas 2007-2008*, cuadro 3.5; *Estadísticas agrícolas 2012-2013*, cuadro 3.5.

Del cuadro 5.4 cabe destacar la preponderancia que ganaron desde 1980 las hortalizas, la alfalfa y los nogales. Puede variar la disponibilidad de agua e imponer una reducción de la superficie sembrada (con cultivos de ciclo anual), como parece haber ocurrido en 2012-2013, pero la tendencia subsiste al margen de las variaciones climáticas. Y esa tendencia es la que interesa subrayar aquí. Se refiere, por un lado, al empequeñecimiento de la superficie sembrada del distrito de riego y, por otro, a la expansión de cultivos de gran densidad económica que requieren fuertes inversiones, y sobre todo una vasta disponibilidad de agua. ¿Se mantendrá la tendencia ascendente de este trío de cultivos en los próximos años?

## BUENAS RAZONES PARA EMPEQUEÑECER

Vuelta al panorama general. ¿Por qué no se recuperan los indicadores después de la sequía? Sin pretender dar una respuesta completa, a continuación se expondrán aspectos que deben tomarse en cuenta a la hora de formular explicaciones finas. En general, el empequeñecimiento se inscribe en la transformación económica general, que ha favorecido a las industrias y los servicios (y a las ciudades) y ha debilitado el peso de la agricultura con respecto al PIB y de la población rural con respecto a la población total. Esa transformación ha sido apuntalada por medidas gubernamentales de variada

índole: *a*) la reorientación y reducción del gasto público, iniciada después de 1982, que dejó atrás la inversión en obras de riego, precios de garantía, subsidios y crédito oficial, y que prefirió apoyar a un reducido número de unidades agrícolas; *b*) los cambios institucionales y legales de la década de los noventa, destacadamente la Ley de Aguas Nacionales de 1992; *c*) la firma del TLCAN y el reforzamiento de la apertura comercial, y *d*) el cambio drástico de la relación del Estado con respecto al agua (Yúnez, 2010: 743-744; Grammont, 2001: 45-65; Appendini, 2013: 12-13).

Cabe explicar este último aspecto. Durante la década de los ochenta, el Estado mexicano no sólo dejó de invertir en el ramo, sino que optó por cobrar el uso de las aguas. Sin inversión pública, los empresarios ni por asomo invirtieron en nuevas obras de riego. Así, la cuestión hidráulica parece constituir un ejemplo más del gran desaire que ha significado la escasa inversión privada desde 1990, en una época en que la inversión pública se vino a pique, justo cuando el Estado se esmeraba por favorecer por distintas vías la actividad privada (Moreno Brid y Bosch, 2014: 239). Una excepción a dicho desaire es la del entonces gobernador sonoreense Guillermo Padrés. Recuérdese que él sí invirtió y construyó una presa para el riego de unas 350 hectáreas en uno de sus ranchos.

En este tiempo, aproximadamente entre 1968 y 2010, la agricultura nortea abandonó el algodón y lo sustituyó por los granos, especialmente maíz, sorgo y trigo. En 2012-2013 esos tres cultivos siguen ocupando la mayor parte (61 por ciento) de la superficie sembrada en los distritos de riego (Conagua, 2014: 36-37, gráfica 2.10). Pero lo importante en los últimos años es la expansión de tres cultivos: *a*) hortalizas y frutas (tomate, chile, fresa); *b*) alfalfa y otros forrajes, y *c*) nogal. Ese movimiento debe estudiarse con todo cuidado. Recuérdese que tal expansión es más que evidente en el distrito de riego 005 entre 1980 y 2013 (cuadro 5.4). Tampoco parece casualidad que dos de esos tres cultivos (alfalfa y nogaes) se hallaran en el rancho del emprendedor Padrés.

Pero quizá la razón más poderosa que explica el empequeñecimiento, además de los cambios mencionados, es un proceso de innovación tecnológica en la agricultura empresarial. Esta innovación, que consiste de manera burda en la combinación de riego por goteo con invernaderos, quizá debería considerarse algo así como la madre del empequeñecimiento de la superficie agrícola. Aunque todavía es muy pequeña, puede apreciarse especialmente entre los productores vinculados a la exportación de hortalizas. Tal es la hipótesis general que pretende orientar esta investigación. ¿Por qué esa agricultura tecnificada tiene el poder del empequeñecimiento y en qué reside ese

poder? En virtud del aumento de los rendimientos por unidad de superficie que se logran en los invernaderos, los grandes agricultores requieren cada vez menos tierra. Por ello, los latifundios simulados del valle del Yaqui o de Culiacán de las décadas de los cincuenta y sesenta son ahora piezas de un inexistente museo agrario mexicano. Lo que los grandes empresarios agrícolas necesitan hoy día es asegurar a toda costa el agua para el riego, y a conseguirla dedican sus mejores esfuerzos, ya se trate de aguas superficiales o subterráneas. En este sentido, se entiende el espaldarazo que significó la nueva Ley de Aguas Nacionales de 1992, que además creó el Registro Público de Derechos de Agua (REPDA).

Así se explica la otra cara de la moneda, es decir, la tendencia de pequeños agricultores a abandonar la agricultura por renta o venta de derechos de agua. Con esos tratos sus terrenos dejan de sembrarse y contribuyen a reducir la superficie cultivada. Los pequeños productores, no sólo ejidatarios sino también beneficiarios del callismo irrigador (muchos de ellos se sumaron a El Barzón en 1993), prefieren obtener una renta, así sea escasa, a insistir en la agricultura.<sup>10</sup> ¿O a qué obedece la reducción del número de agricultores de los distritos de riego, por ejemplo los mil menos que se registraron en Delicias entre 1980 y 2013?

De manera general, puede decirse que la innovación tecnológica y el contexto mercantil de la actividad (exportación y nichos destinados al mercado interno, como la alfalfa para las vacas lecheras) propician la concentración no de la tierra como antes sino de los derechos de agua. Y es esta concentración la que produce los indicadores a la baja. Por ello cabe esperar la continua reducción del número de agricultores de los distritos de riego, pero también de la superficie cultivada y, algo que podrá alegrar a los ambientalistas, de los volúmenes de agua empleados en los distritos de riego. Recuérdese que la agricultura sigue siendo la principal consumidora de agua. Según las cifras del cuadro 5.1, en 2008-2013 los distritos de riego del país usaban casi 12 por ciento menos agua que en 1968-1971. ¿Buena noticia? ¿Mayor eficiencia en el manejo del agua para la agricultura? ¿Debemos estar de plácemes? ¿Mayor cantidad de agua disponible para las ciudades, las industrias y los servicios, turismo incluido?

Poco podría entenderse de este modo de plantear el problema general si se deja de lado el cambio drástico ocurrido en estos mismos años en relación con la estructura de cultivos. En efecto, una manera de averiguar si estas ideas no andan extraviadas es hacer una revisión de un proceso general que en términos prácticos consiste en lo siguiente: averiguar si en los últimos

---

<sup>10</sup> Sobre esta tendencia en La Laguna, véase Ahlers (2002: 80).

treinta años el valor de las cosechas de los distritos de riego norteños ha tendido a generarse en una superficie regada cada vez más pequeña, gracias al cambio de cultivos y a la innovación tecnológica. Recuérdese que en el Norte el episodio algodnero, compuesto por el monocultivo en varios distritos de riego (Mexicali, Bajo Bravo, Delicias), dejó pesada huella; puede ser un contraste ilustrativo.

A continuación se presentan indicios que orientan la investigación en ese sentido. En 1956-1957, cerca del 90 por ciento de la superficie del distrito de riego del valle de Mexicali se dedicaba al cultivo de algodón y éste aportaba el 95 por ciento del valor de las cosechas. En contraste, entre 1997 y 2001 en el mismo valle una pequeña superficie (8 por ciento del total) dedicada a las hortalizas aportaba el 40 por ciento de ese valor (Chonchol, 1957: 140; Denegri de Dios, 2014: 112 y cuadro 2). Un indicio de otra naturaleza, pero útil, proviene de la Costa de Hermosillo. Un estudio de 2007 documenta que en la reducida superficie del distrito de riego (según el cuadro 5.2 perdió más de 60 por ciento de la superficie desde 1969) 12 familias consumían el 40 por ciento del agua bombeada, cifra que se sabe por los registros de consumo de electricidad de los equipos de bombeo. Otro indicio más es el del valle de Culiacán-Humaya, donde apenas el 6 por ciento de la superficie aportó el 30 por ciento del valor total de las cosechas del distrito de riego, según cifras del ciclo 2012-2013. Chile y tomate explicaban esa proporción.<sup>11</sup>

Con base en las *Estadísticas 2012-2013* puede hacerse un cálculo general sobre todos los distritos de riego del país. El resultado es llamativo, pues en ese ciclo agrícola apenas ocho cultivos, con menos del 3 por ciento de la superficie sembrada, aportaban casi el 16 por ciento del valor total de las cosechas. Y a la inversa, el maíz, sorgo y trigo, que representaban el 63 por ciento de la superficie sembrada, aportaban el 41 por ciento. Mientras que el promedio por hectárea del valor de la cosecha de aquellos ocho cultivos ascendía a 231,000 pesos (corrientes), el promedio por hectárea de los tres cultivos mencionados apenas si alcanzaba 25,000 pesos, nueve veces menos.<sup>12</sup> Una buena historia agrícola de los distritos de riego debería detallar el cambio drástico que acaba de perfilarse. De la década de los cincuenta, cuando los distritos crecían entre algodones de manera acelerada, a inicios de la segunda década del siglo XXI, cuando los distritos de riego, ya sin al-

<sup>11</sup> Sobre la Costa de Hermosillo, véase Olavarrieta *et al.* (2010: 158 y cuadro 4), y sobre Culiacán, *Estadísticas 2012-2013* (Conagua, 2014: cuadro 3.9).

<sup>12</sup> *Estadísticas 2012-2013* (Conagua, 2014: cuadro 2.1 [totales nacionales]) y los cuadros correspondientes del capítulo 4, que presentan los datos por cultivo y distrito de riego. Los ocho cultivos mencionados son: calabacita, cebolla, cebollín, espárrago, fresa, jitomate (tomate rojo), pepino y vid.

godón, empequeñecían, y simultáneamente empequeñecía la superficie que generaba la mayor parte del valor de las cosechas.

La siguiente etapa de esa investigación será averiguar la dimensión referida a la propiedad de tierras y aguas, es decir, saber en manos de quiénes está quedando la superficie crecientemente empequeñecida. Una referencia es que en el ciclo 2008-2009 la exportación de tomate del valle de Culiacán, con un valor de 725 millones de dólares, correspondía a 120 agricultores, es decir, un promedio de seis millones de dólares por agricultor (Maya, 2011: 138).

### LECCIONES DE UN ACUEDUCTO

La agricultura de los distritos de riego ha empequeñecido en los últimos años no sólo por los cambios apuntados hasta ahora, que podrían considerarse como propios de la actividad agrícola. Al menos hay que agregar otro más. Hoy día la agricultura de los distritos de riego tiene adversarios formidables que antes ni por asomo existían. El conflicto en torno al acueducto Independencia entre Hermosillo y el valle del Yaqui o Ciudad Obregón está cargado de señales en ese sentido. En este caso, la pregunta clave parece ser la siguiente: ¿a quién se le hubiera ocurrido en las décadas de los cincuenta y sesenta usar una parte del agua del río Yaqui para destinarla a otra ciudad y para otros fines? Como bien apunta José Luis Moreno, en aquellos años algunos pensaban incluso en llevar agua al valle del Yaqui desde Alaska, o al menos desde el sur de Sinaloa (Moreno Vázquez, 2006: 264).

Cuadro 5.5. Número de habitantes de Hermosillo y Ciudad Obregón, 1950-2010

	<i>Hermosillo</i>	<i>Ciudad Obregón</i>	<i>Hermosillo/Ciudad Obregón</i>
1950	43,519	30,991	1.40
1960	95,978	67,956	1.41
1970	176,596	114,407	1.54
1980	297,175	165,572	1.79
1990	448,966	311,443	1.44
2000	609,829	356,290	1.71
2010	715,061	303,126	2.35

Fuentes: Garza (2005: cuadros A-2 y A-3), Sedesol (2012: cuadro A-4).

Algo muy potente cambió entre 1970 y 2010, y las cifras demográficas del cuadro 5.5 ayudan a entenderlo. El punto es que hasta 1960 la diferencia

poblacional entre Hermosillo, la capital sonoreense, y Ciudad Obregón, la cabecera del valle del Yaqui, se mantuvo sin variación en torno al 40 por ciento favorable a la capital del estado. A partir de 1970, sin embargo, la diferencia entre una y otra empezó a ensancharse. El número de habitantes de Hermosillo creció mucho más rápido que el de Ciudad Obregón y esa tendencia, salvo el rebote de 1990, se sostuvo hasta 2010. En este último año, justo cuando comenzó la construcción del acueducto, la población de Hermosillo era ya 2.3 veces mayor que la de Ciudad Obregón.<sup>13</sup> Ejemplo del movimiento general que reduce el peso del campo frente al de la ciudad.

En esta historia de dos ciudades, y de la tribu yaqui por supuesto, es obligado tomar en cuenta la apertura de la planta de Ford en Hermosillo en 1986. A juicio de un observador (Álvaro Bracamonte), desde entonces Sonora quedó partido en dos: el norte, con cabecera en Hermosillo, vinculado al mercado estadounidense; y el sur, con cabecera en Ciudad Obregón, vinculado al mercado interno.<sup>14</sup> Como en la guerra civil estadounidense, el norte se impuso al sur, y de paso impuso las ciudades, los servicios, la industria y el extenso negocio inmobiliario sobre la antigua y abollada joya agrícola, compuesta entre otros por los descendientes del general Álvaro Obregón y por el enorme negocio agroindustrial de los Robinson Bours (Bachoco). Si esta antigua joya resultaba dañada, habrá que imaginar las consecuencias sobre la situación de los pueblos yaquis. ¿Qué nos dice el encono de su reacción y protesta? Con el acueducto, el agua mostró un nuevo sello. Puede proponerse que el acueducto Independencia produjo nuevas aguas, ya no agrícolas (de yaquis y no yaquis) sino urbanas. No es que antes de 2010 no hubiera habido casos de aguas agrícolas que se desviarán hacia las ciudades, pero es dudoso que haya un antecedente similar que afectara a un distrito de riego de tamaño importancia y simbolismo.

Uno de los problemas que se desprenden de los motivos internos y externos que se hallan involucrados en el empequeñecimiento de la agricultura de los distritos de riego norteños es que las aguas agrícolas, las de antaño, las aguas viejas, generaban indicadores al alza más diversos y consistentes. Las aguas nuevas, en cambio, son en extremo discretas.

---

<sup>13</sup> Sobre el acueducto, véase Moreno Vázquez (2014).

<sup>14</sup> Véase su columna Vía Libre en *El Imparcial*, lunes 17 de noviembre de 2014.

## COMENTARIOS FINALES

Vuelta a Sonora. Cabe preguntarse si en este cambio social algunos personajes, como Guillermo Padrés, son prototípicos. ¿Por qué detenerse en Padrés? La respuesta es porque su relación con el agua parece paradigmática por varios motivos. Primero, porque encabezó la coalición que impuso por medio del acueducto los intereses urbanos de Hermosillo sobre los agrícolas de Ciudad Obregón; segundo, porque él se construyó una presa al margen de toda norma, que luego destruyó para intentar borrar la evidencia, y tercero, porque según una nota periodística logró descuentos y facilidades ilegales del organismo operador de Hermosillo a la hora de contratar el servicio para una de sus casas.<sup>15</sup> Por lo anterior, este personaje, como el acueducto mismo, está cargado de ingredientes y significados que pueden ayudarnos a entender la situación de las nuevas aguas, es decir, las de los distritos de riego en vías de empequeñecimiento y aquellas que hizo nacer el acueducto Independencia (y quizá las aguas contaminadas del río Sonora, por el derrame de una de las minas del Grupo México, de Germán Larrea).

Me pregunto qué tanto del empequeñecimiento de la agricultura de riego del país es obra de decisiones, hábitos y prácticas de empresarios-gobernantes del perfil del exgobernador Padrés, y si se trata de un perfil de nuevo cuño. Me pregunto también si tal empequeñecimiento en semejantes manos es algo conveniente para el país, hablando en los términos más generales posibles.

La pregunta anterior lleva a otra pregunta, en este caso en torno al poder político, al Estado. ¿Cabe esperar algo de él en los próximos años, o los Padrés se reproducirán de manera exponencial? ¿Tiene la Conagua la capacidad o el interés de poner freno a esos personajes? La respuesta no puede obviar la historia: nos guste o no, estemos de acuerdo o no con su quehacer, la experiencia del siglo xx mexicano unió más que nunca al Estado con el agua. Durante décadas el agua fue bastión de la patria, así haya beneficiado a grupos como los ahora alicaídos agricultores de Ciudad Obregón, en donde aún no perdonan al presidente Luis Echeverría por el reparto ejidal de no-

---

<sup>15</sup> *La Jornada*, viernes 15 de julio de 2016, “Cortan el agua a rancho de Padrés”, nota de Cristina Gómez Lima. Se lee que el exgobernador, al final de su mandato, contrató mediante un pago de 3,000 pesos el servicio de agua y de medidor para una de sus casas; el problema es que le correspondía pagar no 3,000 sino 200,000 pesos; la viveza y el carácter emprendedor del personaje no quedó allí: al conectarse a la red consiguió la tarifa establecida para un consumo de 22 metros cúbicos mensuales, en lugar de la tarifa de 300 metros cúbicos mensuales que le correspondía pagar.

viembre de 1976. ¿Dónde quedó el agua como bastión? Intentar un divorcio Estado-agua, como se ha venido haciendo desde la década de los ochenta, no parece prometedor.

¿Qué hacer con cada vez menos agricultores, menos volúmenes de agua empleados en la agricultura y con menos superficies irrigadas? ¿Todo quedará donde las ventajas comparativas, el ambientalismo así entendido y el presuntamente ciego mercado de aguas dispongan, es decir, en un puñado de empresas agrícolas, así como en las ciudades e industrias? “Si el agua es poca, a la vaca le toca”, dicen desde hace años en Torreón. ¿No hay remedio? ¿No queda más opción que reunirnos en Chapala para aprender a vivir con los nuevos indicadores del rumbo decaído o empequeñecido de la patria?

## REFERENCIAS

- Ahlers, R. (2002). Moving in or staying out: gender dimensions of water markets. En Whiteford, S. y Melville, R. (eds.), *Protecting a sacred gift. Water and social change in Mexico* (pp. 65-85). La Jolla, California: Center of U.S.-Mexican Studies.
- Appendini, K. (2013). Reconstructing the maize market in rural Mexico. *Journal of Agrarian Change*, 14(1), 1-25.
- Canudas Romo, V., García-Guerrero, V. M. y Echarri-Cánovas, C. J. (2015). The stagnation of the Mexican male life expectancy in the first decade of the 21st century: the impact of homicides and diabetes mellitus. *Journal of Epidemiology & Community Health*, 69(1), 28-34.
- Chonchol, J. (1957). *Los distritos de riego del Noroeste: tenencia y aprovechamiento de la tierra*. México: Centro de Investigaciones Agrarias.
- Comisión Nacional del Agua (2009). *Estadísticas agrícolas de los distritos de riego. Año agrícola 2007-2008*. México: Comisión Nacional del Agua.
- Comisión Nacional del Agua (2014). *Estadísticas agrícolas de los distritos de riego. Año 2012-2013*. México: Comisión Nacional del Agua.
- Corona, S. (2016, 20 de enero). La epidemia de violencia reduce la esperanza de vida en México. *El País*, España.
- Denegri de Dios, F. M. (2014). Del algodón al trigo: la producción agrícola del valle de Mexicali. En García, J. L. (coord.), *Paisajes culturales: el valle de Mexicali* (pp. 87-125). Mexicali: Universidad Autónoma de Baja California.
- Garza, G. (2005). *La urbanización de México en el siglo XX*. México: El Colegio de México.

- Grammont, H. C. (2001). *El Barzón: clase media, ciudadanía y democracia*. México: Universidad Nacional Autónoma de México, Plaza y Valdés.
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI) (1970-1971). *Anuario estadístico de los Estados Unidos Mexicanos 1970-1971*. Aguascalientes: INEGI.
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI) (2014). *Estadísticas históricas de México*. Aguascalientes: INEGI.
- Maya Ambía, C. J. (2011). Sinaloa: ¿cluster agroindustrial o territorio desincrustado? *México y la Cuenca del Pacífico*, 14(41), 127-160.
- Moreno-Brid, J. C. y Bosch, J. (2014). *Desarrollo y crecimiento de la economía mexicana. Una perspectiva histórica*. México: Fondo de Cultura Económica.
- Moreno Vázquez, J. L. (2006). *Por abajo del agua. Sobreexplotación y agotamiento del acuífero de la Costa de Hermosillo, 1945-2005*. Hermosillo: El Colegio de Sonora.
- Moreno Vázquez, J. L. (2014). *Despojo de agua en la cuenca del río Yaqui*. Hermosillo: El Colegio de Sonora.
- Olavarrieta Carmona, M. V., Watts Thorp, C. J. y Saiz Hernández, J. A. (2010). Beneficio de la cuota energética. Estudio de caso de la Costa de Hermosillo, Sonora, México, 2006-2007. *Región y Sociedad*, XXII(47), 145-164.
- Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos-Chihuahua (s.f.). *Información básica del distrito de riego 005 Delicias*. Chihuahua: Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos-Chihuahua.
- Secretaría de Desarrollo Social, Consejo Nacional de Población (2012). *Catálogo. Sistema urbano nacional*. México: Sedesol, Conapo.
- Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (Semarnat) (2003). *Informe de labores 3. Primero de septiembre de 2003*. México: Semarnat.
- Vélez Salas, M. (2015, 15 de agosto). Infografía del homicidio. Enfrentar la realidad: costos sociales por homicidio en México. *El Universal*.
- Yúnez Naude, A. (2010). Las transformaciones del campo y el papel de las políticas públicas: 1929-2008. En Kuntz, S. (coord.), *Historia económica general de México. De la Colonia a nuestros días* (pp. 729-755). México: El Colegio de México, Secretaría de Economía.

## 6. DETERIORO Y CONFLICTIVIDAD DEL AGUA EN MÉXICO: UNA MIRADA DESDE EL NORTE

*José Luis Moreno Vázquez<sup>1</sup>*

### INTRODUCCIÓN

En 1988 la Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos (SARH) señaló que los problemas de escasez y contaminación del agua desempeñaban un papel importante en el surgimiento de conflictos sociales. Apuntó que la competencia por el uso y los cambios de uso del agua se estaba generalizando y se manifestaba en el medio urbano, entre el campo y la ciudad, así como entre municipios, estados y regiones. Además, había bajos niveles de eficiencia en todos los sectores de usuarios, ya que se desperdiciaba el 50 por ciento del agua para riego en los cultivos y se perdía el 30 por ciento en el abastecimiento domiciliario, y aumentaron las descargas de la planta industrial en expansión, que contaminaban ríos y embalses. La mitad de la contaminación, con base en la carga orgánica, provenía de 130 establecimientos privados y 300 paraestatales, además de las descargas municipales sin tratamiento que estaban afectando las fuentes, y su empleo en el riego agrícola generaba riesgos para la salud pública (SARH, 1988: 175-176).

En el marco de la denominada crisis estructural del Estado, se planteó la necesidad de llevar a cabo una “nueva política hidráulica”, en la que los desafíos más importantes eran: nuevas obras con utilización del agua sin derroche y con uso pleno de la vasta infraestructura existente. Además de ajustes a la legislación, cambios en la política tarifaria y la generación de tecnologías apropiadas, la SARH señalaba que las instituciones y los usuarios

---

<sup>1</sup> Profesor investigador del Centro de Estudios del Desarrollo, El Colegio de Sonora.

debían comenzar “un largo camino hacia la modernización, la eficiencia y la preservación del líquido” (1988: 177).

Un año después, en 1989, se creó la Comisión Nacional del Agua (Conagua) como órgano desconcentrado de la SARH, en cuyo decreto de creación se señala que debe “procurar la *distribución adecuada* de las aguas nacionales”, lo que significa “que su uso sea *eficiente y equitativo*, con objeto de atender las *necesidades sociales, económicas y ecológicas* de las generaciones actuales y futuras [y] que los miembros de la sociedad contribuyan a *pagar el costo de los servicios* en la proporción en que resulten beneficiados” (cursivas del autor). En 1994 la dependencia pasó a formar parte de la estructura de la Secretaría de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca (Semarnap) y en 2000 de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (Semarnat).

Desde entonces mucho se ha escrito sobre el avance en el logro de esos propósitos desde diferentes perspectivas (Graizbord y Arroyo, 2004; Carabias y Landa, 2005; Barkin, 2006; Constantino, 2006; Jiménez *et al.*, 2010). En general, se reconoce el esfuerzo gubernamental en ciertos rubros, pero los propósitos mencionados no se han cumplido.

El objetivo de este trabajo es mostrar el incremento del deterioro en la cantidad y calidad del agua en los últimos treinta años. Además, pretende mostrar el aumento de la conflictividad y la resistencia social como resultado de la construcción de obras hidráulicas, en particular, en la última década. Para ello se emplean fuentes de información oficial, resultados de investigaciones académicas, cifras de organismos internacionales y reportes de organizaciones no gubernamentales. Como casos concretos se presentan las características de tres conflictos sociales por el agua en el estado de Sonora.

## EL DETERIORO

Antes de hablar del deterioro conviene mencionar que el logro más importante de la política hídrica es el aumento en los porcentajes de cobertura de agua potable y alcantarillado, que pasaron de 78 y 61 en 1990 a 92 y 91 en 2014, respectivamente. Sin embargo, se debe señalar que entre 1990 y 2015 la población de México aumentó de 81 a 119 millones de personas, lo cual significa que aun con este logro hay alrededor de veinte millones de personas viviendo en zonas urbanas y rurales que no cuentan con estos servicios (Semarnat y Conagua, 2014).

Respecto al deterioro en la provisión del agua, la disponibilidad natural media per cápita descendió de 6,186 metros cúbicos ( $m^3$ ) por habitante al año en 1990 a 3,982  $m^3$  en 2013, cuando la cantidad mínima recomendada por la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO) es de 5,000  $m^3$  por habitante al año. Siete de las 13 regiones hidrológico-administrativas del país se encuentran con una disponibilidad menor que esa cantidad mínima (Auditoría Superior de la Federación, 2013).

Otro indicador relevante es el número de acuíferos sobreexplotados, que aumentó de 36 en 1981 a 106 en 2014. De este total, 15 acuíferos costeros presentan intrusión marina. Se estima que 60 millones de personas viven en localidades que se abastecen de agua de acuíferos sobreexplotados, es decir, la mitad de la población. Según la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE, 2013), los subsidios a la energía eléctrica para el bombeo de agua subterránea en la agricultura son nocivos, regresivos y perjudiciales para el medio ambiente.

El seguimiento a los indicadores de calidad del agua es un asunto complicado. Por ejemplo, entre 1999 y 2007, en cinco ocasiones variaron la forma y los umbrales de medición de la calidad del agua del país según Aboites *et al.* (2008). Mientras que este grupo de investigadores, con base en datos oficiales, concluye que la calidad del agua superficial se ha deteriorado entre 1990 y 2005, la dependencia oficial responsable sostiene que de 5,000 sitios muestreados en el país, en la actualidad sólo 187 están fuertemente contaminados (Conagua, 2015). A su vez, la Auditoría Superior de la Federación (2014) consignó que 39 por ciento de las cuencas del país evaluadas en materia de calidad de agua manifestaron deterioro en ese año, considerando los indicadores de sólidos suspendidos totales, demanda bioquímica de oxígeno, demanda química de oxígeno y toxicidad aguda.

Por su parte, el tratamiento de aguas residuales ha tenido una evolución lenta; las municipales subieron de 12 a 48 por ciento entre 1988 y 2014, y las industriales de 15 a 31 por ciento entre 2007 y 2014. Cabe recordar que la meta establecida en el Programa Nacional Hídrico 2007-2012 era tratar el 100 por ciento de las aguas residuales.

Según las Cuentas Económicas y Ecológicas del Instituto Nacional de Estadística y Geografía, entre 2003 y 2013 la sobreexplotación de agua subterránea creció de 5,704 millones de metros cúbicos ( $Mm^3$ ) a 5,985  $Mm^3$  al año, y la contaminación de agua (estimada como descargas de aguas residuales no tratadas) pasó de 8,689 a 21,078  $Mm^3$  en el mismo periodo. Específicamente, en 2014 el costo del agotamiento de agua subterránea se calculó en 30 mil millones de pesos y la degradación por contaminación del agua en 74

mil millones, lo que representó el 0.6 por ciento del producto interno bruto nacional de ese año.

En cuanto a los organismos operadores de agua en el país, un estudio de Salazar (2016) muestra que los indicadores de desempeño en localidades de más de 50 mil habitantes no han variado sustancialmente en las últimas décadas. En eficiencia física, el porcentaje osciló alrededor de 50 entre 1993 y 2012. Esto indica que en una ciudad mexicana típica casi la mitad del agua que se produce no se contabiliza; se pierde por fugas, se extrae de tomas clandestinas o de otras que no se miden o no se registran por errores de medición. Por su parte, la eficiencia comercial osciló alrededor de 75 por ciento, es decir, una cuarta parte del volumen de agua facturado no se recaudó de 2004 a 2012. A su vez, el Programa de Indicadores de Gestión de Organismos Operadores (2015) consignó la misma situación para las tomas con servicio continuo de agua, cuyo promedio no rebasó el 75 por ciento, en los años 2002-2014.

Un punto que se debe destacar es que si bien el presupuesto anual de la Conagua fue de cerca de 10 mil millones de pesos entre 1989 y 2001, a partir de 2005 manifestó un incremento de 27 mil millones a 47 mil millones de pesos en 2014. Es decir, creció casi cuatro veces más en tan sólo 15 años.

## LA CONFLICTIVIDAD

Los conflictos sociales por el agua en el país se han documentado en una literatura amplia y variada que comprende ciudades y regiones específicas. Entre éstas destacan las disputas por el abastecimiento de agua a la zona metropolitana de la Ciudad de México, entre el Distrito Federal y el Estado de México, y con la comunidad indígena mazahua por el Sistema Cutzamalla (Perló y González, 2005; Gómez Fuentes, 2010; Gómez Reyes, 2011); la confrontación entre Nuevo León, el gobierno federal y los agricultores del distrito de riego 026 por la presa El Cuchillo para dotar de agua a Monterrey (Aguilar, 1999); o la lucha entre la ciudad de San Luis Potosí y los productores agrícolas vecinos por el uso de las aguas residuales que reciben tratamiento (Cirelli, 2004).

También hay textos que analizan las respuestas organizadas, como el movimiento social en comunidades y ejidos del estado de Guerrero que se opuso y detuvo la construcción de la presa hidroeléctrica La Parota (Martínez Treviño, 2010); otro movimiento social que logró la cancelación de la construcción de la presa San Nicolás, en los Altos de Jalisco, para dotar de

agua a Guadalajara y León (Hernández y Casillas, 2008); uno más en las poblaciones jaliscienses de Temacapulín, Acasico y Palmarejo, que se resisten a la construcción de la presa El Zapotillo (Lezama, 2012); y otro que influyó en la decisión de no construir la presa Arcediano en las inmediaciones de Guadalajara (López Ramírez, 2012). Asimismo, se han estudiado los conflictos intergubernamentales y movimientos sociales originados en las formas de acceso, apropiación y gestión del agua en la cuenca Lerma-Chapala (Caire, 2005).

Un punto relevante en la última década es el análisis de los conflictos por el agua en el marco de los denominados conflictos socioambientales. Paz (2014) ofrece un panorama de lo que ocurrió en México entre 2009 y 2012. De 133 casos identificados, 28 tienen que ver con contaminación de aguas superficiales, subterráneas y zonas costeras, 8 con proyectos de construcción de presas, y de los 15 que se relacionan con proyectos de explotación minero metalúrgica a cielo abierto, el objeto en disputa más visible en prácticamente todos los casos es el agua (ya sea por sobreexplotación y contaminación de acuíferos o por destrucción de ecosistemas). Es decir, casi 40 por ciento de los conflictos socioambientales en México se vinculan con el recurso agua.

Por su parte, Toledo *et al.* (2014) estimaron la presencia de conflictos socioambientales en 180 municipios del país entre 2009 y 2013, de los cuales 71 se ligan con actividades mineras y 33 con proyectos hidráulicos. En 57 por ciento de los casos estos dos rubros son el origen del conflicto.

Entre las consecuencias del deterioro del agua y la conflictividad mayor está el surgimiento de movimientos sociales y acciones de resistencia socioambiental. De las ocho redes de cobertura nacional que aglutinan a más de 300 organizaciones regionales, dos tienen relación con el agua: el Movimiento Mexicano de Afectados por las Presas y en Defensa de los Ríos con 50 y la Coalición de Organizaciones Mexicanas por el Derecho al Agua con 18. Además, la violencia contra miembros de las comunidades se ha vuelto más frecuente. Entre 2006 y 2013 fueron asesinados 38 activistas ambientales en el país, en su mayoría campesinos e indígenas (Toledo *et al.*, 2014). Otro número indeterminado fue encarcelado, secuestrado, amenazado o intimidado.

Un párrafo del informe sobre la situación de los derechos humanos en México elaborado por la Comisión Interamericana de Derechos Humanos (CIDH, 2015: 125) es revelador:

La violencia en el contexto de megaproyectos ha resultado en asesinatos, ejecuciones, hostigamiento y amenazas en contra de personas indígenas en muchos estados del país. La CIDH tuvo

conocimiento de detenciones de líderes indígenas en Guerrero, Oaxaca, Chiapas, Quintana Roo, Sonora, Chihuahua y Puebla, entre otros, en relación con sus actividades en oposición a distintos megaproyectos. Cuando se trata de violencia en territorios o comunidades indígenas donde se ubican grandes proyectos, el común denominador es el otorgamiento de permisos o concesiones sin la consulta y el consentimiento previo, libre e informado, lo que suele desencadenar conflictos sociales y a la postre generar violencia, e incluso cobrar vidas.

Un año después, la Comisión Nacional de los Derechos Humanos (CNDH) informó que entre 2009 y 2015 el número de quejas por violaciones al Convenio 169 de la Organización Internacional del Trabajo, que obliga a los Estados a someter a consideración de los pueblos indígenas los proyectos de infraestructura, aumentó de 4 en 2010 a 12 en 2015, y de enero a julio de 2016 suman 18 (Díaz, 2016).

Un grupo de trabajo de la Organización de las Naciones Unidas (ONU) sobre Empresas y Derechos Humanos confirmó el panorama anterior en una visita a México:

De la información obtenida durante nuestra visita, nos quedó claro que las principales preocupaciones sobre violaciones de derechos humanos vinculadas a la empresa están relacionadas con un ejercicio inadecuado de debida diligencia por parte del gobierno y las empresas en el diseño e implementación de proyectos a gran escala. Se trata principalmente de proyectos en los sectores de minería, energía, construcción y turismo que afectan a menudo a las comunidades indígenas (ONU, 2016: 2).

El documento base fue elaborado por una coalición de más de 100 organizaciones no gubernamentales, que resumió 61 casos de violaciones y abusos a los derechos humanos por parte de empresas nacionales, extranjeras y del Estado (Centro de Información sobre Empresas y Derechos Humanos, 2016). Los más comunes fueron: al derecho a la tierra y el territorio, falta de acceso a la información, el derecho al medio ambiente sano, impactos negativos a la salud y falta de cumplimiento de los derechos indígenas.

En 52 por ciento de los casos se documentaron diferentes formas de intimidación, amenazas, agresiones, detenciones arbitrarias y asesinatos en contra de las y los opositores de un proyecto empresarial. El documento

incluyó los casos del acueducto Independencia, la presa El Zapotillo y su acueducto a León, la contaminación del río Santiago, las presas hidroeléctricas de Chicoasén II, La Parota y Las Cruces, y el derrame de sulfato de cobre en los ríos Bacanuchi y Sonora.

En este recuento del deterioro del recurso, la conflictividad, la resistencia y la represión social, no deja de ser paradójico que se manifiesten en forma paralela a la creación de instituciones y leyes de protección al ambiente, de respeto a los derechos humanos y a los derechos indígenas, y de procuración e impartición de justicia, producto de compromisos adquiridos por México a nivel internacional.

## LOS CONFLICTOS EN SONORA

Los conflictos por el agua más relevantes en Sonora pueden dividirse en dos periodos, con base en su nivel de confrontación y violencia. El primer periodo abarca de 1990 al año 2005 y el segundo de 2010 a septiembre de 2016.

### *Primer periodo*

Incluye las protestas de la tribu yaqui por la construcción del acueducto Yaqui-Guaymas en 1993, la disputa con los ejidatarios de La Manga por la construcción de la planta tratadora de aguas residuales cerca de Hermosillo en 1994 y los reclamos de residentes urbanos por otra planta de tratamiento de aguas residuales en las inmediaciones de la Universidad de Sonora en 1999. El acueducto se concluyó y entró en operación, pero no las dos plantas de tratamiento, que fueron reubicadas en otros sitios.

Además, este periodo comprende el rechazo de los agricultores de la Costa de Hermosillo a la construcción de una planta desaladora para abastecer de agua a la capital, en 1999-2001; la confrontación entre autoridades federales ambientales y el gobierno estatal por la oposición de empresas mineras a la ampliación de un área natural protegida cerca de Cananea,<sup>2</sup> entre 1997 y 2003, y las protestas de grupos de ejidatarios del río San Miguel por la construcción del acueducto Las Malvinas para abastecer de agua a la ciudad de

---

<sup>2</sup> Esta ampliación del área natural protegida fue conocida como Proyecto Mavavi, que en realidad era una disputa por el agua del río San Pedro, que nace en México y fluye hacia Estados Unidos.

Hermosillo, en 2005. La desaladora no se construyó, la nueva área natural protegida no se decretó, pero el acueducto sí se concluyó y actualmente está en operación.

Las características de las protestas en estos conflictos fueron la realización de bloqueos carreteros, tomas de instalaciones, plantones, declaraciones en medios de comunicación y desplegados en prensa. En varios casos hubo acciones legales, como la interposición de quejas ante la Comisión Estatal de Derechos Humanos, una querrela ante el Tribunal Agrario y una controversia constitucional ante la Suprema Corte de Justicia de la Nación (SCJN). También hubo reuniones informativas, mesas de negociación y acuerdos entre autoridades y afectados. Sólo en el último caso se presentó el daño físico a instalaciones hidráulicas, el desalojo policiaco y personas detenidas.

Un caso especial fue la protesta de un grupo de agricultores por la contaminación del río Magdalena. En 1988 iniciaron una lucha ante dependencias gubernamentales por la instalación de plantas de tratamiento de aguas residuales en las localidades de Imuris, Magdalena y Santa Ana. Debido a la falta de respuesta a su solicitud, en 1997 presentaron una petición a la Comisión para la Cooperación Ambiental de América del Norte (CCAAN), con el nombre de Comité Pro Limpieza del Río Magdalena. En 2002 la comisión decidió que se elaborara un expediente de hechos sobre la omisión de México en la aplicación de la ley en la materia. Cuando se escribió el expediente las tres cabeceras municipales citadas contaban con sistemas de tratamiento de aguas residuales en funcionamiento (CCAAN, 2002).

### *Segundo periodo*

A partir de 2010 la situación cambió sustancialmente con la construcción y operación del acueducto Independencia, siguió en 2013 con el inicio de la construcción de la presa Pilares en el territorio indígena guarijío y continúa desde 2014 con la contaminación del río Sonora. En este periodo los conflictos por el agua adquirieron una mayor intensidad.

El acueducto Independencia ha provocado el mayor conflicto social en la entidad en los últimos años. La disputa legal contabiliza 11 juicios de amparo, tres resoluciones de la SCJN que amparan a los quejosos y varias resoluciones de tribunales colegiados y jueces de distrito en favor de los opositores a la obra. A la fecha, la extracción de agua de la presa El Novillo hacia Hermosillo continúa, sin que la obra cuente con autorización en materia de impacto ambiental (Moreno, 2014). Dos líderes de la tribu yaqui fueron encarcelados

durante más de un año, mientras se realizaba el proceso de consulta ambiental ordenado por la Corte; tres personas vinculadas al conflicto murieron sin que se hayan aclarado los hechos; en tres actos de protesta se registraron más de treinta detenidos; existe una recomendación de la Comisión Nacional de los Derechos Humanos a las autoridades por violaciones a éstos; medidas cautelares de protección a miembros de la tribu yaqui, emitidas por la Comisión Interamericana de Derechos Humanos, y se han realizado dos caravanas de protesta por parte de miembros de la tribu yaqui a la Ciudad de México.

El pago anual convenido por el gobierno del estado con los agricultores que vendieron sus derechos de agua para el trasvase del acueducto no se efectuó en varios años y es irregular, la obra funciona al 25 por ciento de su capacidad (aumenta al 50 por ciento en verano), y los acuerdos firmados entre la Secretaría de Gobernación y los opositores en enero y marzo de 2014 no se han cumplido.

Un apoyo esencial a los opositores en esta disputa ha sido proporcionado por organizaciones no gubernamentales como el Centro Mexicano de Derecho Ambiental en asesoría legal, la Misión Civil de Observación de la Consulta a la Tribu Yaqui (2014) en el análisis de la sentencia de la SCJN del 8 de mayo de 2013, y por instituciones académicas como el Instituto Nacional de Antropología e Historia (2015) en la elaboración del peritaje antropológico que documenta los impactos culturales que tiene la operación del acueducto Independencia en el territorio yaqui.

En agosto de 2014, el derrame de 40 mil metros cúbicos de lixiviados de cobre, procedente de una represa de la compañía Buenavista del Cobre en Cananea y propiedad de Grupo México, afectó a siete municipios de la cuenca del río Sonora, en donde habitan 22 mil personas. La Semarnat lo catalogó como el “desastre ambiental más grave en la historia de la minería en México”. Después de pagar las multas correspondientes y crear un fideicomiso para el resarcimiento de los daños, la empresa anunció sus nuevos planes de expansión. No hubo detenidos ni consignación de responsables. A dos años del derrame los compromisos de las autoridades y la empresa con los afectados no se han cumplido. La clínica de salud especializada lleva un avance de 30 por ciento en su construcción, no se han instalado las 28 plantas potabilizadoras en los pueblos afectados, la planta existente en el pueblo de Bacanuchi funciona de manera irregular, y la clínica de atención provisional para 300 personas en Ures cerró sin previo aviso a finales de julio de 2016.

Durante el conflicto, un grupo de afectados, junto con miembros de la sección 65 del sindicato minero, tomó la planta de rebombeo de agua de la mina de Cananea por cuatro meses, hasta que fueron desalojados por la

policía federal. Dos personas vinculadas al conflicto murieron —una en un accidente automovilístico y otra por homicidio— sin que hasta el momento hayan sido esclarecidos los hechos por las autoridades. Cuatro personas que participaron en un bloqueo carretero fueron detenidas y enviadas al penal de Nayarit. En varias ocasiones han sido incendiadas casetas de vigilancia y unidades de transporte de personal en los accesos a la mina.

Ante las solicitudes de información de particulares, el Instituto Nacional de Acceso a la Información les ha ordenado a dependencias del gobierno federal entregar los estudios de valoración económica y riesgo ambiental (al Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático), el programa de remediación ambiental (a la Semarnat) y el número de personas afectadas en su salud (a la Secretaría de Salud). Ninguno se ha entregado hasta la fecha. Un estudio del Instituto de Ecología de la Universidad Nacional Autónoma de México (IE-UNAM, 2016) que documenta los daños al ambiente fue retirado del portal de internet del fideicomiso después de que el diario local *Expreso* lo dio a conocer en primera plana el 4 de julio de 2016.

Mientras tanto, la población afectada se organiza y defiende legalmente. Se han formado comités de cuenca —no consejos de cuenca— con la participación de miembros de la comunidad. Hay demandas colectivas en curso y con la ayuda de una organización no gubernamental (Proyecto sobre Organización, Desarrollo, Educación e Investigación, PODER) se han presentado siete juicios de amparo en tribunales de México y Estados Unidos. Un juez de Arizona ordenó a la Southern Cooper Corporation, casa matriz de Buenavista del Cobre con sede en Phoenix, entregar documentos relacionados con el derrame a los Comités de Cuenca Río Sonora. Se han establecido alianzas con la sección 65 del sindicato minero, el Sindicato de Trabajadores Académicos de la Universidad de Sonora y organismos como la Red Fronteriza de Salud y Ambiente para la organización de foros, mítines, protestas, movilizaciones y conferencias de prensa.

A principios de septiembre de 2016, el grupo de trabajo de la ONU citado en el apartado anterior realizó una visita de campo a una localidad afectada del río y tuvo un encuentro con representantes de las comunidades para escuchar sus testimonios. En forma paralela, diputados locales y federales emitieron exhortos al Grupo México y a las autoridades federales para que cumplan con los compromisos pactados. Al mismo tiempo, miembros de partidos políticos llevaron a cabo manifestaciones de protesta en oficinas de dependencias federales, y clérigos como el padre Alejandro Solalinde propusieron la realización de una consulta ciudadana sobre la concesión minera otorgada a dicho corporativo.

Por lo que corresponde a la tribu guarijío y a la construcción de la presa Pilares, hay inconformidad de la etnia ya que el área elegida es un sitio emblemático del paisaje y un lugar sagrado. Rechazan la inundación de los pueblos y su desplazamiento; no están de acuerdo con las omisiones, irregularidades y la manipulación del proceso de gestión por parte de los promotores del proyecto; se niegan a vender terrenos y viviendas, y argumentan que no son debidamente informados ni consultados (Haro, 2013). Dos asesores de la etnia, entre ellos un investigador de El Colegio de Sonora, fueron amenazados en julio de 2013, por lo cual se adhirieron al mecanismo de protección de personas defensoras de derechos humanos y periodistas de la Secretaría de Gobernación. Después de una disputa legal y la suspensión temporal de su construcción por falta de asignación de presupuesto federal, a mediados de 2016 se informó que la obra de la presa tenía un avance de 60 por ciento.

## EL FUTURO

En el marco de una amplia cartera de proyectos de abastecimiento de agua potable y saneamiento de la Conagua, proyectos hidroeléctricos de la Comisión Federal de Electricidad (CFE) y proyectos mineros privados en México, el futuro inmediato no es optimista.

En el caso de la Conagua, son 15 los proyectos de infraestructura más importantes que se plantean para satisfacer las necesidades de agua de las ciudades. Uno en construcción, el de la presa El Zapotillo para Guadalajara, los Altos de Jalisco y León, se encuentra en litigio, y otro del que aún no inicia su construcción, el acueducto Monterrey VI, ha provocado un intenso debate público. Es previsible que otras obras que se contemplan como nuevas fuentes de agua para el Valle de México revivan conflictos en las cuencas cedentes, como es el caso del acueducto Poniente en el río Temascaltepec, donde se registró una movilización campesina a finales de la década de los noventa que se opuso a la cuarta etapa del Sistema Cutzamala.

De los cuatro proyectos de construcción de presas hidroeléctricas de la CFE, todos han provocado conflictos sociales, que se mantienen latentes en la actualidad: La Parota (Guerrero), Paso de la Reina (Oaxaca), Chicoasén II (Chiapas) y Las Cruces (Nayarit). Además de éstos, hay 35 proyectos en el país clasificados por la CFE en el nivel de factibilidad.

El foco de alerta son los proyectos mineros en el estado de Sonora. Los títulos de concesión minera comprenden el 30 por ciento de la super-

ficie estatal. Hay 28 minas de minerales metálicos en explotación, 14 de minerales no metálicos, 27 proyectos en exploración avanzada y 133 en exploración. Es decir, 202 proyectos. Una gran parte se localiza en las partes alta y media de las cuencas de los ríos Concepción, Sonora, Yaqui y Mayo. Entre enero de 2014 y septiembre de 2016, la página web de la Procuraduría Federal de Protección al Ambiente informó sobre 19 derrames mineros en el país, de los cuales 52 por ciento ocurrió en Sonora. En 60 por ciento de éstos la sustancia involucrada fue solución de cianuro, que es utilizada para producir oro.

Si coincidimos con los planteamientos de Luis Aboites (2009) en torno a la debilidad del Estado y el poder de las oligarquías en el manejo del agua en el modelo mercantil-ambiental, estamos ante un verdadero problema. Los rasgos esenciales y las cifras expuestas en el primer apartado tienden a confirmar su no sustentabilidad futura. Si también aceptamos las ideas de Karina Kloster y María Luisa Torregrosa (2012) de que a partir de 2010 los conflictos muestran una mayor preocupación por la distribución del recurso, el deterioro ecológico y el emprendimiento de proyectos mineros y de infraestructura, como se mostró en el segundo apartado, el problema se complica. Y si la estimación de la Conagua (2015) es acertada en el sentido de que 78 por ciento de la población se asentará en áreas urbanas en 2030 y los proyectos de infraestructura continúan gestionándose como en estos años, entonces el potencial de conflictos futuros es muy alto.

Ante tal desafío, propongo conformar un grupo interdisciplinario dentro de la comunidad científica que dé seguimiento a los conflictos y plantee mecanismos de solución y medidas de prevención, que tenga el respaldo de instituciones como la Academia de Ciencias, el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología, la Asociación Nacional de Universidades e Instituciones de Educación Superior y agrupaciones gremiales, así como de las universidades o centros de investigación a los que pertenecen los miembros.

Este grupo deberá crear espacios de discusión de ideas y argumentos con los responsables de la administración del agua sobre los proyectos de infraestructura hidráulica y otros instrumentos de la gestión, como la normatividad, los consejos de cuenca y el conocimiento de los recursos hídricos. Al mismo tiempo, deberá crear espacios de diálogo y comunicación con los nuevos actores de la sociedad que interactúan y apoyan a la población afectada en zonas urbanas y rurales.

Entre estos actores destacan organizaciones como el Centro Mexicano de Derecho Ambiental, que propuso modificaciones al procedimiento de evaluación de impacto ambiental y actualmente es el único mecanismo de

defensa de derechos y protección del patrimonio natural común frente a proyectos de desarrollo; el Fondo Mundial para la Naturaleza y otras organizaciones no gubernamentales, que junto con instituciones académicas y agencias de gobierno elaboraron en 2012 la Norma Mexicana que establece el procedimiento para la determinación del caudal ecológico en cuencas hidrológicas; y la agrupación Agua para Todos, que propuso en 2015 una iniciativa ciudadana de Ley General de Aguas a miembros de la Cámara de Diputados y del Senado de la República. Además, es de resaltar la amplia gama de movimientos y redes de resistencia en defensa del agua y el medio ambiente que contribuyen a visibilizar la gestión deficiente y las violaciones a la ley de los proyectos de infraestructura. Un ejemplo reciente es la Campaña en Defensa de la Madre Tierra, integrada por los voceros de pueblos y barrios, académicos, artistas, escritores y religiosos, dividida en nueve asambleas regionales o estatales.

Asumo que hay un reconocimiento general de que no se puede seguir en la misma ruta. De que el futuro debe ser una construcción colectiva y la sociedad espera algo más de nosotros como profesores e investigadores. Y de que el modelo de gestión del agua actual, centrado en la búsqueda de beneficios económicos, debe ser menos costoso en términos de deterioro ambiental y conflictividad social, para cumplir con los propósitos del decreto de creación de la Conagua en 1989: “distribución adecuada del agua, uso eficiente y equitativo, atención de necesidades sociales, económicas y ecológicas, y que la sociedad contribuya a pagar el costo de los servicios”.

## REFERENCIAS

- Aboites, L., Cifuentes, E., Jiménez, B. y Torregrosa, M. L. (2008). *Agenda del agua*. México: Academia Mexicana de Ciencias.
- Aboites, L. (2009). *La decadencia del agua de la nación. Estudio sobre desigualdad social y cambio político en México*. México: El Colegio de México.
- Aguilar Barajas, I. (1999). Interregional transfer of water in Northeastern Mexico. The dispute over El Cuchillo. *Natural Resources Journal*, 39(1), 65-98.
- Auditoría Superior de la Federación (2013). *Auditoría de desempeño. Comisión Nacional del Agua. Preservación del agua en cantidad*. México: Grupo Funcional Desarrollo Económico.
- Auditoría Superior de la Federación (2014). *Auditoría de desempeño. Comisión Nacional del Agua. Preservación del agua con calidad*. México: Grupo Funcional Desarrollo Económico.

- Barkin, D. (coord.) (2006). *La gestión del agua urbana en México*. Guadalajara: Universidad de Guadalajara.
- Caire Martínez, G. (2005). Conflictos por el agua en la Cuenca Lerma-Chapala, 1996-2002. *Región y Sociedad*, 17(34), 73-125.
- Carabias, J. y Landa, R. (2005). *Agua, medio ambiente y sociedad*. México: El Colegio de México, UNAM, Fundación Gonzalo Río Arronte.
- Centro de Información sobre Empresas y Derechos Humanos (2016). *México: empresas y derechos humanos*. México: organismos varios.
- Cirelli, C. (2004). *Agua desechada, agua aprovechada. Cultivando en las márgenes de la ciudad*. San Luis Potosí: El Colegio de San Luis.
- Comisión de Cooperación Ambiental de América del Norte (2002). *Expediente de hechos. Petición ciudadana Río Magdalena (SEM-97-002)*. Montreal: Editions Yvon Blais.
- Comisión Interamericana de Derechos Humanos (2015). *Situación de los derechos humanos en México*. Organización de los Estados Americanos. Recuperado de <http://www.oas.org/es/cidh/informes/pdfs/Mexico2016-es.pdf>
- Comisión Nacional del Agua (2015). *Estadísticas del agua en México*. México: Conagua.
- Constantino, R. (coord.) (2006). *Agua. Seguridad nacional e instituciones. Conflictos y riesgos para el diseño de las políticas públicas*. México: Universidad Autónoma Metropolitana-Unidad Xochimilco.
- Díaz, G. L. (2016). Pide CNDH legislar sobre consultas de proyectos a pueblos indígenas. *Proceso*. Recuperado de <http://www.proceso.com.mx/450353/pide-cndh-legislar-consultas-proyectos-a-pueblos-indigenas>
- Gómez Fuentes, A. C. (2010). *Agua y desigualdad social. El caso de las indígenas mazahua en México*. Guadalajara: Ediciones Catarata.
- Gómez Reyes, Y. I. (2011). *Vivir donde nace el agua. El movimiento social mazahua en Villa de Allende, Estado de México*. Zinacantepec: El Colegio Mexiquense.
- Graizbord, B. y Arroyo Alejandre, J. (comps.) (2004). *El futuro del agua en México*. México, Guadalajara, Los Ángeles: El Colegio de México, Universidad de Guadalajara, UCLA Program on Mexico, Profmex, Casa Juan Pablos.
- Haro, A. (2013). Prevención del desplazamiento forzado. Los guarijíos de Sonora y el proyecto de la presa Bicentenario (Los Pilares). En Torrens, O. (coord.), *El desplazamiento interno forzado en México* (pp. 221-251). Hermosillo: Centro de Investigación y Estudios Superiores en Antropología Social, El Colegio de Sonora.
- Hernández López, J. J. y Casillas Báez, M. A. (2008). La presa que se llenó

- de engaños: el caso de San Nicolás, Jalisco. Respuesta regional a los proyectos estatales de trasvases. *Relaciones. Estudios de historia y sociedad*, XXIX(116), 23-62.
- Instituto de Ecología-Universidad Nacional Autónoma de México (IE-UNAM) (2016). *Evidencias de las afectaciones a la integridad funcional de los ecosistemas del río Bacanuchi y el río Sonora por el derrame de la mina Buena Vista del Cobre: avances del diagnóstico ambiental*. México: UNAM.
- Instituto Nacional de Antropología e Historia (2015). *Peritaje antropológico respecto al impacto social por la operación del acueducto Independencia*. México: Coordinación Nacional de Antropología.
- Jiménez, B., Torregrosa, M. L. y Aboites, L. (eds.) (2010). *El agua en México: cauces y encauces*. México: Academia Mexicana de Ciencias.
- Kloster, K. y Torregrosa, M. L. (2012). El agua: un territorio en conflicto. En Perevochtchikova, M. (coord.), *Cultura del agua en México* (pp. 109-119). México: UNAM, Miguel Ángel Porrúa.
- Lezama, C. (2012). Temacapulín: la lucha de un pueblo que se resiste a desaparecer. En Tetreault, D., Ochoa, H. y Hernández, E. (coords.), *Conflictos socioambientales y alternativas de la sociedad civil* (pp.127-150). Guadalajara: Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Occidente (ITESO).
- López Ramírez, M. (2012). Conflicto y agentes en el caso de la presa Arcediano: la gestión pública del agua en la zona metropolitana de Guadalajara. En Ochoa García, H. y Bürkner, H. (coords.), *Gobernanza y gestión del agua en el Occidente de México: la metrópoli de Guadalajara* (pp. 175-215). Guadalajara: ITESO.
- Martínez Treviño, A. Z. (2010). *El Consejo de Ejidos y Comunidades Opositoras a La Parota: un caso de éxito en la lucha de los movimientos sociales*. Tesis de maestría, Facultad Latinoamericana de Ciencias Sociales. Ciudad de México.
- Misión Civil de Observación de la Consulta a la Tribu Yaqui (2014). *Una sentencia fallida. El incumplimiento del gobierno mexicano de la resolución emitida por la SCJN en el marco de la consulta a la tribu yaqui*. Recuperado de <https://observacionconsultayaqui.files.wordpress.com/2015/02/informe-yaquisweb.pdf>
- Moreno, J. L. (2014). *Despojo de agua en la cuenca del río Yaqui*. Hermosillo: El Colegio de Sonora.
- Organización de las Naciones Unidas (2016). Declaración del Grupo de Trabajo de Naciones Unidas sobre Empresas y Derechos Humanos al final

- de su visita a México. Ciudad de México, 7 de septiembre. Recuperado de [http://hchr.org.mx/images/doc\\_pub/20160907\\_EOM\\_Mexico\\_FINAL\\_SPA.pdf](http://hchr.org.mx/images/doc_pub/20160907_EOM_Mexico_FINAL_SPA.pdf)
- Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE) (2013). *Evaluaciones de la OCDE sobre el desempeño ambiental, México*. Recuperado de <https://www.oecd.org/fr/env/examens-pays/EPR%20Highlights%20MEXICO%202013%20ESP.pdf>
- Paz, F. (2014). Conflictos socioambientales en México: ¿qué está en disputa? En Paz, F. y Risdell, N. (coords.), *Conflictos, conflictividades y movilizaciones socioambientales en México* (pp. 13-57). México: UNAM, Miguel Ángel Porrúa.
- Perló, M. y González, A. (2005). *¿Guerra por el agua en el Valle de México?* México: UNAM.
- Programa de Indicadores de Gestión de Organismos Operadores (2015). *Estadísticas por promedios nacionales*. México: Instituto Mexicano de Tecnología del Agua.
- Salazar, A. (coord.) (2016). *Fugas de agua y dinero. Factores político-institucionales que inciden en el desempeño de los organismos operadores de agua potable en México*. Hermosillo: El Colegio de Sonora.
- Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos (SARH) (1988). *Agua y sociedad. Una historia de las obras hidráulicas en México*. México: SARH.
- Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales y Comisión Nacional del Agua (2014). *Programa Nacional Hídrico 2014-2018*. México: Semarnat-Conagua.
- Toledo, V., Garrido, D. y Barrera Bassols, N. (2014). Conflictos socioambientales, resistencias ciudadanas y violencia neoliberal en México. *Ecología Política*, 46, 115-124.

## 7. AGUA Y PERIFERIA EN EL CONTEXTO METROPOLITANO: ENTRE LA PROVISIÓN PÚBLICA Y LOS MECANISMOS SOCIALES DE AJUSTE

*Esthela Irene Sotelo Núñez*<sup>1</sup>

La urbanización trae consigo grandes oportunidades para lograr un manejo del agua más eficiente, y mejorar el acceso al agua potable y al saneamiento. Al mismo tiempo, los problemas a menudo se magnifican en las ciudades, sobrepasando nuestra habilidad para formular soluciones.

BAN KI-MOON

Secretario general de la ONU

### INTRODUCCIÓN

Al concluir la primera década del siglo XXI, la mitad de los habitantes del planeta vivía en ciudades.<sup>2</sup> Se estima que en 2020 la población urbana equivaldrá a 60 por ciento del total mundial. El crecimiento urbano es más acelerado en los países llamados *en desarrollo*, donde las ciudades ganan, en conjunto, un promedio de cinco millones de residentes cada mes. Esta explosión del crecimiento urbano impone a gobiernos y pobladores desafíos sin precedentes. Entre los retos más grandes destaca el desarrollo de sistemas de provisión y acceso al agua potable y saneamiento más equitativos, eficientes y ecológicamente responsables (ONU-Hábitat, 2009).

En los últimos veinte años hemos asistido al crecimiento exponencial de los sistemas de provisión de agua y saneamiento como medio para aumentar los niveles de cobertura a nivel global. En el periodo comprendido entre 1990 y 2008, alrededor de 1,052 millones de habitantes urbanos tuvieron acceso a una fuente mejorada de agua, mientras que 813 millones mejoraron sus condiciones de saneamiento. Empero, la población urbana mundial creció en alrededor de 1,089 millones de habitantes en ese mismo periodo. Visto así, el crecimiento sin precedentes de las poblaciones urbanas condena los avances logrados a costa de la ampliación exorbitante de infraestructura para

---

<sup>1</sup> Profesora investigadora de la Universidad Autónoma Metropolitana, Unidad Xochimilco.

<sup>2</sup> En 2010, la población urbana global superaba los 3,300 millones de habitantes; es decir, éstos vivían en ciudades.

la cobertura de servicios a una insuficiencia casi inherente a su surgimiento (ONU-Hábitat, 2009).

La distribución de la infraestructura para la prestación de servicios presenta variaciones territoriales importantes en el interior de una ciudad. Debido a que las razones que motivan el emplazamiento de los servicios urbanos en general, y de agua entubada y drenaje en particular, no son necesariamente las mismas para los productores de estos servicios que para los consumidores, ni necesariamente las más convenientes para estos últimos, es de esperarse que a medida que los sistemas urbanos se complejicen y expandan aumente el desequilibrio en la disponibilidad y accesibilidad de los recursos hídricos por la vía de la infraestructura (Tiebout, 1952; Harvey, 1973; Graizbord y Acuña 2006).

Aunadas a las variaciones espaciales en la distribución de la infraestructura para el abastecimiento, existen variaciones en su funcionamiento. La disponibilidad y suficiencia del recurso provisto por los sistemas de abasto son dos elementos determinantes para generar condiciones de acceso más equitativas entre los pobladores de una ciudad. Sin embargo, las fuentes estadísticas convencionales miden el alcance de los servicios de agua a partir de los niveles de cobertura, pero no necesariamente de la calidad en el funcionamiento de los servicios.

Las más de las veces estos desequilibrios tanto en la disponibilidad como en el funcionamiento de los sistemas de abastecimiento actúan en detrimento de los sectores pobres asentados en los llamados *espacios periurbanos* o *zonas de transición urbano-rural*,<sup>3</sup> donde se concentra una parte importante de la población afectada por problemas relacionados con el agua. Estudios realizados en la década 2000-2010<sup>4</sup> en varios asentamientos periurbanos de países

---

<sup>3</sup> Algunos de los rasgos que definen a las zonas periurbanas son: una combinación de usos de suelo y actividades económicas de carácter urbano y rural; grupos socioeconómicos heterogéneos y cambiantes, cuyas fuentes de ingresos pueden basarse en actividades urbanas combinadas con agrícolas; localización en zonas poco aptas para los asentamientos humanos, zonas de inclinada pendiente y difícil acceso, entre otras (Brook y Dávila, 2000; Sobrino, 2003).

<sup>4</sup> Los estudios sobre pobreza periurbana y acceso al agua proliferaron a propósito de la publicación de las llamadas Metas de Desarrollo del Milenio (MDM), que enfatizaban la necesidad de reducir a la mitad el número de personas sin acceso sostenido al agua y saneamiento. Al cumplirse el plazo establecido en las MDM, se plantearon en continuidad los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS). El ODS 6 traslada la meta de cobertura hacia un tema de funcionamiento de los sistemas de abastecimiento, incorporando indicadores de disponibilidad y sostenibilidad en la gestión, por lo que se espera que este viraje comience a observarse pronto en estudios que aborden, desde una perspectiva micro, el funcionamiento de la infraestructura disponible.

como Haití, Nicaragua, Indonesia, Tanzania, Kenia, Perú y México, entre otros, mostraron que los habitantes de estas zonas se encuentran desproporcionadamente mal abastecidos de servicios de agua y saneamiento, además de que están sistemáticamente excluidos de un acceso seguro al líquido por su condición de pobreza (Aguilar, 2008; Aguilar y López, 2009; Allen *et al.*, 2006a; Allen *et al.*, 2006b; Varis, 2006; Tortajada, 2008).

En estas circunstancias, el abastecimiento doméstico depende de sistemas de venta en pequeña escala a precios unitarios muy altos y sin regulación. Ello implica casi siempre un intenso despliegue de diferentes mecanismos de ajuste por parte de los pobladores. A pesar de ello, el bajo nivel de consumo de agua per cápita aparece como el denominador común en estos entornos (Bartlett, 2003; Aguilar y López, 2009; Gómez Valdez y Palerm Viqueira, 2015).

En el caso del saneamiento, las deficiencias en las prácticas para la eliminación de excretas se conjugan con la falta de redes de drenaje y otros servicios fundamentales (*v.g.* pavimentación y recolección de basura) que contribuyen al aumento de riesgos potenciales de salud para los habitantes de estas zonas. Ante esta problemática, los gobiernos locales han mostrado una alta incapacidad para asegurar servicios y regular el abastecimiento sobre una base de equidad social.

Las diferencias en acceso y disponibilidad se magnifican en las grandes concentraciones urbanas, donde altas densidades de población comparten un espacio ambiental y socioeconómico común, pero jurídicamente fragmentado, con condiciones de habitabilidad heterogéneas. En regiones como la zona metropolitana de la Ciudad de México (ZMCM), caracterizada por un crecimiento acelerado de las periferias, con condiciones de acceso al agua distribuidas en forma desigual en el espacio, conviene cuestionarse ¿cómo lidian los pobladores de las zonas periurbanas con esta desigualdad en el acceso?, ¿qué mecanismos adaptativos para paliar la falta o insuficiencia de los servicios desarrollan?, ¿qué actores dominan los procesos de acceso en estos entornos?

A partir de las preguntas planteadas, este trabajo pretende abonar a la reflexión sobre el esquema vigente de gestión y distribución del agua en la metrópoli. Para ello se toma como precedente el estudio hecho por Graizbord y Sotelo (2012: 343-344), donde se sostiene que:

Los procesos de periurbanización que circundan la metrópoli parecen ser un referente socio-espacial adecuado para observar la relación entre el acceso doméstico al agua y las condiciones de la vida de la

población. La diversificación observada en los mecanismos locales de abasto, así como en el tipo de arreglos formales e informales que se suscitan alrededor, permiten corroborar la confluencia de múltiples procesos de respuesta de la población, operando paralelamente en distintas escalas para la satisfacción de sus demandas domésticas de agua.

## MECANISMOS SOCIALES DE AJUSTE O MECANISMOS ADAPTATIVOS

En la ZMCM el crecimiento expansivo revela una serie de mecanismos sociales de ajuste como parte de la complejidad que acompaña los procesos de acceso al agua en la metrópoli. Por lo tanto, su presencia y funcionamiento son un elemento importante en el ejercicio de definición del problema de escasez doméstica del agua y, en consecuencia, del diseño de alternativas de tratamientos más eficaces por parte de los actores públicos involucrados.

El modelo propuesto por Allen *et al.* (2006a) clasifica las formas de acceder al agua en dos grandes tipos de mecanismos, llamados *drivens*. El primer tipo (*policy driven*) incorpora todas aquellas prácticas que poseen algún grado de formalidad e involucran a por lo menos una organización pública o privada (v.g. prestación de servicios públicos por parte de una entidad gubernamental o de una empresa, en caso de que los servicios estén privatizados; venta de agua embotellada por parte de agentes con permiso, etcétera).

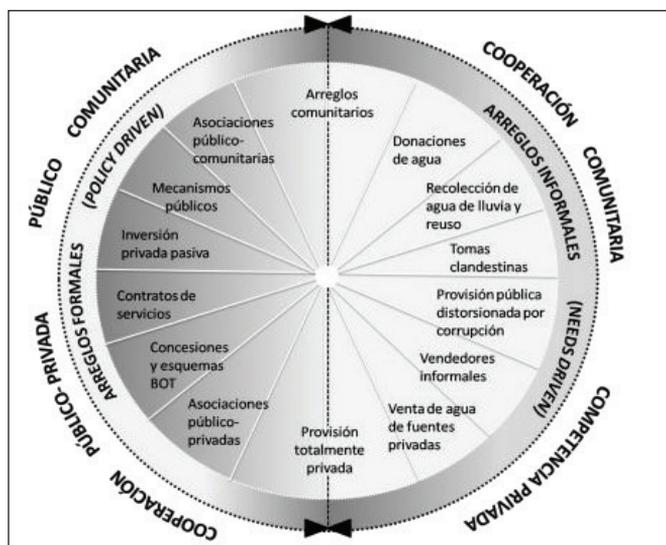
El segundo tipo corresponde a las prácticas informales (*needs driven*), que son aquellos arreglos a través de los cuales los hogares sin servicio de agua potable acceden a ella, a menudo con una participación mínima o en ausencia de la regulación del Estado, sus políticas de gobierno o sus recursos. Estas prácticas incluyen “[...] toda clase de arreglos que operan sobre las bases de la solidaridad, reciprocidad, organización, relaciones de intercambio mercantil, etcétera” (Allen *et al.*, 2006a: 70) (figura 7.1).

En el esquema propuesto por Allen y coautores se observa que las fronteras que separan los *needs driven* de los *policy driven* son áreas difuminadas. Ambos campos se amplían o acotan en función no sólo de qué tan institucionalizadas estén las prácticas de acceso al agua y el saneamiento, sino también por la naturaleza y el papel que desempeñen los actores que intervengan.

A partir de las combinaciones planteadas en la figura 7.1 se pueden identificar tres grandes tipos de actores: públicos, privados y sociales. Asumimos aquí que los actores públicos son las instancias gubernamentales

involucradas como proveedoras directas o como instancias reguladoras. Los privados son básicamente aquellos actores individuales o colectivos involucrados en el mercado de agua embotellada o en bloque. Estos actores pueden ser formales o informales. Finalmente, los actores sociales son los hogares y las agrupaciones sociales organizadas que forman parte del proceso de abastecimiento de agua en los asentamientos, motivadas por distintos fines. Asumimos también que, según el papel que desempeñe, cada uno de estos actores puede involucrarse en distintos modos básicos de interacción, asumiendo alguna de estas posiciones: proveedor, regulador, mediador o consumidor.

Figura 7.1. Mecanismos de acceso al agua en zonas periurbanas



Fuente: Allen et al. (2006a).

### SAN ISIDRO TLAIXCO: MECANISMOS SOCIALES DE AJUSTE EN FUNCIONAMIENTO

Este trabajo explora brevemente los cambios que de 2010 a 2016 se han suscitado en el mosaico de los mecanismos adaptativos que los habitantes de la urbanización

Cuadro 7.1. Comparativo de coberturas para el agua potable y el saneamiento en los casos estudiados por Graizbord y Sotelo en 2012

Datos censales sobre acceso al agua y el drenaje en los casos estudiados						
Características de la vivienda	2000		2005		2010	
	San Isidro Tlaixco, Chimalhuacán	Santiago Tepatlaxco, Naucalpan	San Isidro Tlaixco, Chimalhuacán	Santiago Tepatlaxco, Naucalpan	San Isidro Tlaixco, Chimalhuacán	Santiago Tepatlaxco, Naucalpan
Viviendas habitadas	447	634	569	629	683	861
<i>Cobertura de drenaje (porcentajes)</i>						
1. Disponen de drenaje conectado a la red pública	4.92	2.05	5.45	29.57		
2. Disponen de drenaje conectado a fosa séptica	46.31	1.42	76.10	9.06	97.22	97.91
3. Disponen de drenaje con desagüe a barranca o grieta	0.67	75.87	2.11	50.56		
4. Disponen de drenaje con desagüe a río, lago o mar	0.00	1.42	0.00	6.20		
5. No disponen de drenaje	41.40	13.40	9.84	3.50	1.02	1.97
6. No especificado	6.70	5.84	6.15	0.95	1.76	0.12
Casos faltantes	0.00	0.00	0.35	0.16		
<i>Agua entubada (porcentajes)</i>						
1. Disponen de agua de la red pública dentro de la vivienda	0.22	9.31	0.35	79.65		
2. Disponen de agua de la red pública en el terreno fuera de la vivienda	1.34	81.70	47.10	17.65	94.14	97.44
3. Se abastecen de una llave pública o hidrante	1.34	0.16	0.18	0.32		
4. Se abastecen de otra vivienda	0.22	2.21	0.18	1.11		
5. Se abastecen de agua de pipa	89.71	0.00	45.34	0.00	4.10	2.21
6. Se abastecen de agua de pozo	0.00	1.10	0.00	0.00		
7. Se abastecen de agua de río, arroyo, lago u otro	0.00		0.00	0.16		
8. No especificado	7.17	5.52	6.50	0.95	1.76	0.35
Casos faltantes	0.00	0.00	0.35	0.16		

San Isidro Tlaixco, en Chimalhuacán (AGEB 0874) han desarrollado para abastecer de agua a sus viviendas. El trabajo toma como precedente el estudio hecho por Graizbord y Sotelo (2012) donde, a partir de la información contenida en las estadísticas censales, se contrastaban dos casos periurbanos (cuadro 7.1).<sup>5</sup>

Los autores contrastaron los datos agregados con un análisis micro a partir de una encuesta aplicada a hogares en 2010. Uno de sus hallazgos mostraba una inquietante paradoja. En 2005, el caso de San Isidro Tlaixco reportaba en las estadísticas censales un rápido crecimiento de la red pública y acceso a servicios. El otro caso, Santiago Tepatlaxco (AGEB 2627), se reportaba desde un inicio como un asentamiento con altas coberturas de infraestructura, pero en realidad se trataba de un asentamiento sin acceso a servicios. La paradoja consiste en que el análisis micro mostró que, a pesar del crecimiento acelerado en infraestructura, San Isidro Tlaixco presentaba los peores niveles de acceso doméstico, mientras que los habitantes de Santiago Tepatlaxco, sin acceso a servicios, no tenían problemas para abastecer de agua sus viviendas.

El estudio de Graizbord y Sotelo reveló que en ambos casos había un sistema articulado de estrategias o mecanismos de ajuste desarrollados por los propios pobladores. Sin embargo, el caso de San Isidro Tlaixco llamaba la atención por el crecimiento sostenido de infraestructura y la alta diversidad de mecanismos adaptativos que *complementaban* la acción proveedora del Estado, dado el funcionamiento irregular de los servicios públicos.

San Isidro Tlaixco es un asentamiento urbano que surgió como asentamiento irregular. En 2010, las redes de distribución de agua se habían extendido cubriendo al menos dos terceras partes del asentamiento. Dado el funcionamiento irregular de los servicios y la baja capacidad de almacenamiento en las viviendas, aun las que contaban con algún tipo de conexión a la red enfrentaban problemas de escasez de agua.

San Isidro Tlaixco evidencia un desfase entre el crecimiento urbano no planificado y la capacidad gubernamental para gestionar la demanda de los nuevos pobladores que la metrópoli atrae. Ante la insuficiencia de los servicios, dos rasgos llaman la atención. El primero es un patrón errático de crecimiento discontinuo de la infraestructura para la distribución del recurso. El segundo es la articulación de un mercado local de venta de agua, de carácter informal, nacido en un espacio generado por el vacío de coordinación entre el gobierno local y el estatal.

---

<sup>5</sup> XII Censo General de Población y Vivienda 2000; II Conteo de Población y Vivienda 2005 y Censo de Población y Vivienda 2010. Todos de INEGI.

### *Mecanismos predominantes en 2010*

El punto de partida para el desarrollo de los mecanismos existentes en 2010 estaba dado por la insuficiencia generalizada de los servicios. Ante esta condición, se identificaron tres mecanismos de ajuste: venta de agua de fuentes privadas, acuerdos público-comunitarios y provisión pública distorsionada por corrupción.

La venta de agua de fuentes privadas era, por mucho, el mecanismo predominante. Con base en sus condiciones de operación, se distinguieron al menos cinco tipos de proveedores: *a)* pipas privadas registradas como empresa; *b)* pipas irregulares; *c)* pipas del propio organismo operador; *d)* una embotelladora local, y *e)* distribuidores a pequeña escala.

A primera vista, la venta de agua es una transacción de mercado simple entre proveedor y consumidor. Sin embargo, la forma en la que el estado asume —o no— un papel regulador entre el mercado y los consumidores torna estas prácticas en formales, semiformales o informales. La mayoría de las actividades de venta de agua encontradas se consideran semiformales dado que la única función reguladora del Estado consistía en otorgar permisos a determinado número de pipas, registradas a nombre de alguna empresa.

Otros espacios sujetos a regulación simplemente se dejaban vacíos, abriendo así ventanas de oportunidad para la emergencia de prácticas informales. Dos ejemplos llamaban la atención. El primero era el sobreprecio de la única embotelladora local, que establecía valores arbitrarios al agua y constituía además el punto de inicio de una cadena de intermediarios que acaparaban la compra de garrafones de las embotelladoras y los distribuían por el asentamiento al triple de su valor inicial. Estos agentes operaban —y operan— en medio de vacíos legales para regular el precio del agua.

El segundo ejemplo se daba por la falta de coordinación entre el gobierno local y el gobierno del Estado de México. La embotelladora local se negó a pagar toma comercial al organismo operador, por lo que simplemente decidió abastecerse de agua de pipa, clorar el agua y embotellarla. Este agente privado operaba amparado por un permiso emitido por la Secretaría de Salud estatal, cuyo personal nunca había ido a verificar la procedencia y calidad del agua.

En cuanto a la existencia de arreglos público-comunitarios, se pudo corroborar al menos un pacto de colaboración entre el organismo operador y los pobladores. Este arreglo consistía en la venta de agua de pipas, con un valor ligeramente menor que el de las pipas privadas. En época de secas, la distribución de pipas era gratuita, aunque podían pasar más de tres días de espera.

El tercer mecanismo identificado era la provisión pública distorsionada por corrupción, y tenía como principal protagonista al grupo de movilización Antorcha Campesina (AC). Este mecanismo evidencia un tipo de interacción distinto del anterior, en el que se asume al Estado como proveedor, pero la provisión se distorsiona por la presencia de un actor político con intereses específicos, que actúa como mediador entre el Estado y los consumidores.

En la década de los noventa, AC promovió la intensa invasión ilegal de predios en las partes altas del cerro Chimalhuachi. Posteriormente, impulsó el proceso de regularización y la gestión de servicios y apoyos de programas gubernamentales. Los testimonios de los vecinos coincidieron en que la efectividad de este grupo como gestor pudo observarse en el rápido crecimiento de las redes de infraestructura. Este resultado incentivó la adhesión de nuevos pobladores al movimiento antorchista, convencidos de que esta era la vía más eficaz para lograr la solución a sus demandas de servicios. Sin embargo, es sabido que la estrategia operativa del grupo consiste en la conformación de clientelas políticas del Partido Revolucionario Institucional (PRI), por lo que parte del precio que pagar por la dotación de los servicios es la cooptación del voto (Somuano, 2007).

### *Mecanismos predominantes en 2016*

Seis años después,<sup>6</sup> se observa que los mecanismos de ajuste identificados cambiaron sobre todo al cambiar el papel que jugaban los actores involucrados. La venta de agua de fuentes privadas sigue siendo la principal estrategia para lidiar con las irregularidades e insuficiencias del servicio de distribución de agua. Sin embargo, esta práctica ha tenido dos modificaciones importantes. La primera se dio con la compraventa de agua embotellada. Motivadas seguramente por la expansión del asentamiento hacia zonas cada vez más alejadas, proliferaron las embotelladoras locales, que replicaron el esquema de envasar agua de pipa. Esta diversificación de proveedores trajo consigo la autorregulación de los sobrepuestos del agua, como mecanismo para competir por el mercado local.<sup>7</sup>

Otro efecto asociado a la emergencia de nuevas embotelladoras es que se redujo el número de intermediarios en la distribución, pues las personas ya

<sup>6</sup> Durante agosto y septiembre de 2016 se realizaron nuevamente entrevistas semiestructuradas con los diferentes actores identificados en el primer acercamiento de 2010.

<sup>7</sup> El rango de precios del llenado de garrafón fue de cuatro a siete pesos en 2016. El precio por el garrafón con todo y envase es de diez pesos.

no tienen que desplazarse hasta la embotelladora original, sino que deciden comprar su agua a la que quede más cerca de su vivienda, aun cuando no sea necesariamente la más barata. Se puede ver, entonces, que el precio ya no es el único factor que influye en las preferencias de los consumidores. Incluso en algunas tiendas se vende agua embotellada por grandes consorcios, que cuesta hasta ocho veces más que la de las embotelladoras locales.<sup>8</sup> Sin embargo, la gente la compra porque la considera “más segura”.

La segunda modificación importante es que el organismo operador dejó de cobrar por repartir agua de pipa. Una vez a la semana reparte aproximadamente 1,100 litros a cada una de las viviendas sin acceso a la red, las cuales aún representan cerca de un tercio del asentamiento. Los vecinos dicen que la regularidad de este servicio depende de la demanda de agua en las partes centrales del municipio, y que han pasado hasta dos meses esperando que lleguen las pipas del organismo. En ninguna circunstancia han dejado de comprar agua de pipas privadas, pues la que les envía el municipio no cubre las necesidades semanales de un hogar.<sup>9</sup>

Empero, la modificación más importante observada es quizá el tipo de temas que ahora lideran la agenda pública, establecida por el movimiento antorchista. Luego de diez años de crecimiento sostenido en infraestructura para la distribución de agua, de pronto las últimas dos administraciones locales han virado sus prioridades hacia grandes obras de equipamiento, que son muy visibles políticamente y de alguna manera insertan en el imaginario local una noción de progreso. El ejemplo paradigmático de este cambio de prioridades se puede leer en diferentes bardas de todo San Isidro Tlaixco, donde se anuncia que “la lucha organizada *logró* la construcción de un tanque elevado y una alberca olímpica” (foto 7.1).

Y es cierto. Circundada por milpas, una alberca olímpica inaugurada en agosto de 2016, con fosa de clavados y un balneario recreativo, corona el asentamiento. Justo detrás de las últimas viviendas regularizadas, que lo que recibieron del ayuntamiento fueron cisternas de 1,100 litros para almacenar el agua que les lleva la pipa una vez a la semana, descansa un gran tanque de almacenamiento con capacidad para 14,000 litros, dispuesto ahí para abastecer de agua al balneario y a la alberca (foto 7.2).

Unos metros más abajo se observa el nuevo tanque elevado, donde se anuncia a los vecinos que el precio anual por consumo de agua es de 1,760 pesos en 2016. Las viviendas que reciben agua de ese tanque pasan hasta quince días esperando debido a los constantes cortes de energía eléctrica que

---

<sup>8</sup> En 2016, un garrafón marca E-pura costaba 24 pesos y uno de Bonafont 34.

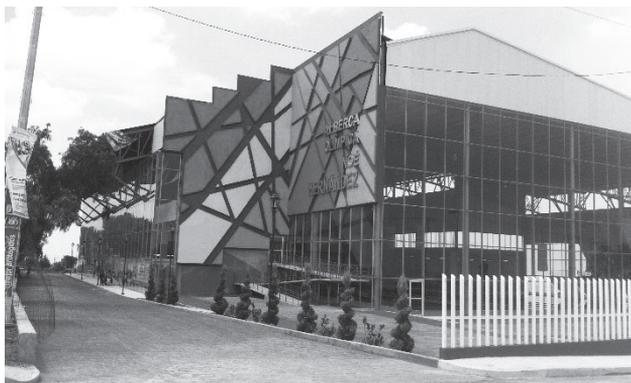
<sup>9</sup> Se estima que el tamaño promedio de un hogar aquí es de cinco miembros.

detienen el funcionamiento de las bombas, pero también a que el agua de este tanque no es suficiente para abastecer la zona que le corresponde.

Foto 7.1. Barda que anuncia las nuevas prioridades en la agenda local



Foto 7.2. Alberca olímpica rodeada por campos de milpa



La dotación de agua sin costo por parte del organismo operador, el reparto de cisternas por el ayuntamiento y la construcción de estas grandes obras de infraestructura permiten inferir que, al menos por un tiempo, la infraestructura para distribución de agua y drenaje ya no crecerá más. Sin embargo, el mensaje de AC ha sido exitoso, pues los habitantes perciben, efectivamente, una noción de progreso asociada a la construcción de la alberca y el balneario, a pesar de que el acceso al agua en las viviendas (con servicios y sin servicios) sigue siendo insuficiente, irregular, inseguro y costoso.

En cuanto a la identificación de papeles por parte de los pobladores, las personas identifican al organismo operador como su principal proveedor (tanto de agua entubada como de agua de pipa), pero también mencionan a las pipas privadas como proveedores determinantes de su abasto. Sin embargo, al preguntarles quién tendría que regular los precios de las embotelladoras, o monitorear la calidad y procedencia del agua embotellada, no tienen una respuesta clara.

### *¿Qué cambió en estos seis años?*

Contrastando las observaciones de 2010 y 2016, se observa que el abanico de mecanismos de ajuste sigue siendo más intensivo en arreglos del tipo *needs driven*. Si bien se mantienen los tres mecanismos predominantes (pipas, provisión distorsionada y arreglos público-comunitarios), *los roles desempeñados por los actores sí se modificaron*, cambiando así de posición en el triángulo proveedor-regulador/mediador-consumidor.

Los cambios en los papeles de los actores se observan en diferentes sentidos. En primer lugar, llama la atención la desaparición de la figura de los distribuidores de agua embotellada, atribuible a la proliferación de embotelladoras en todo el asentamiento. Ante esta proliferación, emerge el mercado como regulador de precios por la vía de la competencia.

Se incorpora una figura reguladora estatal, adicional al gobierno del Estado de México, que consiste en el establecimiento de un tope de precios de agua en bloque, establecido por la legislatura local en 2015.

El patrón de operación de las pipas que envía el organismo operador permite identificar también una modificación en los arreglos del tipo público-comunitarios. Antes el costo del agua que abastecían estas pipas era menor que el precio comercial de las pipas privadas, y las pipas del organismo operaban por todo el asentamiento. Ahora se concentran sólo en abastecer de agua a las zonas nuevas sin costo alguno.

El abasto de agua gratuita es de alguna manera una forma de evitar el ordenamiento urbano y territorial cuando no se ha previsto la necesidad de vivienda de bajo costo y de acceso al agua de uso doméstico. Esto es así porque el abasto por pipas sin costo disminuye la presión de que haya un abasto eficaz de agua por la red urbana de agua potable, contribuyendo así al arraigo de la informalidad como norma. Tal proceder no es exclusivo de este asentamiento, pues se tienen diferentes casos documentados al respecto (véase Gómez Valdez y Palerm Viqueira, 2015).

Con respecto a los cambios en la administración pública local, se observa que luego de diez años de crecimiento sostenido en infraestructura las últimas dos administraciones locales han virado sus prioridades. Del énfasis en el crecimiento de infraestructura para agua y drenaje a grandes obras de equipamiento (como la alberca, el balneario y los tanques de almacenamiento), que son muy visibles políticamente y, de alguna manera, insertan en el imaginario local una noción de progreso. Esta estrategia tiene cierta rentabilidad política, por lo que ha desplazado el crecimiento en infraestructura y, sobre todo, la regularidad en el funcionamiento de los servicios como los puntos torales del acceso doméstico al agua en el asentamiento. Ello aun cuando las deficiencias en el acceso al agua se mantengan sin cambios aparentes.

## REFLEXIONES FINALES

Lo observado en este periodo abona a la idea de que el acceso al agua en zonas periurbanas depende de un conjunto de condiciones que van más allá de la infraestructura. Estas condiciones están definidas por variables de tipo económico-político y de condiciones físicas del entorno. Permite observar también que, a la vista de los hogares, el Estado asume sólo parcialmente su papel de proveedor y, en este caso en particular, dicho papel es influenciado por la agenda política del grupo de interés que tiene en su poder al gobierno local. El papel regulador sigue siendo un espacio vacío, y los espacios cubiertos han sido ocupados por dinámicas de mercado (el más palpable es la autorregulación de los precios de las embotelladoras).

¿Qué revela el caso acerca de la visión dominante en las políticas de acceso al agua vigentes? La arquitectura de los esquemas de provisión de servicios dentro del esquema tradicional de la administración pública funcionó relativamente bien para una primera generación de políticas de acceso al agua. Esa generación tenía como cometido esencial aumentar los niveles de cobertura de servicios de agua potable para una población urbana que se asumía homogénea en sus condiciones de accesibilidad y proximidad a los recursos.

La arquitectura institucional de las políticas de abasto por la vía de los servicios implicaba, entre otras cosas, que todos los elementos involucrados en la provisión de agua en la ciudad estaban integrados de manera vertical dentro de las organizaciones prestadoras de servicios, y que tales organizaciones invariablemente formaban parte del sector gubernamental. La estructura

y el funcionamiento de estos cuerpos gubernamentales era muy similar en todos los servicios públicos, no exclusiva de los servicios de agua.

A medida que las transformaciones espaciales de la metrópoli han devenido en condiciones de habitabilidad tan distintas, la fragmentación y pluralidad de actores e intereses han aumentado. Comprender las condiciones de acceso al agua y generar, en consecuencia, reflexiones más amplias sobre cómo mejorarlas implica reconocer que la unidad de análisis no puede ser únicamente la entidad prestadora de servicios, sino que involucra una red de organizaciones y actores, públicos y privados, formales e informales, operando de manera no necesariamente armónica, pero en alguna forma articulada, para proveer de agua a los hogares de la ZMCM.

En este sentido, la fragmentación en la arquitectura de la provisión doméstica de agua en ciertas zonas implica una expansión de fronteras, pero requiere una flexibilización de enfoques. El enfoque tradicional de provisión pública, que apuesta sólo al crecimiento de la infraestructura, enfrenta retos cada vez más difíciles de sortear en la consecución del objetivo de proveer de agua a los hogares. Estos retos van desde la lógica administrativa que está detrás de los esquemas de producción de los servicios de agua potable hasta la degradación de los recursos asociada a problemas de contaminación ambiental y pérdida de ecosistemas. Uno de los principales desafíos, asociado a estos esquemas tradicionales, tiene que ver con el cambio en la forma espacial de las ciudades, determinado por los patrones de poblamiento y el cambio en los patrones de consumo del recurso.

Si bien es indudable que el acceso urbano al agua y saneamiento está mediado por el consumo de bienes y servicios, y que el acceso doméstico a las redes de distribución de agua y de drenaje es el pivote fundamental para garantizar la satisfacción adecuada de las necesidades hídricas de los hogares, los sistemas de provisión pública hierran al apostar todo su esfuerzo financiero y técnico al crecimiento exponencial de las redes de distribución como casi único mecanismo para garantizar la cobertura universal de los servicios. Existen otras funciones esenciales que se están dejando de lado. Entre éstas destacan la regulación de mercados emergentes o la reducción del margen de acción de grupos de interés, que hacen de las administraciones locales verdaderos botines políticos.

En este sentido, el proceso social de asignación del agua se explica más bien a partir de la articulación de una variedad de agentes que interactúan, se organizan o presionan para obtener condiciones más ventajosas para sus intereses particulares. Las diferentes combinaciones de arreglos, actores, racionalidades y objetivos buscados hacen que los límites entre lo formal y lo

informal se difuminen, y se acoten y expandan según el contexto específico. Es momento de repensar la definición tradicional del problema de acceso al agua, y diseñar políticas y esquemas de provisión que den cuenta de este complejo entramado.

## REFERENCIAS

- Aguilar, A. G. (2008). Peri-urbanization, illegal settlements and environmental impact in Mexico City. *Cities*, 25, 133-145.
- Aguilar, A. G. y López, F. M. (2009). Water insecurity among the urban poor in the peri-urban zone of Xochimilco, Mexico City. *Journal of Latin American Geography*, 8(2), 97-123.
- Aguilar, A. G. y Santos, C. (2012). El manejo de asentamientos humanos irregulares en el suelo de conservación del Distrito Federal. Una política urbana ineficaz. En Aguilar, A. G. y Escamilla, I. (coords.), *Periurbanización y sustentabilidad en grandes ciudades*. México: Miguel Ángel Porrúa, CONACYT, UNAM.
- Allen, A., Dávila, J. D. y Hofmann, P. (2006a). *Governance of water and sanitation for the peri-urban poor: a framework for understanding and action in metropolitan regions*. London: Development Planning Unit, University College.
- Allen, A., Dávila, J. D., Hofmann, P. y Jasko, C. (2006b). So close to the city, so far from the pipes. En Allen, A., Dávila, J. D. y Hofmann, P., *Governance of water and sanitation and the peri-urban poor: a framework for understanding and action in metropolitan regions*. London: Development Planning Unit, University College.
- Bartlett, S. (2003). Water, sanitation and urban children: the need to go beyond "improved" provision. *Environment and Urbanization*, 15(57), 57-70.
- Brook, R. y Dávila, J. (2000). The peri-urban interface: a tale of two cities. Discussion paper, Development Planning Unit, UCL, London.
- Gómez Valdez, M. y Palerm Viqueira, J. (2015). Abastecimiento de agua potable por pipas en el valle de Texcoco, México. *Agricultura, Sociedad y Desarrollo*, 12(4), 567-586.
- Graizbord, B. y Acuña, B. (2006). Movilidad residencial intraurbana en la zona metropolitana de la ciudad de México. En Aguilar, A. G. (ed.), *Las grandes aglomeraciones y su periferia regional* (pp. 235-272). México: Miguel Ángel Porrúa.

- Graizbod, B. y Sotelo, E. (2012). Servicios públicos y calidad de vida en las metrópolis. En Ziccardi, A. (coord.), *Ciudades del 2010: entre la sociedad del conocimiento y la desigualdad social* (pp. 309-348). México: Programa Universitario de Estudios sobre la Ciudad-UNAM.
- Harvey, D. (1973). *Social justice and the city*. London: The Johns Opkins University Press.
- Heller, L. (1999). Who really benefits from environmental sanitation services in the cities? An intra-urban analysis in Betim, Brazil. *Environment and Urbanization*, 11(1), 133-144.
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI) (2000). XII Censo General de Población y Vivienda. Aguascalientes: INEGI.
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI) (2005). II Conteo de Población y Vivienda 2005. Aguascalientes: INEGI.
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI) (2010). Censo de Población y Vivienda 2010. Aguascalientes: INEGI.
- Organización de las Naciones Unidas-Hábitat (2009). *State of the world cities 2008/2009. Harmonious cities. United Nations Human Settlements Programme* (UN-Habitat). London. Recuperado de <http://www.unhabitat.org/pms/listItemDetails.aspx?publicationID=2562> (consultado el 13 de julio de 2016).
- Sobрино, L. J. (2003). Rurbanización y localización de las actividades en la región centro del país, 1990-1998. *Sociológica*, 18(51), 99-127.
- Sommano, F. (2007). Movimientos sociales y partidos políticos en América Latina: una relación cambiante y compleja. *Política y Cultura*, 27, 31-53.
- Tiebout, C. M. (1962). *The community economic base study*. New York: Committee for Economic Development.
- Tortajada, C. (2008). Challenges and realities of water management of megacities: The case of Mexico City metropolitan area. *Journal of International Affairs*, 61(2), 147-166.
- Varis, O. (2006). *Megacities and water management*. Recuperado de <http://gateway.isiknowledge.com/gateway/Gateway.cgi?&GWVersion=2&SrcAuth=SerialsSolutions&SrcApp=360&DestLinkType=FullRecord&DestApp=WOS&KeyUT=000238576100012>

## 8. CONSUMO PER CÁPITA DEL AGUA DOMÉSTICA EN HERMOSILLO, SONORA

*Arturo Ojeda de la Cruz<sup>1</sup>*

### INTRODUCCIÓN

Como resultado del rápido crecimiento urbano no planificado, la mayor vulnerabilidad al cambio climático y las relativamente insuficientes prácticas de gestión del agua, muchas ciudades latinoamericanas y del Caribe enfrentan problemas de escasez de ella, contaminación de cuencas, suministro inadecuado del servicio y el incremento de inundaciones que afectan de manera directa la calidad de vida y las perspectivas económicas de su población (Banco Mundial, 2012). La escasez de agua y la contaminación de los recursos existentes se da en muchas regiones, en las que tradicionalmente las comunidades han abordado estos problemas centrándose en incrementar la oferta de agua para satisfacer la creciente demanda del recurso hídrico por los sectores doméstico, agrícola, industrial y servicios de la economía, donde el enfoque fragmentado que se aplica en la gestión de las reservas de agua existentes ha ocasionado conflictos y la competencia entre los usuarios (Cooper, 2016). Tales conflictos que se están generando conducen a la discusión sobre derechos del agua en los que se ven afectados los sectores doméstico, industrial y agrícola (Bahri, 2012). En este sentido, la escasez de agua representa un desafío y una oportunidad en términos de abastecimiento urbano de agua y saneamiento; es un gran reto, ya que la mayoría de las nuevas fuentes de agua que podrían desarrollarse de manera rentable para las principales áreas urbanas del mundo no tienen disponibilidad del líquido (Biswas, 2007).

---

<sup>1</sup> Profesor investigador del Departamento de Ingeniería Civil y Minas de la División de Ingeniería de la Universidad de Sonora.

El estrés hídrico es una amenaza en muchas regiones. Es el efecto conjunto de una demanda creciente, la acción antrópica y la limitación en la disponibilidad de recursos hídricos. El crecimiento de la población y las nuevas demandas, en un contexto incierto de cambio climático, hacen necesario introducir mejoras en la gobernanza del agua, así como la búsqueda de fuentes alternativas del recurso (Ruiz, García y González, 2015). Hacia el año 2050, aumentará el número de personas y países que sufran estrés hídrico o escasez, lo que afectará al 44 por ciento de la población mundial (cuatro mil millones de personas) (Cooper, 2016). Los servicios urbanos de agua son considerados servicios preferentes, pues satisfacen necesidades básicas íntimamente relacionadas con la supervivencia del ser humano. Es por esto que deben ser las autoridades públicas las responsables de garantizar su provisión y el acceso universal tanto en cantidad como en calidad (Ruiz Villaverde *et al.*, 2015). Desde la entrada del siglo XXI, los fenómenos causados por la escasez de agua se han considerado como problemas sociales y han atraído la atención de los investigadores (Nakagami, 2016).

## LA GESTIÓN Y DISTRIBUCIÓN DEL AGUA URBANA

Dado que las fuentes de agua existentes que se podrían desarrollar de manera rentable ya se han desarrollado o están en proceso de desarrollo, y el agua que se ha aprovechado ya ha sido totalmente asignada (de hecho, en muchos casos sobreasignada), un suministro adicional de agua potable sólo puede ser obtenido mediante la transferencia de la utilizada en otros sectores, especialmente el agrícola. Las políticas nacionales dan la más alta prioridad al sector doméstico entre todos los demás usos. Sin embargo, social y políticamente no es tarea fácil transferir agua de la agricultura al sector doméstico; aunque algunas de tales transferencias ya se pueden estar tomando en cuenta. Sin embargo, estos traslados en general no ocurrían debido a decisiones políticas deliberadas, las que han ocurrido han sido más bien como resultado indirecto de otras decisiones políticas (Biswas, 2007).

El agua debería ser apreciada como un elemento integrador que contribuya a dar paz a los ciudadanos, para evitar conflictos y dar seguridad a todos; un factor de justicia social de que todas las personas tengan acceso al recurso de manera suficiente, asequible, de buena calidad y oportunamente, de modo que sea un elemento que contribuya a disminuir la pobreza y hacer valer este derecho humano (Semarnat, 2014). Existen métodos de gestión

preventiva que incluyen nuevas formas de dar cuenta del agua y la reducción de pérdidas, como las nuevas tecnologías en los sistemas de control de presión de agua, detección de fugas, datos hidráulicos, sistemas de información y la evaluación comparativa. Sin embargo, las dificultades experimentadas por los participantes en los esfuerzos de integración indican que una parte significativa del problema radica en la estructura de gobierno del agua, pues la preocupación debería manifestarse en los hechos y no sólo en el discurso de la política (Cooper, 2016).

Durante las últimas cuatro décadas, las economías de los países en desarrollo no han funcionado muy bien. Cuestiones tales como la elevada deuda pública, el mal gobierno y la ineficacia en la asignación de recursos han hecho que las inversiones necesarias para la construcción de todo tipo de infraestructura urbana relacionada con el agua y su saneamiento, así como para mantener la ya existente, no hayan sido satisfactorias. La falta de una planificación adecuada, las malas prácticas de gestión y la corrupción generalizada han agravado aún más la situación en muchos centros urbanos (Biswas, 2007). Una gestión eficiente de los servicios de agua contribuye a minimizar el consumo de recursos como el agua extraída del medio, la energía, los reactivos y otros materiales, con lo que se reduce el correspondiente impacto negativo en el medio ambiente. En este orden de ideas, la búsqueda de eficiencia en la gestión de un servicio público como el servicio urbano de agua se revela como un factor de vital importancia para el desarrollo económico y social y la mejora de la sostenibilidad medioambiental, y más, si cabe, en el contexto de crisis económica en el que nos encontramos actualmente. Esto ha suscitado que en los últimos años la investigación haya puesto un especial foco de atención en identificar cuáles son las fórmulas de gestión que garantizan una mayor eficiencia (Suárez, 2015).

La sostenibilidad del recurso hídrico debería ser gestionada para cumplir y contribuir plenamente a lograr los objetivos de la sociedad ahora y en el futuro, manteniendo la integridad ecológica y ambiental (Nakagami, 2016). Los estudios del agua urbana se han centrado básicamente en abordar los problemas de calidad y fiabilidad del suministro del agua, pero se ha prestado poca atención a la manera en que el consumo urbano de ella varía entre las zonas urbanas y cómo este hecho podría ser utilizado para dar forma a un nuevo enfoque para la planificación y gestión (Troy y Holloway, 2004). Esto es debido a que los patrones de uso del agua no están distribuidos uniformemente en el espacio y el tiempo, por lo que se ven afectados no sólo por las variables socioeconómicas, climáticas y las propiedades físicas, sino también por la ubicación geográfica de una región y sus interacciones con

regiones adyacentes. El resultado de este sesgo espacial es que los hogares tienden a utilizar el agua a un nivel comparable con el de sus vecinos, independientemente de sus características demográficas y económicas (House, Pratt y Chang, 2010; Wentz y Gober, 2007). Ahora es necesario comprender la dinámica del consumo de agua en relación con la estructura espacial urbana y sus variables socioeconómicas (House *et al.*, 2010).

Habrá que hacer frente en el futuro a nuevos esfuerzos de inversión, pues se necesita renovar con urgencia gran parte de la infraestructura hidráulica; es paradójico que en regiones con alto estrés hídrico persistan elevados niveles de pérdidas en unas redes de distribución claramente obsoletas (Ruiz *et al.*, 2015). De ahí que en los sistemas de distribución las pérdidas de agua incluyan las que se generan por fugas en el propio sistema, robo y consumo de agua no medido o conexiones sin medidor, y pueden ser de 10 al 15 por ciento de las extracciones totales, aunque podrían superar el 25 por ciento del uso total de agua en los sistemas más antiguos (Gleick, 2008).

## ZONA DE ESTUDIO

En este capítulo se exponen avances de resultados de una investigación referente al consumo per cápita de agua en una visión de la gestión urbana del líquido con aplicación al caso de la ciudad de Hermosillo, Sonora. Se incluyen resultados derivados de los registros del consumo de agua directo *in situ* de las viviendas. En dicho estudio, el monitoreo de los consumos de agua en los hogares fue en siete viviendas seleccionadas de la zona urbana de Hermosillo, que tiene una altitud 210 metros sobre el nivel del mar y se localiza en la parte central-poniente de la planicie costera de Sonora (mapa 8.1).

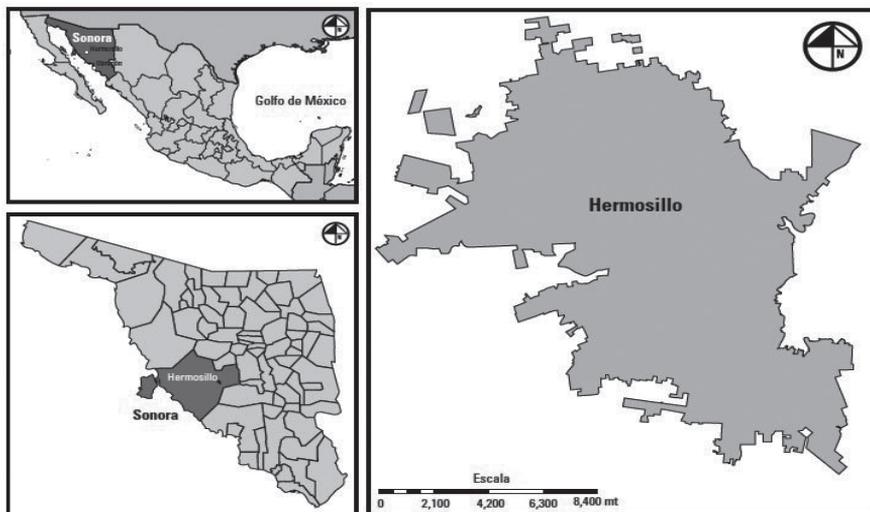
La zona de estudio se localiza en el noroeste de México, en la parte más árida del territorio nacional, conocida como Desierto de Sonora, que se extiende hasta el sur de Estados Unidos en los estados de Arizona y California, y en México, al de Baja California.

Hermosillo concentra el 27 por ciento de la población estatal, que en 2010 era de 2,662,480 habitantes según datos censales del Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). El clima cálido desértico predomina durante cinco meses del año, prevalece una temperatura máxima de 42 grados centígrados y extremas de 46 grados (108 y 115 °F).

El crecimiento de la urbanización intensa durante el periodo 1980-2000, derivado de las altas tasas de crecimiento poblacional en las últimas tres

décadas (5.34, 3.18 y 4.2 por ciento, respectivamente), originó una amplia expansión territorial de la ciudad, que generó, en consecuencia, una mayor atención y demanda en los servicios básicos urbanos, siendo crítico el caso del agua doméstica precisamente durante los periodos de estiaje en 1996 y 2013 (Ojeda, Treviño, Ramos y Quintana, 2015). En respuesta a la crisis hídrica, el organismo operador Agua de Hermosillo (AGUAH) implementó un plan intermitente que consistió en ofrecer horarios en el servicio de agua a los habitantes en 1998, 1999 y 2005 durante unos meses, con el propósito de restringir el abasto de agua otorgando el servicio sólo algunas horas del día (Pineda, 2006). La ciudad de nuevo padeció estrés hídrico durante el periodo 2010-2013, y se adoptó de igual manera un servicio intermitente, “agua por horas al día”, en los doce meses de estos años (Ojeda, 2013).

Mapa 8.1. Localización geográfica de Hermosillo, Sonora, México



Fuente: Ojeda et al. (2016).

## CONSUMO DE AGUA DOMÉSTICA

### *Consumo general per cápita y a nivel de vivienda*

Al abordar la situación de la gestión del agua en la ciudad de Hermosillo es preciso mencionar que de acuerdo con información del censo de 2010 del INEGI

se registró en la ciudad una población total de 715,061 habitantes y un total de 245,073 viviendas habitadas. La cobertura del servicio medido del consumo de agua a nivel de vivienda respecto al total de las tomas domiciliarias que ofreció el organismo operador AGUAH en 2007, 2010 y 2013 fue del 58, 65 y 68 por ciento, respectivamente.

Respecto al volumen de agua suministrado cada año a la red de distribución en la ciudad para 2005, 2010 y 2015, fue posible procesar la información proporcionada por AGUAH para conocer la variación mensual promedio del agua consumida a nivel de vivienda (gráfica 8.1). Se observa que los consumos de los doce meses de 2010 fueron menores que los de 2005 debido al servicio restringido de abasto de agua que se ofreció en la ciudad en 2010.

Sin embargo, el consumo mensual promedio general en Hermosillo en 2015 fue menor que el de 2005 a pesar de que en 2015 su población ya era mayor y que se fue incrementando la infraestructura hidráulica para ofrecer el servicio, así como el número de viviendas habitadas de la ciudad.

Gráfica 8.1. Consumo de agua mensual promedio en los hogares de Hermosillo (litros)



Fuente: Elaboración propia con datos de AGUAH.

Al tener la representación gráfica de los consumos mensuales de agua de los tres años se esperaba que el consumo mensual de 2015 fuera mayor que en los dos años anteriores, pero no fue así. Este supuesto se debía a que el servicio de abasto en la ciudad se regularizó desde mediados de 2013; desde entonces la población ha logrado tener un servicio continuo las 24 horas del día y, en consecuencia, un mayor volumen y más presión de agua en la red de distribución, lo cual incita a consumir más en los hogares.

Por otro lado, el consumo promedio per cápita de agua en Hermosillo, derivado del consumo promedio anual registrado en AGUAH, que es representado en la gráfica 8.1 y conforme a la densidad de habitantes por vivienda, es el que se muestra en la columna respectiva del cuadro 8.1.

Cuadro 8.1. Consumo per cápita de agua en Hermosillo

<i>Año</i>	<i>Consumo mensual promedio por vivienda (litros)</i>	<i>Habitantes por vivienda</i>	<i>Consumo per cápita promedio de agua (litros diarios)</i>
2005	18,127	3.8	159
2010	15,973	3.6	148
2015	17,233	3.6	160

Fuente: Elaboración propia.

Se observa que el consumo per cápita general, derivado de los datos de la gráfica 8.2, para Hermosillo en 2005 fue de 159 litros diarios por habitante (L/hab./día), mientras que en 2015 era en promedio de 160 litros; el menor de todos fue el de 2010, cuando se sintió el efecto de la disminución por el servicio restringido que se prestó durante ese primer año del programa de servicio de abasto intermitente. Resalta que dichos consumos resultaron menores que los establecidos en la Norma Oficial Mexicana (cuadro 8.2).

De acuerdo con lo indicado en la dotación per cápita de agua que asigna la Norma Oficial Mexicana (cuadro 8.2), se distingue que para el caso de una región geográfica ubicada en zona de clima cálido el valor correspondiente a viviendas de tipo residencial es de 400 L/hab./día, y a las viviendas de clase media se les asigna la dotación de 230 litros. Tales valores son establecidos para las comunidades de México, y esto se presenta en la normativa del manual de agua potable, alcantarillado y saneamiento (Conagua, 2007), que es una guía en los estudios y proyectos para determinar la demanda de agua potable para un desarrollo habitacional.

Cuadro 8.2. Dotación de agua según clima y clase

<i>Tipo de clima</i>	<i>Dotación por tipo de clase socioeconómica (L/hab./día)</i>		
	<i>Residencial</i>	<i>Media</i>	<i>Popular</i>
Cálido	400	230	185
Semicálido	300	205	130
Templado	250	195	100

Fuente: Conagua (2007).

La segunda parte de la investigación consistió en registrar datos primarios midiendo el consumo de agua *in situ* en un grupo de viviendas de la ciudad, las cuales fueron elegidas con el criterio de distinta ubicación geográfica y clase socioeconómica. Para ello fue necesario adquirir medidores de consumo; se optó por los del tipo electromagnético, y con lector portátil inalámbrico (figura 8.1).

Figura 8.1. El medidor instalado y su lector inalámbrico

**Medidor de caudal electromagnético**  
Para uso domiciliario

- ▶ Tecnología de medición electrónica
- ▶ Sin partes móviles que se deterioren, dañen u obstruyan
- ▶ No requiere mantenimiento
- ▶ Detecta pérdidas no registradas por medidores tradicionales
- ▶ Transmisión inalámbrica de registros
- ▶ Almacenamiento de registros en memoria
- ▶ Incluye software de bajada y análisis de datos
- ▶ Alimentación a baterías

**Aplicaciones y prestaciones**

IP68   UV   80°   USB   Li-Ion

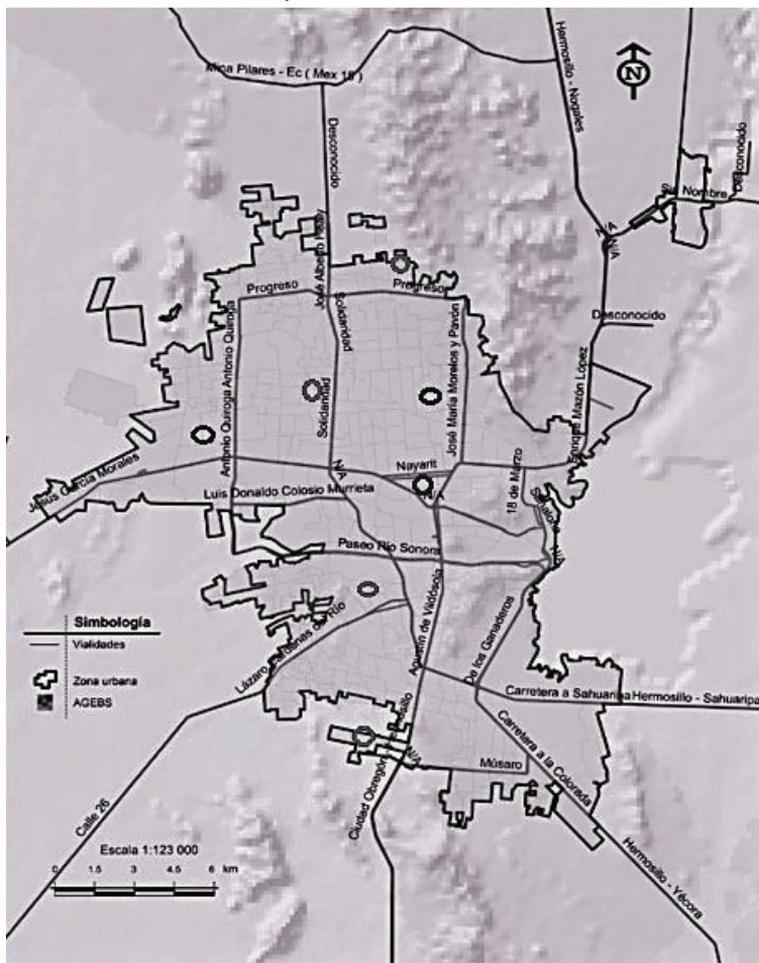
Fuente: Ojeda et al. (2016).

Fueron siete las viviendas elegidas para monitorear el consumo de agua. Su ubicación se indica en el mapa cartográfico 8.2, que ilustra la extensión de la mancha urbana de la ciudad.

Foto 8.1. Medidor instalado en la vivienda 1



Mapa 8.2. Zona urbana\*

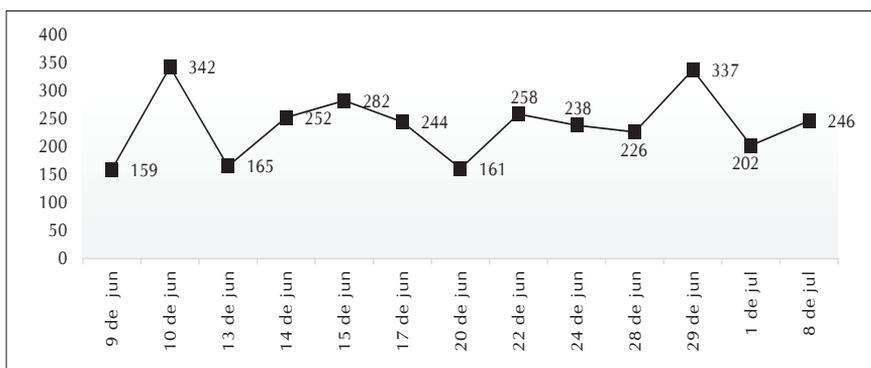


\* Se ilustra con círculos la ubicación de viviendas.  
 Fuente: Elaboración propia con ArcGis 9.3 y datos de INEGI (2010).

En este proceso de medición de los consumos de agua en las viviendas se muestra en dónde se instalaron medidores electromagnéticos (foto 8.1) y se presenta la variación del consumo per cápita de agua en tres de las viviendas elegidas (foto 8.1 y gráficas 8.2 y 8.3).

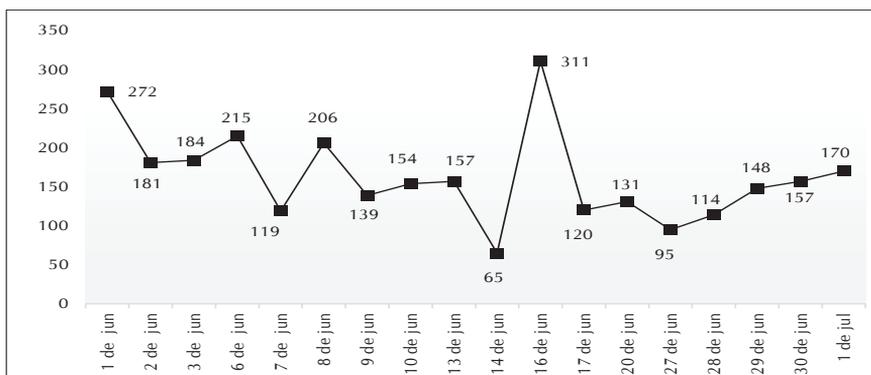
El consumo per cápita de agua en la vivienda 1 de tipo residencial, cuyo tamaño del hogar son tres personas, se ilustra en la gráfica 8.2, donde la variación muestra un valor promedio per cápita de 239.4 L./hab./día, para un volumen consumido total en ese mes de 20,580 litros (20.6 m³).

Gráfica 8.2. Consumo per cápita de agua en la vivienda 1: nivel residencial (L/hab./día), 2016



Fuente: Elaboración propia.

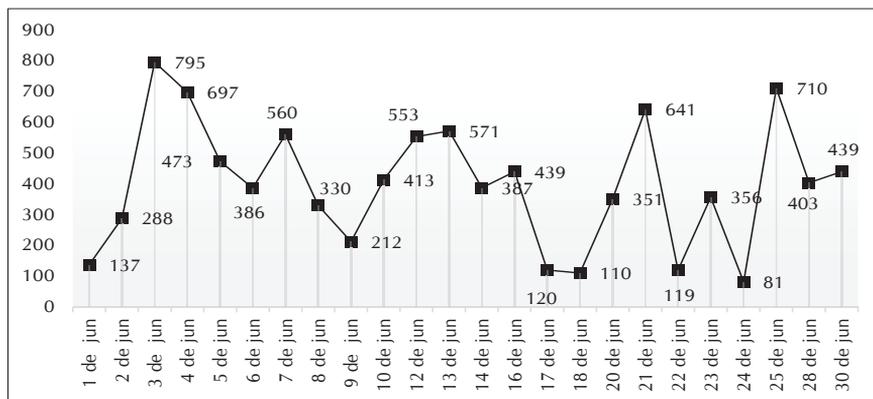
Gráfica 8.3. Consumo per cápita de agua en la vivienda 2: nivel residencial (L/hab./día), 2016



Fuente: Elaboración propia.

Mientras tanto, en la vivienda 2 (gráfica 8.3), de características residenciales y en donde son seis las personas que integran el tamaño del hogar, se consumió un mayor volumen de agua mensual: un total de 28,927 litros (28.93 m<sup>3</sup>). Sin embargo, el consumo per cápita fue un valor de 163.2 L/hab./día (menor que el de la vivienda 1). Esto comprueba la teoría de que a mayor número de personas en el hogar disminuye el consumo de agua por habitante.

Gráfica 8.4. Consumo per cápita de agua en la vivienda 3: nivel medio (L/hab./día), 2016



Fuente: Elaboración propia.

El avance de la investigación muestra también el caso de la vivienda 3, que tiene características de clase media; su resultado del consumo per cápita (gráfica 8.4) fue mayor, pues arrojó un valor de 398.8 L/hab./día, a pesar de haber tenido un menor volumen total de agua (23,969 litros, o bien, 24 m<sup>3</sup>) respecto a los consumos de las viviendas 1 y 2. El dato influyente en esto es que el tamaño del hogar es de dos personas en la tercera vivienda.

En algunos casos los consumos extremos superiores van acompañados de consumos muy inferiores (vivienda 3), lo cual es debido a la propia dinámica del hogar, a sus hábitos y costumbres propias, o bien al deterioro de sus instalaciones.

Los rangos de consumo per cápita de agua doméstica presentados en las viviendas 1 y 2 se encuentran en el rango de los encontrados por Hussien *et al.* (2016) en su estudio en la ciudad de Duhok, en Irak, donde al promediar los hogares de distintos ingresos económicos se obtuvo un valor medio de 267.6 L/hab./día.

En otro estudio, en la Costa Dorada de Australia el consumo per cápita de agua en el hogar para una persona fue de 214 L/hab./día, para dos personas de 183.5 L/hab./día, para tres personas de 140.6 L/hab./día, y en los casos de cuatro o más personas fue de 135.6 L/hab./día (Willis *et al.*, 2009, 2013). En general, en la Comunidad de Madrid, España, fue de 143 L/hab./día (Canal de Isabel II, 2008).

## CONCLUSIONES

La situación del suministro de agua potable a Hermosillo tiene importantes debilidades en cuanto a eficiencia y micromedición. Su nivel de eficiencia física ha sido bajo a lo largo de los años, así como la cobertura del servicio medido en las viviendas de la ciudad. Por lo tanto, se debe incrementar el nivel de eficiencia física en la red mediante la inmediata puesta en operación de la sectorización de la red, lo cual requiere del 100 por ciento del nivel de cobertura en la micromedición.

Puesto que en México la información reconocida por las dependencias responsables de la gestión del agua es que las pérdidas en los sistemas de abasto son de casi 40 por ciento del total del agua que ingresa al sistema de distribución (Conagua, 2010), en algunas ciudades dichas pérdidas de agua oscilan entre el 30 y el 60 por ciento. En particular, en la ciudad de Hermosillo se tienen pérdidas reconocidas de alrededor del 35 por ciento (OECD, 2016).

El abasto de agua potable y el saneamiento en las zonas urbanas es una tarea complicada para los gobiernos en cualquier parte del mundo. Esto puede ser crítico si la infraestructura hidráulica correspondiente a los sistemas de distribución de agua y la evacuación del agua residual es deficiente y antigua en su mayor parte.

Los resultados del consumo per cápita de agua doméstica en general no rebasan los límites establecidos por la norma mexicana, excepto cuando el tamaño del hogar es de una o dos personas. Cuando son tres personas o más las que habitan la vivienda los consumos per cápita están en valores que pueden ser aceptables, aunque se podrían mejorar buscando una disminución en los consumos mediante estrategias del uso de tecnologías en la vivienda. Una muy importante es el uso de dispositivos sanitarios de menor consumo de agua.

Al mismo tiempo, para lograr la sostenibilidad en la gestión del agua urbana en general es necesario que se gestione de manera integral, sumando a esta acción el agua residual tratada de la ciudad para programar su uso formal en el riego de parques y jardines a través de una red especial de tuberías. La gestión integrada exige elevar sustancialmente los niveles de eficiencia física mediante la renovación de las tuberías de la red de distribución de mayor antigüedad que así lo requieran.

Por otro lado, es necesario determinar los patrones de consumo de agua doméstica mediante el análisis de autocorrelación espacial utilizando la técnica de análisis estadístico espacial de los datos (ESDA, por sus siglas en inglés).

## REFERENCIAS

- Bahri, A. (2012). Integrated urban water management. Tec Background papers, 16. Global water partnership. Recuperado de <https://www.gwp.org/globalassets/global/toolbox/publications/background-papers/16-integrated-urban-water-management-2012.pdf>
- Banco Mundial (2012). *Gestión integral de aguas urbanas. Síntesis*. Programa de Agua y Saneamiento. Blue Cities. Recuperado de <http://siteresources.worldbank.org/INTLAC/Resources/257803-1351801841279/1Principal-GestionIntegralAguasUrbanasESP.pdf>
- Biswas, A. (2007). Water management for major urban centers. *Water Resources Management*, 22(2), 183-197.
- Capella, V. (2001). Control de presiones y reducción de gas en la red de agua potable del poniente de la Ciudad de México. Recuperado de <http://www.watergymex.org/contenidos/rtecnicos/Recuperacion%20de%20Caudales/Sectorizacion%20en%20el%20D.F.%20Casos%20de%20estudio%20.pdf>
- Chang, H., Parandvash, G. y Shandas, V. (2010). Spatial variations of single-family: residential water consumption in Portland, Oregon. *Urban Geography*, 31(7), 953-972.
- Comisión Nacional del Agua (Conagua) (2007). *Manual de agua potable, alcantarillado y saneamiento*. México: Conagua. Recuperado de <http://www.conagua.gob.mx/CONAGUA07/Publicaciones/Publicaciones/SGAPDS-29.pdf> (consultado el 5 de mayo de 2015).
- Comisión Nacional del Agua (Conagua) (2010). *Estadísticas del agua en México*. Recuperado de <http://www.conagua.gob.mx/CONAGUA07/Noticias/EAM2010.pdf> (consultado el 28 de marzo de 2015).
- Cooper, M. (2016). Conclusions: The future of sustainable water management. En Nakagami, K., Kubota, J. y Setiawan, B. (eds.), *Sustainable water management. New perspectives, design, and practices* (pp. 175-185). Berlin: Springer.
- Cubillo, F., Moreno, T. y Ortega, S. (2008). *Cuadernos de I+D+I, Microcomponentes y factores explicativos del consumo doméstico de agua en la Comunidad de Madrid*. Madrid: Canal de Isabel II. Recuperado de [https://www.canalgestion.es/es/galeria\\_ficheros/comunicacion/publicaciones/Cuaderno4\\_IxDxi.pdf](https://www.canalgestion.es/es/galeria_ficheros/comunicacion/publicaciones/Cuaderno4_IxDxi.pdf) (consultado el 30 de marzo de 2015).
- Gleick, P. H. (2008). Urban water-use efficiencies: lessons from United States cities. En Gleick, P. H., Cooley, H. y Morikawa, M., *The world's water 2008-2009. The biennial report on freshwater resources*. Washington: Island Press.

- House Peter, L., Pratt, B. y Chang, H. (2010). Effects of urban spatial structure sociodemographics, and climate on residential water consumption in Hillsboro, Oregon. *American Water Resources Association*, 46(3), 461-472.
- Hussien, W., Memon, F. y Savie, D. (2016). Assessing and modelling the influence of household characteristics on per capita water consumption. *Water Resources Management*, 30, 2931-2955.
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI) (2010). Cartografía y datos censales 2010. Recuperado de <http://www.inegi.org.mx/est/contenidos/proyectos/ccpv/cpv2010/Default.aspx> (consultado el 8 de enero de 2015).
- Marlow, D., Moglia, M., Cook, S. y Beale, D. (2013). Towards sustainable urban water management: a critical reassessment. *Water Research*, 47(20), 7150-7161.
- Nakagami, K. (2016). New perspectives: reconsideration of IWRM from the viewpoint of design science. En Nakagami, K., Kubota, J., Setiawan, B., *Sustainable water management* (pp. 3-23). Berlín: Springer.
- Ojeda, A. (2013). *Análisis socioespacial del consumo de agua doméstica en Hermosillo, Sonora*. Tesis de doctorado, Facultad de Arquitectura, Universidad Autónoma de Nuevo León. Monterrey, Nuevo León.
- Ojeda, A., Álvarez, R., Quintana, J. y García, F. (2016). *Factores que influyen en el consumo de agua residencial urbana*. Reporte técnico de investigación. Informe para el programa Prodep de la Secretaría de Educación Pública de México. México: SEP.
- Ojeda, A., Treviño, J., Ramos, M. y Quintana, J. (2015). Determinando patrones geográficos del consumo de agua doméstica en Hermosillo, Sonora. *Epistemos*, 9(19), 34-42.
- Organisation for Economic Co-operation and Development (OECD) (2016). Water governance in cities. OECD studies on water. Recuperado de [http://www.keepeek.com/Digital-Asset-Management/oecd/governance/water-governance-in-cities\\_9789264251090-en#page](http://www.keepeek.com/Digital-Asset-Management/oecd/governance/water-governance-in-cities_9789264251090-en#page) (consultado el 14 de abril de 2016).
- Organismo Operador de Agua Hermosillo (2011). Consumo de agua doméstica de Hermosillo. Recuperado de <http://www.aguadehermosillo.gob.mx> (consultado el 11 de septiembre de 2015).
- Pineda, N. (2006). Dar de beber a Hermosillo. En Barkin, D. (coord.), *La gestión del agua urbana en México* (pp. 235-247). Guadalajara: Universidad de Guadalajara.
- Ruiz Villaverde, A., García Rubio, M. y González Gómez, F. (2015). La gestión del agua urbana en el siglo XXI: una perspectiva económica, política y social. *Agua y Territorio*, 6, 98-99.

- Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (Semarnat) (2014). *Programa Nacional Hídrico, 2014-2018*. Recuperado de [http://www.conagua.gob.mx/CONAGUA07/Contenido/Documentos/PROGRAMA\\_Nacional\\_Hidrico\\_2014\\_2018.pdf](http://www.conagua.gob.mx/CONAGUA07/Contenido/Documentos/PROGRAMA_Nacional_Hidrico_2014_2018.pdf)
- Suárez Varela, M. (2015). ¿Está relacionada la eficiencia en el servicio urbano de agua con la titularidad del gestor? *Agua y Territorio*, 6, 108-122. Recuperado de <https://dialnet.unirioja.es/ejemplar/416421> (consultado el 30 de mayo de 2016).
- Troy, P. y Holoway, D. (2004). The use of residential water consumption as an urban planning tool: a pilot study in Adelaide. *Journal of Environmental Planning and Management*, 47, 97-114.
- Wentz, E. y Gober, P. (2007). Determinants of small-area water consumption for the city of Phoenix, Arizona. *Water Resources Management*, 21, 1849-1863.
- Willis, R., Stewart, R., Panuwatwanich, K., Capati, B. y Giurco, D. (2009). Gold Coast domestic water end use study. Community consultation. *Water e-Journal*, 36, 79-85.
- Willis, R., Stewart, R., Giurco, D., Talebpour, M. y Mousavinejad (2013). End use water consumption in households: impact of socio-demographic factors and efficient devices. *Cleaner Production*, 60, 107-115.

## 9. DISPONIBILIDAD DE AGUA Y EXPANSIÓN METROPOLITANA: REFLEXIONES SOBRE EL CASO DE MONTERREY

*Ismael Aguilar Barajas*<sup>1</sup>

*Aldo I. Ramírez Orozco*<sup>2</sup>

*Nicholas P. Sisto*<sup>3</sup>

### INTRODUCCIÓN

La preocupación por las crisis de disponibilidad de agua se ha venido externalizando en foros internacionales y en publicaciones muy influyentes del mundo de los negocios. El *Reporte de riesgos globales*, del Foro Económico Mundial, es un caso ilustrativo. En sus últimas ediciones, la *crisis del agua* —entendida como una repentina y sustancial reducción en su oferta— ha ocupado una posición muy prominente (WEF, 2014, 2015, 2016). En su versión 2015, este reporte consideraba que, en términos de impacto, este riesgo era el número uno para los negocios. En la misma edición se mencionaban otros dos riesgos vinculados con el agua como parte de los primeros cinco riesgos globales: la falla de adaptación al cambio climático y la ocurrencia de fenómenos hidrometeorológicos extremos.

Las empresas de agua en México conforman un sector muy heterogéneo. La eficacia y calidad de los servicios proporcionados (agua entubada, drenaje y saneamiento de aguas residuales) varía considerablemente si se comparan las distintas áreas urbanas del país. Además, las empresas presentan niveles

---

<sup>1</sup> Profesor investigador del Departamento de Economía y Desarrollo Sustentable del Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey, Campus Monterrey.

<sup>2</sup> Profesor investigador del Departamento de Ingeniería Civil del Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey, Campus Monterrey.

<sup>3</sup> Profesor investigador del Departamento de Ingeniería Civil del Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey, Campus Monterrey.

muy distintos de capacidad tanto en lo técnico como en lo administrativo. Por lo general, las empresas de agua operan con pérdidas financieras y se encuentran atrapadas en una dinámica pernicioso: *ingresos insuficientes-servicios deficientes-poca voluntad de pago entre los usuarios*. Ello dificulta (incluso imposibilita) la expansión y mejora de los servicios de agua.

Superar este círculo vicioso representa un gran reto actual para el sector. Viendo a futuro, si se mantienen las presentes prácticas este reto se agudizará cada vez más por el continuo crecimiento de la población urbana, el aumento de la presión sobre las fuentes de agua y la creciente relevancia de las amenazas climáticas (sequías e inundaciones) y de los riesgos que éstas generan.

En el caso del área metropolitana de Monterrey (AMM), la prestación cuantitativa y cualitativa de servicios de agua y saneamiento es un asunto de interés nacional, a la luz de la importancia económica que tienen esta metrópoli y el estado de Nuevo León para México. Contar con estos servicios, a pesar del entorno geohidrológico-climático tan restrictivo —región semidesértica, con limitadas precipitaciones y de alta variabilidad climática— ha sido todo un reto para sostener una economía y población de alto crecimiento.

Servicios de Agua y Drenaje de Monterrey, I.P.D. (SADM) es una institución pública descentralizada del Gobierno del Estado de Nuevo León, y referente nacional y latinoamericano por su buena prestación de los servicios de agua. Sin embargo, hay que reconocer que el manejo de los servicios de agua en el AMM también presenta áreas de oportunidad, especialmente en términos del agua no contabilizada (ANC) y del manejo de riesgos —asignaturas pendientes para todo el sector agua del país. Es de subrayar que las experiencias derivadas del caso de Monterrey no apuntan a una fácil y rápida réplica, pero sí permiten formular algunos principios generales. En torno a estos asuntos se estructura este capítulo.

Al final, se sostiene que la ciudad tendrá que repensar con la mayor seriedad la expansión poblacional y económica esperada frente a la disponibilidad de agua; especialmente frente a los escenarios de cambio climático, que señalan que en el futuro habrá una menor oferta natural de agua. Parece previsible que aun con las mejores estrategias orientadas a la demanda, y con la obligada optimización de la oferta, en el largo plazo se requerirán nuevas fuentes que garanticen la expansión esperada del área metropolitana. En este sentido, el caso del polémico proyecto Monterrey VI proporciona muy valiosas lecciones, precisamente en torno a la responsabilidad con la que se debe discutir y abordar el tema de las fuentes de agua. Quizá más que nunca, esta incertidumbre climática obligará a estudiar con mucho cuidado el diseño

y la instrumentación de políticas muy integradoras, en las que la oferta y la demanda son dos caras de una misma moneda, y en las que los análisis, resultados y opciones de política pública se comunican profesionalmente.

## EL CASO DE MONTERREY

Monterrey es una de las grandes metrópolis de México, por lo que el asunto de su disponibilidad de agua es de interés nacional y no sólo una cuestión regional o local. En términos poblacionales, pero especialmente económicos, la metrópoli tiene una alta significancia nacional. Ante la marcada concentración de la población y la actividad económica de Nuevo León en el AMM, la mayor parte de la notable contribución económica de la entidad para México se sustenta en ella.

Datos de 2014 muestran que en Nuevo León hay ramas manufactureras con fuerte presencia nacional —expresada como su participación en los totales del país—: industrias metálicas básicas, 21 por ciento; fabricación de productos a base de minerales no metálicos, 12.4 por ciento; fabricación de maquinaria y equipo, 11.9 por ciento.

La entidad es una fuerte receptora de inversión extranjera directa (IED); de hecho, esta relevancia es superada sólo por el Distrito Federal, actualmente Ciudad de México. Durante el periodo 1999-2016 (primer semestre), de acuerdo con datos de la Secretaría de Economía, Nuevo León recibió en promedio 12.3 por ciento del total de IED del sector manufacturero. Hay subsectores con participaciones mucho más altas que sus contrapartes nacionales. Estos son los casos de la industria metálica básica, con 45 por ciento; de la fabricación de maquinaria y equipo, con 32 por ciento, y de la fabricación de productos a base de minerales no metálicos, con 22 por ciento.

El estado también se constituye como un centro exportador no petrolero de primer orden. De acuerdo con la Secretaría de Economía (Sistema SIAVI) y con Data Nuevo León, durante el periodo 2003-2011, de la entidad salieron el 41 por ciento de las exportaciones de productos cerámicos, el 38 por ciento de filamentos sintéticos o artificiales y el 27 por ciento de aluminio y materiales de aluminio. Nuevo León es también un importante receptor de flujos migratorios. Durante el decenio 2000-2010 arribaron a la entidad poco más de 230 mil inmigrantes, según datos del INEGI.

En 2015, el AMM tiene una población aproximada de 4.5 millones de habitantes, distribuida en 13 municipios, de acuerdo con la definición del

Consejo Nacional de Población. La metrópoli ha venido registrando acelerados procesos de suburbanización. La expansión en la periferia ha registrado tasas de crecimiento poblacional muy elevadas, lo cual ha implicado grandes retos para la adecuada prestación de los servicios de agua y saneamiento. Por ejemplo, durante el periodo 2010-2015 los municipios de El Carmen (38,306 habitantes), García (247,370) y Salinas Victoria ((54,192) tuvieron tasas de crecimiento medio anual de 27.6, 14.4 y 13.2 por ciento, respectivamente.

Con muy contadas excepciones, desde el año 2000 se tienen coberturas cercanas al cien por ciento tanto en agua entubada como en alcantarillado, y con una continuidad de 24 horas y una presión constante y adecuada (SADM, 2016). Esto último hace innecesario el uso de tinacos y cisternas —como sí lo fue en el pasado en la ciudad y lo sigue siendo en muchas partes del país. Los cortes son poco frecuentes y localizados. Gran parte de la población consume agua directamente de la llave por su calidad potable. El SADM tiene un laboratorio acreditado y certificado regularmente por todas las instancias sanitarias del país, lo que asegura la calidad del agua ofertada en su red de distribución. Prácticamente todo el flujo de aguas residuales recibe tratamiento.

A diferencia de lo que ocurre con la gran mayoría de los organismos operadores del país, la institución ha mantenido una situación financiera sana y goza de una buena capacidad crediticia. Esta solvencia es avalada por calificadoras como Fitch Ratings y HR Ratings.<sup>4</sup> Para Fitch Ratings, SADM es el organismo más grande en el grupo de organismos calificados por esta firma calificadora, en términos de población y número de cuentas atendidas. El organismo cuenta con sus más de 200 procesos de administración certificados bajo los estándares ISO. Dispone de un Centro de Información y Servicio que funciona los 365 días del año. Hasta diciembre de 2015 se tenía registrada una facturación de 70 por ciento y una cobranza de 96.6 por ciento (SADM, 2016).

Efectivamente, se trata de un organismo operador grande, lo cual se muestra en diferentes indicadores. En junio de 2016 se estima que el suministro de agua potable es de aproximadamente 13,000 litros por segundo (l/s) (Ramírez *et al.*, 2016). De este total, cerca del 60 por ciento proviene de fuentes superficiales (presas El Cuchillo, Cerro Prieto y La Boca). El 40 por ciento restante es de fuentes subterráneas. El organismo tiene registradas poco menos de 1,320,000 conexiones de agua potable y poco más de 1,307,000 conexiones de drenaje. Su red de agua potable es de 9,552 kilómetros, y la de drenaje de 7,887 kilómetros, para un total de más de 17 mil kilómetros de red de tubería. El organismo les da trabajo a casi 4,700 empleados.

---

<sup>4</sup> [shttp://www.sadm.gob.mx/PortalSadm/jsp/seccion.jsp?id=227](http://www.sadm.gob.mx/PortalSadm/jsp/seccion.jsp?id=227) (consultado el 17 de noviembre de 2016).

Sin embargo, la prestación de estos servicios tiene un marco complejo, multidimensional, que no resiste, por lo tanto, una explicación monofactorial. La *fórmula* Monterrey, por llamarle de algún modo, es difícil de replicar. Sí hay, no obstante, lecciones y experiencias que pueden orientar el abordaje de los futuros retos en torno al agua en la metrópoli, y al mismo tiempo pueden ser compartidas con otras latitudes del país y de la arena internacional. El caso de Monterrey confirma lo que se ha venido encontrando en el tema de las políticas públicas en general (Stein y Tommasi, 2008; Spiller *et al.*, 2008), y de aquellas relativas al agua (Krause, 2009), en el sentido de que la calidad de las políticas públicas depende de la calidad de las interacciones involucradas. Este caso muestra que la calidad también está condicionada por un entorno geohidrológico-climático restrictivo. A este entorno se le presta atención a continuación.

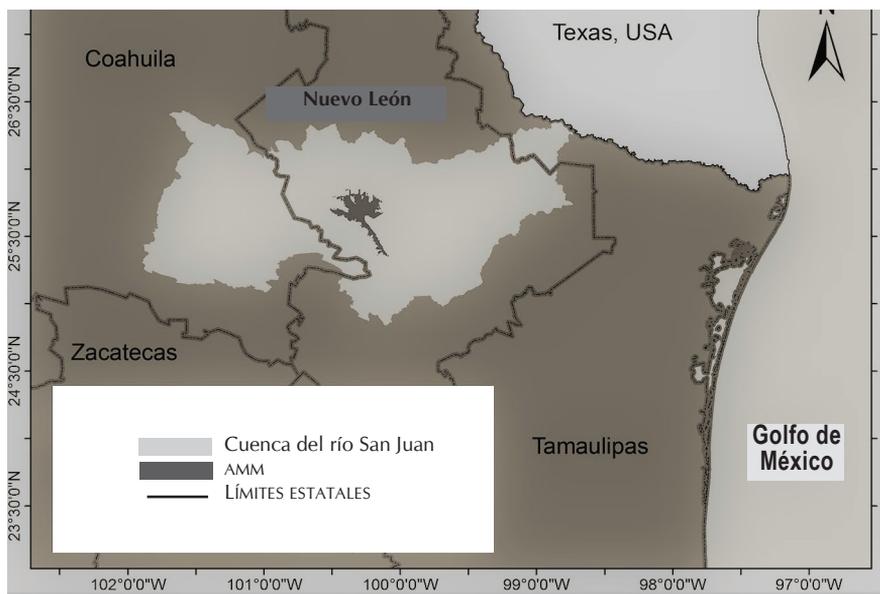
## CONTEXTO GEOHIDROLÓGICO, CLIMÁTICO Y REGIONAL

El contexto geográfico-climático es un condicionante fundamental en el futuro de Monterrey y su relación con el agua. Su inclusión es absolutamente indispensable en las estrategias actuales y futuras de abastecimiento de agua. Este aprendizaje es de relevancia no sólo para la ciudad sino también para otras ciudades del país. El AMM se ubica en la cuenca del río San Juan, dentro de la Región Hidrológica 24 Bravo-Conchos (mapa 9.1).

El río Santa Catarina, seco la mayor parte del año, es su principal corriente y atraviesa toda la zona urbana de poniente a oriente, hasta confluir con el río San Juan, el cual alimenta la presa El Cuchillo, la principal fuente de agua superficial del área metropolitana. De este almacenamiento, el río San Juan sigue su recorrido hasta la presa Marte R. Gómez, en Tamaulipas, para desembocar finalmente en el río Bravo en la frontera con Estados Unidos (mapa 9.2). Se trata de una región semidesértica con muy limitada disponibilidad natural de agua debido a las precipitaciones escasas e irregulares tanto en tiempo como en espacio.

Una buena gestión del agua en el AMM debe considerar el entorno regional. Al ubicarse dentro de la cuenca del río Bravo, el funcionamiento hidrológico del área metropolitana debe considerar, *de facto*, la dimensión binacional con Estados Unidos. No es gratuito que la sede del Organismo de Cuenca del Río Bravo se encuentre en Monterrey, ciudad que de hecho es la más grande de la cuenca tanto en población como en peso económico. Por otra

Mapa 9.1. El área metropolitana de Monterrey en la cuenca del río San Juan



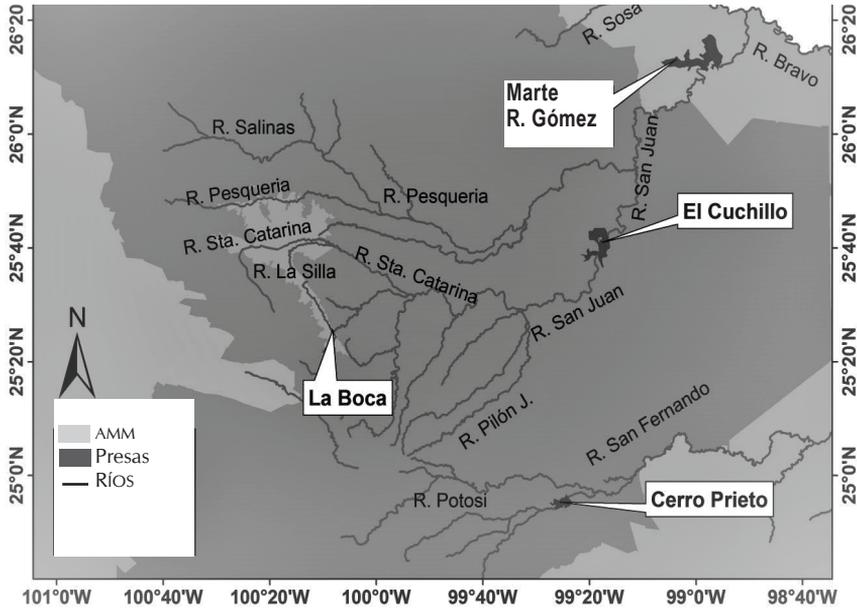
Fuente: Elaboración propia.

parte, la metrópoli comparte las aguas de la presa El Cuchillo con el vecino estado de Tamaulipas (y su Distrito de Riego 026), la cual es administrada por el gobierno federal a través de la Comisión Nacional del Agua.

Esto significa en los hechos que Monterrey no tiene el control sobre su principal fuente de suministro superficial. En tiempos de buenas lluvias no hay problema con este arreglo compartido, pero en cada sequía severa la ciudad está en dificultades pues tiene que cumplir con los compromisos pactados y enviar parte del agua almacenada en la presa El Cuchillo a la presa Marte R. Gómez, localizada en el estado vecino. Parte del riesgo en el suministro del agua a Monterrey tiene que ver con esta situación de dependencia. Debe subrayarse, sin embargo, que gracias a El Cuchillo, inaugurada en 1994, la metrópoli se ha beneficiado de volúmenes que antes no estaban disponibles. Desde la perspectiva de la cuenca, este almacenamiento ha significado más agua para sus usuarios, independientemente de los límites estatales.

Las sequías son un fenómeno frecuente y representan uno de los grandes riesgos en el suministro de agua a Monterrey y su área metropolitana. La mayor sequía, registrada en la década de los cincuenta (1951-1959), duró

Mapa 9.2. Hidrografía regional del área metropolitana de Monterrey

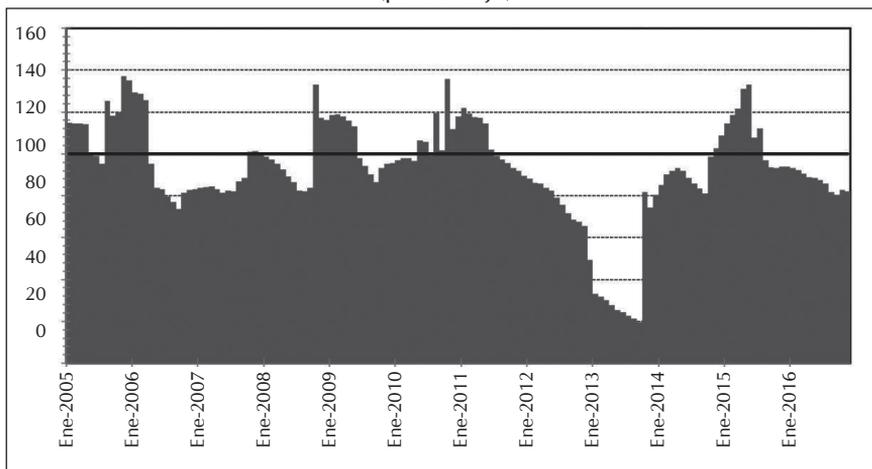


Fuente: Elaboración propia.

alrededor de 73 meses. A mediados y finales de la de los noventa se presentó otra sequía —esta con una duración aproximada de 60 meses—, que impactó toda la cuenca del río Bravo. Este fenómeno generó serios conflictos con Estados Unidos, ante el incumplimiento por parte de México del Acuerdo Internacional de Distribución de Aguas de 1944, que gobierna la administración de las aguas transfronterizas entre los dos países. Ahora parece distante, pero la prensa de la época muestra que en agosto de 1998 Monterrey enfrentó también graves problemas en el suministro de agua; la sequía de entonces obligó a SADM a llevar a cabo medidas restrictivas en el uso del agua, previa información oportuna a la población (*El Norte*, 19 de agosto, p. 5B).

Más recientemente, el primero de septiembre de 2013 el AMM se estaba quedando sin agua en sus tres presas —El Cuchillo, Cerro Prieto y La Boca (gráfica 9.1)—, las cuales tienen una capacidad máxima conjunta de 1,462.5 millones de metros cúbicos (Mm<sup>3</sup>). Se estuvo a punto de iniciar recortes de agua a la población. El almacenamiento de estas presas se estimó en 289 Mm<sup>3</sup>, lo que representaba el 19.8 por ciento de su capacidad ordinaria (es decir, el nivel de aguas máximas ordinarias, NAMO) conjunta. Más particu-

Gráfica 9.1. Almacenamiento total en las presas El Cuchillo, Cerro Prieto y La Boca al inicio de mes, enero de 2005-1 de noviembre de 2016 (porcentaje)



Nota: El 100 por ciento de capacidad se refiere al nivel de aguas máximas ordinarias (NAMO).

Fuente: Elaboración propia con base en información proporcionada por SADM.

larmente, las dos principales fuentes superficiales que abastecen al AMM (presas Cerro Prieto y El Cuchillo), en términos operativos, se encontraban prácticamente vacías después de dos años de sequía.

Si bien no se muestra explícitamente en la gráfica 9.1, hacia finales del año 2012 se tuvieron trasvases de la presa El Cuchillo a la presa Marte R. Gómez (para su uso en el Distrito de Riego 026), en el estado de Tamaulipas. Esto en el marco de los acuerdos firmados en 1996 y 1997, en virtud de los cuales se gobierna la distribución de las aguas de la primera presa (Salazar, 2006).

Afortunadamente, el huracán *Ingrid*, que impactó a la ciudad entre el 11 y el 13 del mismo mes, vino a rescatar a la metrópoli. Si bien fue de más corta duración (26 meses), entre julio de 2010 (la llegada de *Alex*) y septiembre de 2013 (la llegada de *Ingrid*), esta minisequía es la segunda más severa de las últimas décadas, de acuerdo con el Índice Estandarizado de Precipitación (SPI, por sus siglas en inglés) (Sisto *et al.*, 2015). Queda claro que unos meses más de sequía hubieran puesto el sistema de abastecimiento del AMM en una situación de emergencia real, y más aún que una sequía similar a la máxima histórica pondría en jaque a la economía y población metropolitana. Es en este marco que se tiene que robustecer el sistema de suministro de agua.

A pesar de que las autoridades y los medios mencionaban esta baja preocupante en la disponibilidad de las fuentes superficiales, previa a la llegada de *Ingrid*, en realidad la población no lo resintió ya que el faltante se tomó de las fuentes subterráneas, tal como ocurrió en la crisis de agosto de 1998. Comparando la extracción un año antes de estas dos situaciones de crisis, datos de la Conagua muestran que en 1997 las fuentes de acuíferos aportaron 6.8 por ciento más; la cifra en 2012 fue de 12.5 por ciento. En una sequía prolongada, sin embargo, las fuentes subterráneas no podrán venir a auxiliar o rescatar a la ciudad.

La metrópoli también está expuesta a inundaciones repentinas, un tipo de desastre natural asociado con la ubicación y topografía local. Estas avenidas rápidas ocurren con la presencia de fuertes tormentas tropicales que descargan su humedad en la parte de la Sierra Madre Oriental que bordea al AMM, lo que genera avenidas extraordinarias. La urbanización anárquica aguas arriba del río Santa Catarina, sobre pendientes muy pronunciadas, hace que el agua llegue muy rápida y repentinamente a su cauce. Todavía se recuerdan los graves daños causados por el huracán *Gilberto* en 1988, y más recientemente, aunque menores, por el huracán *Alex* en 2010, como ya se mencionó. En 2013 impactó el huracán *Ingrid*. En los dos últimos casos, sin embargo, la presa rompecpicos, construida en una parte alta de La Huasteca (en la Sierra Madre Oriental), entre 2002 y 2004, a raíz de los impactos del huracán *Gilberto*, vino a disminuir los impactos adversos de estos eventos.

## GESTIÓN SISTÉMICA

Servicios de Agua y Drenaje de Monterrey ha operado con una arquitectura institucional que ha facilitado la prestación de los servicios de agua y saneamiento, y que es poco común en el contexto nacional. Desde su creación en 1956, el organismo ha operado como una figura descentralizada del gobierno del estado de Nuevo León; en principio, esto le confiere a la dirección general un periodo de seis años, a diferencia de los tres que se tienen en la inmensa mayoría de los organismos operadores. Otra característica es que SADM presta los servicios de agua y saneamiento en todo el ámbito metropolitano, y desde 1995 esta prestación se ha extendido a todo el estado. Desde su creación, la institución ha contado con un Consejo de Administración en el que se encuentran representadas las principales organizaciones empresariales del estado. Si bien el Consejo es presidido por el gobernador, quien tiene una

fuerte influencia en las decisiones, también es cierto que en muchos sentidos SADM ha venido funcionando como una empresa.

Un asunto relacionado con lo anterior es la innovación sistémica que ha caracterizado a SADM, incluso desde antes de que empezará a operar como institución pública descentralizada en 1956 (Chávez, 2013a; SADM, 2014a). De hecho, si se remonta a sus orígenes como empresa privada, en 1906, el organismo tiene más de 110 años de innovación, lo que la muestra como el factor central en la buena prestación de los servicios de agua y saneamiento. Las innovaciones llevadas a cabo por la institución son de varios tipos: ingenieriles y tecnológicas, legales, administrativas y financieras. Más específicamente, el organismo ha podido construir infraestructura de almacenamiento, distribución y tratamiento con una gran visión; el uso de telemetría y sensores remotos tiene ya varios años. La certificación de la calidad de sus 208 procesos, bajo el estándar internacional ISO 9001, también ha tenido que ver con la buena prestación de los servicios de agua.

Contar con un padrón de usuarios confiable y actualizado representa una condición necesaria para el manejo financiero adecuado de un sistema de servicios de agua. Ello implica un esfuerzo constante para detectar a los usuarios que han sido mal clasificados o son clandestinos y así reducir las pérdidas financieras por volúmenes de agua no facturados o incorrectamente facturados. En paralelo con lo anterior, resulta imprescindible dar a los usuarios un buen nivel de atención, incluyendo la entrega oportuna de los recibos, así como variadas y prácticas opciones para el pago de los mismos. En Monterrey los recibos se pueden pagar en un gran número de establecimientos ajenos a la empresa de agua, por ejemplo bancos o establecimientos comerciales. La atención también debe incluir sistemas y protocolos para la recepción de quejas y sugerencias, y una pronta respuesta a éstas. Una atención de calidad reducirá la morosidad y la necesidad de medidas punitivas como la reducción en el servicio de agua.

En paralelo, las tarifas deben estar alineadas con los costos de proveer los servicios. El caso de Monterrey demuestra que es posible proporcionar servicios de calidad con tarifas asequibles para todos los usuarios, sin generar pérdidas operativas para la empresa. La clave son los subsidios cruzados, es decir, tarifas que discriminan entre tipos de usuarios, así como entre usuarios del mismo tipo. En Monterrey, por ejemplo, los usuarios industriales pagan en promedio arriba de tres veces más por metro cúbico que los usuarios domésticos. A su vez, éstos pagan una tarifa fija y módica para los primeros metros cúbicos de consumo mensual, pero el consumo excedente se factura con un precio unitario escalonado y creciente. Es importante también

que las tarifas se actualicen periódicamente, de preferencia con respecto a la variación en los costos de la empresa y no a la inflación general.

La principal responsabilidad de las empresas de agua es proveer a la población el acceso a los servicios de agua y drenaje. En este sentido, ha habido mucho progreso a lo largo y ancho del país durante las últimas décadas, especialmente en áreas urbanas. Sin embargo, las coberturas siguen siendo menos que universales, especialmente en cuanto al drenaje. Como lo ilustra el caso de Monterrey —donde se agregan más de 20,000 nuevas tomas de agua al año—, en un contexto de crecimiento urbano la cobertura universal representa un blanco móvil y un reto permanente. Si bien la planeación urbana incide en forma directa en el problema, específicamente cuando se permite la expansión horizontal y desordenada de las áreas habitacionales, queda claro que una buena gestión financiera de los sistemas de agua es una condición necesaria para enfrentar el reto de la cobertura universal.

Un problema generalizado del sector agua de México es el agua no contabilizada (ANC), es decir, agua extraída de las fuentes de abastecimiento —y que como tal ha generado costos— pero que no se factura y no produce ingresos, lo que ocasiona una merma financiera que limita la capacidad de acción de las empresas. Generalmente el ANC se compone de fugas —visibles y no visibles—, errores en la medición —macro y micro—, consumo no medido —clandestinaje, consumo social generalmente vinculado con asentamientos irregulares y servicio público—, errores en lectura y otros conceptos.

En Monterrey, desde la década de los noventa se ha invertido fuertemente para enfrentar este problema, con macromedición en redes mayores, micromedición casi universal en las tomas individuales y sectorización del sistema —hoy en día operan más de 3,000 sectores (SADM, 2014b). Cada sector comprende alrededor de 500 medidores. Éstos han permitido un mejor control sobre los flujos y disminuido la frecuencia y extensión de cortes en el servicio, ya que cada uno se puede aislar del resto del sistema por medio de válvulas. Sin embargo, el problema del agua no facturada en Monterrey dista de estar resuelto.

En los últimos 15 años el ANC ha sido de un promedio estimado en 30 por ciento. Esta cifra es relativamente baja desde la perspectiva nacional de los organismos operadores. Lo que es menos frecuente, incluso para el AMM, es contar con un desglose o radiografía básica de los componentes del ANC; y sin ello es muy difícil diseñar mecanismos e incentivos para un uso más efectivo del agua urbana. Tanto por el enfoque de la oferta como por el de la demanda, tener contabilizadas y actuar sobre estas pérdidas —más financieras que físicas— es imprescindible para una mejor gestión del agua urbana.

La expansión del AMM se ha sostenido en una lucha constante por la disponibilidad de agua. Esta lucha se ha caracterizado por la construcción de infraestructura física —de almacenamiento, conducción, distribución y saneamiento— y de diversas medidas de lo que se conoce como infraestructura suave, es decir, mejorías en los sistemas de calidad y de la gestión de la demanda. En este marco se ubica la realización de los proyectos del Monterrey I (1971-1973) al Monterrey V (2007-2010)<sup>5</sup> (Chávez, 2014b; SADM, 2014b). Es así como se llega al Proyecto Monterrey VI.

### EL PROYECTO MONTERREY VI Y LAS ALTERNATIVAS EN CURSO

Las discusiones sobre el proyecto Monterrey VI se remontan al año 2004, como parte del programa de obras de SADM, ante la preocupación por el ritmo de crecimiento económico y poblacional del AMM. En 2008 se retoman los planteamientos sobre una nueva fuente, a la que formalmente se le conoce como Monterrey VI (Chávez, 2013b; SADM, 2014b). Para abocarse a ello se estableció el Comité Interinstitucional para la Evaluación de Nuevas Fuentes de Abastecimiento de Agua para el Área Metropolitana de Monterrey (CIENFAM), conformado por las siguientes instituciones: Servicios de Agua y Drenaje de Monterrey, Instituto del Agua del Estado de Nuevo León, Facultad de Ingeniería Civil de la Universidad Autónoma de Nuevo León, Comisión Nacional del Agua e Instituto Mexicano de Tecnología del Agua.

Entre las diferentes opciones consideradas<sup>6</sup> se contempló la correspon-

---

<sup>5</sup> Monterrey I incluyó la planta potabilizadora La Boca, tres estaciones de bombeo, tanques de almacenamiento y redes primarias de agua y drenaje. Monterrey II (1976-1979) se enfocó en infraestructura para la extracción de aguas subterráneas, tanques de almacenamiento y estaciones de bombeo. Monterrey III (1980-1984) tuvo a la cabeza a la presa Cerro Prieto y el acueducto Linares-Monterrey, de 133 km, la potabilizadora San Roque y la primera etapa del Primer Anillo de Transferencia del AMM, para distribuir el agua. Monterrey IV (1990-1994) tuvo como gran proyecto a la presa El Cuchillo y el acueducto Cuchillo-Monterrey, de 108 km; también hubo ampliaciones en la infraestructura de almacenamiento, bombeo, distribución y tratamiento. Monterrey V involucró el Segundo Anillo de Transferencia para agua potable, de 73 km, así como la ampliación de la infraestructura de almacenamiento, bombeo, distribución y tratamiento.

<sup>6</sup> Las ocho opciones consideradas fueron: presas Amistad, Falcón, Vicente Guerrero y Las Blancas, todas ellas en el estado de Tamaulipas; un segundo acueducto de la presa El Cuchillo; planta desaladora en la ciudad de Matamoros, y el acueducto río Pánuco-Monterrey.

diente a la transferencia de agua de la cuenca del río Pánuco. El trazo del proyecto contemplaba pasar por una pequeña parte del estado de Veracruz, San Luis Potosí (donde se localizaría la obra de toma), una parte considerable del estado de Tamaulipas y su conexión final en Linares, Nuevo León, con el acueducto Cerro Prieto-Monterrey. El proyecto se construiría mediante una asociación público-privada.<sup>7</sup>

Esto último, aunado a un complejo entramado de intereses, generó una gran polémica, que hizo recordar la vivida casi veinte años atrás, en relación con la construcción de la presa El Cuchillo. El proyecto fue objeto de diversos cuestionamientos: su pertinencia, los costos y las implicaciones ambientales; un punto crucial en esta discusión se centró en el financiamiento del proyecto, sobre el cual SADM no informó a cabalidad los detalles. El costo que generalmente se manejó fue del orden de los 15,200 millones de pesos, aunque en otras publicaciones se refería una cantidad por arriba de los 45 mil millones, al explicitarse los costos del financiamiento del proyecto. Tampoco ayudó que como parte del consorcio ganador figurará una empresa del grupo HIGA, famoso tras el escándalo de la Casa Blanca, que afectó gravemente la credibilidad de la figura presidencial.

Aunado a ello, estaba en el ambiente una muy marcada insatisfacción con el gobierno de Rodrigo Medina de la Cruz, promotor del proyecto, ante lo que se consideraba una muestra más de la corrupción de su administración. El golpeteo que una parte de los medios de comunicación dirigiera en contra del gobernador Medina también afectó el proyecto. Esto les dio legitimidad a grupos ambientalistas y activistas para sumarse en contra del proyecto, aunque a menudo sin información o conocimiento del tema.

Durante la campaña del entonces candidato a gobernador, Jaime Rodríguez Calderón, para el periodo 2015-2021, cancelar Monterrey VI fue una promesa que caló hondo en el electorado. Igualmente lo hizo la vacilación que ya siendo gobernador mantuvo sobre Monterrey VI durante casi un año.

El gobierno estatal se apoyó en el Consejo Nuevo León para la Planeación Estratégica, el cual, a su vez, lo hizo en el Fondo de Agua Metropolitano

---

<sup>7</sup> La longitud total del proyecto fue estimada en 520 km, de los cuales se aprovecharían 130 del acueducto ya existente entre la presa Cerro Prieto y el AMM. Los otros 390 km atravesarían partes de los estados de San Luis Potosí, Veracruz y Tamaulipas. La obra de captación del río Pánuco se localiza en el estado de San Luis Potosí. Se consideró un caudal de diseño de hasta 6 m<sup>3</sup> por segundo y una tubería de 84 pulgadas (2.13 metros). El proyecto contemplaba un régimen combinado de bombeo (seis estaciones) y gravedad, para vencer una elevación total desde la obra de toma de 260 metros.

de Monterrey (FAMM). El FAMM integró un equipo técnico bajo el liderazgo del Tecnológico de Monterrey y con la participación de otras instituciones académicas y gubernamentales. La primera etapa del nuevo Plan Hídrico Estatal consistió en la revisión crítica y objetiva de la oferta sostenible y de la demanda requerida (Ramírez *et al.*, 2016).

Los resultados obtenidos indicaron que en junio de 2016 la oferta sostenible de las fuentes superficiales, para mantener una confiabilidad del sistema del 97 por ciento, asciende a 9.1 metros cúbicos por segundo ( $\text{m}^3/\text{s}$ ) como promedio anual. Esta cifra fue obtenida con modelos de simulación del funcionamiento de las fuentes ante la hidrología histórica. En cuanto a las fuentes subterráneas, en virtud de la falta de estudios técnicos actualizados, la oferta sostenible se ha limitado a la recarga natural de los sistemas y a las concesiones actuales, y ha sido estimada en  $4.4 \text{ m}^3/\text{s}$ , también como promedio anual. De esta forma, la oferta total actual es de  $13.5 \text{ m}^3/\text{s}$ , apenas un poco superior al consumo reportado por SADM. Esto indica que en un futuro tan cercano como dos años se podría ya tener un déficit en el suministro. Claro, todo esto bajo la suposición de que el nivel del servicio y la cobertura temporal se mantienen con los estándares actuales.

El concepto general sobre el cual se desarrolla el plan hídrico estriba en lograr la seguridad hídrica en el estado, tanto en el entorno urbano como en el rural. Respecto al entorno urbano, el abastecimiento de agua potable es el problema más evidente y sensible. El desarrollo y la urbanización creciente demandan servicios, y el tema del agua es crítico. El plan incluye el desarrollo de nuevas fuentes, las cuales deberán ser seleccionadas con suma responsabilidad y mediante metodologías robustas que consideren el entorno cambiante.

El 22 de octubre de 2016 (periódico *El Norte*, de esa fecha) el gobierno del estado de Nuevo León anuncia que Monterrey VI se cancela y que en su lugar se considerarán proyectos derivados del plan hídrico estatal, de menor costo, y capitalizando fuentes de agua localizadas en el estado. Con ello se pretende garantizar el abasto para los siguientes diez años. Se propone invertir 3,500 millones de pesos, para aumentar el tratamiento y reúso del agua, así como la explotación de pozos más profundos dentro del AMM. Con lo anterior se intenta contar con  $3 \text{ m}^3/\text{s}$ , a una fracción del costo que habría tenido obtener estos volúmenes con Monterrey VI. Lo anterior desactivó un problema de imagen ante la población, pero no se constituye en sí mismo en un programa de largo plazo, asunto que se aborda en las conclusiones.

La oferta y la demanda del vital recurso están condicionadas a cambios. En el primer caso es de resaltar la variabilidad y el cambio climático. Sin embargo, el dinamismo con el que la ciudad se mueve parece establecer la

necesidad de una fuente de abastecimiento con gran capacidad en el mediano plazo y la incorporación de fuentes con capacidades más pequeñas y posiblemente más cercanas en el corto plazo. Todo esto aunado a la incorporación de medidas orientadas a la gestión de la demanda, tales como un estudio de tarifas óptimas, recuperación de fugas, programas de captación de agua pluvial, instalación de muebles sanitarios de bajo consumo, entre otras.

Un estudio más fino a nivel de sistema, que incorpore una dimensión probabilística de la demanda y el manejo óptimo conjunto de las fuentes, además de las medidas de infraestructura blandas, será obligado a fin de encontrar la mejor decisión en cuanto al futuro de abastecimiento de agua en el AMM. Ya hay experiencia acumulada que señala que ello es posible sin tener que llegar necesariamente a una crisis en el sistema de suministro. Lo que está en juego es de tal magnitud, que lo prudente es considerar el suministro de agua a la metrópoli como un tema de supervivencia económica, social, ambiental. Al final del día, se trata de una gestión del riesgo.

#### INTEGRACIÓN DE LA GESTIÓN DEL RIESGO EN LA PLANIFICACIÓN DE LOS SERVICIOS DE AGUA

El caso de Monterrey muestra la imperiosa necesidad de integrar la gestión del riesgo en la planificación de los servicios de agua. El manejo de los riesgos, enfocado en la reducción de vulnerabilidades, constituye una gran asignatura para todo el sector y cada una de las empresas de agua de país. Por supuesto, cada ciudad y empresa de agua constituye un caso único tomando en cuenta las características de su entorno geográfico (clima, topografía, disponibilidad natural de agua), su portafolio de fuentes de agua y el tamaño y la composición de los usuarios. Por ende, en cada caso se tendrán que definir estrategias y acciones particulares para reducir sus vulnerabilidades. No se puede pensar en una solución universal; más bien, se tendrán que multiplicar los estudios de casos, aprender, adaptar según los contextos y actuar en consecuencia.

El tema del riesgo y las crisis del agua se ha venido mencionando más marcadamente en publicaciones de organizaciones internacionales, como el Foro Económico Mundial (WEF, por sus siglas en inglés), en sus ediciones de 2014 a 2016 del *Reporte de riesgos globales*, como ya se mencionó. También el Banco Mundial se refiere al riesgo (en su relación con el desarrollo) en su reporte 2014 (World Bank, 2014), y también lo hacen las Naciones Unidas en relación con el agua y los desastres (UNESCO, 2012; ONU, 2015).

Después de todo, los casos de California y Sao Paulo son referentes obligados de los severos impactos económicos, sociales y ambientales, ya observados, de las sequías prolongadas. Trayendo esta discusión al caso de Monterrey y México, lo que está en juego es la seguridad de acceso al agua, y la sociedad tiene que estar informada de los riesgos que representa el no contar con el recurso, así como los alcances y las limitaciones de las opciones para tenerlo, incluyendo la opción de “no hacer nada” y esperar que los huracanes hagan la tarea. En cualquier caso y ante la fuerte aportación económica de Nuevo León y del AMM a la economía nacional, sería de esperarse la orquestación de un frente común de los diferentes actores locales para presionar al gobierno federal por más recursos para proyectos de agua en la ciudad. Así ocurre en otras latitudes y así ha sido antes también en Monterrey, como bien lo muestra la historia del agua en la metrópoli (Torres y Santoscoy, 1985).

## CONCLUSIONES

En muchos sentidos, la historia de Monterrey refleja su lucha por el agua en un entorno semidesértico y de limitada precipitación (Salazar, 2008). La realización de los proyectos de Monterrey I a Monterrey V son congruentes con esta preocupación, misma que se ha venido externando desde hace varias décadas (Gobierno del Estado de Nuevo León, 1995; Chávez, 1995; CEDEM, 2012). Mantener las coberturas y la calidad alcanzadas significa un reto de enormes dimensiones, especialmente en un contexto climático regional tan restrictivo y variable.

Ante la relevancia económica del AMM para México, abordar con éxito este reto está en el mejor interés nacional. Su organismo operador tiene 110 años de experiencia en la prestación de servicios de agua, en la cual la innovación permanente, la construcción de infraestructura y las medidas centradas en la buena gerencia han sido muy importantes. También lo han sido la suerte política y climática.

Los escenarios futuros impondrán exigencias todavía mayores que las registradas históricamente, por lo que los esfuerzos conjuntos hacia la conservación y la selección cuidadosa de otras fuentes serán más apremiantes que nunca. Su abordaje y traducción en políticas públicas se deberá conducir con la mayor responsabilidad, lo cual requiere, a su vez, del mejor conocimiento científico, un compromiso gubernamental acorde a estas exigencias y un

involucramiento ciudadano serio y prudente tanto en las consultas como en la toma de decisiones. Por supuesto, el mismo compromiso se espera de la iniciativa privada y de los medios de comunicación. Es relativamente fácil que en medio de la politización de los proyectos de agua se crucen intereses de los partidos y de otros grupos, incluidos varios ambientalistas, cuyo propósito no siempre es el análisis serio e informado de los proyectos sino derivar beneficios para agendas propias.

Es previsible que en el largo plazo se necesite una nueva fuente de agua para apoyar la continua expansión de la metrópoli, aun considerando una optimización de la gestión tanto de la oferta actual como de la demanda. De hecho, de no actuar sobre esta última aumentaría la vulnerabilidad metropolitana.

Sin embargo, el polémico proyecto Monterrey VI ilustra con claridad la ventaja de enfoques más informados e incluyentes en el análisis de nuevas fuentes, especialmente si se trata de transferencias intercuenas. La selección de una eventual nueva fuente para el futuro deberá considerar el aprendizaje obtenido e incorporarlo en el análisis responsable, objetivo, sobre los costos y beneficios de las acciones, pero también de las inacciones. Ante los largos periodos en que se gestan los proyectos, sin embargo, las vacilaciones pueden resultar muy costosas.

El abastecimiento de agua al AMM es, al final del día, una cuestión de gestión del riesgo y la incertidumbre. Durante largos periodos de tiempo, las tres presas que suministran agua a Monterrey presentan almacenamientos inferiores a sus capacidades ordinarias. A menos que lleguen huracanes o lluvias extraordinarias. Sin embargo, la ciudad también va a necesitar de “suerte climática”, de tal forma que cuando se presenten los huracanes, lo hagan cuando se requiera el agua. Está el caso del huracán *Alex*, el cual causó daños a la ciudad pero trajo poca agua a las presas, ya que éstas estaban casi llenas antes de su llegada.

Enfrentar los retos actuales y futuros en la gestión del agua metropolitana pasa por una arquitectura institucional más funcional, menos fragmentada. Con todo y las innegables ventajas de contar con una institución como SADM, la relación del agua con el desarrollo en general, y con el urbano en particular, necesita enfoques más integradores y el entendimiento de una escala que también involucra la dimensión nacional y la binacional. Los faltantes en el abordaje tanto de las sequías como de las inundaciones muestran con claridad estas áreas de oportunidad, y la falta de más previsión en el diseño y la implementación de las políticas públicas en torno al agua urbana. Están también las obligaciones firmadas con el vecino estado de Tamaulipas sobre

la distribución del agua de la presa El Cuchillo, como un factor que siempre se debe considerar en las estrategias de abasto a la ciudad.

Por supuesto, hay mucho por hacer en el interior de la metrópoli y en lo concerniente a SADM. Los todavía altos valores de ANC ilustran la absoluta necesidad de diseñar e instrumentar políticas públicas orientadas a la eficiencia y optimización de los volúmenes ofertados y de su consumo.

## REFERENCIAS

- Centro de Desarrollo Metropolitano y Territorial (CEDEM) (2012). Observatorio Urbano. Área Metropolitana de Monterrey. Centro de Desarrollo Metropolitano y Territorial, EGAP Gobierno y Política Pública. Tecnológico de Monterrey.
- Chávez Gutiérrez, J. (1995). El sistema hidráulico. En Garza Villarreal, G. (coord.), *Atlas de Monterrey* (pp. 215-222). Monterrey, San Nicolás de los Garza, México: Gobierno del Estado de Nuevo León, Universidad Autónoma de Nuevo León (UANL), Instituto de Estudios Urbanos de Nuevo León (INSEUR), El Colegio de México (COLMEX).
- Chávez Gutiérrez, J. (2013a). Factores clave en el desarrollo de SADM. Monterrey. Documento interno inédito.
- Chávez Gutiérrez, J. (2013b). Servicios de Agua y Drenaje de Monterrey. Cien años... y contando. Monterrey. Documento interno inédito.
- Gobierno del Estado de Nuevo León (1995). *Plan Multidimensional de Desarrollo Urbano de Nuevo León, 1995-2020 (PLEDUMM 2020)*. Monterrey: Secretaría de Desarrollo Urbano y Obras Públicas.
- Krause, M. (2009), *The political economy of water and sanitation*. Nueva York, Londres: Routledge.
- Organización de las Naciones Unidas (ONU) (2015). *Evaluación global sobre la reducción del riesgo de desastres*. Nueva York: Organización de las Naciones Unidas.
- Ramírez, A., Stella, J., Sandoval, R., Ramírez, S., Herrera, A., Gómez, D. y Crespo, R. (2016). Estimación de la oferta sostenible de agua en el AMM. Primer Informe del Plan Hídrico del Estado de Nuevo León. Documento interno inédito.
- Salazar, H. (2006). El agua que no tenemos. En Cavazos Garza, I. (coord.), *La enciclopedia de Monterrey* (pp. 349-427). Nuevo León: El Diario de Monterrey, Grijalbo.

- Salazar, H. (2008). Amor apache: Monterrey y su relación con el agua. En Cavazos Garza, I. (coord.), *La enciclopedia de Monterrey* (pp. 313-380). Nuevo León: Visión al Futuro, Agencia Promotora de Publicaciones.
- Servicios de Agua y Drenaje de Monterrey (SADM) (2014a), Programa de Innovación y Competitividad 2009-2015. Documento interno inédito. Primer Trimestre.
- Servicios de Agua y Drenaje de Monterrey (SADM) (2014b). El agua en Monterrey: de la crisis a la certeza. Un derecho para todos. Documento interno inédito.
- Servicios de Agua y Drenaje de Monterrey (SADM) (2016), Anuario estadístico sobre la operación de servicios de agua y drenaje en el área metropolitana de Monterrey. Monterrey (AMM), Servicios de Agua y Drenaje de Monterrey. Recuperado de [http://www.sadm.gob.mx/PortalSadm/Docs/Anuario\\_Estadistico\\_SADM.pdf](http://www.sadm.gob.mx/PortalSadm/Docs/Anuario_Estadistico_SADM.pdf) (consultado el 17 de noviembre de 2016).
- Sisto, N., Ramírez Orozco, A., Aguilar Barajas, I. y Magaña Rueda, V. (2015). Climate threats, water supply vulnerability and the risk of a water crisis in the Monterrey Metropolitan Area (Northeastern Mexico). *Physics and Chemistry of the Earth*, 91, 2-9.
- Spiller, P. T., Stein, E. y Tommasi, M. (2008). Political institutions, policy making, and policy: an introduction, En Stein, E. y Tommasi, M. (eds.), *Policymaking in Latin America. How politics shapes policies* (pp. 1-28). Washington, D.C., Cambridge, MA.: Interamerican Development Bank, David Rockefeller Center for Latin American Studies-University of Harvard.
- Stein, E. y Tommasi, M. (eds.) (2008). *Policymaking in Latin America. How politics shapes policies*, Washington, D.C., Cambridge, MA.: Interamerican Development Bank, David Rockefeller Center for Latin American Studies-University of Harvard.
- Torres López, E. y Santoscoy, M. A. (1985). *La historia del agua en Monterrey desde 1577 hasta 1985*. Monterrey: Ediciones Castillo.
- United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization (UNESCO) (2012). *Managing water under uncertainty and risk. The United Nations world water development report. Executive summary*. Paris: UNESCO.
- World Bank (2014). *World development report 2014: risk and opportunity. Managing risk for development*. Washington, D.C.: World Bank.
- World Economic Forum (WEF) (2014). *Global risks 2014* (9ª ed.). Ginebra: WEF.
- World Economic Forum (WEF) (2015). *Global risks 2015* (10ª ed.). Ginebra: WEF.

World Economic Forum (WEF) (2016). *Global risks 2016* (11<sup>a</sup> ed.). Ginebra: WEF.

## 10. EL DESTINO DE CHAPALA: CAMBIO CLIMÁTICO, ECONOMÍA REGIONAL Y POLÍTICA DE AGUAS

*Salvador Peniche Camps<sup>1</sup>  
Montserrat Sánchez González<sup>2</sup>*

### INTRODUCCIÓN

El lago de Chapala es de gran importancia para México. De la salud del ciclo hidrológico de la cuenca que lo alimenta depende en gran medida la estabilidad económica regional, el equilibrio térmico local y el abasto de agua a los dos centros urbanos más poblados del país: la Ciudad de México y Guadalajara.

Desde que se tiene registro moderno de la administración del lago, el sistema Lerma-Chapala-Santiago ha presentado señales recurrentes de deterioro. Sin embargo, dada la amenaza que representa el cambio climático en el siglo XXI, es importante tratar de interpretar los indicios que apuntan hacia un mayor deterioro y aplicar las estrategias de mitigación o adaptación que contempla la política hídrica del país.

### LA IMPORTANCIA DEL LAGO DE CHAPALA

La cuenca Lerma-Chapala se localiza en la parte central de la región hidrológica HR-XII, en el occidente mexicano, y ocupa amplias regiones de cinco estados. Es una de las más importantes del país no sólo por su extensión

---

<sup>1</sup> Profesor investigador del Departamento de Economía del Centro Universitario de Ciencias Económico Administrativas, Universidad de Guadalajara.

<sup>2</sup> Centro Universitario de Ciencias Económico Administrativas, Universidad de Guadalajara.

sino también por la población que la habita y su potencial productivo. En esta cuenca vive uno de cada 11 mexicanos, se encuentra una de cada ocho hectáreas irrigadas y aporta cerca de 52 por ciento de la producción industrial del país (Valdez, Guzmán y Peniche, 2002).

Mapa 10.1. Región hidrológica XII. Lerma-Chapala



Fuente: Guzmán (2003).

El lago de Chapala es uno de los humedales que se encuentran en la lista del Convenio de Ramsar desde 2009. Lo anterior se debe fundamentalmente a que Chapala desempeña un papel de suma importancia en la preservación de la biodiversidad en el occidente del país (Ibarra y Bravo, 2014).

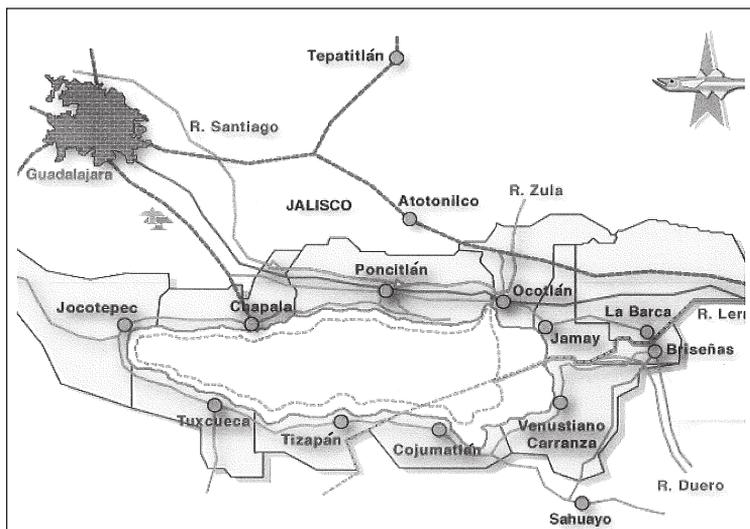
Este cuerpo de agua es de gran importancia histórica y cultural para México. El florecimiento de las culturas prehispánicas del centro-occidente del país no se puede entender sin tomar en cuenta la influencia del sistema de lagos y ríos que hoy conforman la cuenca Lerma-Chapala. La red de ríos y lagos que conforman el “eje neovolcánico” del occidente de México funcionó como base productiva y medio de interacción cultural y sociopolítica, y forjó la estabilidad de los pueblos originarios asentados en Mesoamérica. Desde entonces, la historia del país ha estado vinculada a esta cuenca.

Mapa 10.2. La cuenca Lerma-Chapala



Fuente: Guzmán (2003).

Mapa 10.3. Municipios de la cuenca propia del lago de Chapala



Fuente: Guzmán (2003).

En el periodo de la industrialización de México, en el siglo XX, la cuenca Lerma-Chapala jugó un papel preponderante. Aunque raramente se reconoce en la historia económica oficial, el perfil actual del país se debe en mucho a

la explotación de los recursos hídricos de esta cuenca. El México moderno es el producto de un enorme pasivo ambiental no reconocido, una externalidad en desarrollo, una especie de deuda contraída durante décadas de sobreexplotación de sus recursos hídricos.

Como afirman Durán y Torres, la crisis ambiental de la cuenca es generada por

...el modelo urbano-industrial en el uso del agua [aplicado] por una sociedad demandante de este recurso directa o indirectamente para sus servicios, así como por una agricultura subordinada al eje industrial que se ha generado a lo largo de la cuenca, en particular en este caso entre el lago de Chapala y Guadalajara, como resultado de las políticas y de las relaciones de poder de los actores sociales que intervienen en el uso, control y distribución de este recurso que ha sido considerado como un bien renovable e imperecedero, el cual siempre estará ahí cuando se le necesite (Durán y Torres, 2013: 2-3).

## LOS EFECTOS DEL CAMBIO CLIMÁTICO EN LOS LAGOS

Adrian *et al.* (2009) afirman que los lagos son buenos parámetros para medir los efectos del cambio climático porque los ecosistemas lacustres son sensibles a los cambios de la temperatura, responden a ellos con rapidez y se integra información sobre tales cambios en las zonas de recarga. Las evidencias se expresan en las respuestas físicas, químicas y biológicas, que se entremezclan con otros factores, como la eutrofización o la acidificación (Adrian *et al.*, 2009).

Cuando el ciclo natural del agua en una cuenca (el tránsito del líquido en el espacio biofísico por medio de la evaporación, la sublimación, la precipitación, los escurrimientos y la filtración del agua a los acuíferos y su regreso a los embalses naturales) se complementa con la actividad socioeconómica del ser humano (su utilización en los procesos productivos, la contaminación, así como el proceso de tratamiento y potabilización), podemos hablar de un ciclo hidrosocial. La salud del ciclo hidrosocial constituye el eje por medio del cual podemos explicar el desarrollo socioambiental de una comunidad asentada en una cuenca. Debido a que el cambio climático afecta fundamentalmente el factor hídrico, sus efectos se pueden analizar desde la perspectiva de la

alteración del ciclo hidrosocial. El cambio climático interfiere en los patrones de evaporación y precipitación y altera las dinámicas de las masas boscosas, los ritmos de filtración y escurrimientos y la química del agua, y desde la perspectiva social, altera los patrones de producción agrícola e industrial y afecta la salud pública y el bienestar de las comunidades.

Debido a que el cambio climático es un fenómeno multifactorial, que además genera bucles de retroalimentación relacionados con las corrientes de aire, los fenómenos climáticos de El Niño y La Niña, la dinámica de los reflejos o albedo, la evaporación, las emisiones de dióxido de carbono ( $\text{CO}_2$ ), aerosoles y demás gases de efecto invernadero, las temperaturas de los océanos, la actividad solar y la física de las nubes, entre otros factores, identificar las causas y consecuencias del fenómeno en cada cuenca en particular requiere un esfuerzo científico de gran envergadura. Los datos empíricos y la observación científica constituyen un excelente principio que permite incorporar los factores locales que determinan los efectos del cambio climático a escala micro. El reto consiste en encontrar la lógica de las sinergias que potencian los cambios de temperatura y que, en consecuencia, aceleran o contienen los efectos del cambio climático en los fenómenos naturales y sociales.

En lo que respecta a los lagos, el cambio climático tiene repercusiones muy claras. Según Hulme, Conway y Lu (2003), con el aumento en la temperatura promedio global en las regiones lacustres veremos un incremento en las temperaturas medias y cambios en las temperaturas extremas, las características temporales y espaciales en las precipitaciones y otras variables climáticas, incluyendo la radiación y cobertura de nubes, la humedad relativa, la velocidad del viento y el nivel del mar. Todos estos fenómenos tendrán impactos predecibles en el metabolismo de los lagos (como la estratificación térmica, la distribución de los nutrientes, la composición de las especies de peces) y en las características hidrológicas de los sistemas fluviales y lacustres.

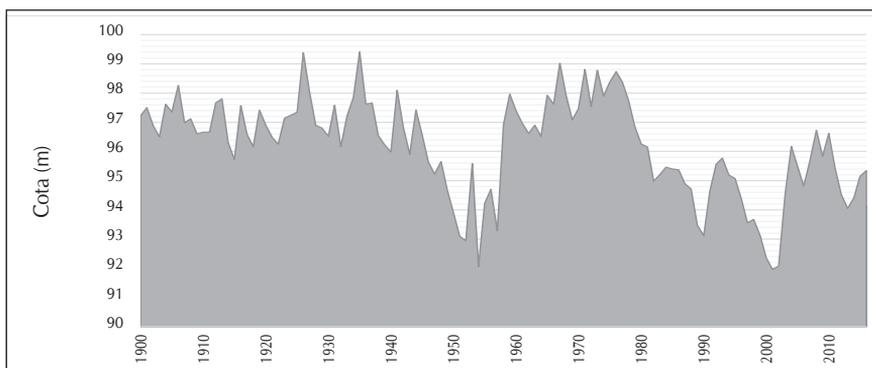
Sin embargo, en el caso de los lagos con presencia humana importante se prevé que las actividades productivas y sociales tendrán mayor relevancia en su equilibrio. El cambio climático será un catalizador.

## LA POLÍTICA HÍDRICA Y LOS NIVELES DEL LAGO DE CHAPALA

Como se observa en la gráfica 10.1, el nivel del lago tuvo un comportamiento muy irregular en el siglo XX. Los factores que intervinieron en las fluctuacio-

nes fueron tanto antropogénicos (incremento de la población, de la superficie de riego, etc.) como naturales, cambio en el régimen pluvial,<sup>3</sup> la temperatura, etcétera.

Gráfica 10.1. Niveles máximos y mínimos del lago de Chapala



Fuente: CEA Jalisco (2010).

En el siglo XX, la cuenca del río Lerma fue explotada bajo el modelo llamado “de oferta”, en el cual la política hídrica dio prioridad al abasto de agua para el desarrollo socioeconómico. Este esquema, caracterizado por una política hídrica centralizada, de favoritismo y vertical, empezó a mostrar señales de agotamiento en 1945. En este año dio inicio la transición al modelo “de demanda”, el cual llegó a su límite en la crisis de 1954, cuando Chapala descendió a su mínimo histórico de 1,817 millones de metros cúbicos (Mm<sup>3</sup>).

En 1954 se puso en marcha el nuevo modelo, el del “fin de la abundancia”. Sus características son la construcción de grandes represas para la irrigación, la competencia entre los usuarios y el surgimiento de instituciones de gestión como los consejos de cuenca.

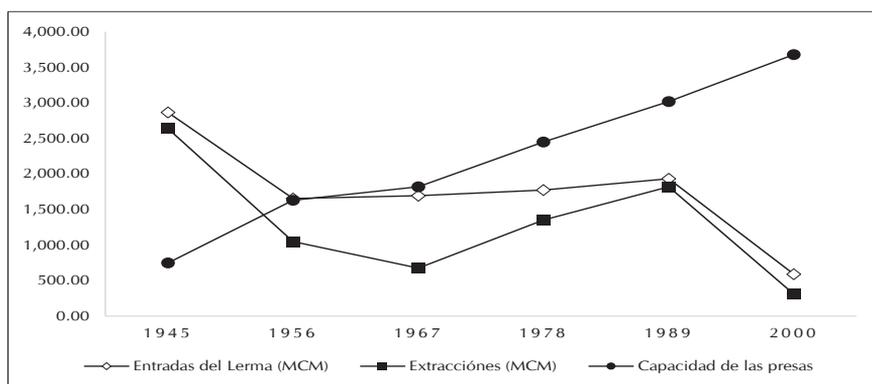
El modelo del “fin de la abundancia” tuvo su crisis en 1990, cuando la cota del lago alcanzó 92 metros. En esta época se dio un nuevo giro a la política de agua. Se pasó al “modelo de escasez o de mercado”, el cual dio lugar al acuerdo de distribución de agua de la cuenca y la creación de la Comisión

<sup>3</sup> El patrón de precipitación ha sido muy irregular desde el siglo pasado. Actualmente la tendencia es a la baja. En 2011 este indicador descendió hasta 481 milímetros de lluvia, muy por debajo de la media histórica de 711 mm (Semarnat, 2011). Estudios realizados por la autoridad del agua aseguran que esto se debe a los altos ritmos de deforestación y la rápida urbanización en la zona de estudio (Semarnat, 2004).

Nacional del Agua en 1989, la transferencia de los distritos de riego de 1991, la Ley de Aguas de 1992, la instauración del consejo de cuenca de 1993 y del sistema de administración de aguas subterráneas en 1995 (Wester y Burton, 2000).

Los impactos de los modelos de administración del agua en los volúmenes del lago se pueden identificar en la gráfica 10.2, que ilustra el volumen de almacenamiento de las presas, las aportaciones del río Lerma, las extracciones del lago y la superficie irrigada (Wester y Burton, 2000).

Gráfica 10.2. Entradas y extracciones del lago de Chapala y capacidad de las presas (Mm<sup>3</sup>)



Fuente: Elaboración propia con datos de Wester y Burton (2000).

Gráfica 10.3. Irrigación (ha)



Fuente: Elaboración propia con datos de Wester y Burton (2000).

A partir del análisis combinado de las gráficas 10.2 y 10.3 se pueden adelantar las siguientes hipótesis de trabajo.

- 1] Los factores relacionados con la gestión económica y social de la cuenca han influido de manera determinante en los niveles del lago.
- 2] El efecto combinado del aumento de la capacidad de las presas, las extracciones del lago, la disminución de las aportaciones del río Lerma y las hectáreas irrigadas son evidencias de la relocalización del agua de la cuenca de acuerdo con los requerimientos del desarrollo regional, en detrimento de los niveles históricos de agua en el lago de Chapala.

En la actualidad, según el convenio federal de distribución de 2014, las extracciones permitidas al lago de Chapala para la ciudad de Guadalajara son de 240 hectómetros cúbicos ( $\text{hm}^3$ ) anuales, y el caudal extraído en todo el sistema oscila entre 873.43 y 1,819  $\text{hm}^3$  (bajo escurrimientos calculados de 8,660.03 y 13,853.21  $\text{hm}^3$ , respectivamente) (DOF, 2014). En años recientes el lago de Chapala ha sufrido una crisis permanente. Desde principios de este siglo no ha podido recuperar ni la mitad de los volúmenes oficiales establecidos de cerca de ocho millones de metros cúbicos, y la calidad del agua se ha deteriorado al grado de convertirse en la cuenca más contaminada del país (Semarnat, 2004).

Sin embargo, surgen dos preguntas importantes: ¿cuál es el efecto del cambio climático en la situación actual del lago de Chapala?, ¿hasta qué punto el deterioro de la condición del lago se debe a los factores históricos arriba considerados? Partimos de la hipótesis de que el factor clima no es determinante. Sin embargo, la política de aguas no es sensible a los posibles efectos del cambio climático, por lo que es probable que sus efectos se magnifiquen.

Cuadro 10.1. Temperatura, cota, volumen y superficie del lago de Chapala

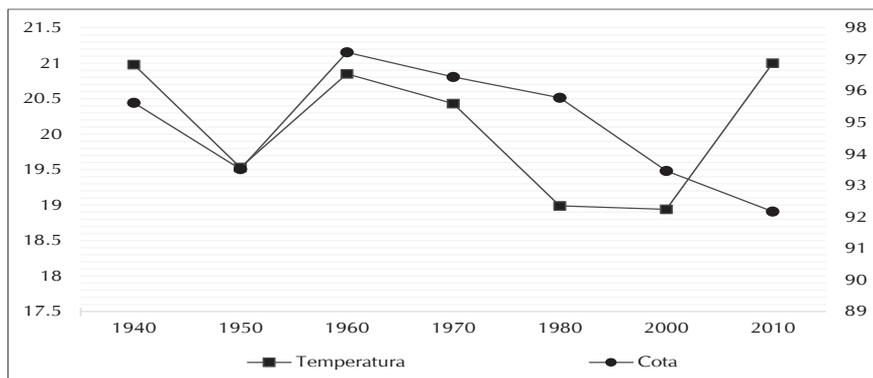
Año	Temperatura ( $^{\circ}\text{C}$ )	Cota (m)	Volumen ( $\text{Mm}^3$ )	(Superficie ha)
1940	20.98	95.62	5,515	109,903
1950	19.53	93.52	3,513	99,336
1960	20.85	97.22	7,330	114,282
1970	20.43	96.44	6,436	112,566
1980	18.99	95.78	5,693	110,500
1990	18.94	93.46	3,253	97,279
2000	21	92.17	2,077	84,838

Fuente: CNA (2010).

Según Hulme *et al.* (2003), para el lago de Chapala se esperan cambios en las precipitaciones y un incremento en la evaporación, lo cual ocasiona-

ría la disminución sustancial de los flujos de entrada y la reducción en su superficie y sus volúmenes. Sin embargo, los datos históricos muestran una correlación débil entre los cambios en la temperatura media, los volúmenes y la superficie promedio del lago.

Gráfica 10.4. Evolución de la temperatura (eje izquierdo) y la cota en el lago de Chapala (eje derecho)



Fuente: Elaboración propia con datos de CNA.

Si bien es cierto que los datos sugieren una relación inversa entre los incrementos de la temperatura y la baja en los niveles del lago (la cota o elevación con respecto al nivel del mar, el volumen y la superficie del lago), en un periodo tan corto y sin ponderar los factores antropogénicos no es posible sacar conclusiones serias sobre la naturaleza de la relación entre los dos fenómenos. Es más, la evidencia indica que, como sucedió en el siglo pasado, las fuertes fluctuaciones en los niveles del lago de Chapala han dependido más bien de la gestión y de otro tipo de factores antropogénicos relacionados con la cuenca Lerma-Chapala-Santiago.

#### LAS SINERGIAS ENTRE LA POLÍTICA DE AGUA, EL CAMBIO CLIMÁTICO Y EL LAGO DE CHAPALA

De la Mora *et al.* (2011) han modelado la relación entre el cambio climático y la concentración de oxígeno en el lago de Chapala y han llegado a la conclusión de que posiblemente disminuya en décadas futuras. Aunque su

trabajo no contempla riesgos para la biota lacustre, acontecimientos recientes relacionados por la muerte masiva de peces en lagos circunvecinos hacen necesario incorporar en los estudios otro tipo de factores, como la radiación solar, la velocidad y dirección del viento, etcétera.

Los efectos en el lago de Chapala han tenido repercusiones en la agricultura. En su estudio sobre el cultivo de maíz en las regiones aledañas, Zarazúa *et al.* (2011) afirman que el incremento en la incidencia de las temperaturas más extremas afectará el metabolismo de las plantas. La evidencia demuestra que el periodo de crecimiento húmedo se empieza a reducir, y con ello los requisitos de calor empiezan a ser cubiertos más rápidamente. Esto impactará la fotosíntesis y la respiración de las plantas y, como consecuencia del acortamiento de la duración del ciclo de cultivo, veremos una disminución en su demanda hídrica. La migración de las especies ha sido documentada a partir de los cambios en los patrones climáticos (Ruiz *et al.*, 2000).

La baja en los niveles del lago y la disminución de la disponibilidad de agua a lo largo de la cuenca tendrá repercusiones en los usos industriales y urbanos del recurso. Los altos niveles de contaminación existentes agudizarán la escasez y la necesidad de trasvasar agua de otras cuencas, con las consecuencias financieras y ecológicas que esto conlleva. Maderey y Jiménez (2000) han desarrollado un modelo de escenarios en el cual se predice un desequilibrio importante y una alta vulnerabilidad cuando se considera el cambio climático como factor de deterioro ambiental, junto con la sobreexplotación del recurso hídrico por factores antropogénicos.

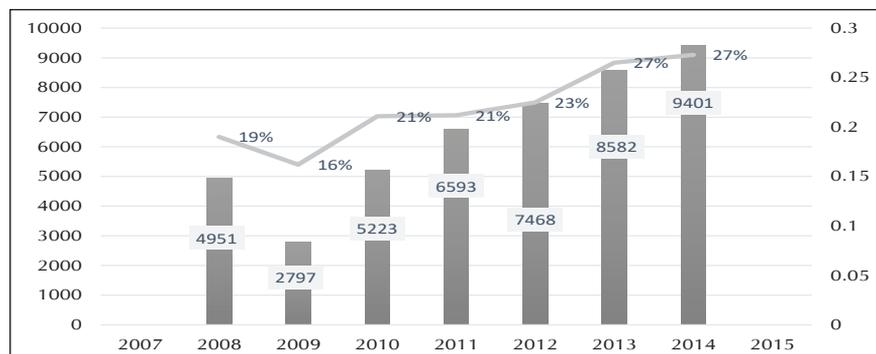
El lago de Chapala ha sufrido un proceso permanente y acelerado de extracciones de agua, exacerbado a partir del periodo de industrialización del país a mediados del siglo XX. Desde su nacimiento en las lagunas de Almoloya, Estado de México, el sistema aporta 14 metros cúbicos por segundo a la Ciudad de México, que no se contabilizan en el algoritmo de distribución diseñado por las autoridades federales y han deformado el funcionamiento natural de la cuenca en su conjunto (Maderey y Jiménez, 2001). A partir de ese punto, el sistema se drena por medio de la acción de cientos de obras de infraestructura hídrica como canales, presas de almacenamiento y de derivación, distritos de riego, abasto urbano e industrial, plantas petroquímicas, etc., hasta llegar al lago de Chapala. De acuerdo con el Instituto Nacional de Ecología, se cuenta un total de 552 presas y bordos a lo largo de la cuenca, es decir, una presa por cada 97.1 kilómetros cuadrados (Cotler y Gutiérrez, 2005: 5). Río abajo, al occidente del lago de Chapala, el sistema sufre más extracciones de agua del río Santiago para uso urbano, la agricultura y la industria maquiladora de exportación (Durán y Torres, 2003). Según la

Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura los escurrimientos han descendido en los últimos años debido a “[...] su alto aprovechamiento, a la regulación de sus grandes obras hidráulicas y la desaparición de manantiales provocada por la sobreexplotación de aguas subterráneas en donde los afluentes, naturales perennes, ahora presentan tramos sin escurrimiento en algunas épocas del año” (FAO, s.f.).

La sobreexplotación del recurso hídrico en México está vinculada a la implementación del modelo de economía abierta, orientada al sector externo. Dado el bajo costo del líquido en México, la reestructuración de las exportaciones ha sido guiada hacia sectores productivos intensivos en el uso de agua para garantizar la competitividad de las mercancías mexicanas en el mercado mundial.

En 2014, las exportaciones alcanzaron una cifra récord. Según el Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI), las ventas de los productos mexicanos en el extranjero alcanzaron los 397,536 millones de dólares. Por su parte, la estructura de las exportaciones presenta una mayor orientación hacia productos con uso intensivo del agua. En particular, la industria automotriz, que ha recibido un gran impulso durante la presente administración, se caracteriza por un alto consumo de agua virtual. Según los cálculos de la Agencia de Protección Ambiental (EPA) de Estados Unidos, la producción de cada automóvil consume en promedio 39,090 galones de agua. La gráfica 10.5 expresa el rápido incremento de las exportaciones automotrices de México. Las más grandes plantas ensambladoras de autos del país se encuentran en el territorio de la cuenca que alimenta al lago de Chapala.

Gráfica 10.5. Exportaciones de la industria automotriz en México, 2008-2014 (millones de dólares)



Fuente: Elaboración propia con datos de INEGI (2014).

En especial, la región norte, donde se encuentran las actividades productivas con gran demanda de agua (como la industria automotriz) y altos niveles de contaminación, es considerada una de las regiones que presentan mayor riesgo. Se calcula una disminución de la precipitación promedio del 3.27 por ciento y un incremento de la temperatura de 1.04 grados centígrados para el año 2030 (Rivas *et al.*, 2012; Patiño *et al.*, 2012). Ante la inminente escasez, la política hídrica ha sido direccionada hacia la concentración del agua en las zonas industriales. Tal es la racionalidad de la construcción del proyecto emblemático en la región de estudio, la presa El Zapotillo, el cual derivará 119 millones de metros cúbicos anuales de agua.

En general, la política de aguas en la cuenca Lerma-Chapala en años recientes ha ocasionado graves desequilibrios en el funcionamiento natural del ciclo hídrico. Las acciones planteadas para el futuro inmediato continúan por la misma línea a pesar de que en las recientes leyes sobre el cambio climático a nivel federal y estatal se establece como objetivo “proteger a los ecosistemas más vulnerables” (Gobierno de la República, 2014: 22).

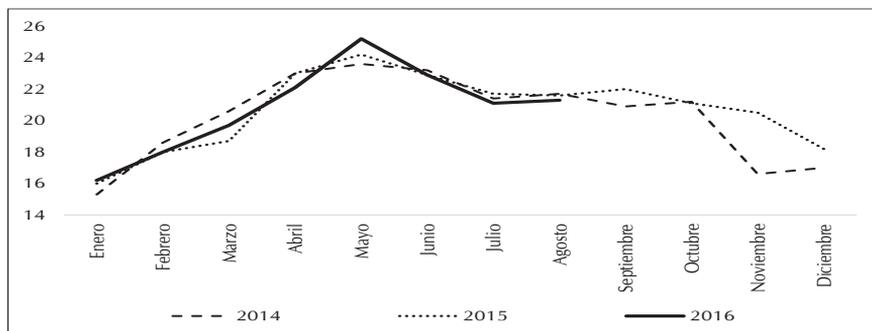
La estrategia de la política de aguas en la cuenca y en el propio lago es una expresión de la problemática de la política y gestión ambiental mexicana (PGAM) en general. Como afirma Provencio (2004), se puede considerar que el Estado mexicano cuenta con una PGAM diferenciada de la política general de desarrollo desde hace unas cuatro décadas. Desde entonces ha sufrido transformaciones tanto en el marco institucional como en su orientación conceptual. En la segunda década del nuevo milenio, la PGAM se caracteriza por la utilización de los instrumentos de mercado y la desregulación. En lo que se refiere a la gestión de los recursos hídricos, como consta en la propuesta de la Ley de Aguas Nacionales de 2015, existe una clara tendencia a la privatización de los servicios de abasto y saneamiento y el abandono del concepto de “derecho humano al agua”, incorporado en 2012 en la Constitución.

Es frecuente que algunos proyectos respondan más a intereses particulares que a acciones de una estrategia de política de desarrollo sostenible. En el caso del lago de Chapala, en general, la política pública ha privilegiado usos del agua en relación con presiones coyunturales de grupos políticos, ya sean éstas proyectos relacionados con la demanda de agua de la ciudad de Guadalajara, la localización económicamente eficiente de agua virtual en exportaciones de alto valor agregado, la especulación de bienes raíces en las tierras que ha liberado la disminución de la superficie del lago o las necesidades de los gobiernos municipales en su ribera. Ninguno de los proyectos representa un continuo de administración sustentable de Chapala ni considera los efectos a corto o largo plazo del cambio climático.

En lo que respecta al abasto urbano de agua, la política de aguas del lago de Chapala se centra en la construcción de un segundo acueducto que permita un mayor bombeo del líquido para satisfacer más de la mitad de la demanda de agua de la zona metropolitana de Guadalajara, urbe de más de cinco millones de habitantes. De igual manera, se planea la construcción de una serie de presas –entre ellas El Purgatorio y El Zapotillo– cuyo objetivo consiste en abastecer de agua a otros centros urbanos vecinos y atender la demanda de agua de la industria y la agricultura de hortalizas y frutillas de exportación y de gran consumo de agua. En suma, la administración del agua del lago se fundamenta en el inmediatez e ignora los efectos señalados por las propias autoridades del agua y los evidentes efectos actuales de los cambios en el comportamiento del clima.

El principal instrumento de gestión del agua de la cuenca y del lago de Chapala es el decreto de la subregión hidrológica de la cuenca Lerma-Chapala de 2014. Como se señala líneas arriba, en él se establecen los volúmenes oficiales de distribución de acuerdo con algoritmos basados en los escurrimientos medios históricos a lo largo de toda la cuenca. Aunque establece cantidades obligatorias de distribución, los representantes de los sistemas de riego y los usuarios de las presas que miden el flujo del agua hacia el lago cuenca arriba, como regla, no cumplen con lo establecido en el decreto de 2014 ya que en éste no se contemplan medidas coercitivas. Las disputas por el líquido a lo largo de la cuenca siguen resolviéndose, como se ha hecho históricamente, de acuerdo con el posicionamiento político de los actores. Como resultado, el agua no llega al lago en las cantidades que estipula la ley. En tiempos de crisis, Chapala se mantiene gracias a escurrimientos locales y a manantiales propios localizados en la base del lago o en sus alrededores.

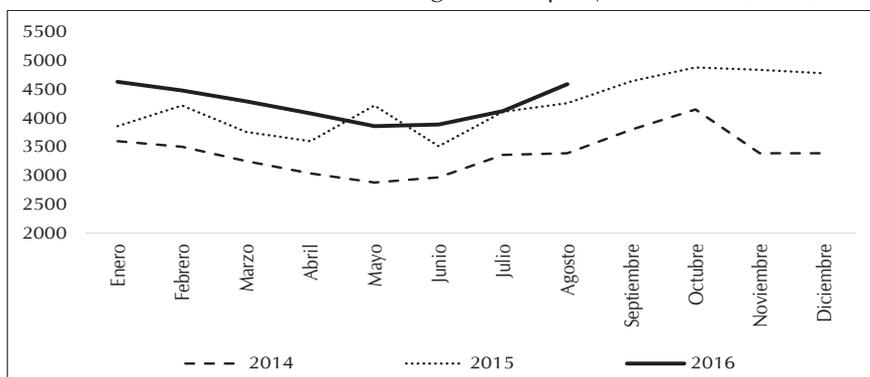
Gráfica 10.6. Temperatura de Guadalajara, 2014-2016 (°C)



Fuente: Elaboración propia con datos del Servicio Meteorológico Nacional (SMN).

El deterioro del lago de Chapala, que se manifiesta en la disminución de su volumen de agua, tendrá efectos colaterales. La desaparición de los servicios ecosistémicos que presta el lago, entre ellos el de ser el principal termorregulador del microclima de las poblaciones aledañas y de la zona metropolitana de Guadalajara, tendrá un elevado costo. El clima templado de la zona constituye uno de los principales atractivos tanto para el turismo como para la inversión extranjera y la inmigración de ciudadanos norteamericanos, que representan uno de los principales aceleradores de la economía local.

Gráfica 10.7. Volúmenes del lago de Chapala, 2014-2016 (Mm<sup>3</sup>)



Fuente: Elaboración propia con datos de la Comisión Estatal del Agua Jalisco (CEA) (2016).

## CONCLUSIONES

La política de gestión del lago de Chapala no es sensible en lo que respecta a los efectos presentes y los que pudiera tener en el futuro el cambio del patrón del clima, expresados en los análisis realizados por las propias autoridades. Lo anterior aunque en el discurso la política ambiental incluye una serie de principios que tienen el objetivo de salvaguardar las áreas vulnerables.

De no corregirse el rumbo, la política hídrica será un catalizador de los efectos negativos del cambio climático en el lago de Chapala: el aumento de la temperatura, la disminución de los escurrimientos, de los volúmenes del lago y de la superficie de éste, así como el aumento de la contaminación. Las repercusiones de los fenómenos señalados dependerán del tipo de sinergia que exista entre ellas. Sin embargo, con base en las incipientes evidencias empíricas sobre la zona de estudio, existen suficientes elementos para suponer

que se pueden expresar en cambios en los patrones de los cultivos agrícolas, la disminución de la producción pesquera en el lago, el abasto de granos y la producción de alimentos en general, la disminución del valor en el mercado de bienes raíces y de la actividad turística, y una crisis en el abasto de agua para la zona metropolitana de Guadalajara. A escala macroeconómica, se puede prever una disminución en la inversión extranjera en sectores que impulsan las exportaciones provenientes de sectores estratégicos, como la agroindustria y la industria automotriz.

## REFERENCIAS

- Adrian, R. *et al.* (2009). Lakes as sentinels of climate change. *Limnology and Oceanography*, 54, 2283-2297.
- Comisión Estatal del Agua Jalisco (CEA) (2010). Niveles máximos y mínimos del lago de Chapala: CEA Jalisco. Recuperado de <http://www.ceajalisco.gob.mx/contenido/chapala/chapala/niveles.html> (consultado en septiembre de 2016).
- Cotler, H. y Gutiérrez, S. (2005). Inventario y evaluación de presas en la cuenca Lerma-Chapala. México: Instituto Nacional de Ecología. Recuperado de [http://www.inecc.gob.mx/descargas/cuencas/inv\\_eval\\_presas.pdf](http://www.inecc.gob.mx/descargas/cuencas/inv_eval_presas.pdf) (consultado en febrero de 2015).
- Diario Oficial de la Federación (DOF)* (2014). Decreto por el que por causas de interés público se suprimen las vedas existentes en la subregión hidrológica Lerma-Chapala, y se establece zona de veda en las 19 cuencas hidrológicas que comprende dicha subregión hidrológica.
- Durán, J. M. y Torres, A. (2002). Crisis ambiental en el lago de Chapala y el abastecimiento para Guadalajara. *Gnosis*, 1(6).
- Gobierno de la República (2014). Estrategia Nacional de Cambio Climático 10-20-40. México: Gobierno de la República.
- Guzmán, M. (2003). *Chapala: una crisis programada*. Guadalajara: Universidad de Guadalajara.
- Hulme, M., Conway, D. y Lu, X. (2003). Climate change: an overview and its impacts in Living Lakes. Reporte preparado para la V Conferencia de Lagos Vivos, "Cambio climático y gobernanza: manejando los impactos de los lagos". Reino Unido: Instituto Zuckerman para la Investigación Ambiental Conectiva, Universidad de East Anglia.
- Ibarra, S. y Bravo, M. (2014). El lago de Chapala (y 140 humedales mexicanos más) inscrito en la convención Ramsar. ¿Cuáles son los mecanismos de

- cumplimiento? Ponencia presentada en el IV Congreso de Ciencia y Arte del Paisaje. Recuperado de [http://www.milenio.com/region/Lago-Chapala-Convencion-Ramsarmecanismos-cumplimiento\\_MILFIL20150203\\_0002.doc](http://www.milenio.com/region/Lago-Chapala-Convencion-Ramsarmecanismos-cumplimiento_MILFIL20150203_0002.doc) (consultado en febrero de 2015).
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI) (2014). Censos Económicos 2014. Aguascalientes: INEGI.
- Maderey, L. y Jiménez, A. (2000). Los recursos hidrológicos del centro de México ante un cambio climático global. En Gay, C. (comp.), *México: una visión hacia el siglo XXI. El cambio climático en México*. México: Instituto Nacional de Ecología.
- Maderey, L. y Jiménez, A. (2001). Alteración del ciclo hidrológico en la parte baja de la cuenca alta del río Lerma por la transferencia de agua a la Ciudad de México. *Investigaciones Geográficas*, 45, 24-38. Recuperado de <http://www.redalyc.org/pdf/569/56904503.pdf> (consultado en marzo de 2014).
- Mora, C. de la, Flores López, H. E., Durán Chávez, A. y Ruiz Corral, J. A. (2011). Cambio climático y el impacto en la concentración de oxígeno disuelto en el lago de Chapala. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 2, 381-394.
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO) (s.f.). Reporte de la iniciativa de la ganadería, el medio ambiente y el desarrollo (LEAD)-integración por zonas de la ganadería y la agricultura especializadas (AWI)-opciones para el manejo de efluentes de granjas porcícolas de la zona centro de México. Recuperado de <http://www.fao.org/wairdocs/lead/x6372s/x6372s00.htm> (consultado en febrero de 2015).
- Patiño, C. *et al.* (2012). Portafolio de medidas de adaptación al cambio climático en el escurrimiento superficial de las regiones hidrológico administrativas de México. Instituto Mexicano de Tecnología del Agua e Instituto Nacional de Ecología. Informe final. Recuperado de [http://www.inecc.gob.mx/descargas/cclimatico/2012\\_med\\_adap\\_cc\\_reg\\_hidro.pdf](http://www.inecc.gob.mx/descargas/cclimatico/2012_med_adap_cc_reg_hidro.pdf) (consultado el 14 de febrero de 2015).
- Provencio, E. (2004). Política y gestión ambiental contemporánea en México. *Economía Informa*, 328, 5-24.
- Rivas, I. y otros (2012). Vulnerabilidad hídrica global ante el cambio climático de la cuenca Lerma-Chapala. Ponencia presentada en el XXII Congreso Nacional de Hidráulica, 7-9 de noviembre, Acapulco, Guerrero.
- Ruiz Corral, J., Ramírez Díaz, J. L., Flores Mendoza, F. J. y Sánchez González, J. J. (2000). Cambio climático sobre la estación de crecimiento de maíz en jalisco, México. *Revista Fitotecnia Mexicana*, 23, 169-182. Re-

- cuperado de <http://www.revistafitotecniamexicana.org/documentos/23-2/1a.pdf> (consultado el 14 de enero de 2015).
- Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (Semarnat) (2004). Acuerdo de coordinación para la recuperación y sustentabilidad de la cuenca Lerma-Chapala. Recuperado de [http://ccds.semarnat.gob.mx/regiones/r-co/2002-2004/sesiones\\_ordinarias/21\\_sesion\\_2004/dosc\\_presentados\\_pdf/acuerdo-cuenca-lerma.pdf](http://ccds.semarnat.gob.mx/regiones/r-co/2002-2004/sesiones_ordinarias/21_sesion_2004/dosc_presentados_pdf/acuerdo-cuenca-lerma.pdf) (consultado el 5 de marzo de 2014).
- Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (Semarnat) (2011). Comunicado de prensa 450-11.
- Servicio Meteorológico Nacional (2016). Temperatura de Guadalajara, agosto de 2016.
- Valdez, A., Guzmán, M. y Peniche, S. (2002). *Chapala en crisis*. Guadalajara: Universidad de Guadalajara.
- Wester, P. y Burton, M. (2000). Managing the water transition in the Lerma-Chapala Basin, Mexico. En *Intersectorial management of river basins in developing countries: strategies for poverty alleviation and agricultural growth* (pp. 161-181). Loskop Dam, South Africa: IWMI. Recuperado de <http://library.wur.nl/WebQuery/wurpubs/120584>
- Zarazúa Villaseñor, P., Ruiz Corral, J. A., González Eguiarte, D. R., Flores López, H. E. y Ron Parra, J. (2011). Impactos del cambio climático sobre la agroclimatología del maíz en Ciénega de Chapala, Jalisco. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 2, 351-363.

**PARTE III**  
**GESTIÓN**

# 11. LA GESTIÓN COMUNITARIA DEL AGUA COMO ALTERNATIVA PARA EL ACCESO A ELLA EN LAS ZONAS RURALES

*Judith Domínguez Serrano*<sup>1</sup>

## INTRODUCCIÓN

En México la política pública para atender los problemas de dotación de agua a la población rural ha tenido resultados modestos aun cuando es de vital importancia para el bienestar de las comunidades. Por décadas ha existido cierto olvido de las zonas rurales en cuanto al acceso al agua. No es que no se hayan aplicado recursos financieros a la problemática del líquido en ellas, desde 1996 existe el Programa para la Sostenibilidad de los Servicios de Agua Potable y Saneamiento en Comunidades Rurales (PROSSAPYS), y la cobertura ha aumentado. No obstante, la sostenibilidad de los propios sistemas continúa siendo un desafío. No se ha encontrado la fórmula que les permita ser autosuficientes en su operatividad, y los esfuerzos en el corto periodo de tiempo en que se aplican los recursos, que es de un año, se concentran más en la terminación de la obra que en la capacitación para operarla en el tiempo.

Las diversas evaluaciones de desempeño presupuestal que ha realizado el Consejo Nacional de Evaluación de la Política de Desarrollo Social (Coneval) desde 2008 hasta la fecha, o las que la propia administración federal del agua ha llevado a cabo, las evaluaciones externas o las de organismos internacionales coinciden en dos hechos: por un lado, reconocer que se ha avanzado en la ampliación de la cobertura; por otro, que no ha habido una

---

<sup>1</sup> Profesora investigadora y coordinadora académica del Doctorado en Estudios Urbanos y Ambientales del Centro de Estudios Demográficos, Urbanos y Ambientales de El Colegio de México.

focalización adecuada de los recursos, lo que ha limitado el impacto del presupuesto; es decir, pudo haberse avanzado más previamente.

No obstante esta aseveración inicial, no se puede dejar de reconocer que se ha atendido específicamente y en forma diferenciada el abasto de agua en las zonas rurales como parte de una política nacional. Desde 1950 hasta la fecha, la cobertura aumentó considerablemente (gráfica 11.1) y hoy en día la sostenibilidad de los sistemas es tan relevante como la cobertura. De acuerdo con los datos oficiales más recientes (Conagua, 2015a) ocho millones de personas no tienen acceso al agua en el país, de las cuales cuatro millones y medio son rurales (Conagua, 2015b). Las reglas de operación por las que se otorgan subsidios a las autoridades municipales y estatales se han perfeccionado y prevén muchas situaciones sobre las que se llamó la atención en las evaluaciones; sin embargo, el desconocimiento y el alejamiento de la federación ha derivado en reglas que son buenas pero inaplicables en muchos rubros.

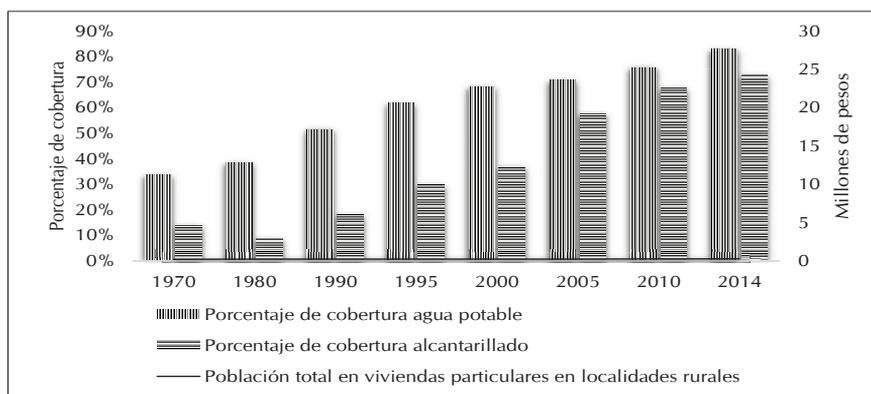
#### LA EVOLUCIÓN DE LA COBERTURA DE AGUA POTABLE, DRENAJE Y ALCANTARILLADO EN LAS ZONAS RURALES

La cobertura de agua en zonas rurales en la década de los cincuenta era muy baja. El presidente Lázaro Cárdenas, como parte de su política de atención a los pequeños usuarios y a la población del medio rural, había emprendido acciones directas en estas zonas y con ello aumentó la cobertura. La política explícita de atención a las zonas rurales surgió a raíz de los problemas de salud asociados al agua —como el cólera en zonas del país especialmente deprimidas en lo económico—, lo que evidenció la falta de intervención gubernamental. Tanto la federación como los estados se abocaron a atender estas emergencias, de las que surgiría, para atender a las zonas rurales, el Programa de Agua Limpia (PAL), con acciones específicas que incidieron en el acceso al líquido. Con esta política nacional coexistieron los comités de agua en zonas rurales, que habían surgido en la segunda mitad del siglo pasado y de los que se han hecho varios estudios, pero la legislación desconoció estas figuras que tradicionalmente habían funcionado. Para la construcción y el manejo de la infraestructura de agua potable, drenaje y alcantarillado se crearon las juntas de agua potable financiadas por la federación, pero en las que participaron también los estados y, en mucho menor medida, autoridades locales. Estas juntas también se crearon en zonas rurales, pero fueron mucho menos, pues la

preocupación estaba enfocada en las zonas urbanas. La evolución de la cobertura de agua se muestra en la gráfica 11.1.

Como se observa, la cobertura de agua potable para zonas rurales en 1970 apenas llegaba al 33.7 por ciento, y la del alcantarillado al 13.8 por ciento. En 1980 la cobertura de agua potable había aumentado a 38.6 por ciento, pero la de alcantarillado disminuyó en 8.6 por ciento principalmente por el aumento de la población en viviendas rurales y el estancamiento de la construcción de sistemas rurales de alcantarillado. De 1990 a 2014 ambas coberturas muestran una tendencia positiva; no obstante, resalta el comportamiento de la cobertura de alcantarillado, que de tener una brecha de hasta cuatro veces en comparación con la de agua potable, en 2014 estuvo tan sólo diez puntos porcentuales por debajo. La brecha empieza a disminuir considerablemente, entre otras razones, gracias al financiamiento de programas federales dirigidos a la construcción de infraestructura para las zonas rurales.

Gráfica 11.1. Evolución de la cobertura del servicio de agua potable y alcantarillado en zonas rurales, 1970-2014



Fuente: INEGI, Censos de población y vivienda de 1970, 1980, 1990, 2000 y 2010, y Conagua (2015b).

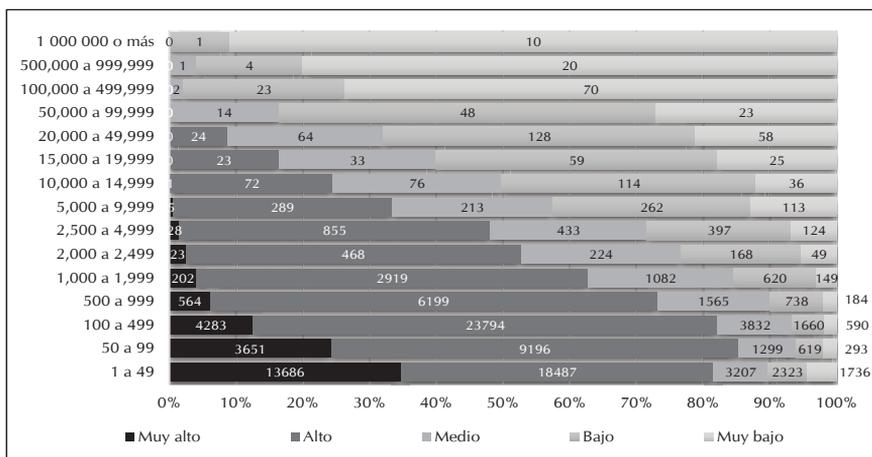
Hoy en día, cuando es imperativo cumplir con el derecho humano al agua y saneamiento en nuestro país —que además se considera parte del bienestar integral del ser humano—, se visibiliza el olvido de la población rural, donde no existe continuidad ni calidad de agua para consumo humano. En ella están latentes enfermedades asociadas a vectores hídricos que con un poco que se intensifiquen ciertas condiciones (lluvias intensas, tempe-

raturas extremas, contaminación de fuentes de agua por el escaso control) producirían episodios por los que ya hemos pasado, como el cólera por la contaminación de agua en varios estados de la república; pero empiezan a salir además por metales pesados, contaminantes emergentes o muy tóxicos. Y no sólo esto, la apropiación de fuentes de agua con o sin título jurídico habilitante es otro problema que está surgiendo en ámbitos rurales, lo cual provoca un sinnúmero de conflictos locales.

### LA POBLACIÓN RURAL EN MÉXICO

La población rural comparte características muy particulares, como la poca conectividad o el aislamiento, carencias en infraestructura y servicios básicos, así como altos grados de marginación. De acuerdo con el Consejo Nacional de Población (Conapo), el 80.39 por ciento de las localidades menores de 2,500 habitantes con algún grado de marginación tienen grados *muy alto* y *alto* de ella, lo que representa prácticamente el 70 por ciento de la población rural de México. Las características del mundo rural de alta dispersión geográfica, pobreza más acentuada, crecimiento de la mancha urbana y migración dificultan el éxito de las soluciones tradicionales para la construcción de los sistemas de agua.

Gráfica 11.2. Grado de marginación por tamaño de localidad, 2010



Fuente: Elaboración propia con cifras de Conapo. Índices de marginación 2010.

La población rural representa el 23 por ciento del total, de acuerdo con el Censo de Población y Vivienda 2010. Se encuentra principalmente en los estados de Veracruz (2.9 millones), Chiapas (2.4 millones) y Oaxaca (2 millones). Tratándose del número de localidades rurales, Veracruz ocupa el primer lugar del país con 20,513, y Chiapas el segundo con 19,813.<sup>2</sup>

## LA GESTIÓN COMUNITARIA DEL AGUA

La gestión social o comunitaria del agua ha sido tema de diversos artículos e investigaciones en el país. Se reportan análisis específicos que documentan y revelan no sólo su existencia sino, en varios casos, un buen funcionamiento. Sin embargo, la política nacional de agua potable, drenaje y alcantarillado pareciera moverse en otra dirección, que no reconoce su existencia, y mucho menos utiliza las estructuras creadas, que pueden ser muy útiles para atender el problema de sostenibilidad.

En comparación con lo que ocurre en otros países,<sup>3</sup> en México existe una brecha respecto al grado de conocimiento sobre los sistemas rurales de agua.

Se estima que en América Latina y el Caribe existen más de 70,000 sistemas rurales de agua, algunos de ellos con más de cincuenta años de antigüedad, que atienden a más de 70 millones de personas en la región (De la Peña, 2016). De acuerdo con datos de la Confederación Latinoamericana de Organizaciones Comunitarias de Agua (CLOCSAS), la población que éstas atienden representa entre el 20 y 40 por ciento de la población de la región. En varios países latinoamericanos se ha avanzado en el reconocimiento expreso jurídico, e incluso constitucional, que apoya estas formas de gestión comunitaria. No se trata sólo de su reconocimiento, sino sobre todo de su efectividad. Nos hemos rezagado frente a Latinoamérica respecto a su reconocimiento,

---

<sup>2</sup> En el último censo se registró un total de 192,247 localidades habitadas, de las cuales 188,596 son rurales y tienen en conjunto 26,049,769 habitantes. En México la población rural es aquella que vive en localidades menores de 2,500 habitantes. En contraste, las localidades urbanas son 3,651 y tienen una población de 86,286,769 personas. Esto significa que aun cuando el 98 por ciento de las localidades del país son rurales, sus habitantes en conjunto apenas representan el 23 por ciento de la población total.

<sup>3</sup> Existen alianzas entre Panamá, Honduras, Nicaragua, República Dominicana, Costa Rica y Perú para generar y compartir información, recibir apoyo técnico, monitoreo y medición del desempeño. Recientemente se incorporó el estado de Oaxaca, México, pero esta acción no ha sido secundada por ninguna otra entidad (Sistema de Información de Agua y Saneamiento Rural, <http://www.siasar.org/>).

cuando compartimos con esta región planteamientos culturales que influyen en la concepción de la relación sociedad-naturaleza, entre ellos el agua, y la propia gestión en ámbitos rurales o indígenas.

En México se han documentado casos de sistemas comunitarios de agua potable en algunos poblados rurales de los estados de México (Díaz, 2014), Hidalgo (Escamilla y Palerm, 2007, 2012), Guerrero (Toribio y López, 2015), Michoacán (Sandoval y Günther, 2011), Veracruz (Aguilar, 2011; Castillo, 2012), Chiapas (Soares, 2007; Gutiérrez, Nazar, Zapata, Contreras y Salvatierra, 2013), Tabasco (FODM, 2011, 2012) o Tlaxcala (Escobar, 2015), que si bien muestran características de otra forma de gestión de agua, no han incidido en la política nacional. Esto no obstante que se han documentado organizaciones sociales proveedoras de agua con más de un lustro de existencia que presentan trayectorias con participación intermitente, es decir, están latentes; aparecen o desaparecen en el tiempo de acuerdo con las necesidades y demandas de agua, pero reciben poco apoyo de los municipios o del estado.

La falta de reconocimiento institucional de la gestión comunitaria del agua tiene varias explicaciones, entre ellas la debilidad organizativa en el interior de la misma, la desconfianza hacia las autoridades municipales y la propia condición de los habitantes rurales, que por su marginación, dispersión y aislamiento no facilitan su atención.

La organización comunitaria en materia de agua potable se presenta de manera muy desvinculada, en parte, por sus características de localización de difícil acceso. Esta condición puede ser distinta cuando son sistemas múltiples,<sup>4</sup> esto es, si la infraestructura hidráulica une a diversas localidades rurales (CAEV, 2016); pero son casos poco frecuentes, o al menos poco documentados.

La poca incidencia también se encuentra en la escasa asociación que existe en el interior y la poca vinculación con los distintos niveles de gobierno, que se queda en el apoyo para comprar o rehabilitar la infraestructura hidráulica. También influye la desconfianza de las localidades rurales hacia las autoridades municipales o estatales, que alimenta aún más esta falta de colaboración entre las distintas partes.

---

<sup>4</sup> Los sistemas múltiples son considerados así por la Comisión de Agua del Estado de Veracruz, de acuerdo con una entrevista llevada a cabo en 2016 con un funcionario de la misma Comisión Estatal.

## RECONOCIMIENTO LEGAL DE LA PARTICIPACIÓN SOCIAL EN LA PRESTACIÓN DE LOS SERVICIOS DE AGUA POTABLE, DRENAJE Y ALCANTARILLADO

La reforma al artículo 115 constitucional que atribuyó a los municipios la prestación de los servicios públicos de agua potable, drenaje y alcantarillado, como parte del proceso de descentralización, tuvo la intención de gestionar en forma directa los problemas locales. No obstante, a tres décadas de la reforma se constata que la mayoría de los municipios no lograron gestionarlos adecuadamente, con criterios de eficiencia. La atribución exclusiva para la prestación del servicio, que sólo bajo un convenio puede brindar el estado, es una de las causas por las cuales no se impulsó o fortaleció la gestión comunitaria existente.

Los municipios juegan un papel fundamental en la creación de un marco regulatorio con el fin de incentivar una actuación de la gestión comunitaria con obligaciones y derechos bien definidos para la prestación de dichos servicios. Como ejemplos de gestión comunitaria organizada se pueden citar los municipios del estado de Guanajuato, pues alrededor de nueve cuentan con reglamentos para la administración, operación y mantenimiento de los sistemas rurales de agua potable y saneamiento, proceso impulsado por el estado. Otro caso similar es el de estado de Chihuahua, que desde la propia Comisión Estatal de Aguas apoya en rubros como capacitación, obra hidráulica o la construcción de la tarifa.

La buena intención que llevó a la reforma del artículo 115 constitucional fue también un argumento para no considerar en las posteriores leyes de agua las formas de gestión de ésta que existían en el ámbito rural, que no sólo incluían el abastecimiento, sino también agua para el pequeño riego, con base en la organización autogestiva propia de pueblos, comunidades o ejidos. Esto derivó, *de facto*, en la coexistencia de diversas formas de acceder al agua y apropiarse de ella, unas reconocidas legalmente y otras aceptadas por la sociedad; sin embargo, son débiles en su propia estructura, lo que repercute en la sostenibilidad de los sistemas.

La Ley de Aguas Nacionales vigente (de 1992, con grandes reformas en 2004) no reconoce más gestión que la gubernamental, y no entra al detalle en su regulación, que es materia de la legislación estatal de aguas. A nivel nacional, 17 legislaciones de agua estatales reconocen este tipo de gestión. En su mayoría, tan sólo mencionan que pueden adoptar las figuras jurídicas que consideren pertinentes, o que los usuarios pueden organizarse para administrar ellos mismos la dotación de agua potable y alcantarillado. Si acaso la legislación de San Luis Potosí difiere de las demás porque consi-

dera las instancias de gestión comunitaria como organismos auxiliares del ayuntamiento, constituidos y reglamentados por éste. La mayoría cuentan con reconocimiento legal, pero no se explicita que se requiere concesión del ayuntamiento. Esta figura administrativa permitiría el reconocimiento de las diversas formas de gestión del agua en el ámbito rural, a las que se brinde asesoría, capacitación y apoyo sistemático, y al mismo tiempo, el respeto de la competencia constitucional municipal.

Mapa 11.1. Reconocimiento estatal y municipal de la gestión comunitaria, 2016



Fuente: Elaboración propia con datos obtenidos de esta investigación.

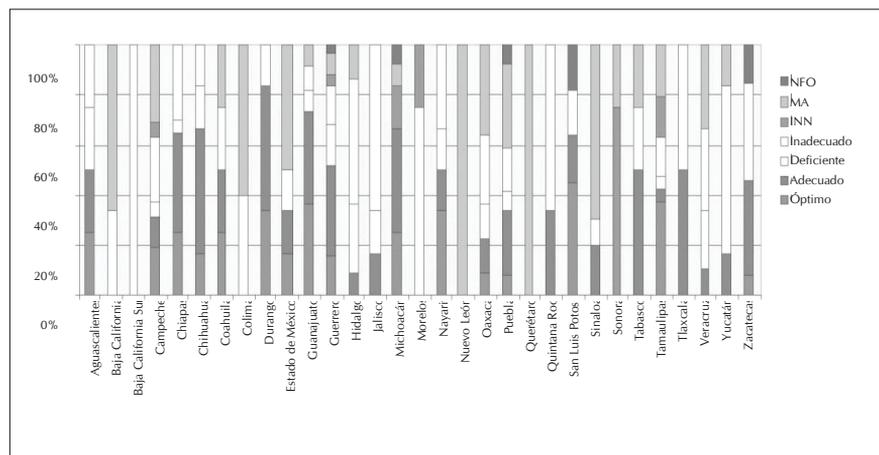
Sin embargo, aunque no exista el reconocimiento en la Ley de Aguas Nacionales vigente, a través de los programas federalizados se apoya su constitución, pues las reglas de operación de los programas establecen varios requisitos para construir una obra hidráulica en localidades rurales. Entre ellos, que exista la solicitud por parte de la localidad ante el ayuntamiento, lo que demuestra la aceptación comunitaria de la obra, pues se había construido infraestructura de agua potable, drenaje o tratamiento de aguas que no fue utilizada por la comunidad porque no la solicitó, no generó apropiación social de la misma o tenía una solución distinta.

Otro requisito es que se forme un comité de agua rural, lo que permitiría facilitar la organización comunitaria. La limitación de esta previsión radica en que este comité se construye para dar seguimiento a la obra durante un

año y funciona como el comité de contraloría social de la obra, que supervisa el correcto ejercicio presupuestal; pero lo que se requiere es más que esa constitución del comité. Éste debe capacitarse en rubros organizativos para facilitar la asociatividad; en rubros administrativos, contables y técnicos, para poder gestionar las obras una vez que le sean entregadas, para cobrar tarifas que reflejen el costo de la operación o para socializar una cultura del agua entre los habitantes.

Las evaluaciones recientes financiadas por el BID de acuerdo con la Conagua, que encargaron al Instituto Mexicano de Tecnología del Agua (IMTA) revisar el impacto que ha tenido el PROSSAPYS en los últimos años, revelan que es moderado en la organización social; no se conoce con certeza cuántos de los comités de agua rurales creados continúan funcionando. La gráfica 11.3 es una muestra aleatoria de los comités rurales de agua que exhibe la debilidad organizativa en que se encuentran, con datos encontrados en un estudio encargado por el BID orientado a conocer la sostenibilidad de los sistemas rurales.

Gráfica 11.3. Indicador 1. Actividades realizadas por los comités del PROSSAPYS, según entidad federativa



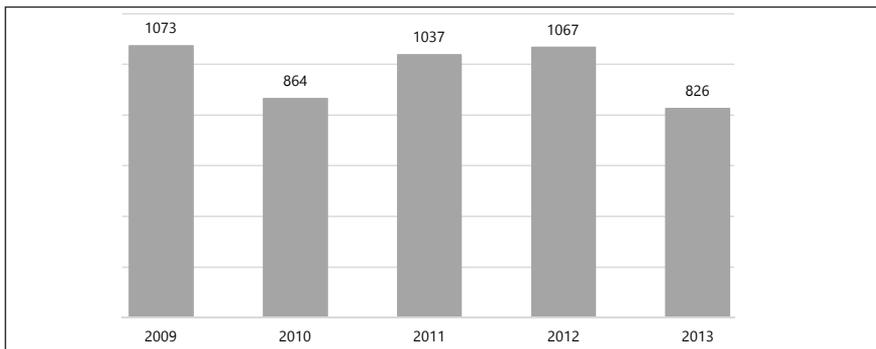
Fuente: Conagua e IMTA (2013).

La gestión comunitaria del agua se menciona en los distintos marcos normativos, estudios académicos y documentos de organizaciones internacionales con diversos nombres (comités de agua, comités de agua rural, comités de agua potable y alcantarillado, comités comunitarios, juntas de agua, jun-

tas rurales, UDESAS, patronatos, sistemas operadores rurales domiciliarios, grupos organizados del sector social rural, entidades prestadoras de servicios independientes o comunitarios, pequeños sistemas de agua potable y organizaciones comunitarias de servicios de agua y saneamiento). En un periodo de cinco años se han creado a través del PROSSAPYS alrededor de 5,000 comités rurales de agua (véase gráfica 11.4).

La discusión actual sobre una nueva Ley General de Aguas, que impacta directamente en el acceso al agua en estas zonas, no debería ser ajena a esta realidad conformada durante décadas; si bien se trata de estructuras débiles, están ahí, y algo hay que decir al respecto. Pero para incluirlas en la ley es necesario un cuidadoso análisis de los casos documentados, la legislación estatal que lo prevé, la relación que guardan con las comisiones estatales y su relación con el municipio, para normar con mayor éxito y cercanía a la realidad este tipo de gestión; de lo contrario se cae en propuestas que pueden no ser viables de acuerdo con el marco normativo vigente e inclusive constitucional. Pero, al contrario, no darle cabida en la futura Ley General de Aguas nos llevaría a negar una realidad. ¿Qué representa la inclusión de este tipo de gestión en el derecho de aguas mexicano? Son varias las vertientes, que van desde el empoderamiento y la apropiación social hasta la asociatividad a través de la organización comunitaria, el reconocimiento y apoyo institucional de una gestión que por décadas ha existido y, sobre todo ahora, la posibilidad de dar cumplimiento al derecho humano al agua en el ámbito rural; este último es muy significativo para la implementación del Objetivo de Desarrollo Sostenible 6.1.

Gráfica 11.4. Consolidación de la organización y participación comunitaria, PROSSAPYS 2009-2013 (número de figuras organizativas)



Fuente: Comités 2009-2013, PROSSAPYS, Conagua.

## LIMITACIONES DE LA GESTIÓN COMUNITARIA

Si bien se reconoce en la gestión comunitaria una posibilidad de hacer más efectivos los sistemas apoyados o construidos dentro del PROSSAPYS y de coadyuvar en el cumplimiento del derecho humano al agua y el saneamiento, dada la incipiente y débil asociatividad en torno al agua en México en el ámbito rural en la mayoría de los estados, este tipo de gestión tiene sus limitaciones debido a la escasa confianza que mostró el estado en ésta y por la creencia de que el estado podía garantizar por sí solo el acceso al agua. Ya se ha visto que no, que el presupuesto destinado, aun cuando ha sido considerable, no ha logrado la sostenibilidad de estos sistemas rurales.

En el ámbito latinoamericano, Aguilar (2011: 14) identificó en un estudio para la Cepal las siguientes limitaciones:

- 1] El gran número de localidades rurales, las cuales se encuentran muy alejadas entre sí, requiriendo fuertes inversiones para este rubro, si se atienden con criterios tecnológicos que aplican a sistemas urbanos.
- 2] La normatividad y Reglas de Operación, así como la inequidad en la distribución del gasto público, así como en los planes, programas, estrategias y políticas públicas.
- 3] Se requiere recursos especiales para la fase de acompañamiento durante el proceso permanente, a partir de la entrega de la infraestructura hidráulica sanitaria a la comunidad, que incluye, asesoría, adiestramiento, comunicación y la retroalimentación de la información.
- 4] La carencia de personal capacitado para esta tarea.
- 5] La carencia de gestión en los programas institucionales.
- 6] La tradición de usos y costumbres que muchas veces obstaculiza las decisiones institucionales.
- 7] Problemas políticos que limitan la toma de decisiones. Respecto de las acciones que habría que emprender para consolidar la gestión comunitaria, surgieron una serie de recomendaciones que conviene atender por estado.

A estas podemos añadir una limitación que es común tanto a organismos operadores como a los sistemas rurales y es crítica: la tarifa que se cobra, que suele ser fija y muy baja. En un informe que elaboró el Banco Interamericano de Desarrollo se mostraba que “en el 63 por ciento de los

casos se cobraba alguna tarifa por el servicio de agua, en el 81 por ciento de los casos se cobraba un cargo fijo y el resto es por consumo. Para el cálculo de esta tarifa se consideraron Gastos de energía eléctrica, Salario del operador, Cobro extra para fondo de reserva, y otros” (De la Peña, 2016), aunque con escasos criterios técnicos para su fijación; según casos analizados para esta investigación, los comités rurales se conforman con que alcance para cubrir la mínima operación. No existe, por lo tanto, un cálculo real sobre el costo del abastecimiento ni perspectiva para su ampliación. Se observó también cierta conformidad con tener agua, aunque sea en forma discontinua, de mala calidad o no formal en cuanto a la forma en que llega a su hogar.

La debilidad de la política pública instrumentada para las localidades rurales ha sido identificada por la autoridad del agua. De acuerdo con una evaluación realizada al PROSSAPYS, resaltan en sus conclusiones los problemas actuales que presentan, particularmente lo referente a la sostenibilidad de los sistemas rurales de agua. En ella se enumeran las siguientes:

- 1] La mayor debilidad de las obras estriba en la operación y mantenimiento de las mismas.
- 2] Existe un bajo cobro de cuotas en las localidades, que está asociado a una amplia y permanente cultura de “No pago”.
- 3] No atender urgentemente esta situación puede poner en riesgo la sostenibilidad de las obras. Por esta razón se deben diseñar e implementar estrategias de seguimiento y supervisión permanente, para no permitir que se deterioren y colapsen las obras ya construidas.
- 4] La construcción de obras para poblaciones “grandes” en el marco del programa ya llegó a su límite, por lo cual, se deben explorar opciones más económicas o alternativas no convencionales para beneficiar a los usuarios, de las localidades pequeñas y dispersas, en donde aún falta introducir los servicios de agua potable y saneamiento.
- 5] Algunas obras que se construyen (particularmente de PTAR’s y alcantarillado) no son las adecuadas a las características poblacionales y condiciones económicas de las comunidades (Conagua e IMTA, 2013: 43).

## HACIA UNA MEJOR POLÍTICA DE ATENCIÓN A LAS ZONAS RURALES EN MATERIA DE ACCESO AL AGUA

Ampliar eficazmente la cobertura a las zonas rurales implica una comprensión distinta de la problemática y, por lo tanto, un planteamiento distinto de soluciones. Es indispensable comprender las complicaciones territoriales y tener presentes las capacidades locales diferenciadas. En México existe una gran heterogeneidad en cuanto al tamaño y la capacidad de los municipios, pero también de las localidades. Incluso de los propios estados para la atención del medio rural. En algunos existe pleno conocimiento y relación con estos sistemas, a los que apoyan en cuestiones básicas como la reparación de bombas o la sustitución de algún equipo; tal es el caso de Veracruz, que hasta hace unos años llevaba incluso un padrón de estos sistemas y una relación de las actividades apoyadas. No obstante, la falta de continuidad de la política por los cambios de gobierno echó abajo el trabajo conjunto construido durante años en esta entidad federativa, a partir del Programa de Agua Limpia (PAL) y del propio PROSSAPYS.

En México no se cuenta con una cifra exacta de los sistemas rurales de agua, ni siquiera con estimaciones; se ha dicho que alrededor del 30 por ciento de la población se abastece a través de estas formas. Quizá esto resulte exagerado; sin embargo, la realidad es que existen formas alternativas a la gubernamental de acceder al agua en variedad de condiciones, legítimas o no, justas o no, ineficientes en su mayoría porque no han tenido apoyo de los gobiernos para pasar de un acceso al agua muy precario a la sostenibilidad y mejora de sus sistemas.

La explicación que aquí se ofrece radica en que es absurdo e ineficiente ignorar la capacidad organizativa en el nivel muy local, a partir de la propia comunidad. Es este el rubro que se debería apoyar cuando en 2015, por ejemplo, el PROSSAPYS destinó el 2.5 por ciento a acciones de organización social, además entendidas de manera muy limitada en sus reglas de operación. Aun cuando se ha invertido en aquellos estados que presentan mayores problemas, las estadísticas del agua emitidas por la Conagua también muestran que continúan rezagados en el acceso a ella.

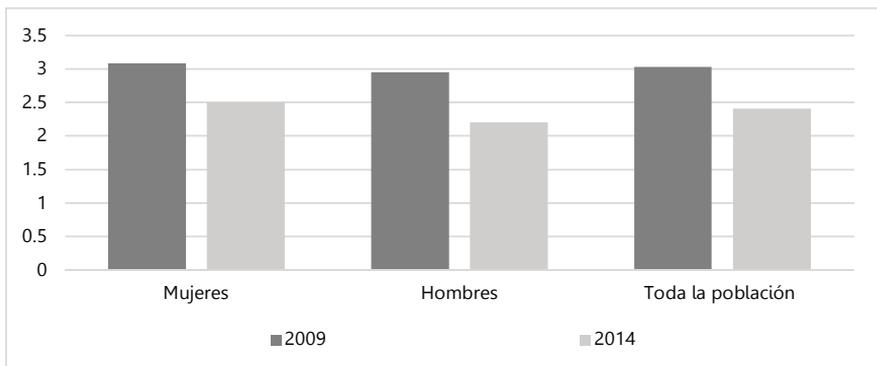
En términos de política pública, como lo menciona el documento elaborado por el Programa Conjunto para Fortalecer la Gestión Efectiva y Democrática del Agua y Saneamiento en México para el logro de los Objetivos de Desarrollo del Milenio, se han destinado recursos considerables para atender las carencias en el medio rural mediante la construcción de infraestructura, pero no se han implementado adecuadamente los mecanismos de participa-

ción, pues no se cuenta con la capacidad de supervisar la calidad de la participación social. Esto ha tenido como resultado localidades con infraestructura en desuso (FODM, 2012).

Bajo la óptica de los Objetivos de Desarrollo Sostenible también es criticable la política del PROSSAPYS. La Encuesta Nacional sobre el Uso del Tiempo 2014 del INEGI registra que del total de la población de 12 años y más del país (93,640,986 en ese año), al menos 10,584,048 personas realizan actividades de acarreo o almacenamiento de agua, de las cuales el 55.79 por ciento (5,905,586) las hacen las mujeres y el 44.20 por ciento (5,905,586) los hombres. Además de que la Constitución reconoce el derecho humano al agua, esto no debería ocurrir.

Aunque de 2009 a 2014 disminuyeron las horas promedio que se empleaban en el acarreo o almacenamiento de agua para las mujeres de 3.08 a 2.50 horas a la semana y para los hombres de 2.95 a 2.20 horas semanales, este sigue siendo un escenario desfavorable y desafiante para el acceso universal al agua en México.

Gráfica 11.5. Horas promedio a la semana dedicadas al acarreo o almacenamiento de agua,<sup>5</sup> 2009-2014



Fuente: Encuesta Nacional sobre Uso del Tiempo 2009 y 2014.

<sup>5</sup> El universo es el total de personas que realizan la actividad.

## CONCLUSIONES

En resumen, la política pública en mención carece de una visión de mediano y largo plazo que garantice la sostenibilidad de los sistemas rurales de agua. Para lograrla es necesario hacer una revisión de los factores que han limitado los impactos positivos de los apoyos federalizados, entre ellos la calidad de la capacitación en temas de operación y mantenimiento, la posible inclusión de temas tarifarios como eje para la sostenibilidad de los sistemas y la no creencia en la organización social.

Un aspecto muy importante es la necesidad de promover con mayor insistencia tecnologías alternativas para la provisión de agua potable a localidades de difícil acceso.

Entre los retos para fortalecer efectivamente la gestión comunitaria del agua como una alternativa para acceder a ella en zonas rurales están la atención de las localidades de menos de 500 habitantes, que son las que no tienen agua de los ocho millones de personas identificados en las estadísticas del agua (Conagua, 2015); atender los problemas de saneamiento y no sólo de provisión de agua; involucrar en el diseño de una política nacional a los estados; obligar a los municipios a atender no sólo el centro, sino también la periferia y las zonas rurales como parte de sus prioridades; capacitar a las comunidades en temáticas que les permitirían visualizar el problema de manera distinta, y el apoyo a la organización comunitaria y su reconocimiento legal.

La actuación de la federación ha resultado insuficiente inclusive con los varios programas que atienden problemas de agua en zonas rurales, por lo que una opción es el fortalecimiento local. Los habitantes de las zonas rurales son los más interesados en tener agua, que además sea de calidad; en disminuir el tiempo de acarreo y las enfermedades; pero, además, hay mayor posibilidad de contar con una organización comunitaria que atienda sus propios problemas con soluciones más adecuadas. Aquí no se niega la presencia de la federación, de los gobiernos estatales o locales, como algunos autores plantean, pero ésta debe ser diferente y partir de su dimensión social y no de la dimensión técnica.

Sin duda, este conjunto de conclusiones muestra que el ámbito rural debe ser técnica y socialmente tratado con distintos criterios que el ámbito urbano.

## REFERENCIAS

- Aguilar Amilpa, E. (2011). *Gestión comunitaria de los servicios de agua y saneamiento: su posible aplicación en México*. México: Naciones Unidas.
- Castillo Pérez, E. (2012). *Elementos para la vinculación de las organizaciones de la sociedad civil: hacia una gobernanza del agua en la zona metropolitana de Xalapa, Veracruz*. Tesis de maestría, El Colegio de la Frontera Norte. Recuperado de <http://www.colef.mx/posgrado/wp-content/uploads/2014/03/TESIS-Castillo-P%C3%A9rez-Erandi-Amor.pdf>
- Comisión del Agua del Estado de Veracruz (CAEV) (2016, 19 de agosto). Entrevista realizada a un funcionario de la Unidad de Planeación de la Comisión de Agua del Estado de Veracruz. Xalapa, Veracruz.
- Comisión Nacional del Agua (Conagua) (2015a). *Estadísticas del agua en México*. México: Conagua.
- Comisión Nacional del Agua (Conagua) (2015b). *Situación del subsector de agua potable, alcantarillado y saneamiento 2015*. México: Conagua.
- Comisión Nacional del Agua (Conagua) e Instituto Mexicano de Tecnología del Agua (IMTA) (2013). Verificación de la sostenibilidad de los servicios proporcionados dentro del Programa para la Sostenibilidad de los Servicios de Agua Potable y Saneamiento en Comunidades Rurales (PROSSAPYS), durante el periodo 2008-2011. Recuperado de <https://www.imta.gob.mx/verificacion-de-la-sostenibilidad-de-los-servicios-proporcionados-en-el-programa-para-la-sostenibilidad-de-los-servicios-de-agua-potable-y-saneamiento-en-comunidades-rurales-durante-el-periodo-2008-2011>
- Consejo Nacional de Evaluación de la Política de Desarrollo Social (CONEVAL) (2012). Evaluación de consistencia y resultados 2011-2012, Programa para la Construcción y Rehabilitación de Sistemas de Agua Potable y Saneamiento en Zonas Rurales. México: CONEVAL.
- Consejo Nacional de Evaluación de la Política de Desarrollo Social (CONEVAL) (2013a). Informe ejecutivo de la evaluación específica de desempeño 2012-2013. México: CONEVAL.
- Consejo Nacional de Evaluación de la Política de Desarrollo Social (CONEVAL) (2013b). Posición institucional. Informe de la evaluación específica de desempeño 2012-2013. México: CONEVAL.
- Consejo Nacional de Evaluación de la Política de Desarrollo Social (CONEVAL) (2013c). Ficha de evaluación 2013, Programa para la Construcción y Rehabilitación de Sistemas de Agua Potable y Saneamiento en Zonas Rurales. México: CONEVAL.

- Consejo Nacional de Evaluación de la Política de Desarrollo Social (CONEVAL) (2015). Informe de la evaluación específica de desempeño 2014-2015. México: CONEVAL.
- Díaz Santos, M. G. (2014). *Relaciones de poder en la gestión comunitaria del agua: el territorio y lo social como fuerzas*. Tesis de maestría, FLACSO. Ciudad de México.
- Escamilla, E. y Palerm, J. (2007). Pequeños sistemas de agua potable: entre la autogestión y el manejo municipal en el estado de Hidalgo, México. *Agricultura, Sociedad y Desarrollo*, 4(2), 127-145.
- Escamilla, E. y Palerm, J. (2012). Toma de decisiones y situación financiera en pequeños sistemas de agua potable: dos casos de estudio en El Cardonal, Hidalgo, México. *Región y Sociedad*, 24(54).
- Escobar Neira, C. (2015). *Las asambleas comunitarias en Tlaxcala como eje de la gestión del agua: una experiencia de gobernanza colaborativa*. Tesis de doctorado, FLACSO. Ciudad de México.
- Fondo para el Logro de los ODM (FODM) (2011). *Agua y desarrollo: agenda municipal para la igualdad de género, Tabasco: Jonuta, Cunduacán, Tacotalpa*. México: Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo. Recuperado de [http://www.cinu.mx/minisitio/Programa\\_Conjunto\\_Agua/Agua\\_y\\_Development\\_Agenda\\_municipal\\_para\\_igualdad\\_de\\_Genero\\_T.pdf](http://www.cinu.mx/minisitio/Programa_Conjunto_Agua/Agua_y_Development_Agenda_municipal_para_igualdad_de_Genero_T.pdf)
- Fondo para el logro de los ODM (FODM) (2012). Programa Conjunto para Fortalecer la Gestión Efectiva y Democrática del Agua y Saneamiento en México para el logro de los Objetivos de Desarrollo del Milenio. Documento estatal de Tabasco. Recuperado de [http://www.cinu.mx/minisitio/Programa\\_Conjunto\\_Agua/Tabasco.pdf](http://www.cinu.mx/minisitio/Programa_Conjunto_Agua/Tabasco.pdf)
- Gutiérrez Villalpando, V., Nazar-Beutelspacher, D. A., Zapata Martelo, E., Contreras Utrera, J. y Salvatierra Izaba, B. (2013). Mujeres y organización social en la gestión del agua para consumo humano y uso doméstico en Berriozábal, Chiapas. *LiminaR*, XI(2), 100-113.
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI) (1970). IX Censo General de Población y Vivienda. México: INEGI.
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI) (1980). X Censo General de Población y Vivienda. México: INEGI.
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI) (2010). Censo de Población y Vivienda 2010. México: INEGI.
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI) (2014). Encuesta Nacional sobre el Uso del Tiempo. México: INEGI.
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI) (2015). Principales resultados de la Encuesta Intercensal 2015: Estados Unidos Mexicanos. México: INEGI.

- Peña, M. E. de la (2016, 21 de enero). Financiamiento internacional en agua y saneamiento rural en México. Presentación en el Seminario del Derecho Humano al Agua en el Medio Rural, efectuado en El Colegio de México. Ciudad de México.
- Sandoval Moreno, A. y Grünter, M. G. (2013). La gestión comunitaria del agua en México y Ecuador: otros acercamientos a la sustentabilidad. *Ra Ximhai*, 9(2), 165-179.
- Soares, D. (2007). Acceso, abasto y control del agua en una comunidad indígena chamula en Chiapas. Un análisis a través de la perspectiva de género, ambiente y desarrollo. *Región y Sociedad*, XIX(38), 25-50.
- Toribio Brito, G. y López Ríos, A. (2015). La perspectiva del agua en Guerrero: limitaciones y retos para el desarrollo. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 12, 479-486.

## 12. PROBLEMAS DEL MODELO DE GESTIÓN DEL AGUA

*Juan Carlos Valencia Vargas<sup>1</sup>*

### INTRODUCCIÓN

Los recursos hídricos constituyen *per se*, para un territorio determinado, un patrimonio insustituible, vital, vulnerable y finito que, por su naturaleza, adquiere un valor económico, social y ambiental muy alto. No obstante su gran importancia, hay que reconocer con amplio criterio, y sobre todo con el ánimo de ser propositivos, que el patrimonio hídrico no ha sido empleado de la manera más eficiente desde hace varios años. Esto, aunado a otras externalidades, como el desmedido crecimiento poblacional y su alta concentración en los grandes centros urbanos, ha tenido efectos adversos para la administración del agua, entre los cuales puedo subrayar las competencias cada vez más ríspidas entre los diferentes usos y usuarios, la sobreexplotación de las fuentes de abastecimiento y la marcada degradación de la calidad del líquido.

La provisión de los servicios hídricos para el uso público urbano y doméstico ya enfrenta importantes desafíos, que habrán de analizarse, combatirse y, sobre todo, sobrellevarse. Muchos de éstos se han agudizado históricamente debido a la carencia de mecanismos de ordenamiento territorial efectivos, lo que ha permitido y a veces hasta favorecido la génesis y consolidación de grupos poblacionales dispersos en sitios donde el acceso a fuentes de abastecimiento de agua suele ser adverso, o en ubicaciones donde la propia fisiografía encarece la construcción de soluciones económicamente viables.

---

<sup>1</sup> Director general de la Asociación Nacional de Empresas de Agua y Saneamiento de México, A.C.

Comúnmente los volúmenes de agua potable que demanda la población, y que no pueden ser satisfechas por la cantidad ofertada en una región específica, han sido atendidos en la práctica con enfoques tradicionalistas, que en la mayoría de los casos derivan en la proyección y construcción de costosas obras de infraestructura hidráulica, con las cuales de cierta manera se pretende asegurar su disponibilidad y distribución entre los usuarios. Se han incorporado innumerables fuentes para la producción de agua, pero algunas veces esas acciones no son más que paliativos para los efectos derivados de la ineficiente asignación y el uso irracional que se ha hecho del recurso, y que no necesariamente implican una solución enfocada en mitigar las causas que los originan. Por eso no pueden ser consideradas como soluciones definitivas ni totales.

La atención de los rubros de alcantarillado sanitario y saneamiento de plano ha sido relegada a segundo término, y su insuficiente atención en algunas regiones ha afectado en más de una ocasión la salud humana y los ecosistemas locales.

De acuerdo con la esfera de competencias enmarcada en el artículo 115 de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, corresponde a los municipios la provisión de los servicios hídricos básicos. Los municipios prestan estos servicios a través de sus organismos operadores municipales; sin embargo, no es un secreto que estas instancias no han tenido la capacidad para desempeñar hasta hoy día sus atribuciones de manera cabal, por lo que son contados los casos de éxito. Lo que sí resulta más cuantioso es el listado de las múltiples razones que motivan que la correspondencia de atribuciones municipales dictadas constitucionalmente para este ámbito de gobierno no haya podido concretarse en las últimas tres décadas.

Por otra parte, es importante no dejar de lado que los registros de disponibilidad natural media per cápita que se tienen en México desde los años cincuenta del siglo pasado indican una clara disminución de la misma, hasta estimarse actualmente en menos de la cuarta parte de la que había en aquel entonces. Sin el afán de parecer alarmista, puedo afirmar que, considerando los escenarios tendenciales de disponibilidad del agua y de continuar operando el actual modelo de gestión para la prestación de los servicios de agua potable, drenaje sanitario y saneamiento, algunas regiones de la República Mexicana pronto pudieran verse enfrascadas en una crisis hídrica que comprometería el futuro inmediato de su proceso de desarrollo.

## AVANCES Y RETOS

Hace casi veinticinco años el autor era un estudiante de ingeniería que por primera vez tenía contacto con el tema del agua en el Instituto Mexicano de Tecnología del Agua. A partir de entonces he tenido la fortuna de trabajar también en la Comisión Nacional del Agua durante dieciséis años, y los últimos cuatro años en el Gobierno del Estado de Morelos. Siempre en el sector agua.

¿Qué ha cambiado desde aquel entonces? ¿Podríamos decir que los mexicanos tenemos hoy una mayor seguridad hídrica que hace veinticinco años? ¿Podríamos afirmar que hay un menor riesgo de que el bienestar y el desarrollo personal, social, económico y ambiental de los mexicanos se vea amenazado por una carencia de agua en la cantidad o calidad adecuadas?

Cada uno podrá tener una opinión distinta. Lo que es innegable es que ha habido avances significativos, pero debemos reconocer también los rezagos que aún persisten. ¿Cómo es que la mayoría de los organismos operadores del país operan con números rojos? ¿Cuáles son las causas que originaron esta situación? ¿Cómo podríamos enfrentarla?

De 1990 a 2015 la cobertura de agua potable se ha incrementado de 75.35 a 94.35 por ciento. Esto significa que más de 112 millones de habitantes cuentan hoy con agua potable dentro de la vivienda o dentro del predio, es decir, se incrementó en más de 52 millones de habitantes el acceso al servicio. De manera similar, la cobertura de alcantarillado sanitario ha tenido un incremento significativo, de 58.63 a 91.45 por ciento en el mismo período. Esto representa que más de 109 millones de habitantes cuentan hoy con drenaje a través de red pública o fosa séptica, es decir, se incrementó en 62 millones de habitantes el acceso a este servicio.

Aunque menor, el avance en la construcción de infraestructura de saneamiento también ha sido relevante: en el año 2014 se contabilizaban 2,337 plantas de tratamiento de aguas residuales. Por lo que respecta al volumen de aguas residuales municipales que se tratan, se tiene que de 1992 a 2014 ha habido un incremento de 30.96 a 111.29 metros cúbicos por segundo ( $m^3/s$ ).

No obstante, se estima que sólo el 14 por ciento de la población tiene servicio continuo de agua potable en sus viviendas, es decir, casi 97 millones de habitantes recibimos un servicio de agua tandeado. En algunos casos, los más críticos, por sólo unas cuantas horas a la semana. Bajo estas condiciones precarias en la prestación de los servicios, ¿en realidad podríamos asegurar que el 94.35 por ciento de la población tiene agua?

Por otra parte, en toda la infraestructura de saneamiento que se tiene en el país, se estima que únicamente se tratan 111.29 m<sup>3</sup>/s, lo que equivale a tan sólo el 73.26 por ciento de la capacidad instalada, lo cual representa el 52.74 por ciento del agua que se colecta en el alcantarillado y el 48.66 por ciento del total del agua que se utiliza, de acuerdo con un estudio reciente del Instituto de Ingeniería de la Universidad Nacional Autónoma de México.

¿Cuáles son las causas de esta situación? ¿Cuáles son los grandes problemas del actual modelo de gestión de los servicios de agua potable, drenaje y saneamiento?

### *La toma de decisiones con criterios políticos y no de eficiencia*

Este es el principal problema del actual modelo de gestión. ¿Cómo se define quién estará a cargo del organismo operador? Lo nombra el presidente municipal. ¿Con qué criterios? Políticos en la enorme mayoría de los casos. ¿Cómo se define la tarifa que se cobrará? Depende de lo que se haya prometido en la campaña, regularmente que no se incrementará. ¿Y si se define incrementar la porque es ya insostenible la situación? Al llegar al congreso local se detiene cualquier intento de “atentado” contra los bolsillos de la población. Pero, entonces, ¿cómo lograremos mejorar el servicio que brindamos y lo llevaremos a quienes no lo tienen? Modificamos la Constitución para establecer el derecho humano al agua; por decreto, todos tenemos el derecho al acceso, disposición y saneamiento de agua para consumo personal y doméstico en forma suficiente, salubre, aceptable y asequible. ¿Y de dónde va a salir el dinero para lograr eso si no podemos cobrar al menos lo que cuesta el servicio? ¿Modificarán la asignación presupuestal al sector agua? ¿La incrementarán para poder llevar ese derecho a la población? ¿No? Bienvenido un nuevo imposible.

### *La poca capacidad técnica y administrativa de los titulares de los organismos operadores municipales*

En Morelos, por ejemplo, el 80 por ciento de los directores de los organismos operadores designados por los presidentes municipales (que son autorizados por una junta de gobierno donde la mayoría la tienen los representantes del gobierno municipal) no tiene experiencia alguna en el sector hasta el momento de su designación, sólo un 20 por ciento ha tenido alguna experiencia previa. ¿Quién, siendo dueño de una empresa o negocio, nombraría director

a alguien sin experiencia alguna? ¿Quién confiaría en que las decisiones que tome serán las más adecuadas? ¿Realmente creen que no se requiere experiencia técnica o administrativa para ese cargo? ¿Cuánto tiempo se requerirá para poder entender un sistema de agua potable, drenaje y saneamiento?

### *La falta de continuidad en la gestión de los organismos operadores*

Se estima que en el país un director de un organismo operador municipal dura en su cargo 1.6 años en promedio. Si tomamos en cuenta el punto anterior, en el que comentamos que muchos de los directores no tienen experiencia previa en el sector, nos encontramos con un problema estructural muy serio: apenas están entendiendo el sistema y son sustituidos por alguien más (que muy probablemente tampoco tiene experiencia). ¿Qué planeación puede hacerse en un año y medio? ¿Qué acciones de impacto pueden ejecutarse en un año y medio? ¿Será posible transformar este sector con administraciones que duran en promedio un año y medio?

### *La politización de las tarifas*

Resulta más que evidente que el servicio de agua potable, drenaje y saneamiento tiene un costo, y éste debe cubrirse. El usuario que recibe el servicio debería pagar lo que cuesta, pero cuando se somete a consideración un aumento en la tarifa nadie quiere pagar el costo político. Los alcaldes, los cabildos, las juntas de gobierno de los organismos, los diputados, e incluso gobernadores en algunos casos, son los primeros en oponerse. Si no se puede cobrar directamente al usuario, tendría que asignarse recurso para subsidiar el servicio. Si no ocurre ninguna de las dos cosas, el servicio es insostenible y el sistema colapsará tarde o temprano.

### *Las restricciones para cortar el servicio*

Después de tantos años aún existe la discusión de si es legal o no la suspensión del servicio por falta de pago; en algunos casos sólo se restringe el servicio al mínimo, en otros se procede a la suspensión después de reiterados incumplimientos, en algunos otros sí se corta el servicio por falta de pago. Este tema debería ser muy claro. No se cobra por el agua, se cobra por el

servicio, y se cobra lo que cuesta llevar el agua hasta nuestras casas; si no pagamos por el servicio, éste debe ser suspendido. ¿Por qué la gente sí paga la luz si el recibo de luz es casi siempre más caro que el del agua? ¿Por qué la gente sí paga el gas o el teléfono o el cable? ¿Por qué no paga el agua?

### *La corrupción*

Los sistemas operadores municipales cargan con una larga cadena de procesos que son muy vulnerables a actos de corrupción. Desde el otorgamiento de las factibilidades para nuevas tomas, la instalación o la lectura de los medidores, la expedición de los recibos, los procesos de cobro e incluso, en su caso, la reconexión de una toma. En cada parte del proceso hay el riesgo de que aquellos a quienes se les da una respuesta negativa puedan ser tentados a ofrecer dinero para que la respuesta cambie y sea positiva. Desafortunadamente este es un cáncer que ya ha invadido a muchos organismos operadores, y esta enfermedad los está acabando cada vez más.

### *La impunidad*

A pesar de todo lo que hemos mencionado antes, difícilmente se puede recordar que algún presidente municipal o algún director de un organismo operador haya sido sancionado por no prestar un servicio eficiente y adecuado. Simplemente no pasa nada. Si dejan de operar la planta de tratamiento porque no les interesa, no pasa nada; si la población recibe un servicio tandeado y cada vez más deficiente, no pasa nada. No importa cuántos miles resulten afectados con ese mal servicio, simplemente no pasa nada.

## LOS CAMBIOS NECESARIOS

La pregunta es, entonces, ¿cómo podríamos cambiar esta tendencia? ¿Qué acciones podríamos emprender para transformar esta situación?

Existe una interesante área de oportunidad a partir de la modificación que se hizo al artículo 4º de la Constitución, donde se establece el derecho humano al agua:

Toda persona tiene derecho al acceso, disposición y saneamiento de agua para consumo personal y doméstico en forma suficiente, salubre, aceptable y asequible. El Estado garantizará este derecho y la Ley definirá las bases, apoyos y modalidades para el acceso y uso equitativo y sustentable de los recursos hídricos, estableciendo la participación de la federación, las entidades federativas y los municipios, así como la participación de la ciudadanía para la consecución de dichos fines (Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos).

En el momento de la modificación, también se estableció en uno de los artículos transitorios la obligación de que en un plazo no mayor de 12 meses debería publicarse una Ley General de Aguas. Esta ley debería establecer las atribuciones y las obligaciones de las tres instancias de gobierno y de los usuarios para lograr que el derecho humano al agua se materialice y no se quede simplemente en una declaración, en un buen deseo inalcanzable.

Por cuestiones de espacio, mencionaré sólo algunos de los aspectos más relevantes que considero que la Ley General de Aguas debería contener, los que deben estar encaminados a fortalecer a los organismos operadores municipales, pero también a las comisiones estatales del agua, y a la formación de un organismo regulador independiente:

- 1] Para el fortalecimiento de la gestión de los organismos operadores municipales:
  - a) Ciudadanizar las juntas de gobierno de los organismos. En otras palabras, disminuir el poder del aparato gubernamental sobre las decisiones.
  - b) Profesionalizar la dirección de los organismos operadores. Obligando a que haya una terna de profesionales que cuenten con una certificación de capacidades o al menos con experiencia de varios años en el sector.
  - c) Despolitizar la autorización de las tarifas. Éstas deben ser aprobadas sin necesidad de pasar por el congreso local o por la autorización de otros actores políticos. La decisión debe tomarse con base en un análisis tarifario y de capacidad de pago de los usuarios.
  - d) Establecer criterios claros para la restricción y suspensión del servicio. El agua es un derecho humano, pero por ello tiene también aparejadas obligaciones que todos debemos cumplir. El no pago y el desperdicio del agua deberían ser causas más que suficientes para suspender el servicio porque atentan contra el derecho de todos, contra el bien común.

- 2] Para las comisiones estatales de agua:
  - a) Clarificar su responsabilidad en el modelo de gestión de los servicios de agua potable, drenaje y saneamiento. En esta materia considero que debería brindarse apoyo técnico especializado a todos los municipios del estado, y apoyo operativo a los municipios más pequeños y comunidades rurales.
  - b) Dotar de facultades e infraestructura a las comisiones estatales para la verificación de la calidad del agua y la calidad del servicio que brindan los organismos operadores.
  - c) Facultar a las comisiones estatales para asumir la operación de los organismos que no cumplan con los parámetros mínimos de calidad del agua y calidad del servicio.
  - d) Promover la formación de organismos operadores metropolitanos, que atiendan a toda una zona metropolitana, que eviten un servicio fragmentado por municipios y que, por el contrario, aprovechen la economía de escala.
- 3] Para la Comisión Nacional del Agua:
  - a) Definir claramente sus facultades normativas.
  - b) Fortalecer sus facultades de inspección, verificación y sanción.
- 4] Establecer un organismo regulador independiente, con facultades para revisar y autorizar (o corregir) las tarifas. Existe un cierto consenso en los siguientes aspectos:
  - a) Los objetivos de la estructura tarifaria son:
    - i. Autosuficiencia financiera y técnica de los organismos operadores.
    - ii. Racionalización del consumo.
    - iii. Diferenciar estratos de usuarios (considerar la capacidad de pago para garantizar el acceso de la población de bajos ingresos).
    - iv. Redistribución del ingreso (paga más quien más consume, subsidio del consumo básico a los de menor ingreso).
  - b) Los costos que deben incluirse en la tarifa son:
    - v. Operación.
    - vi. Mantenimiento.
    - vii. Administración.
    - viii. Costos por capacidad (depreciación y pago de intereses).
  - c) Dada la distinta naturaleza de esos costos, los cargos a los usuarios deberían estar divididos en al menos tres rubros:
    - ix. Un cargo por conexión al servicio. Diferente por usuario con base en los costos de la toma, el medidor, la reparación del pavimento, etcétera.

- x. Una cuota fija mensual, igual para todos los usuarios, que considere los costos recurrentes de administración, micromedición, facturación y cobranza.
  - xi. Una tarifa por metro cúbico.
  - xii. Una tarifa por saneamiento. Ambas diferenciadas por la capacidad de pago de cada estrato y considerando los costos por capacidad y los costos de operación y mantenimiento.
- d) Existen varios métodos alternativos para considerar los costos en la tarifa:
- xiii. El más común es el de costos promedio.
  - xiv. El más adecuado teóricamente es el de costos marginales.
- e) Con base en lo anterior, y tomando en cuenta la disponibilidad de información que los organismos operadores en el país pudieran tener, se podrían proponer tres distintos esquemas para el cálculo de la tarifa:
- xv. Cuota fija. Para los organismos con menor información (por ejemplo, zonas rurales).
  - xvi. Costo promedio. Para los organismos con información más detallada pero todavía de orden general.
  - xvii. Costo incremental promedio. Para los organismos con información financiera y contable más detallada.

En síntesis, aunque es indudable que ha habido avances sustanciales en el sector, es indispensable modificar las reglas del juego para fortalecer a los organismos operadores de agua. Es urgente dotarlos de una mayor capacidad de decisión, alejada de criterios políticos; ponerlos bajo la dirección de personal certificado y experimentado, que pueda permanecer en el puesto más allá de una administración municipal, y permitirles la fijación de tarifas con criterios de autosuficiencia, pero siempre vigilados por un organismo regulador independiente, normados por la Comisión Nacional del Agua y apoyados por las comisiones estatales de agua.

# 13. MODELO MIXTO DE GESTIÓN DEL AGUA POTABLE: EL CASO DE SALTILLO, COAHUILA

*Federico Muller*<sup>1</sup>

## INTRODUCCIÓN

A raíz del crecimiento de la población y el deterioro acelerado de los recursos naturales en el país, el cuidado del agua se vuelve una prioridad para los gobiernos; su uso racional demanda una nueva cultura entre la ciudadanía, particularmente entre los niños y los jóvenes, con vistas a crear un cambio en los hábitos y las conductas al paso de las generaciones. Una de las probables alternativas para su mejor uso es el cambio en los modelos tradicionales de administración del vital líquido. En el presente ensayo se explora el modelo mixto en la gestión de los servicios de agua domiciliaria en Saltillo, que tiene más de catorce años operando en la ciudad, se hace una breve revisión del desempeño de la operadora Aguas de Saltillo (AGSAL). Su advenimiento puede ser un ejemplo de los cambios económicos y políticos que se han venido dando en la prestación de los servicios públicos, de los que por muchos años el Estado mexicano tuvo el monopolio. La descripción de tal modelo hídrico no pretende sobreestimar o enaltecer la participación de la iniciativa privada en el manejo de los servicios básicos de carácter social que constitucionalmente son responsables de administrar los gobiernos. En cuanto al éxito o fracaso de las intervenciones privadas en los monopolios públicos, este trabajo se limita a considerar la opinión de los consumidores saltillenses, quienes finalmente evalúan el resultado de la paramunicipal.

En la primera parte del capítulo se describe *grosso modo* la situación

---

<sup>1</sup> Profesor investigador de la Facultad de Economía de la Universidad Autónoma de Coahuila.

financiera y técnica que ha privado en los últimos años en las compañías operadoras de agua del país, particularmente desde que se “municipalizaron”, sin dejar de mencionar la sempiterna discusión entre los investigadores o científicos sociales sobre el carácter del agua: ¿bien público o un producto con valor monetario, ceñido a los criterios de mercado? Enseguida se relatan brevemente las condiciones en que se encontraba el sistema municipal de agua en Saltillo, y finalmente se explican las principales características del modelo mixto de gestión del agua, y cómo lo percibe o evalúa la comunidad saltillense.

### MUNICIPALIZACIÓN DE LOS SERVICIOS URBANOS DE AGUA POTABLE

Las condiciones financieras y operativas de las compañías estatales responsables de prestar el servicio de agua en las ciudades mexicanas cambiaron diametralmente cuando transfirieron sus funciones a las administraciones municipales. A partir de 1983, las entidades federativas cedieron sus derechos y obligaciones, y los resultados después de más de treinta años no han sido los esperados. Al atomizar o fragmentar el suministro del servicio mediante la creación de compañías “independientes”, inclusive en zonas urbanas conurbadas, las economías de escala tienden a desaparecer, y la primera consecuencia de ello es la inviabilidad técnica y financiera de construir proyectos de largo aliento, pensados en un horizonte de tiempo mayor que el de las administraciones municipales, estatales o federales. Asociada a ello está la débil capacidad municipal, las segmentaciones institucionales y los marcos regulatorios anacrónicos, que conducen a una “antilógica económica”. Un ejemplo de ello lo tenemos en Saltillo, Arteaga y Ramos Arizpe. En cada municipio existe una empresa con políticas y objetivos diferentes. Las empresas municipales han mostrado graves irregularidades en su eficiencia comercial: generalmente lo que facturan (monto) no corresponde al suministro de agua entregada por metro cúbico en cada vivienda; eso las ha llevado a graves crisis financieras, agudizadas por otros elementos perniciosos como administraciones obesas y obsolescencias en los sistemas hidráulicos, sanitarios, equipos técnicos y operativos.

De acuerdo con la información que publica la Asociación Nacional de Empresas de Agua Potable y Saneamiento (ANEAS), las cifras son contundentes: el 90 por ciento de los más de 2,500 organismos operadores de agua en México se encuentran en quiebra. En 2005 recabaron por cobro de tarifas 27,871 millones de pesos (mdp), mientras que la cantidad ingresada por ese

mismo rubro disminuyó a 27,067 mdp en 2009. Si esa tendencia continúa en el mediano plazo, los subsidios gubernamentales terminarán siendo insuficientes y, en consecuencia directa, los efectos serán muy graves para la población, particularmente para aquella de escasos recursos monetarios. La probable buena voluntad de los políticos fracasará ante la terca realidad económica.

## EL AGUA: UN BIEN PÚBLICO, PERO TAMBIÉN ECONÓMICO

Existe la creencia generalizada entre la población de que el agua es un bien público y que, por lo tanto, el Estado mexicano tiene la obligación de proporcionarla sin ninguna restricción a todos los ciudadanos. Esta forma de pensar, totalmente infundada y demagógica, ha propiciado una “incultura” sobre su uso y cuidado; se despilfarra porque su valor es relativamente bajo con respecto a los costos de otros servicios públicos.

El aparente bajo costo fomenta su descuido en un país con grandes carencias hidráulicas. Se habla de la cultura del agua porque es un bien cuyo tratamiento indiscutiblemente se vincula con dos aspectos: el público y el económico, lo que hace su gestión especial y diferente de la gestión del resto de los servicios que brinda el Estado. Involucra a sectores de energía, jurídicos, educativos y políticos.

## ANTECEDENTES

La ciudad de Saltillo padeció por muchos años escasez de agua potable domiciliaria a pesar de ser una población que no rebasaba los 200,000 habitantes. El desabasto se agudizó a partir de 1980, con la llegada a la región de empresas armadoras de automóviles, y las fábricas de autopartes que las siguieron, las cuales se instalaron en la zona conurbada municipal (Saltillo-Ramos Arizpe). De acuerdo con los resultados del censo de población de 2005, el municipio de Saltillo—capital del estado de Coahuila— tenía una población de 648,929 habitantes, que radicaban en 155,984 viviendas; el 97 por ciento de estos espacios habitacionales estaban conectados a la red municipal de agua. Las actividades económicas predominantes de la ciudad se concentraban en servicios, comercio e industria manufacturera. La tasa de crecimiento demográfico en el período 1995-2005 se acercó al 2.1 por ciento anual.

Vale la pena señalar que las únicas fuentes de abastecimiento de agua para la ciudad han sido históricamente los pozos hacia los mantos freáticos. El sistema hídrico se aprovisionaba de 32 pozos distribuidos en seis zonas localizadas fuera de la mancha urbana, además de diez pozos dentro de ésta. La distancia promedio de conducción era de 17 kilómetros desde su lugar de extracción. El agua se obtenía en promedio desde una profundidad de 372 metros, actualmente los pozos de los que se suministra agua a la ciudad tienen una profundidad promedio de 500 metros, lo que implica altos costos de extracción. Por las características climáticas y topográficas de la región no se han construido embalses, ni se cuenta con manantiales o ríos, y mucho menos con plantas tratadoras de aguas salinas, que contribuyan a la provisión de agua a la red urbana. La ciudad de Saltillo se encuentra en la región hidrológica administrativa VI Río Bravo, específicamente en la subregión de planeación San Juan.

La industrialización de la ciudad trajo consigo el incremento de la población, que demandaba un mejor servicio en el suministro del agua. Aunado a lo anterior, la escasez de precipitaciones pluviales, la sobreexplotación y el abatimiento de los mantos acuíferos conminaron a las autoridades del municipio a buscar alternativas de solución al problema de la distribución del vital líquido.

### *Diagnóstico del servicio de agua potable*

La compañía operadora municipal que entonces administraba el servicio de agua potable y drenaje a los saltillenses no cumplía con los requerimientos mínimos indispensables de abasto a la población; además era deficiente en el manejo financiero, arrastraba pasivos, que eran absorbidos por el erario municipal. Nunca alcanzó el objetivo de ser una empresa autofinanciable.

- 1] Ofrecía un servicio discontinuo de abastecimiento (cuatro horas en promedio).
- 2] Sólo el 10 por ciento de los usuarios tenían agua todos los días.
- 3] Existía un alto nivel de fugas físicas, por lo que más de la mitad del caudal de agua inyectado a la red se desperdiciaba.
- 4] Rezago en la cobranza; sólo el 65 por ciento se cobraba.
- 5] Falta de recursos económicos para mejorar el servicio.

Además de la discontinuidad en la gestión con el cambio de la administración municipal cada tres años, la rotación del personal y de directivos, la

planeación e inversión de corto plazo, el influentismo y la politización del servicio daban como resultado que el sistema operador del agua tuviera una eficiencia global (resultado entre lo facturado y lo producido en m<sup>3</sup>) de tan sólo 28 por ciento.

### *Objetivos del nuevo modelo de gestión del agua*

Las presiones de los sindicatos empresariales y las cámaras de comercio de la región dieron como resultado que el municipio se planteara los siguientes objetivos para formular un nuevo modelo de gestión del agua potable en Saltillo:

- 1] Garantizar una gestión a largo plazo que dé continuidad a los proyectos de mejoramiento del sistema de agua potable y alcantarillado. Establecer una administración profesional que garantice eficiencia y atención adecuada a los usuarios.
- 2] Eliminar los factores de carácter político-electoral en la toma de decisiones del sistema de agua potable.
- 3] Captar recursos de inversión para financiar los proyectos estratégicos.
- 4] Incorporar nuevas tecnologías para mejorar la gestión del sistema de agua potable.

### MODELO MIXTO EN LA ADMINISTRACIÓN DEL AGUA

En diversos debates entre los representantes de los sectores productivos y organizaciones sociales de la ciudad se plantearon varios esquemas de operación del agua: dar autonomía técnica y política a la compañía municipal; concesionar a la iniciativa privada algunas fases de la producción del agua, como facturación, medidores, cobranza, nómina, etc., y privatizar la gestión del agua, entre otros. Finalmente, fue de gran influencia entre los convocados la opinión que expresó una compañía privada que asesoró al municipio en el replanteamiento del modelo de gestión; de ahí que se haya tomado la decisión intermedia entre las posturas extremas: estatista y privatizadora. Se consideró que lo que más convenía a Saltillo era la asociación del sistema operador del agua con un socio privado, bajo el esquema de empresa mixta, manteniendo el sentido social del Sistema Municipal de Aguas y Saneamiento de Saltillo (SIMAS), la propiedad de la infraestructura y la red del agua.

### *Convocatoria y licitación*

El proceso de licitación inició el 22 de marzo de 2001 con la emisión de bases, y comprendió además los estatutos de la futura empresa, el contrato de asistencia técnica y el convenio de asociación. Se lanzó una licitación pública internacional estableciendo los aspectos siguientes:

El Cabildo del R. Ayuntamiento de Saltillo, mediante acuerdo N° 20/07/2001 de fecha 14 de marzo del 2001, adoptó por acuerdo el proyecto de constitución de una Empresa Paramunicipal con participación del capital privado y público, en la que el capital público estará representado mediante la participación del Sistema Municipal de Aguas y Saneamiento de Saltillo, Coahuila (SIMAS) en una proporción de 51 % y el capital privado estará representado por la empresa que resulte ganadora de la licitación y constituirá el 49 % de participación. Dicha sociedad asumirá en forma directa la prestación de los servicios públicos de agua potable y alcantarillado, desarrollando las actividades necesarias para garantizar y hacer eficiente la calidad, continuidad y permanencia de estos servicios en la ciudad de Saltillo, Coahuila, México.

Meses después se dio a conocer a la opinión pública que la ganadora del concurso era la multinacional europea Aguas de Barcelona (AGBAR). El proceso de licitación fue conducido por Arthur Andersen, en ese entonces asesor contable de AGBAR, única empresa que presentó propuesta en el concurso.

En agosto de 2001, el Cabildo de Saltillo aprobó la asociación del municipio con AGBAR, cuya oferta financiera fue de 81.9 millones de pesos, para hacerse dueña del 49 por ciento de las acciones del sistema de agua en la ciudad. El valor en libros de SIMAS-Saltillo era entonces de 453 millones de pesos, pero el piso financiero fijado por Arthur Andersen fue de 80 millones. El nuevo sistema operador del agua se denominó Empresa Paramunicipal de Servicios Aguas de Saltillo, S.A. de C.V., su capitalización se realizó el 17 de septiembre de 2001 e inició operaciones el primero de octubre del mismo año. La empresa es manejada por un Consejo de Administración integrado por cuatro representantes del sector privado y por cinco de la comunidad, con amplios conocimientos en el manejo y administración de empresas, de los cuales uno es el presidente del Consejo, y el alcalde de la ciudad en turno es el presidente honorario. El Consejo de Administración se reúne cada trimestre para conocer los avances de la empresa, sus planes e inversiones, al igual

que para hacer propuestas. Todas las acciones, obras y proyectos que Aguas de Saltillo ejecuta son autorizadas por este Consejo.

Cabe señalar que el grupo AGBAR opera en distintos países, como Estados Unidos, España, Portugal, Cuba, Argentina, Marruecos, Argelia, etc., mediante concesión, empresa mixta, asociación económica internacional o en unión temporal de empresas.

La empresa Aguas de Barcelona define a una empresa mixta simplemente como aquella en la que el capital social está repartido entre un socio público y otro privado y es gestionada por este último. Este modelo de empresa se caracteriza por las siguientes ventajas:

- 1] El socio público mantiene el control de la compañía.
- 2] El socio público mantiene la titularidad de los activos.
- 3] En general, se generan ventajas asociadas a las formas de gestión privada.
- 4] Una compañía con esta distribución tendrá más posibilidades de captar recursos financieros, ofreciendo la garantía de un socio privado con una sólida solvencia de gestión y financiera.
- 5] Suelen ser empresas menos condicionadas por decisiones de tipo político.
- 6] Con una compañía bien gestionada se puede aprovechar la generación de recursos económicos (*cash-flow*) para financiar parte del plan de inversiones necesario en el municipio (con las garantías adecuadas).

### *Tecnología del agua*

Tiempo después de que la administración del suministro de agua en Saltillo pasó a manos de AGSAL, paulatinamente se fueron haciendo inversiones en la mejora de la gestión técnica, entre ellas:

- 1] *El ahorro de energía en estaciones de bombeo.* Con esto se logró minimizar los costos de electricidad a través de paros programados en horas punta; esto consiste básicamente en suspender el servicio de bombeo en las horas de mayor demanda, pero sin afectar el servicio de abastecimiento a los clientes, que se da mediante los grandes tanques de almacenamiento.
- 2] *Telemetría.* Consiste en un conjunto de equipos, medidores y sensores electrónicos capaces de detectar en tiempo real el funcionamiento del sistema de abastecimiento de agua potable. Este tipo de técnica permitirá conocer la evolución de diferentes parámetros, como son: presiones, niveles, caudales, estado de funcionamiento de las bombas en pozos y tanques; de igual manera, se podrá actuar sobre ellos para abrir o

cerrar válvulas, arrancar o parar los equipos de bombeo. Se cuenta con cinco estaciones de telemetría —ubicadas en diferentes zonas de la ciudad—, las cuales se encuentran equipadas con sistemas de alarmas que se activan en situaciones como detección de intrusos en estaciones, fallas en la energía eléctrica, eventualidades en el funcionamiento de los equipos utilizados para la producción del agua, medición de nivel en tanques, caudal y presión.

- 3] *Sectorización.* Para lograr la sectorización correcta fue necesario dividir las redes de abastecimiento en subredes; éstas permiten conocer perfectamente y en todo momento el estado del sector en cuanto a fugas o tomas clandestinas, de esta manera se facilita la programación de un plan de mantenimiento preventivo. Se cuenta con 25 sectores hidráulicos definidos, de los cuales 23 cuentan con macromedidor instalado, lo que representa un avance del 92 por ciento con respecto al total de la red.

### *Programas sociales*

La empresa Aguas de Saltillo apoya a varias organizaciones de la región sin ánimo de lucro para allegarse recursos monetarios para el sostenimiento de sus programas sociales, mediante aportaciones voluntarias que hacen los consumidores cuando pagan sus recibos de agua, lo recaudado se entrega mensualmente a cada institución. Sobresale el programa que maneja Profauna, asociación que se encarga del cuidado del medio ambiente de la Sierra de Zapalinamé, que se ha convertido en el tinaco de Saltillo, pues más del 70 por ciento del agua que recibe la población proviene de los pozos que se localizan en esa área montañosa. Con lo recaudado se ha venido reforestando la sierra mencionada. Las aportaciones de los usuarios van desde dos hasta 100 pesos por mes.

- 1] Acceso al agua potable (contratos populares).
- a) Se establece un costo preferencial para la contratación del servicio de agua potable y drenaje sanitario en los sectores más vulnerables de la ciudad. El cliente realiza el registro de drenaje según los requerimientos establecidos por Aguas de Saltillo.
- 2] Acceso al agua potable (programa de descuentos para la contratación de servicios domésticos).
- a) Este programa es aplicable para la contratación de los servicios de agua y drenaje sanitario de tipo doméstico, para los sectores de interés social y residencial.

- b) Y consiste en la aplicación del 15 por ciento de descuento sobre el costo total, antes del impuesto al valor agregado (IVA) en la contratación de los servicios de agua y drenaje sanitario.
- 3] Descuento a pensionados, jubilados y personas de la tercera edad.
  - a) El programa es aplicable a todos aquellos clientes pensionados o jubilados con servicio doméstico.
  - b) Consiste en aplicar el 50 por ciento de descuento sobre el costo del servicio de agua y drenaje en los primeros 15 metros cúbicos de consumo.
- 4] Facturación electrónica.
  - a) Con la finalidad de contribuir al cuidado del medio ambiente, se lleva a cabo el registro a la facturación electrónica, la cual consiste en que el cliente reciba en formato electrónico su factura mensual para así sustituir el recibo impreso. Dicho programa contempla plantar un árbol por cada cliente que se inscriba a la facturación electrónica.
  - b) Se establece un convenio de colaboración con la Secretaría del Medio Ambiente de Coahuila en apoyo al programa de facturación electrónica que pone en marcha Aguas de Saltillo.
  - c) El Gobierno del Estado aportó el predio para plantar los árboles que se desprendan de esta campaña y que permitirá que se realice la reforestación de la Sierra de Zapalinamé.
- 5] Tomas comunitarias.
  - a) Este programa se aplica en beneficio de aquellas comunidades que están establecidas en sectores irregulares y que no tienen acceso a los servicios básicos; son zonas de escasos recursos económicos.
  - b) El costo del contrato es con base en la inspección realizada en el domicilio.
  - c) Consiste en la instalación de una toma de agua potable de la cual se abastecen varias familias (mínimo cinco).
  - d) El consumo total de agua es cubierto por las familias beneficiadas y se recauda a través de una factura.
  - e) La tarifa aplicada se ajusta al bloque correspondiente con base en el consumo total dividido entre el número de familias.

### *Tarifas del agua en 2016*

Las tarifas de cobro de agua y drenaje que maneja AGSAL están en función del sector donde se localiza la vivienda y el giro del establecimiento. La tax-

nomía que ha manejado la operadora de agua se divide en: popular, interés social, residencial, ejidos, público, comercial e industrial. El cuadro 13.1 señala el precio de las tarifas doméstica, popular, interés social y residencial, para un consumo que va de cero a diez metros cúbicos de agua. El precio del resto de los servicios, como contratos, reconexión, reparaciones, instalación de medidor, proyecto de agua por lote, etc., se pueden consultar en la página de la multinacional: [www.aguadesaltillo.com](http://www.aguadesaltillo.com). Para que las cifras de precios del agua y alcantarillado tengan sentido, se pueden comparar con las tarifas de energía eléctrica y de teléfonos que pagan los residentes de Saltillo. Por ejemplo, en promedio, una familia de cinco miembros con tarifa popular o de interés social consume al mes 15 metros cúbicos de agua, y paga de 120 a 150 pesos mensuales, tarifa inferior a lo que se desembolsa por los servicios de luz o teléfono.

Cuadro 13.1. Tarifas de agua potable para los primeros 10 m<sup>3</sup> de consumo

<i>Tarifa</i>	<i>Consumo (m<sup>3</sup>)</i>	<i>Agua (pesos)</i>	<i>Drenaje (pesos)</i>	<i>Total (pesos)</i>
Popular	0-10	40.23	8.05	48.28
Interés social	0-10	50.02	10.00	60.02
Residencial	0-10	62.16	12.43	74.59

Nota: Los precios no incluyen IVA.

Fuente: Elaboración propia con datos de AGSAL.

Las tarifas y precios diferenciados que ha manejado la operadora en el cobro del agua y otros servicios le han permitido transferir recursos monetarios de los grandes consumidores y del sector residencial a los estratos populares, de tal suerte que las tarifas que se les cobran a éstos están por debajo de su precio de mercado. Ese tipo de “subsidios cruzados” han contribuido a que la compañía maneje presupuestos superavitarios desde que inició operaciones en 2001.

### *Productividad de Aguas de Saltillo, 2016*

La operadora de agua ha venido disminuyendo su participación accionaria en el capital social de la empresa paramunicipal; inició con el 49 por ciento y actualmente posee el 45 por ciento de las acciones, el resto está en manos del municipio. Factura en promedio 500 millones de pesos por año, los márgenes

de ganancia o utilidades se distribuyen entre el Ayuntamiento de Saltillo y la propia empresa. Da empleo a 409 trabajadores, produce por día 145,000 m<sup>3</sup> de agua provenientes de la explotación de 90 pozos en la región, parte de los cuales distribuye en 220,000 tomas domiciliarias (contratos o medidores). Tiene una eficiencia física (volumen facturado/volumen producido) de 70.1 por ciento, y una comercial que llega al 98.7 por ciento. En febrero de 2016, la Secretaría de Salud del país le otorgó el Certificado de la Calidad del Agua, que acredita la potabilidad del líquido que suministra la paramunicipal saltillense. Esto se logró después de la revisión técnica de sus instalaciones, la verificación documental y los correspondientes análisis físicos, químicos y bacteriológicos. Es la primera operadora de agua en Coahuila que recibe tal reconocimiento al cumplir con las normas mexicanas: NOM-179-SSA1-1998, de vigilancia y evaluación del control de calidad del agua para uso y consumo humano, distribuida por sistemas de abastecimiento público, y NOM-127-SSA1-1994 de salud ambiental, límites permisibles de calidad y tratamientos a que debe someterse el agua para su potabilización.

### *Evaluación del funcionamiento de Aguas de Saltillo*

En el marco del convenio de colaboración que se firmó entre la Universidad Autónoma de Coahuila y la compañía Aguas de Saltillo en 2011, se encomendó a la Facultad de Economía de la casa de estudios realizar un sondeo de opinión entre los consumidores de la compañía de agua para conocer su parecer sobre el desempeño de la misma. El sondeo se efectuó mediante dos encuestas; la primera se realizó en 2012, para lo cual se seleccionó una muestra representativa de la población que cubriera los sectores domésticos de consumo (popular, interés social y residencial). La encuesta se repitió en 2013, 2014 y 2015, aunque en los dos últimos años se incorporó al sondeo el sector comercio. Durante los cuatro años en que se ha aplicado el cuestionario, con alrededor de 40 preguntas, en cada vivienda respondió un residente del hogar mayor de edad. Las evaluaciones sobre el desempeño de AGSAL siempre se han mantenido entre 8.53 y 8.61, en una escala de 0 a 10.

### EL FUTURO DEL AGUA EN SALTILLO

Quizá como efecto asociado a la falta de un plan de desarrollo urbano para la región sureste de Coahuila, no se cuenta (al menos yo lo desconozco) con un

programa o estudio oficial paralelo que haya estimado las reservas probadas y probables de agua potable en la región. En función de ello, formulé políticas urbanas y recomendaciones acerca de los límites del crecimiento poblacional e industrial de la zona conurbada intermunicipal de Saltillo.

El Gobierno del Estado de Coahuila hasta la fecha no ha presentado alternancia política, todos los gobernadores en funciones han procedido del Partido Revolucionario Institucional (PRI) desde que se creó ese instituto político en el país; en cambio, la presidencia municipal de Saltillo ha sido ocupada por alcaldes propuestos por el Partido Acción Nacional (PAN) y del PRI. No obstante, la paramunicipal AGSAL ha seguido administrando el agua en la ciudad; pero de ninguna manera se debe olvidar la vulnerabilidad de la operadora de agua cuando haya cambios en los dirigentes de gobierno de la entidad y el municipio. Los contratos se pueden abrogar por conveniencias momentáneas y decisiones políticas, sin que necesariamente se hayan cumplido los plazos establecidos para la concesión del agua.

Mientras que la región no disponga de planes y programas de ordenamiento territorial y la paramunicipal sea evaluada por criterios políticos y no de desempeño y productividad en la administración del agua, el modelo de gestión mixto probablemente tendrá porosidades y será de pronóstico reservado aventurar su éxito en el mediano y largo plazo.

## RECOMENDACIONES Y CONCLUSIONES

En quince años que lleva administrando el agua potable en la ciudad la paramunicipal Aguas de Saltillo, el servicio que ha prestado se puede considerar como bueno si se compara con el que se ofrecía a la ciudadanía cuando la gestión del agua era manejada por el Sistema Municipal de Aguas y Saneamiento de Saltillo (SIMAS), cuyo director era un empleado del municipio. No obstante, los desafíos que tiene la operadora de agua privada son grandes, y se pueden complicar si se presentan temporadas de sequías frecuentes en la región y los desarrolladores inmobiliarios no respetan el área de amortiguamiento de la reserva de la Sierra de Zapalinamé, considerada como el “tinaco” de Saltillo. De ahí que sea prioritario para la citada compañía mejorar la distribución del agua a las viviendas; se estima que el 30 por ciento del agua extraída se pierde por fugas en las tuberías, cuya vida útil caducó desde hace años. Aunque no es la única responsable de llevarlo a cabo, es ya urgente la elaboración de un plan hidráulico para la región que contemple los municipios conurbados con

Saltillo, en el cual se establezcan las políticas hídricas que se deben seguir en el mediano y largo plazo, acompañadas de inversiones que construyan la infraestructura y el equipamiento que se requiere para explotar nuevas fuentes de abastecimiento de agua.

## REFERENCIAS

- Entrevista con el gerente general de Aguas de Saltillo, ingeniero Jordi Bosch, 18 de julio de 2016.
- Sitio institucional de Aguas de Saltillo, [www.aguasdesaltillo.com](http://www.aguasdesaltillo.com)
- Universidad Autónoma de Coahuila (2015). *Estudio de opinión de los usuarios para evaluar el servicio de Aguas de Saltillo*. Saltillo: Universidad Autónoma de Coahuila.

## 14. GOBERNANZA DEL AGUA EN LA ZONA METROPOLITANA DE GUADALAJARA

*Jesús Arroyo Alejandre<sup>1</sup>*  
*David Rodríguez Álvarez<sup>2</sup>*

### INTRODUCCIÓN

Aquí se analizan los tres grandes rubros generales del agua: provisión, control y saneamiento (PROCOSAN<sup>3</sup>) desde el punto de vista de la toma de decisiones, es decir, la gobernanza, con el propósito de identificar lo inevitable con respecto al líquido y de emprender acciones relacionadas con el recurso que no deben posponerse. Se intenta matizar con el enfoque de gobernanza en diversas acciones de PROCOSAN ya estudiadas ampliamente por diversos autores para el caso de la zona metropolitana de Guadalajara (ZMG).

---

<sup>1</sup> Profesor investigador del Departamento de Estudios Regionales-Ineser y Director de la División de Economía y Sociedad del Centro Universitario de Ciencias Económico Administrativas, Universidad de Guadalajara.

<sup>2</sup> David Rodríguez Álvarez, Departamento de Estudios Regionales-Ineser del Centro Universitario de Ciencias Económico Administrativas, Universidad de Guadalajara.

<sup>3</sup> En un trabajo previo (Arroyo y Corvera, 2009) se tuvo un primer acercamiento al PROCOSAN en la ZMG en relación con el rezago sociotecnológico, definido como la carencia de servicios como agua, drenaje o electricidad de manera estandarizada, y el llamado *placemaking*, es decir, la provisión de tales servicios a cargo de los propios interesados y por medios informales. Se examinaron zonas periféricas irregulares de la ZMG que no parecían tener ninguna prioridad para los gobiernos ni les interesaban a los desarrolladores urbanos, además de que sus habitantes vivían con altos niveles de pobreza. Se utilizaron datos del INEGI y otros obtenidos mediante dos encuestas. Se encontró, entre otros hallazgos, que la ZMG tenía un retraso importante particularmente en provisión y control de agua y una ausencia casi total de saneamiento.

La ZMG es un ejemplo típico de gobernanza ineficiente del agua en cuanto a PROCOSAN porque no se aprovecha adecuadamente su localización privilegiada en la cuenca Lerma-Chapala-Santiago. Su área urbana se encuentra muy cerca del lago de Chapala, el más grande del país, y a pocos kilómetros de ella se unen los ríos Verde y Santiago, en la barranca de Oblatos-Huentitán-La Experiencia. Guadalajara fue fundada cerca del río San Juan de Dios, que nace en el manantial del Agua Azul. Otro importante nacimiento de agua es el de Los Colomos, alimentado por varios arroyuelos —cuyas corrientes eran contenidas por la presa de Zoquipan—, además de otros veneros importantes del valle de Atemajac, y al norponiente de la ZMG se encuentra el río Blanco, que nace en los alrededores del pueblo al que da nombre. Tlaquepaque y Tonalá contaban también con nacimientos de agua y arroyos. Además, el territorio que ocupa la ZMG goza de una precipitación pluvial relativamente abundante (alrededor de 1,000 milímetros promedio anuales), llegan al valle de Atemajac importantes escurrimientos del bosque de La Primavera y cuenta con el agua de los mantos freáticos.

A pesar de estas ventajas, debido en parte al fuerte crecimiento poblacional de la ZMG, gobiernos y ciudadanos han practicado una gobernanza del agua con los resultados siguientes, entre otros:

- 1] Se entuban la mayoría de los ríos y arroyos conforme avanza la mancha urbana; se mezclan en la misma red de drenajes y colectores las aguas negras, pluviales y de manantiales.
- 2] La mancha urbana de la ZMG crece en extensión y la superficie construida ahora es similar a la del lago de Chapala, con lo cual ha disminuido la calidad del clima en la ZMG y aumentan los efectos del cambio climático.
- 3] Parte de las aguas pluviales de la ciudad se mezclan con aguas residuales y escurren por la barranca de Oblatos-Huentitán-La Experiencia, que rodea y limita el crecimiento de la ZMG en el norte y el norponiente.
- 4] Hasta hace pocos años que se pusieron en servicio las plantas tratadoras de aguas residuales (PTAR) de El Ahogado y Agua Prieta, solo era saneada una pequeña parte de ellas. Por su capacidad, la primera sanearía 2,250 litros por segundo (l/s), equivalente al 20 por ciento del total, mientras que la segunda trataría 8,500 l/s, es decir, el 70 por ciento, y el 10 por ciento restante serían tratadas por pequeñas PTAR. Sin embargo, para que la planta de Agua Prieta trate dicho volumen se necesita construir el túnel interceptor San Gaspar, de 10.5 km de longitud, y para que la del Ahogado sanee el 20 por ciento se debe construir el colector San Martín, de 1.4 km. Debido a la falta de esta infraestructura se deja de sanear el 20 por ciento de las aguas estimadas por las autoridades,

- muchas de las cuales se desparraman por las laderas de la barranca y llegan de algún modo al río Santiago. En el segundo informe del gobernador Aristóteles Sandoval se dijo que se tratan en total 9,506 l/s.
- 5] Más de la mitad del agua que consume la ZMG (56.60 por ciento) es extraída del lago de Chapala, 31.6 por ciento de pozos y manantiales y 11.8 por ciento de la presa Calderón (McCulligh y Tetreault, 2011). Algunos mantos freáticos se están deteriorando.
  - 6] El resultado final es la incertidumbre de si se contará o no con agua suficiente en el futuro; por lo tanto puede haber “tandeos”,<sup>4</sup> es decir, la suspensión del servicio por colonias en la ZMG, a la que a veces se recurre en el estío.
  - 7] El insuficiente control del agua pluvial representa riesgos en temporada de lluvias debido al incumplimiento de los planes urbanos y la falta de colectores —de acuerdo con el Sistema Intermunicipal de los Servicios de Agua Potable y Alcantarillado (SIAPA) el drenaje tiene una cobertura del 90 por ciento de la superficie urbana, con siete colectores— y de pozos de absorción, así como debido al sellamiento de la mayor parte de la ZMG con casas y calles, a lo que se suma que las lluvias son poco predecibles en cuanto a periodo e intensidad.
  - 8] La conclusión inevitable es que históricamente la gobernanza de PROCOSAN en la ZMG tiene como resultado escasez, contaminación y falta de control del líquido, lo cual se agudiza conforme aparecen las consecuencias del cambio climático.

## CONCEPTUALIZACIÓN DE GOBERNANZA

Entenderemos por gobernanza del agua las relaciones existentes entre los tres niveles de gobierno y la sociedad en los marcos institucional, formal e informal de toma de decisiones sobre PROCOSAN del agua. Por supuesto, existen otras definiciones de gobernanza, con diferentes énfasis (véanse por ejemplo Peniche y Guzmán, 2012; Ochoa y Rist, 2015). El marco institucional se ha conformado históricamente, y un análisis más profundo sería tema de otra investigación. Para los propósitos de este trabajo, también se toma en cuenta el concepto de régimen de gobernanza de Stone (2006), que se define

---

<sup>4</sup> Algunos críticos de los grandes proyectos de aprovisionamiento dicen que se hacen tandeos principalmente en el estío para convencer a los ciudadanos de que es necesario construir grandes obras de infraestructura de PROCOSAN.

como la coalición que establecen las autoridades de una ciudad —en este caso también estatales y federales— con los grupos económicos locales predominantes para llevar a cabo planes y acciones que no pueden realizar por sí solas. Sus acuerdos pueden ser formales o informales. El poder político que se obtiene de esta manera representa la capacidad de actuar (“poder para”) y no la capacidad de control social (“poder sobre”). Sus características son: *a*) los socios pueden pertenecer a fuentes gubernamentales y no gubernamentales, pero las coaliciones no se limitan a los grupos de interés económico, incluyen a otras partes interesadas; *b*) la colaboración está basada en la producción social, pues existe la necesidad de unir recursos fragmentados para completar tareas; *c*) con agendas de política identificables, que pueden ser relativas a la composición de quienes participan en la coalición, y *d*) un modelo de cooperación de largo plazo y no una coalición temporal (Mossberger y Stoker, 2001: 829). De acuerdo con Stone (2006), un régimen urbano es “un grupo informal relativamente estable con acceso a recursos institucionales que permiten tener un papel sostenido en la toma de decisiones de gobierno” (citado en Koch, 2006: 2).

Con base en el conocimiento empírico y la lectura de diversos trabajos, se puede decir que la gobernanza en la ZMG se ha caracterizado por instituciones formales (normatividad) e informales (arreglos políticos, acuerdos informales, relaciones de intereses económicos, etc.), lo que influye en un mayor o menor cumplimiento de planes y programas urbanos. Esto tiene implicaciones en la infraestructura de PROCOSAN. El poder y la autoridad están concentrados en individuos que forman parte de grupos de interés político y económico, y la toma de decisiones se concentra en quienes encabezan las instancias federales, estatales y municipales encargadas de PROCOSAN, con escasa participación ciudadana. La gobernanza formal, por su parte, tiende a favorecer a los grupos de interés económico y de control político, es decir, a los grupos dominantes. En lo relacionado con PROCOSAN, al parecer las relaciones que más interesan a los tomadores de decisiones son las que se inclinan por la construcción de obras.

Es sabido que los grupos inmobiliarios y aquellos que construyen infraestructura privatizan los beneficios de las economías de aglomeración producidas por la expansión urbana. Debido al rápido crecimiento de la ZMG y la especulación inmobiliaria, muchos desarrollos de vivienda no tienen al principio conexión a las redes de infraestructura; esta se realiza sin planeación, en muchos casos conforme a intereses de la clientela política o de desarrolladores inmobiliarios. En general, así se explica la actual situación de PROCOSAN en la ZMG.

Un concepto interesante que se suma a la anterior explicación es el de rezagos tecnológicos (*technological recesses*), desarrollado por Gopakumar (2004: 75) y comentado por Bürkner y Zehner (2012).<sup>5</sup> Al parecer las decisiones sobre PROCOSAN se toman en función del uso de la tecnología para construir grandes obras como en países desarrollados, que cuentan con otros marcos institucionales: grandes presas, PTAR y trasvases de agua, entre otras. Estas obras, que se realizan aun cuando existan alternativas socialmente más eficientes y de menor escala, dejan a grandes constructoras y grupos de interés fuertes ganancias y fortalecen la imagen de políticos. A veces tales obras no se sincronizan con el acelerado crecimiento urbano, mientras que se rechazan alternativas locales más económicas que podrían llevarse a cabo en barrios o zonas específicas. Por ello existen áreas urbanas que presentan rezagos en la provisión de agua y drenaje, servicios que se les proveen hasta que se realiza una gran obra con tecnología moderna<sup>6</sup> y rentable para los tomadores de decisiones al respecto.

## COMPLEJIDADES DE LA GOBERNANZA DEL AGUA EN LA ZMG

En Jalisco participan en la gobernanza formal de PROCOSAN los tres niveles de gobierno, académicos, expertos, consultores y organizaciones de la sociedad civil locales, nacionales e internacionales.<sup>7</sup> Influyen en una toma de decisiones que incluye los intereses políticos y económicos, así como inclinaciones sociales, lo cual complejiza la gobernanza y dificulta las decisiones al respecto.

---

<sup>5</sup> Bürkner y Zehner (2012) citan la definición de Gopakumar de *technological recesses* como “espacios desatendidos dentro de un área o escenario urbano, que no poseen acceso directo estandarizado a grandes sistemas técnicos de ‘primer orden’. En cambio, los habitantes de estos *technological recesses* dependen de una variedad de arreglos sociotécnicos informales y gestionados por los usuarios que actúan como intermediarios entre los grandes sistemas técnicos y los usuarios” (Gopakumar, 2004: 75, traducción de los autores).

<sup>6</sup> De acuerdo con esta interpretación del concepto de *technological recesses*, existen áreas de metrópolis de países emergentes sin infraestructura estandarizada de electricidad, vialidades o agua; en algunos casos, particularmente porque son informales, deben obtener estos servicios en forma irregular; en otras, sus habitantes recurren a alternativas propias para tenerlas formalmente con mejor calidad y a menor precio.

<sup>7</sup> Para Ochoa y Rist (2015: 14) la gobernanza sustentable del agua es un “proceso deliberativo que involucra a todos los actores relevantes en la gestión del agua”.

El Estado mexicano busca que el sector empresarial participe en el financiamiento, construcción, operación y mantenimiento de grandes obras (Gobierno del Estado de Jalisco, 2012: 67) de PROCOSAN junto con inversión pública para solucionar problemas de agua y a la vez crear empleos, que haya derrama económica en las regiones y que el mercado regule la prestación de servicios relacionados. Así, actualmente el Estado y las empresas privadas llevan a cabo la mayoría de los proyectos hidráulicos, a veces recurriendo a prácticas ilegales que ejercen violencia, suscitan miedo o dañan la naturaleza (Ochoa y Rist, 2015: 13-14). El Estado encarga a empresarios el diseño y la construcción de presas, acueductos y plantas de tratamiento, respaldado por alianzas entre agentes empresariales, colegios de profesionistas y consultores (Ochoa y Rist, 2015: 30). Mientras que en países desarrollados como Francia, Estados Unidos, Alemania, España o Italia gobiernos de ciudades pequeñas o grandes retoman el control del agua para proteger el interés público, México promueve la participación de la iniciativa privada como garantía de eficiencia (Ochoa y Rist, 2015: 18). Esto da lugar a *technological recesses*, pues dejan de atenderse áreas urbanas no rentables política ni económicamente.

Por su parte, algunos académicos, por encargo o iniciativa propia, hacen estudios de lo realizado en PROCOSAN y sugieren lineamientos de política cuyos resultados reflejan sus inclinaciones ideológicas, intereses de la institución a la que están adscritos o del grupo de pertenencia.

Algunas organizaciones de la sociedad civil a veces defienden causas poco atractivas para otros, particularmente a los afectados; lo mismo se oponen a la concesión de obras de PROCOSAN a empresas, que abanderan causas de afectados locales o ideales ecológicos. Una gobernanza del agua que mezcla tales ingredientes puede convertir el PROCOSAN en una arena de luchas y no de coincidencias y soluciones. Esto ha ocurrido y ocurre en alguna medida en la ZMG.

En este marco, en el caso de la ZMG ha habido éxitos a medias como la construcción de la presa El Salto, pues se carece de un acueducto que conduzca sus aguas a la metrópoli luego de dos decenios de construida; y también el éxito completo de la presa Calderón, que es una fuente importante de provisión de agua. Pero se han dado y siguen dándose batallas como las que han impedido la construcción de embalses en varios sitios, entre ellos las presas canceladas de San Nicolás sobre el río Verde y de Arcediano en el Santiago, y continúa la lucha entre el sector oficial, los beneficiarios privados y los afectados por la presa El Zapotillo. Casi veinte años atrás, la medición de fuerzas entre los poderes Ejecutivo y Legislativo impidió que se contratara en 1998 un crédito blando por 150 millones de dólares que otorgaría el gobierno

japonés a México para PROCOSAN en la ZMG. Posteriormente, se desviaron a otros rubros gran parte de los recursos de un proyecto para dotar de agua a 150 colonias de la ZMG —programa Todos con Agua— financiado por el Banco Interamericano de Desarrollo.

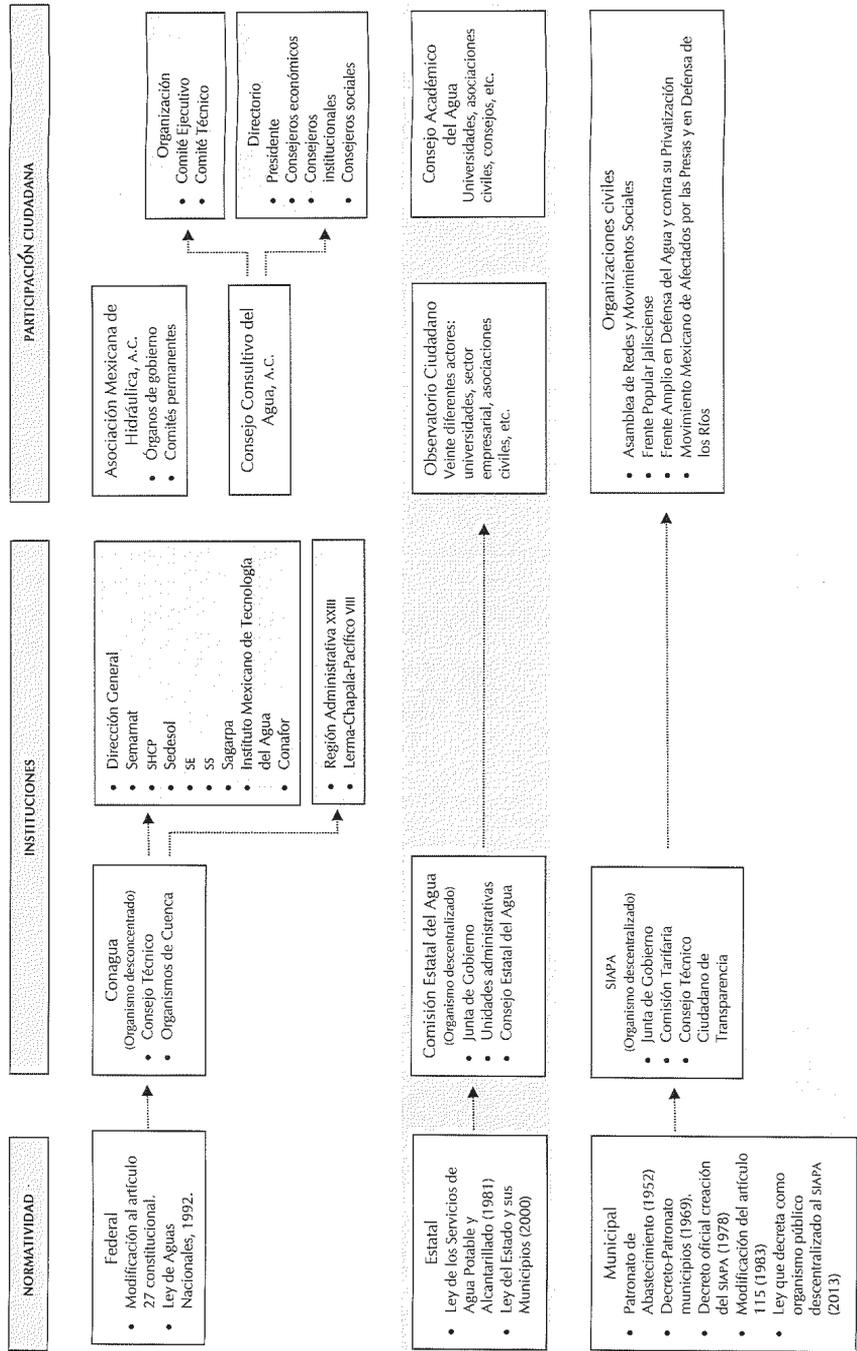
## LA GOBERNANZA FORMAL DE PROCOSAN EN LA ZMG

En el esquema 14.1 se resume la normatividad vigente para los tres niveles de gobierno con los organismos, dependencias y otras entidades y representantes que participan en la gobernanza del agua. En él se hace evidente la complejidad que existe en la toma de decisiones y su proceso de instrumentación en PROCOSAN.

Para elaborar el esquema se analizaron leyes, reglamentos y planes de gobierno con base en los cuales se crearon instituciones y comisiones encargadas de dicha gobernanza en el país, y particularmente en Jalisco y la ZMG. La gobernanza del agua está constituida por agentes tanto internacionales como de los tres niveles de gobierno en México, académicos y organizaciones de la sociedad civil. Las recomendaciones de instancias internacionales y los acuerdos suscritos por México también son tomados en cuenta en la creación de normas nacionales; por ejemplo, el séptimo de los Objetivos de Desarrollo del Milenio de la Organización de las Naciones Unidas plantea la necesidad de garantizar la sostenibilidad del medio ambiente y el acceso al agua potable y los servicios de saneamiento para toda la población, la Asociación Mundial para el Agua (GWP, por sus siglas en inglés) se preocupa por la Gestión Integrada de los Recursos Hídricos (GIRH) mediante políticas de desarrollo y planificación para la seguridad hídrica, y la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE) hace recomendaciones para que México tenga un modelo eficiente de gobernanza del agua.

En el contexto nacional, el artículo 27 de la Constitución señala que el uso, la explotación y las concesiones del recurso corresponden al gobierno federal. Con base en este mandato se creó la Ley de Aguas Nacionales en 1992, y posteriormente su Reglamento. Por su parte, la Ley Federal de Derechos establece las tarifas de uso, explotación y aprovechamiento de las aguas en el territorio nacional. Así mismo, la Agenda del Agua 2030 de la Comisión Nacional del Agua (Conagua) identifica los problemas que se deben resolver y los desafíos de largo plazo en financiamiento e inversión del sector. El Poder Ejecutivo establece en el Plan Nacional de Desarrollo (PND) 2014-2018

Esquema 14.1. Gobernanza en la provisión, control y saneamiento del agua en la zona metropolitana de Guadalajara



la necesidad de reformar el sector hídrico desde su marco normativo hasta su funcionamiento interinstitucional y emite los lineamientos del Programa Nacional Hídrico 2014-2018, mientras que la Secretaría de Hacienda y Crédito Público (SHCP) asigna presupuestos y la de Medio Ambiente y Recursos Naturales (Semarnat) establece prioridades y criterios de ejecución de obras a través de la Conagua, órgano desconcentrado de ella. La Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos (SARH) delegó en la Conagua la atribución de gestionar los recursos hídricos con base en los reglamentos, decretos, acuerdos y órdenes del presidente de la república.

La Conagua está conformada por un Consejo Técnico integrado por un director general y representantes de la Semarnat y de las secretarías de Desarrollo Social (Sedesol), de Economía (SE), de Salud (SS) y de Agricultura, Ganadería, Pesca y Alimentación (Sagarpa), así como de la Comisión Nacional Forestal (Conafor) y el Instituto Mexicano de Tecnología del Agua (IMTA). También cuenta con un organismo de cuenca para cada una de las trece regiones hidrológicas en que se ha dividido el país.<sup>8</sup> De acuerdo con la normatividad, la participación ciudadana en la Conagua se da mediante el Consejo Consultivo del Agua, A.C., que cuenta con un área de toma de decisiones conformada por un Comité Ejecutivo (integrado por once comités funcionales) y comités temáticos. El Consejo Consultivo, a su vez, está conformado por consejeros económicos, que representan a empresas privadas; consejeros institucionales, en representación de organismos gubernamentales; consejeros sociales, que se podrían asociar al medio académico, y cuenta con una Dirección Ejecutiva. En una segunda área participan la Asociación Mexicana de Hidráulica, A.C., con dos líneas principales, una correspondiente a órganos de gobierno y otra a comités permanentes; la primera toma las decisiones y la segunda tiene funciones tales como hacer publicaciones, actualizaciones del directorio, promoción financiera, premios, reconocimiento y estímulos.

En el ámbito estatal se replica en buena medida la estructura anterior. Con fundamento en la Ley de los Servicios de Agua Potable y Alcantarillado en el Estado de Jalisco, promulgada en 1981, se creó el organismo público descentralizado (OPD) Sistema para los Servicios de Agua Potable y Alcantarillado del Estado de Jalisco (Sapajal). En 2000 se promulgó la Ley del Agua para el Estado de Jalisco y sus Municipios y se creó el OPD Comisión Estatal del Agua y Saneamiento (CEAS), apegada a reglamentos y decretos del gobierno del Estado como el Plan Estatal de Desarrollo y la Política de Bienestar para el Estado de Jalisco. Con esto desaparece el Sapajal.

---

<sup>8</sup> Cabe señalar que casi todo Jalisco se encuentra en la Región VIII, dentro de la Cuenca Lerma-Chapala-Pacífico.

En febrero de 2007, la CEAS cambia su nombre por el actual de Comisión Estatal del Agua (CEA). Está conformada por una Junta de Gobierno, un Consejo Estatal del Agua (que incluye un Consejo Local del Agua) y unidades administrativas. En ella, la participación ciudadana está a cargo principalmente del Observatorio Ciudadano para la Gestión Integral del Agua para el Estado de Jalisco, financiado por la CEA e integrado por veinte organizaciones sociales, académicas, empresariales, etc., y el Consejo Académico del Agua, conformado por trece instituciones académicas y siete dependencias gubernamentales federales, estatales y municipales, en acatamiento a lo recomendado para la gestión hídrica.

Como antecedente para la gestión del agua en la ZMG, en el municipio de Guadalajara se creó en 1952 el Patronato de los Servicios de Agua Potable y Alcantarillado. Ocho años después, ante la creciente demanda del líquido, se firmó un convenio intermunicipal para traerlo del río Santiago y el lago de Chapala. En 1978 se creó el Sistema Intermunicipal de los Servicios de Agua Potable y Alcantarillado (SIAPA), y en 2002 se firmó un convenio para convertirlo en un OPD intermunicipal, con cierta autonomía de funcionamiento y toma de decisiones. Sus funciones y atribuciones actuales se establecieron en 2013 en la Ley que Crea el Organismo Público Descentralizado (OPD) del Poder Ejecutivo Denominado SIAPA; de acuerdo con sus principales modificaciones, el nuevo OPD está facultado para abastecer a los ocho municipios de la ZMG (aún no se había incorporado a ella el noveno, Zapotlanejo); pasó de ser un organismo intermunicipal a uno estatal, por lo que para su función y la valoración de proyectos debe coordinarse con el Consejo Estatal del Agua, a fin de darle mayor transparencia.

El SIAPA está conformado por tres instancias principales. La primera es la Junta de Gobierno, integrada por un presidente, que es el gobernador del estado o la persona que él designe, quien tendrá voto de calidad en caso de empate; un secretario técnico, que es el director general del SIAPA; representantes de cada uno de los municipios, de dependencias de gobierno estatal, de organizaciones vecinales, de universidades y de organismos empresariales. La segunda es la Comisión Tarifaria, con una estructura similar a la que tiene la Junta de Gobierno, a la que se suman representantes de asociaciones vecinales de todos los municipios de la ZMG, la Cámara Nacional de Comercio de Guadalajara, un comunicador prestigiado, el Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Occidente (ITESO) y la Universidad Panamericana. La tercera es el Consejo Técnico Ciudadano de Transparencia, elegido por la Junta de Gobierno y que se rige por el Reglamento del Consejo Técnico del SIAPA.

Puesto que la mayor parte de los proyectos que el SIAPA lleva a cabo en beneficio de la población o deja de realizar junto con la CEA y la Conagua, lo que la afecta, existen organizaciones de la sociedad civil que no son financiadas por instituciones reconocidas y tienen una participación diferente de la establecida por las normatividades.

Detrás de la gobernanza del agua está el Programa Sectorial del Agua y Reservas Hidrológicas, creado siguiendo los lineamientos del Plan Estatal de Desarrollo y de la Secretaría de Planeación y Finanzas del Gobierno del Estado de Jalisco. En él se diagnostican, analizan y proyectan las necesidades de Jalisco en materia hídrica, y se proponen los proyectos que deben priorizar la CEA y el SIAPA. Este programa sectorial prioriza los proyectos estratégicos conforme a la magnitud de los problemas diagnosticados y los mecanismos de implementación.

Respecto a los proyectos que se realizan en la ZMG, se pueden clasificar en las categorías de megaproyectos y pequeñas acciones (McCulligh y Tetreault, 2011). Los megaproyectos se realizan con la concurrencia de recursos federales, estatales y municipales, mediante instituciones como el Fondo Nacional de Infraestructura (Fonadin), la Conagua o directamente del presupuesto de egresos de la federación. Los pequeños generalmente son llevados a cabo por la CEA o el SIAPA con recursos propios obtenidos mediante la recaudación, fondos asignados por programas federales (Proagua, Prodder y Prome) y otros.

Dada la primacía en la toma de decisiones que tiene el gobierno federal, así como la asignación de recursos vía presupuesto de egresos de la federación, en realidad la gobernanza del agua está en gran medida en manos ajenas a los tomadores de decisiones locales, que se encargan más bien de ejecutar pequeños proyectos.

Puesto que los macroproyectos son financiados en general por el Fonadin en 49 por ciento y requieren fuertes inversiones, solamente los pueden realizar grandes empresas nacionales e internacionales con capacidad financiera para cubrir el otro 51 por ciento. Son los casos de las ya construidas PTAR de El Ahogado y Agua Prieta, y de la presa El Zapotillo, actualmente en construcción. De acuerdo con la opinión general, estas obras responden más a intereses económicos y políticos que a las necesidades de mediano y largo plazo de la población jalisciense.

Tanto en la política como en la construcción de grandes obras de infraestructura, son unas cuantas las personas en distintos cargos y unas pocas empresas las que toman las decisiones y realizan los proyectos relacionados con PROCOSAN para la ZMG.<sup>9</sup>

---

<sup>9</sup> A escala federal, los agentes económicos son respaldados por funcionarios de alto nivel tan poderosos que pueden manipular los proyectos e incluso desacatar

A escala estatal se replica en buena medida la estructura de toma de decisiones de PROCOSAN, que ha estado a cargo de unas pocas personas en los últimos dos decenios. Aun cuando están sujetas a las decisiones federales, dan su aval a proyectos como el trasvase de la cuenca semiárida de Los Altos de Jalisco a otra con mayores recursos hídricos, como es el caso de la presa El Zapotillo, cuyas aguas se destinarán principalmente a León, Guanajuato.

La participación ciudadana en la gobernanza del agua es de dos tipos, una proclive a las decisiones federales y estatales desde organizaciones no gubernamentales con financiamiento oficial; y otras que se oponen férreamente a los proyectos oficiales y se inclinan por soluciones como reparar las redes de conducción del líquido, reducir el consumo de agua y llevar a cabo microproyectos como pequeñas plantas de tratamiento en lugar de costosos proyectos de saneamiento con cargo a los usuarios y que no captan aguas residuales de pequeñas cuencas.

#### ALGUNOS RASGOS DE GOBERNANZA REAL DEL AGUA

El acelerado crecimiento que presentó Guadalajara desde principios de la década de los cincuenta dio la pauta a la organización y creación de instituciones formales para la gobernanza del sector hídrico. Desde los inicios de esta etapa, en la ciudad comenzaron a consolidarse diversos proyectos de abastecimiento en que intervinieron expertos en el tema. A partir de entonces ha habido una participación continua de especialistas en la dirección de proyectos, muchos de ellos por décadas, en el sector a nivel estatal y local. Ejemplo de lo anterior son las instituciones encargadas del abastecimiento y control del agua en la ZMG, que han sido dirigidas desde hace unos cuarenta años por un grupo de expertos que han venido tomando decisiones importantes dentro de los sucesivos gobiernos. Su permanencia sólo se interrumpió parcialmente con la alternancia de partido en el gobierno estatal en la segunda mitad de la década de los noventa.

Por otra parte, de acuerdo con las leyes federales, las asociaciones privadas son importantes para la toma de decisiones y ejecución de proyectos de PROCOSAN, como el Consejo Consultivo del Agua. En su estructura tiene consejeros institucionales, sociales y económicos como Mabe, Grupo Nestlé México, Femsa, Grupo Carso, Grupo ICA, Cemex, Grupo Lala, Grupo Peña-

---

una resolución de la Suprema Corte de Justicia de la Nación, como ha ocurrido con la presa El Zapotillo.

fiel y Coca Cola de México, entre otros. Así mismo, participan miembros de la iniciativa privada como asesores técnicos para una toma de decisiones también marcada por empresas de la construcción nacionales y transnacionales debido a las fuertes inversiones que requiere la ejecución de proyectos hídricos. Al mismo tiempo, organismos internacionales como la ONU, GWP y OCDE han elaborado estudios y hecho recomendaciones para una gobernanza hídrica eficiente.

Dado lo anterior, la normatividad para los diferentes niveles de gobierno establece una limitada y selectiva participación de organizaciones de la sociedad, pero en general la población afectada directamente no cuenta con una auténtica representación ni con vías legales para influir en la elaboración y ejecución de proyectos. En cambio, la iniciativa privada participa en diversas asociaciones junto con las instituciones públicas de toma de decisiones del sector hídrico, avalada por la mayoría de las normas.

Ante este panorama, la estructura institucional de la gobernanza del agua es un sistema complejo para la ejecución de proyectos, lo que los entorpece. Por otra parte, la sociedad se vuelve vulnerable y se propicia el desvío de recursos, lo cual da como resultado una toma de decisiones que beneficia especialmente a los intereses económicos y políticos involucrados en PROCOSAN.

## A MANERA DE CONCLUSIÓN

Actualmente se puede considerar que los tres rubros de PROCOSAN están en situación crítica en la ZMG, aunque las fuentes de aprovisionamiento son relativamente cercanas y las condiciones topográficas son favorables para conducir el agua, así como para su saneamiento y control. La gobernanza, a partir del rápido crecimiento poblacional, ha favorecido las grandes obras, que generan rentabilidad política y económica para grupos de poder, y se ha vuelto demasiado compleja quizá con la intención de obstaculizar una participación en que la ciudadanía pudiera decidir para que los proyectos fueran socialmente aceptables y así reducir los *technological recesses*, el deterioro ambiental y los riesgos inherentes a la falta de control del agua.

Tomando en cuenta el análisis anterior, es posible proponer los siguientes lineamientos de investigación y política pública, que podrían considerarse impostergables:

- 1] Analizar los costos sociales de sostener un sistema de gobernanza hídrica tan complejo como el actual con el propósito de rediseñarlo para

hacer más eficiente la toma de decisiones y la ejecución de proyectos necesarios para satisfacer las necesidades de PROCOSAN de los distintos sectores de población.

- 2] Que la gobernanza del agua sea pragmática, transparente, eficiente, más incluyente, para evaluar alternativas racionales, de menor costo social y privado, así como para limitar el negocio de las grandes obras en beneficio de unos pocos individuos. De continuar esta gobernanza de PROCOSAN en la ZMG, seguirán resolviéndose los problemas sólo cuando hacen crisis y con altos costos para la ciudadanía. Para evitarlo es necesario descentralizar en mayor medida la toma de decisiones en esta gobernanza, diferenciando cada aspecto de PROCOSAN en las atribuciones federales, estatales y municipales, lo que seguramente requiere reformar la Ley de Aguas Nacionales y las leyes estatales del agua para redefinir su papel.
- 3] Diseñar una organización menos vertical en cuanto al poder de negociación para la toma de decisiones de PROCOSAN con el gobierno federal por parte de las instancias estatales y municipales, así como para que participen académicos, organizaciones de la sociedad civil y los afectados por diversos proyectos. De esta forma podrá ser más equitativo el proceso que incluye los tres aspectos de PROCOSAN.
- 4] Dejar de ver todo lo relacionado con el agua sólo como fuente de grandes negocios. Los gobiernos de los tres niveles deben tomar decisiones que equilibren la parte económica con los intereses de la sociedad, y sin dañar el medio ambiente.
- 5] Realizar acciones de gran calado para PROCOSAN de largo plazo.
- 6] Reparar fugas en las redes de distribución cambiando las tuberías, el reúso de aguas saneadas y no desperdiciar el agua pluvial.
- 7] Acatar la planeación de los usos del suelo y la infraestructura mediante una normatividad obligatoria que considere el PROCOSAN como prioridad.
- 8] Dada la actual situación crítica de PROCOSAN y los efectos del cambio climático, promover una cultura de uso adecuado del agua en familias, empresas y dependencias públicas para no desperdiciarla.
- 9] El uso de aguas tratadas en el riego de áreas verdes, tal vez con una red propia o mediante otro sistema.
- 10] Establecer como prioridad la provisión de agua potable a las viviendas de familias pobres de las áreas deprimidas de la ZMG.
- 11] Concientización de ciudadanos y tomadores de decisiones sobre los efectos del cambio climático en PROCOSAN, de manera que las orientaciones principales de la gobernanza del agua sean medidas de prevención como

evitar la tala de bosques en la periferia metropolitana para construir viviendas, que los nuevos fraccionamientos reduzcan arroyos a colectores con menor capacidad de conducción de agua, y construir un sistema de drenaje para el presente y el futuro; tomar medidas de mitigación como hacer cumplir en la ZMG la disposición de construir pozos de absorción para aguas de lluvia como lo establece la normatividad y programas de reforestación urbana;<sup>10</sup> y de adaptación como hacer cumplir la planeación urbana para toda la ZMG. Todo lo anterior puede considerarse como construcción de resiliencia, pues reduce las condiciones de riesgo existentes e incrementa el bienestar.

Se puede empezar la instrumentación de estas y otras acciones impostergables mediante una mayor descentralización en la toma de decisiones de PROCOSAN. Existen ejemplos exitosos de ello, como los diversos fraccionamientos con régimen de condominio que cuentan con sus propios organismos operadores del agua.

De continuar las actuales tendencias en la gobernanza de PROCOSAN, se tendrían resultados inevitables como los siguientes:

- 1] Un crecimiento urbano y de población desordenado en la ZMG, que ejercerá aún mayor presión política sobre la gobernanza de PROCOSAN al incrementarse los problemas del agua.
- 2] La contaminación de los mantos freáticos y las aguas pluviales, por lo que es necesario reorientar la gobernanza de manera que se construya infraestructura de saneamiento y reúso de aguas residuales.
- 3] Que la sociedad vigile el cumplimiento del Plan Integral para el Manejo de Inundaciones,<sup>11</sup> anunciado por el gobierno de Jalisco, que prácticamente vendría a resolver este problema.

De acuerdo con lo anterior, en la ZMG este tipo de gobernanza tendrá un costo cada vez más alto en PROCOSAN. Una provisión adecuada requiere construir más temprano que tarde grandes presas adicionales a las existentes y costosas instalaciones para potabilizar el agua de ellas y del lago de Chapala, pues se están agotando y contaminando los mantos freáticos de los valles de

---

<sup>10</sup> Por ejemplo, en la construcción de la presa El Zapotillo participan las empresas mexicanas La Peninsular y el Grupo Hermes, además de la transnacional FCC Construcción. En otros proyectos figuran las transnacionales Aqualia Infraestructuras, el mayor grupo europeo de gestión del agua, e Isolux Corsán, con presencia en Europa, América, Asia y África.

<sup>11</sup> Varios municipios de Jalisco establecen en sus reglamentos que se debe construir un pozo de absorción por cada 250 metros de vivienda, lo cual está lejos de cumplirse en la ZMG.

Atemajac, Tesistán y Toluquilla. Para el tratamiento se requiere una red de colectores de aguas residuales y posiblemente pequeñas plantas tratadoras en las laderas de la barranca de Oblatos-Huentitán-La Experiencia y otro colector que lleve a la PTAR de El Ahogado las que vierten cientos de miles de habitantes de varias zonas de la metrópoli para regresarlas limpias al río Santiago.

El déficit del saneamiento continuará o se incrementará si aumenta la producción informal de suelo y la producción formal de suelo sin drenaje o conectado a cauces a cielo abierto, dada una gobernanza que separa de la planeación urbana la gestión del agua.

Es inevitable con la actual gobernanza que se le dé la importancia debida al control del líquido, por lo que seguirán incrementándose el desperdicio del agua de lluvia, la contaminación de mantos freáticos y los accidentes por derrumbes en zonas informales de vivienda.

## REFERENCIAS

- Aguilar, A. G. y Escamilla, I. (coords.) (2009). *Periferia urbana: deterioro ambiental y reestructuración metropolitana*. México: Instituto de Geografía-UNAM, Miguel Ángel Porrúa.
- Arroyo Alejandro, J. y Corvera Valenzuela, I. (2009). Rezagos sociotecnológicos en la provisión, control y saneamiento del agua en la zona metropolitana de Guadalajara. En Aguilar, A. G. y Escamilla, I. (coords.), *Periferia urbana: deterioro ambiental y reestructuración metropolitana* (pp. 125-160). México: Instituto de Geografía-UNAM, Miguel Ángel Porrúa.
- Bürkner, H.-J. y Zehner, C. (2012). Technological recesses y raíces locales de *placemaking*: tres estudios de caso urbanos. En Ochoa García, H. y Bürkner, H.-J. (coords.), *Gobernanza y gestión del agua en el occidente de México. La metrópoli de Guadalajara* (pp. 285-318). Guadalajara: ITESO.
- Delgado Ramos, G. C., Luca Zuria, A. de y Vázquez Zentella, V. (2015). *Adaptación y mitigación urbana del cambio climático en México*. Ciudad de México: Universidad Nacional Autónoma de México.
- García Ochoa, H. y Bürkner, H.-J. (coords.) (2012). *Gobernanza y gestión del agua en el occidente de México: la metrópoli de Guadalajara*. Guadalajara: ITESO.
- Gleason Espíndola, A. (2012). Hacia una gestión sustentable del agua en la zona metropolitana de Guadalajara. En Ochoa García, H. y Bürkner,

- H.-J. (coords.), *Gobernanza y gestión del agua en el occidente de México. La metrópoli de Guadalajara* (pp. 217-244). Guadalajara: ITESO.
- Gobierno del Estado de Jalisco (2012). *Programas sectoriales espaciales. Programa especial 21. Administración y uso del agua. Primera actualización*. Guadalajara: Gobierno del Estado de Jalisco.
- Gobierno del Estado de Jalisco-Comisión Estatal del Agua (2012). *Planta de tratamiento de aguas residuales El Ahogado* (2ª ed.). Guadalajara: Gobierno de Jalisco.
- Gobierno del Estado de Jalisco-Comisión Estatal del Agua (2013). *Agua Prieta*. Guadalajara: Gobierno de Jalisco.
- Good, K. (2007). Urban regime-building as a strategy of intergovernmental reform: the case of Toronto's role in immigrant settlement. CPSA Annual Conference, Saskatoon, Saskatchewan, May 30-June 1.
- Gopakumar, G. (2004). Lived technical systems: conceptualizing technologies and technology policies for the recesses of networked urban space in the Third World. En Wilding, P. (ed.), *Urban infrastructure in transition: what can we learn from history?* Deutschlandsberg: International Summer Academy on Technology Studies.
- Koch, F. (2006). Housing markets and urban regimes –The case of Warsaw. Presentado en la conferencia El Futuro “Gobernanza urbana”, llevada a cabo los días 24-26 de noviembre en la Universidad de Orebro, Suecia.
- McCulligh, C. y Tetreault, D. (2011). La gestión del agua en la zona metropolitana de Guadalajara. El modelo dominante versus las alternativas de la sociedad civil organizada. En *Memorias del Seminario Taller Agua, Ciudad y Cambio Climático*. Guadalajara: Red Agua, Conacyt, Universidad de Guadalajara, ITESO.
- Moncayo Estrada, R. y Escalera Gallardo, C. (2005). Peces. En Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, *La biodiversidad en Michoacán. Estudio del estado*. Recuperado de [http://www.biodiversidad.gob.mx/region/EEB/pdf/EE\\_MICHOACAN\\_2005.pdf](http://www.biodiversidad.gob.mx/region/EEB/pdf/EE_MICHOACAN_2005.pdf)
- Mossberger, K. y Stoker, G. (2001). The evolution of urban regime theory. The challenge of conceptualization. *Urban Affairs Review*, 36(6), 810-835.
- Ochoa García, H. y Rist, S. (2015). La emancipación como posibilidad para transitar hacia una gobernanza sustentable del agua. En Ochoa García, H. (coord.), *Imposición, resistencia y alternativas ante una crisis interregional del agua en México: proyecto El Zapotillo*. Cuadernos de trabajo de la Red Waterlat-Gobacit, Serie Áreas Temáticas SATCTH AT6 Cuencas y Territorios Hidrosociales. Cuaderno de Trabajo 2 (1), Newcastle upon Tyne, UK y Guadalajara, México.

- Peniche Camps, S. y Guzmán Arroyo, M. (2012). La gobernanza del agua en Jalisco. En Ochoa García, H. y Bürkner, H.-J. (coords.), *Gobernanza y gestión del agua en el occidente de México. La metrópoli de Guadalajara*. Guadalajara: ITESO.
- Stone, C. (2006). Power, reform, and urban regime análisis. *City & Community*, 5(1), 23-38.

## 15. ASPECTOS METODOLÓGICOS ALREDEDOR DE LA GESTIÓN Y GOBERNANZA DEL AGUA EN LA CUENCA DEL RÍO VERDE EN EL CONTEXTO DEL PROYECTO PRESA EL ZAPOTILLO

*Marco Antonio Berger García<sup>1</sup>*

### INTRODUCCIÓN

Las políticas de crecimiento económico durante la segunda mitad del siglo XX estuvieron permeadas a nivel nacional e internacional por el paradigma conocido como la economía de la oferta o *supply side economics*.<sup>2</sup> En contraste con los evidentes logros en materia de infraestructura y crecimiento económico para satisfacer las necesidades de transformación experimentadas por la mayoría de los países de América Latina en dicho período, las políticas sobre el medio ambiente tuvieron una serie de efectos directos e indirectos y consecuencias no intencionales en el ámbito de la política ambiental y el desarrollo sustentable. Al día de hoy, en algunos países prevalecen los arreglos institucionales derivados de la implementación de planes, proyectos y programas con el enfoque basado en la oferta, lo cual genera precondiciones que pueden conducir a una toma de decisiones de política pública ambiental insustentables. Utilizando el método de análisis de contenido, en este capítulo se explora la información obtenida de bases de datos, encuestas, foros y grupos de enfoque de los últimos años relacionada con el proyecto de la presa El Zapotillo. Mediante este análisis se identifica

---

<sup>1</sup> Profesor investigador y jefe del Departamento de Estudios Organizacionales del Centro Centro Universitario de los Altos, Universidad de Guadalajara.

<sup>2</sup> Según la teoría macroeconómica del lado de la oferta, el crecimiento económico se puede conseguir mejor por medio de la reducción de los impuestos y la disminución de la regulación. De esta manera, el consumidor se beneficia de un mayor suministro de bienes y servicios a precios más bajos y el empleo aumenta.

la omisión de aspectos importantes relacionados con la demanda económica y la eficiencia en el manejo del recurso hídrico, aunado a otros aspectos relacionados con la sustentabilidad del proyecto, como el cambio climático.

## ANÁLISIS COSTO-BENEFICIO SOCIAL Y MEGAPROYECTOS DE AGUA

La discusión de más de diez años en torno al proyecto de la presa El Zapotillo,<sup>3</sup> así como los documentos técnicos alrededor del mismo, ofrecen una panorámica suficientemente amplia para ser caracterizada bajo los principios del análisis costo-beneficio (ACB). Históricamente, los supuestos de este análisis: *a*) suman las utilidades de los individuos para ser maximizadas, y *b*) consideran posible el intercambio de utilidad para algunos frente a las pérdidas de utilidad para otros, lo que ha sido cuestionado por libertarios y filósofos (Weimer, Vinning, Greenberg y Boardman, 1996).

A pesar de las controversias, el ACB es útil en muchas áreas de política pública, entre ellas los proyectos de abastecimiento de agua potable y alcantarillado. Puesto que el ACB se fundamenta en la eficiencia, la racionalidad, el utilitarismo y la economía del bienestar como principal herramienta de análisis, a través de su andamiaje axiológico es posible ordenar y contrastar la narrativa alrededor de un megaproyecto para mejorar su proceso deliberativo, especialmente si se encuentra en una etapa de conflicto o *impasse*, como es el caso de El Zapotillo.<sup>4</sup> Como señalan Arrow *et al.* (1996):

<sup>3</sup> La presa El Zapotillo es el tercer proyecto desde que, en 1991, se decidió echar mano de las aguas de la cuenca del río Verde con el propósito de extraer menos agua al lago de Chapala. Su primer antecedente fue el proyecto La Zurda-Calderón, del que se construyó la presa Calderón y el acueducto que conduce sus aguas a la zona metropolitana de Guadalajara (ZMG); incluía otros dos embalses, las presas El Salto, que fue construida pero sus aguas nunca llegaron a la ZMG por falta de un acueducto que las condujera, y El Purgatorio, cuya construcción se mantuvo en suspenso hasta hace pocos años y recientemente ha sido retomada. El segundo antecedente fue el proyecto de la presa de Arcediano, suspendido en 2009 por considerarlo inviable.

<sup>4</sup> Si bien es cierto que la *economía del bienestar* es el fundamento teórico principal alrededor del cual gira el análisis costo-beneficio, recientemente se han incorporado otras vertientes de la teoría económica para analizar de manera más crítica los supuestos tradicionales del modelo de acción racional y enmarcarlos dentro de las categorías de la *economía del comportamiento* para analizar otras preferencias no egoístas que pueden motivar la conducta de los individuos involucrados en torno a un proyecto (véase Robinson y Hammit, 2011). Como se verá más adelante, dichas adaptaciones resultan pertinentes especialmente si se trata de un megaproyecto con implicaciones socioambientales directas.

Aunque el análisis costo-beneficio no debe verse como algo necesario ni suficiente para diseñar políticas públicas sensibles, el ACB puede proporcionar un marco de análisis excepcionalmente útil para organizar consistentemente información desarticulada. De esta forma, el ACB puede mejorar en gran medida el proceso y, por tanto, el resultado del análisis de política pública.

Así, después de casi siete décadas de aplicación, los debates contemporáneos en torno a la conveniencia de aplicar o no la metodología costo-beneficio se centran más bien en su utilización como herramienta deliberativa para la resolución de conflictos sobre políticas que involucran diversos criterios y valores de decisión y no necesariamente involucran la decisión final.

La premisa básica en la cual se fundamenta el ACB es la eficiencia. Así, cuando los mercados funcionan bien, el interés individual da lugar a una asignación eficiente de los recursos. Es, entonces, necesario demostrar la eficiencia superior de una intervención particular con respecto a otras alternativas, incluyendo el *statu quo* (Weimer *et al.*, 1996). En proyectos o megaproyectos de agua, sin embargo, es altamente improbable que funcionen los mercados de agua en el abasto, consumo o reúso. Claramente, en el contexto de países en transición existen fallas en torno a los derechos de agua o a la elaboración de proyectos asociados al abastecimiento de ella (Bjornlund y McKay, 2002). En sentido económico esencial, el agua como insumo puede ser considerada un bien privado que suministra el Estado; sin embargo, dependiendo del contexto, y dadas sus propiedades de rivalidad o exclusión, el agua puede tener propiedades de bien público, bien comunitario o bien de acceso abierto (Keohane y Olmstead, 2007; Stiglitz, 2000).

En cuanto a la visión de los actores respecto a los megaproyectos de abastecimiento de agua, el análisis costo-beneficio no está exento de los “lentes burocráticos y políticos” frecuentes en cualquier proceso presupuestal (Borins y Good, 1984; Niskanen, 1975). De manera consistente con las teorías fundamentales de la acción colectiva y de grupos (Olson, 1971), los políticos prefieren proyectos que concentren los beneficios particularmente en grupos de interés identificados, además de “enmascarar” costos o difundirlos con amplitud entre la población. Así, por ejemplo, trabajos de construcción como las presas son ponderados fuertemente, se pueden proponer tasas de descuento inapropiadas desde el punto de vista social o considerar como un “beneficio” lo que en realidad es una transferencia. Los *policymakers* proclives al gasto que promueven los proyectos tratan los gastos anteriores sobre un proyecto en marcha como inversión que traerá beneficios permanentes a sus constituyentes.

Por último, aunque no son menos importantes, se encuentran los aspectos distributivos que se incluyen en el ACB. Si bien es cierto que los criterios distributivos y de equidad no desempeñan un papel preponderante en el ACB, ello no implica su omisión total. De hecho, en las etapas del florecimiento de la metodología costo-beneficio para proyectos sociales ya se discutía sobre la importancia de incluir criterios ponderados de distribución del ingreso, bajo la premisa de que una distribución eficiente en sentido de Pareto podría conducir a una distribución del ingreso más desigual (Harberger, 1978). Lo anterior es especialmente importante en contextos donde se desarrollan megaproyectos en regiones o comunidades con desarrollo económico bajo o intermedio, como es el caso de la presa El Zapotillo.

Además de los aspectos estandarizados del método costo-beneficio social, existen al menos tres puntos específicos difíciles de tratar que emergen cuando se trata de megaproyectos que influyen de manera significativa y directa en un ecosistema: la dificultad para medir el valor económico de algunas cosas; la definición del bienestar social, que no necesariamente es igual a la agregación de las funciones de bienestar individuales, y, finalmente, la valuación económica de los ecosistemas (Kopp, Krupnick y Toman, 1997). Estos tres aspectos son fundamentales en el análisis del conflicto de la presa El Zapotillo y la gestión integral del agua en la cuenca del río Verde. De manera similar, el tema de las compensaciones en el análisis costo-beneficio resulta crucial cuando se trata de megaproyectos ambientales. Robinson y Hammit (2011) destacan la complejidad de operacionalizar la *disposición a aceptar* por parte de los individuos o comunidades afectadas por el proyecto o intervención cuando el bien o servicio asociado al proyecto y sus afectaciones posee más atributos de bien público que de bien privado y, por ello, genera una brecha entre la disposición a pagar y la disposición a aceptar, que en la práctica puede conducir a incrementar los costos de transacción y negociación y, por lo tanto, a un *impasse* al proyecto.

#### ANÁLISIS DEL PROYECTO PRESA EL ZAPOTILLO Y LA GESTIÓN INTEGRAL DEL AGUA

En general, la aplicación del método costo-beneficio social ya sea para el análisis *ex post*, para evaluar si se llevó a cabo o no de manera adecuada el proyecto, o *ex ante*, para decidir si es conveniente desde el punto de vista social llevarlo a cabo, implica una serie de pasos secuenciales. En cada uno

de ellos existen fundamentos y supuestos subyacentes, de los cuales se hará uso para contrastar el proyecto de la presa El Zapotillo y los elementos que se aportan para la gestión integral del agua del río Verde.

Existen dos implicaciones en el aspecto metodológico. La primera es que, temporalmente, el estado actual del proyecto de la presa El Zapotillo no permite la aplicación de un análisis *ex ante* para analizar su construcción, la cual presenta ya un avance significativo. Pero, puesto que el proyecto no se ha concretado y se encuentra en un *impasse* jurídico-institucional, tampoco es posible realizar la evaluación *ex post*. Weimer *et al.* (1996) proponen un análisis *in media res* para la redefinición y adaptación de alternativas, así como la definición acerca de la continuidad del proyecto. En cualquier caso, los supuestos subyacentes al ACB social, independientemente de su temporalidad, son similares.

La segunda implicación metodológica tiene que ver con la temporalidad de las fuentes de información oficiales que respaldan el proyecto. Los 16 tomos de información oficial analizados toman como unidad de análisis el proyecto original de 2004, donde se suponía que la alternativa del proyecto de la presa El Zapotillo contemplaba que parte del agua estaba destinada a 14 municipios de los Altos de Jalisco, pero principalmente a la ciudad de León, Guanajuato. Sin embargo, con la cancelación de otro megaproyecto de abastecimiento de agua denominado presa Arcediano en 2006, desde la que se pretendía llevar agua a la ZMG para los próximos treinta años, el Gobierno del Estado de Jalisco hace una propuesta de enmienda al proyecto original de El Zapotillo en 2007 para, básicamente, elevar la altura de la cortina del proyecto original de 80 a 105 metros; de esta manera se lograría aumentar el volumen de agua captada y el gasto firme para abastecer tanto a León como a los municipios de los Altos y a Guadalajara mediante un complejo sistema de trasvase.<sup>5</sup> Este ajuste tiene implicaciones significativas para el proyecto, pues se requiere la inundación inminente de tres poblaciones alteñas: Temacapulín, Acasico y Palmarejo, así como un conjunto de efectos distributivos diferenciados y en algunos casos poco claros, lo que actualmente mantiene al proyecto en un *impasse* jurídico-institucional.

Desde el punto de vista económico, estas reformas al proyecto original carecen de una contraparte metodológica que incluya el análisis costo-beneficio social de acuerdo con las nuevas condiciones. Por lo tanto, en sentido

<sup>5</sup> Desde el punto de vista metodológico es interesante que, en su momento, el proyecto de la presa Arcediano para abastecer de agua a la ZMG presentaba insuficiencias en materia de identificación, medición y valoración de costos y beneficios sociales asociados al mismo, así como a la elección de la tasa social de descuento para calcular los indicadores de rentabilidad social.

estricto, técnicamente estaríamos hablando de un nuevo proyecto por evaluar, el cual hasta la fecha no existe. Dadas las limitaciones señaladas, el análisis se centra en los elementos y datos del proyecto original de 2004, complementado con la narrativa más reciente de los *stakeholders* y las agencias involucradas, con el fin de analizar principalmente el proceso en torno al proyecto y no el resultado sobre la alternativa final por elegir. Como se verá, los principales elementos conceptuales en torno al proyecto, desde la lógica del costo-beneficio social, son consistentes a lo largo del tiempo por parte de los actores involucrados. Los pasos típicos que seguir se presentan en el cuadro 15.1.

El área de influencia de la cuenca del río Verde donde se lleva a cabo el proyecto presa El Zapotillo involucra a cuatro entidades federativas: Jalisco, Guanajuato, Aguascalientes y Zacatecas. En principio, de acuerdo con el análisis del libro blanco del proyecto, la perspectiva de análisis del mismo es federal, por lo cual los costos y beneficios se consideran con la misma ponderación independientemente del lugar que resulte más afectado. Sin embargo, dada la evolución de los proyectos en la última década, caracterizada por problemas de conflicto y gobernanza ambiental, así como por controversias jurídico-institucionales, los actores tienden a considerar los costos y beneficios de acuerdo con la jurisdicción a la que pertenecen.

Uno de los supuestos subyacentes fundamentales de la política hídrica, que se refleja en el proyecto presa El Zapotillo, consiste en asumir que la demanda de agua *tanto en la ZMG como en la zona metropolitana de León y en los 14 municipios de los Altos que recibirían un impacto positivo directo* radica en asumir que “la demanda hídrica crece de manera natural debido al incremento de la población y el incremento de la actividad económica” (Conagua, 2015: t. v, 7-8).

Otro determinante de la demanda de agua para el proyecto tiene que ver con los escenarios de cambio climático en la cuenca del río Verde. De acuerdo con el Plan Estatal de Acción Climática de Jalisco, los Altos es una de las regiones, junto con las cuencas costeras, más vulnerables ante los efectos que se esperan del cambio climático en Jalisco, principalmente sequías, que requieren medidas urgentes de adaptación (Secretaría de Medio Ambiente y Desarrollo Territorial, 2014). Asimismo, en los planes específicos de acción climática para los municipios de los Altos Sur se han identificado externalidades negativas con escurrimientos de los cuerpos de agua regionales, la generación de emisiones de gases de efecto invernadero y el aumento de la temperatura por encima del promedio nacional.<sup>6</sup>

<sup>6</sup> El estudio se centró en los escenarios de cambio climático RCP4.5 y RCP8.53 en

Cuadro 15.1. Secuencias del análisis costo-beneficio social y su vinculación con el proyecto presa El Zapotillo en la cuenca del río Verde

Pasos que seguir del ACB	Temas o problemas asociados	Temas en torno al megaproyecto presa El Zapotillo y la gestión integral del agua
Decidir qué costos y beneficios cuentan.	Definir si la escala es global, regional o local; territorialidad y escala geográfica.	En principio, la escala es federal. El proyecto original sólo evalúa el ACB para la ciudad de León, Guanajuato, y menciona mas no evalúa socialmente los 14 municipios de los Altos de Jalisco involucrados en el proyecto.
Seleccionar el portafolio de proyectos alternativos.	Potencialmente infinitos, el analista debe elegir un subconjunto manejable de proyectos admisibles. La separabilidad de los proyectos es importante.  Se debe partir de la optimización de la situación "sin proyecto".	Se presentan 18 sitios alternativos para captar y aprovechar el río Verde, que van siendo descartadas en función de criterios topográficos y geológicos (Conagua, 2015: t. v, 57). Al final queda el proyecto presa El Zapotillo como enclave central dentro de un sistema más amplio de presas regionales a lo largo de la cuenca del río Verde, entre las cuales destaca el proyecto Arcediano. Únicamente se optimiza la situación sin proyecto para la ciudad de León, Guanajuato. Se tendría que hacer un ejercicio similar actual para la ciudad de Guadajajara, que dista mucho de tener su sistema de agua potable y alcantarillado optimizado, así como sus sistemas de tarificación eficiente (Conagua, 2015: t. I, 22). No se consideran las diferencias entre los precios subsidiados y los precios sociales del agua en los municipios de los Altos ni en la ZMG. En el caso de León, el análisis se centra en el desabasto de agua en colonias de bajos ingresos y la pérdida neta social atribuida a los tandeos en la situación actual. Sin embargo, no se desarrolla un análisis de eficiencia en las zonas de ingresos medios y altos ni en el sector industrial.
Catalogar los impactos potenciales y seleccionar los indicadores de medición.	Los verdaderos impactos pueden no ser observables.	El indicador por excelencia para justificar el proyecto es el gasto firme en metros cúbicos por segundo. No se consideran suficientemente otros indicadores de gestión integral del agua, especialmente con respecto a su calidad. Gastos "en firme" hallados por el Instituto Mexicano de Tecnología del Agua y la Conagua (IMTA-Conagua) de 8.63 m <sup>3</sup> /s, mientras que la UNOPS encontró que sólo podrá alcanzar los 7.5 m <sup>3</sup> /s con una cortina de 105 metros de altura (escenario 5), sin tomar en cuenta las variaciones derivadas del cambio climático.
Predecir los impactos cuantitativos a lo largo de la vida útil del proyecto.	La predicción es difícil, especialmente en largos períodos para sistemas complejos.	El horizonte temporal que se manejaba originalmente era de 25 años. Actualmente se contempla un horizonte de 30 años. La variable cambio climático no está suficientemente internalizada para los cálculos a lo largo del tiempo (Secretaría de Medio Ambiente y Desarrollo Territorial, 2014).

Fuente: Se seleccionaron los criterios principales a partir de los textos de Weimer et al. (1996), Fontaine (2008), Campbell y Brown (2016), Robinson y Hammit (2011) y Kopp et al. (1997).

Cuadro 15.2. Temas y supuestos seleccionados del análisis costo-beneficio social identificados en torno a la narrativa del megaproyecto presa El Zapotillo y la gestión integral de la cuenca del río Verde

Concepto del análisis costo-beneficio social	Argumento central contexto presa El Zapotillo, gestión integral del agua en la cuenca del río Verde
Demanda, oferta y precios sombra.	<p>La proyección de vida útil del proyecto a treinta años asume un crecimiento lineal de la demanda por procesos naturales del crecimiento de la población y la economía.</p> <p>Dado que existe un déficit actual y proyectado de agua para la ZMG, "es <i>inevitable</i> hacer grandes obras hidráulicas cuya condición es posibilitar una capacidad de almacenamiento suficiente para garantizar la gran erraticidad que despliegan los escurremientos del Río Verde y consecuentemente hacer realidad el <i>Uso de las aguas reservadas</i>" (Conagua, 2015; Kopp et al., 1997: v, 57).</p> <p>La ZMG enfrenta serios riesgos de disponibilidad actual y futura de agua. Uno de cada tres de sus habitantes no tiene acceso regular a ella porque existe un déficit de 3,300 litros por segundo (Conagua, 2015; presentación tt. I-VIII).</p> <p>En el proyecto original de El Zapotillo no se habla sobre las distorsiones de mercado provocadas por los subsidios al precio del agua para uso urbano y agrícola. Sin embargo, en el informe de la UNOPS se propone una política de desacoplamiento de subsidios para evitar exceso de demanda. La demanda de agua a lo largo de la cuenca supera el agua concesionada en todas las unidades hidrológicas (UNOPS, 2017).</p> <p>El informe de la UNOPS señala que es menos el agua disponible que la originalmente contabilizada para el proyecto El Zapotillo en la cuenca en el caudal del río Verde, y es mayor la demanda que la originalmente documentada para la misma cuenca por uso agropecuario, doméstico e industrial (UNOPS, 2017).</p> <p>Distintos informes señalan que es necesario internalizar la variable cambio climático, pues la cuenca del río Verde se ubica en una zona de alta vulnerabilidad para las próximas décadas (Secretaría de Medio Ambiente y Desarrollo Territorial, 2014; Plan de Acción Climática Altos Sur, 2017).</p>
Externalidades positivas y negativas del proyecto.	<p>Rescate y cuidado de los acuíferos sobreexplotados (Conagua, 2015; t. III.E).</p> <p>De acuerdo con algunos actores gubernamentales, los pozos y acuíferos sobreexplotados recuperarán sus niveles históricos gracias a que ahora podrán utilizar el agua proveniente de la presa y dejar en reposo los pozos y acuíferos (Comisión Especial del Agua, 2017).</p> <p>"Es importante tener claro que el Sistema Integral Hídrico de obras del Río Verde atiende a una necesidad futura y de contención del problema actual, <i>sobre todo para evitar la sobreexplotación de las actuales fuentes de abastecimiento de agua para consumo humano en la región</i>" (Conagua, 2015: t. I, Presentación).</p> <p>Se considera que la seguridad alimentaria y el proceso productivo de la principal cuenca lechera y de proteína animal de los Altos de Jalisco no se encuentra en riesgo debido a la construcción de la presa El Zapotillo en lo tocante al uso de agua como insumo del proceso productivo (Comisión Especial del Agua, 2017).</p> <p>Esta nueva fuente de abasto —la presa El Zapotillo— dará seguridad hídrica y certeza de servicio a la población, a la vez que permitirá mejorar y profundizar otras acciones de cuidado y <i>uso óptimo</i> de las aguas actualmente disponibles (Conagua, 2015: t. I, Presentación).</p>
Impactos directos e indirectos.	<p>Los sectores vinculados a los mercados agropecuarios demandan el 87 por ciento del agua de la cuenca a lo largo del proyecto. No se estima el impacto en la competitividad de los sectores agropecuarios dado el costo de sus insumos (UNOPS, 2017).</p> <p>Se requiere información adicional acerca de los subproyectos y costos de los ramales proyectados para dotar de agua a la región de los Altos, los cuales fluirían a partir del acueducto. Más aún, el secretario considera que los pozos y acuíferos sobreexplotados recuperarán sus niveles históricos gracias a que ahora podrían utilizar el agua proveniente de la presa y dejar en reposo los pozos y acuíferos.</p>

Medición y valoración de bienes intangibles y servicios ambientales asociados al proyecto.	<p>Se mencionan escasas afectaciones negativas a los servicios ambientales hidrológicos y paisajísticos. Se argumenta que se pueden aumentar los servicios ambientales de recreación y esparcimiento, pesca —vista como costo de oportunidad—. La metodología específica para valorar los servicios de las cuencas es el método de valoración contingente (<i>contingent valuation analysis</i>) para responder la pregunta de cuánto estarían dispuestos a pagar los consumidores por la nueva oferta del agua con el proyecto en servicios recreativos.</p> <p>Se realiza una estimación de los recursos biológico-forestales alrededor de la zona donde se ubicaría el proyecto, planteando de manera adecuada las posibilidades de valoración directa, indirecta, de opción, de herencia y de existencia. Se concluye que el valor de uso del inventario forestal alrededor del proyecto no es significativamente elevado como para no llevar a cabo el proyecto (Conagua, 2015: t. III.E, 212).</p>
Efectos distributivos asociados al proyecto.	<p>No se incluyen los efectos distributivos territoriales del proyecto en su sentido amplio —incluyendo la ZMG, León y los Altos de Jalisco—, simplemente se limita a la distribución de agua basada en los decretos federales, pero no se hace un análisis de implicaciones económicas por región.</p> <p>Originalmente se llevó a cabo un análisis costo-beneficio social del proyecto El Zapotillo exclusivamente para la zona metropolitana de León, Guanajuato. Se estimó una curva de demanda lineal y se comparó la situación con y sin proyecto optimizado, con énfasis en las colonias de ingresos bajos que acceden al agua con base en tandeos (Conagua, 2015).</p>
Definición de proyecto y subproyectos.	<p>Se requiere información adicional acerca de los subproyectos y costos de los ramales proyectados para dotar de agua a la región de los Altos, los cuales fluirían a partir del acueducto. También se requiere información sobre las plantas de tratamiento de aguas residuales (PTAR) requeridas para el proyecto (UNOPS, 2017; Comisión Especial del Agua, 2017).</p>
Mecanismos de compensación y disposición a aceptar por parte de las comunidades afectadas.	<p>La disposición mínima a aceptar dista significativamente de la disposición a pagar. Se maneja el término de “conveniados” para referirse al requerimiento legal mínimo y al pago a valor de catastro local, así como la dotación de vivienda en una población aledaña denominada Tlacoyunque, con escasez de agua y materiales precarios (comparecencia de secretaríos ante la Comisión Especial del Agua, 2017).</p> <p>Se centra fundamentalmente en los costos de ingeniería y trámites administrativos. Los costos de reubicación, resarcimiento o rescate del patrimonio no están integrados (Comisión Especial del Agua, 2017).</p>
Eficiencia y optimización.	<p>Se maneja un plan trienal de eficiencia comercial, física y en la distribución y sustitución de infraestructura para la eficiencia energética (Conagua, 2015: t. II, 395).</p> <p>El concepto de eficiencia utilizado por la Comisión Estatal del Agua (CEA) se aprecia como limitado a la oferta y el aprovechamiento en el uso público urbano, sin existir una política complementaria para el manejo del agua en otros sectores, empezando por el uso agrícola.</p>

Fuentes: Comisión Nacional del Agua (2015: tt. I, II, III y V, Proyecto de aprovechamiento del río Verde, presa El Zapotillo; Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, Programa Nacional Hídrico 2014-2018; Comisión Nacional del Agua (2012), *Agenda del Agua 2030*. Comparecencias de los secretaríos del estado de Jalisco para la discusión del proyecto presa El Zapotillo; Comisión Especial del Agua del H. Congreso del Estado de Jalisco (2017), Documento preliminar para la gestión integral del agua en el contexto de la presa El Zapotillo.

La Conagua dedica un tomo exclusivamente al proyecto de aprovechamiento del río Verde y la presa titulado *Cambio climático: estación hidrométrica El Zapotillo*, donde se ocupa del asunto de las variaciones climatológicas proyectadas para la región. En esencia, el documento se remite a los hallazgos y las tendencias recientes del cambio climático presentados por el especialista Mario Molina en distintos foros internacionales, así como el posicionamiento de la Conagua con respecto al fenómeno. Este documento es interesante en cuanto a la conceptualización que hace la dependencia federal de la oferta y demanda hídrica, pues señala como una de sus líneas de acción “establecer límites sostenibles a la oferta de agua, propiciará la gestión hacia el ahorro del recurso y la gestión de la demanda en cuencas hidrológicas con disponibilidad” (Conagua, 2015: t. VI, 36). También establece que para el desarrollo de proyectos como El Zapotillo se considerarán criterios técnicos (incluyendo aspectos ambientales y de adaptación al cambio climático), sociales, económicos, financieros y de política pública. En principio, las dos líneas de acción señaladas son consistentes con la metodología de costo-beneficio social. No obstante, en ausencia de precios sociales que reflejen el verdadero valor del recurso hídrico, la gestión hacia su ahorro y su demanda es inviable e incluso puede generar un incentivo perverso de demanda excesiva si los agentes perciben escasez del recurso y no existe una regulación adecuada, lo cual puede conducir a la falla de acción colectiva conocida como *race to the bottom* (Frankley, 2009).<sup>7</sup> Asimismo, resulta interesante que en algunos párrafos los documentos oficiales de la Conagua respecto al aprovechamiento del río Verde invocan la variable incertidumbre de cambio climático como premisa y justificación para la construcción de reservas, presas y almacenamientos a lo largo de la cuenca, mas nunca se alude al tema de la disminución de la demanda con base en la optimización en el uso del recurso hídrico. Así, por ejemplo, en el tomo I

---

los horizontes futuro cercano (2015-2039) y futuro lejano (2075-2099); se compararon los cambios respecto al escenario base 1961-2000, para la temperatura media y de precipitación.

<sup>7</sup> Aunque en el corto plazo no necesariamente se tiene que llegar al resultado final extremo que plantean ya sea la tragedia de los comunes de Hardin —cuando varios individuos, actuando de manera independiente y racional en su propio beneficio pueden destruir un recurso que comparten, lo cual se convierte en una tragedia para todos— o el enfoque de *race to the bottom*, sí pueden emerger indicios patológicos de la falta de mercados. Por ejemplo, tomas clandestinas y mercados informales de agua, especialmente en contextos de bajos niveles de gobernanza ambiental caracterizados por bajos niveles de monitoreo, oferta institucional y compromisos creíbles (véanse Ostrom, 1990; Basurto y Ostrom, 2008).

se señala que “el río Verde ha presentado un régimen sumamente irregular durante los últimos cincuenta años, y es de esperarse que los *efectos del cambio climático* que está sufriendo el planeta acentúen esa irregularidad, además de reducir el caudal del río, por lo que *se considera indispensable incrementar los almacenamientos*” (Conagua, 2015: t. I, 326).

La única vertiente donde se hace referencia al comportamiento del usuario —consumidor— para incidir en una reducción de la cantidad demandada a lo largo de los documentos alusivos al proyecto, es de manera incidental mediante el paradigma de la cultura del agua, pero se enfatiza que de ninguna manera condiciona la construcción de las obras (Conagua, 2015: t. I, 332). Por otro lado, la UNOPS llevó a cabo un estudio sobre el balance hídrico de la cuenca del río Verde a partir del cual presentó cinco escenarios distintos, considerando alteraciones en las demandas de agua, cambio climático y altura de la cortina de la presa, entre otras variables. Entre los hallazgos más importantes destacan que la demanda de agua para los próximos treinta años en el área de influencia del proyecto no se ha estimado debidamente, en especial en los rubros de demanda para riego, actividades pecuarias, consumo humano y saneamiento e industria; el mayor demandante de agua en la cuenca es el sector agrícola con un 87 por ciento y el uso de las aguas subterráneas es más importante que el uso de aguas superficiales (UNOPS, 2017). Resulta interesante que, independientemente de la construcción de la presa, la UNOPS desarrolla un modelo de proyección de la demanda donde señala que para que la gestión de la cuenca sea sustentable se requieren optimizaciones y mejoras en el uso agrícola del agua, pues las demandas sobrepasan a las concesiones en todas las unidades hidrológicas. La UNOPS recomienda la aplicación de políticas de desacoplamiento para lograr en forma simultánea el aumento de la eficiencia en el uso del agua y la generación de incrementos en el valor de la producción.

La teoría de las ciencias sociales, basada principalmente en los modelos de elección racional, predice que los cambios significativos en el comportamiento del consumidor —en este caso del recurso hídrico— provienen de ajustes por la vía de la demanda principalmente mediante el mecanismo de precios. Reducir la sobreexplotación de acuíferos utilizando una reserva de agua como una presa con impacto regional únicamente *transfiere* en el tiempo la sobreexplotación de acuíferos, pues produce un efecto de demanda derivada o inducida que no existiría en ausencia de la presa. Por lo tanto, la predicción a mediano plazo es que la demanda adicional de agua generada exclusivamente por la oferta adicional puede superar los consumos actuales en el acuífero, en especial en un contexto donde el precio del agua tiende

a cero en el ámbito rural o está por debajo de su precio de equilibrio en los núcleos urbanos que pretende abastecer.<sup>8</sup>

Se argumenta sobre la recuperación de los acuíferos alrededor de la subcuenca por donde correrá el acueducto, pues los usuarios agricultores de los municipios de los Altos “ya no tendrán que explotar sus propios pozos, sino que podrán acceder al agua de la presa”. Este razonamiento posee ciertos atributos de lo que en economía ambiental se conoce como “valor de uso” y “valor de opción”, así como al costo marginal de uso propuesto originalmente en la regla de Hotelling (Tietenberg y Lewis, 2013; Keohane y Olmstead, 2007). Sin embargo, en ausencia de una política de precios sociales del agua o de desacoplamiento de subsidios, la sobreexplotación de acuíferos podría transferirse eventualmente a otros sitios de la cuenca por el “riesgo moral” que implica tener nuevas fuentes de acceso al agua otrora inexistentes. Incluso, en un escenario extremo, podría conducir a una especie de tragedia de los comunes.

En el caso del río Verde y el trasvase a León, Guanajuato, citando a Pedro Arrojo:

[...] si sigue adelante el proyecto El Zapotillo, con el correspondiente trasvase, las mal llamadas “demandas” insatisfechas se dispararán muy por encima de los caudales que acaben trasvasándose, con lo que el “déficit” aumentará y la promesa de restaurar los acuíferos sobreexplotados no se cumplirá. Esta dinámica envenenada nos lleva, en definitiva, a un crecimiento socioeconómico cada vez más vulnerable y a déficits crecientes, aunque de momento se cuente con recursos subvencionados que enmascaren su insustentabilidad (Arrojo, 2015: 352-353).

Respecto a los impactos indirectos del proyecto, en el sentido de la evaluación costo-beneficio, en el proyecto original no se habla de los impactos en precios de bienes relacionados con el agua como insumo agrícola en la región de los Altos de Jalisco o como insumo industrial en las zonas metropolitanas de León y Guadalajara. Se asume como la disponibilidad adicional de un bien cuyo precio tiende a cero.

Dada la longevidad del proyecto de aprovechamiento del río Verde, la presa El Zapotillo, que en su etapa ejecutiva data de 2005, resulta relevante evaluar en forma comparativa los enfoques subyacentes de política hídrica,

<sup>8</sup> En esencia, este fenómeno tiene una cadena causal que se asemeja parcialmente a algunos comportamientos recurrentes en el ámbito de la sustentabilidad, tales como las conductas de la tragedia de los comunes o el *race to the bottom*.

que en principio podrían afectar el desarrollo del proyecto visto como objeto de estudio y que han cambiado de manera significativa en su discurso a raíz, entre otros factores, de la agenda internacional y de la transición hacia procesos de gobernanza ambiental más incluyentes y complejos. Específicamente, se compara el Programa Nacional Hídrico 2014-2018 con la Agenda del Agua 2030, ambos documentos emitidos por la Conagua.

## A MANERA DE CONCLUSIÓN

El método costo-beneficio social no es una novedad en el análisis y evaluación de políticas públicas ambientales, que incluye las hidrológicas. A lo largo de los años, el ACB ha sido controversial debido principalmente a sus supuestos, basados en el utilitarismo individual, el cual es de difícil disección al aplicarlo a proyectos ambientales. Sin embargo, en este capítulo se argumenta, por medio de un estudio de caso, que si en adición a la secuencia del método estandarizado ACB éste se robustece con algunos elementos de economía del comportamiento, aspectos distributivos y de medición de intangibles, resulta una herramienta vigente, útil e innovadora para evaluar procesos de proyectos socioambientales en los que prevalece el conflicto en las visiones, los paradigmas e intereses contrapuestos de los *stakeholders* y las agencias.

Así, la discusión en torno al proyecto de aprovechamiento del río Verde presa El Zapotillo contiene elementos que se pueden y deben encuadrar en la metodología costo-beneficio social para entender los alcances y la viabilidad del megaproyecto que, dada su escala y alcance, obligan a incorporar elementos de análisis de gestión integral y transterritorial de la cuenca del río Verde. Los problemas ambientales actuales son de tal complejidad y transterritorialidad, que las políticas gubernamentales resultan insuficientes para atacar el problema sólo desde el ámbito público. En este contexto, en los últimos años se han propuesto distintos instrumentos metodológicos para el análisis hídrico (Dourojeanni, 2017). La batería de instrumentos debe adaptarse *ad hoc* a los problemas de agua en distintas escalas; algunos de estos instrumentos son complementarios del análisis costo-beneficio y otros sustitutivos.

Una ventaja adicional del ACB aplicado al estudio de caso en cuestión es que sirve como nodo o pivote para integrar indirectamente en los análisis variables de reciente integración y de difícil manejo en torno a la gestión

integral de cuencas. Así, por ejemplo, las predicciones de cambio climático estimadas para la cuenca del río Verde influyen de manera directa en la estimación de la demanda de agua para los próximos años; por lo tanto, en el ACB se deben calibrar los costos al alza y los beneficios a la baja en el nivel de identificación y medición, ampliar el espectro de los análisis de sensibilidad y proponer tasas de descuento relativamente menores. Muchos de los efectos del cambio climático están todavía por ser cabalmente medidos y conocidos por la ciencia. Respecto de la cuenca del río Verde, las políticas públicas deben actuar desde el principio precautorio y asumir que el cambio climático podría tener consecuencias serias que, por ejemplo, afecten el caudal de la cuenca, y con éste las mediciones del agua disponible. Una deficiencia del proyecto reside justamente en la casi completa omisión de los efectos del cambio climático sobre los recursos hídricos aprovechables del río Verde. Entre las lecciones sobre la gobernanza del agua que se deben aprender de este proceso está precisamente que el principio precautorio debe regir en temas de cambio climático.

En general, los elementos de costo-beneficio social incluidos en los 16 tomos del *Proyecto de aprovechamiento del río Verde* no son suficientes para impactar de manera significativa en la construcción de alternativas que sean económicamente viables, socialmente incluyentes y ambientalmente sustentables. Se insertan más como un anexo accesorio que como un hilo conductor del análisis, lo cual compromete y desaprovecha su potencial metodológico. El diseño e intento de implementación del proyecto ha sido dominado por una visión centrada en el paradigma de la infraestructura, equivalente al paradigma de la economía de la oferta que prevaleció en la segunda mitad del siglo XX y que ahora es suficiente. La metodología costo-beneficio social es compatible con otras disciplinas sociales, ambientales, culturales y urbanísticas, de manera que a partir de ella es posible construir soluciones integrales y no sólo de infraestructura. Una gestión integral del agua implica, entre otros muchos factores, la inclusión de aspectos de oferta y demanda hídrica de manera simultánea para el desarrollo de megaproyectos. El sesgo hacia la oferta no necesariamente excluye aspectos de demanda, aunque los incluye de manera accesorio o complementaria, reduciendo así en forma significativa su impacto en la modificación de la conducta de los consumidores. De esta manera, la disminución en el consumo se traslada en el tiempo hasta que ocurra una crisis o un evento focal que modifique en el acto el consumo hídrico, justificando así plenamente la intervención pública.

En el momento actual del proyecto, y tras doce años de discusión estéril, se requiere un análisis costo-beneficio *in media res* para redefinir las alterna-

tivas del proyecto y maximizar el bienestar social de uno de los megaproyectos ambientales más importantes de México. En cuanto al diseño institucional, existe un conflicto entre agencias pues la Conagua y la Comisión Estatal del Agua poseen un “sesgo natural” de implementación de proyectos por la vía de la oferta, mientras que los organismos operadores de agua potable y alcantarillado regulan el consumo de ella en los centros urbanos receptores del líquido adicional proveniente de megaproyectos como el de la presa El Zapotillo. En principio, esta separación de atribuciones es explicable; sin embargo, puesto que se trata de proyectos de gran envergadura como esta presa, ambos conjuntos de instrumentos deben alinearse para alcanzar la sustentabilidad en el uso del recurso hídrico y atender el objetivo de política pública en materia hídrica.

## REFERENCIAS

- Arrojo, P. (2015). Los retos de cambio en la gestión de aguas en Jalisco. En Ochoa García, H. (coord.), *Agua para el desarrollo regional en los Altos de Jalisco. Gestión del agua e impacto social del proyecto El Zapotillo* (pp. 352-353). Guadalajara: Asociación Ganadera Local de San Juan de los Lagos, Jalisco, Consejo Regional para el Desarrollo Sustentable, A.C., ITESO.
- Arrow, K. J., Crooper, M. L., Eads, G. C., Hahn, R. W., Lave, L. B., Noll, R. G. y Stavins, R. N. (1996). Is there a role for benefit-cost analysis in environmental, health and safety regulation? *Science*, 272, 221-222.
- Basurto, X. y Ostrom, E. (2009). Beyond the tragedy of the commons. *Economia delle fonti di energia e dell'ambiente*, 52(1), 35-60.
- Bjornlund, H. y McKay, J. (2002). Aspects of water markets for developing countries: experiences from Australia, Chile and the US. *Environment and Development Economics*, 7, 769-795.
- Borins, S. y Good, D. A. (1984). *Spenders, guardians and policy analysts: a game of budgeting under the policy and expenditure management system*. Toronto: Institut of Public Administration of Canada.
- Campbell, H. F. y Brown, R. P. (2016). *Cost-benefit analysis*. London: Routledge.
- Comisión Especial del Agua del H. Congreso del Estado de Jalisco (2017). Documento preliminar para la gestión integral del agua en la cuenca del río Verde en el contexto de la presa El Zapotillo. Guadalajara: Gobierno del Estado.
- Comisión Nacional del Agua (2012). *Agenda del agua 2030. Avances y logros*

2012. México: Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (Semarnat).
- Comisión Nacional del Agua (2015). *Dictamen del CTOOH sobre la cortina de la presa El Zapotillo*. México: Semarnat.
- Comisión Nacional del Agua (2015). *Proyecto de aprovechamiento del río Verde, presa El Zapotillo. Tomo II. Convenio de Distribución de Aguas Superficiales de la Cuenca Lerma Chapala y Mejora Integral de Gestión*. Ciudad de México: Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales.
- Dourojeanni, A. C. (2017). *Instrumentos para la gestión integrada de las intervenciones sobre las cuencas y el agua*. Recuperado de iAgua Data, <https://www.iagua.es/blogs/axel-dourojeanni/instrumentos-gestion-integrada-intervenciones-cuencas-y-agua> (consultado el 15 de junio de 2017).
- Fontaine, E. R. (2008). *Evaluación social de proyectos*. Santiago de Chile: Pearson Education.
- Frankley, J. (2009). *Environmental effects of international trade*. Cambridge, Mass.: Harvard Kennedy School.
- Gutiérrez Santana, O. y Fernández Martínez, P. D. (2011). Agenda del agua 2030, el México que todos queremos. *Revista Mexicana de Agronegocios*, 28, 482-488.
- H. Congreso del Estado de Jalisco (2017, 30 de agosto). Comparecencia de secretarios ante la Comisión Especial del Agua del H. Congreso del Estado de Jalisco. Recuperado de <https://www.youtube.com/watch?v=aY4cVlQYXc4>
- Harberger, A. C. (1978). On the use of distributional weights in social cost-benefit analysis. *Journal of Political Economy*, 86(2), 87-120.
- Keohane, N. O. y Olmstead, S. (2007). *Markets and the environment*. Washington: Island Press.
- Kopp, R. J., Krupnick, A. J. y Toman, M. (1997). *Cost-benefit analysis and regulatory reform: an assessment of the science and the art*. Washington: Resources for the Future.
- Niskanen, W. A. (1975). Bureaucrats and politicians. *Journal of Law and Economics*, 18(3), 617-643.
- Oficina de las Naciones Unidas de Servicios para Proyectos (UNOPS) (2016). *Proyecto Jalisco Sostenible Cuenca Río Verde. Producto temprano. Análisis de escenarios de regulación de la presa y de las implicaciones de la misma en diferentes situaciones*. Guadalajara: UNOPS México.
- Oficina de las Naciones Unidas de Servicios para Proyectos (UNOPS) (2017). *Jalisco sostenible cuenca río Verde*. Guadalajara: UNOPS.

- Olson, M. (1971). *The logic of collective action*. Cambridge, Mass.: Harvard University Press.
- Ostrom, E. (1990). *Governing the commons. The evolution of institutions for collective action*. New York: Cambridge University Press.
- Robinson, L. A. y Hammit, J. K. (2011). Behavioral economics and the conduct of benefit-cost analysis: towards principles and standards. *Journal of Benefit-Cost Analysis*, 2(2), 1-51.
- Secretaría de Medio Ambiente y Desarrollo Territorial-Gobierno del Estado de Jalisco (2014). *Plan Estatal de Acción ante el Cambio Climático (PEACC) del Estado de Jalisco*. Guadalajara: Coecytjal.
- Stiglitz, J. (2000). *La economía del sector público*. Barcelona: Antoni Bosch.
- Tietenberg, T. y Lewis, L. (2013). *Environmental and natural resource economics*. New York: Pearson.
- Weimer, D. L., Vining, A., Greenberg, D. H. y Boardman, A. E. (1996). *Cost-benefit analysis: concepts and practice*. Upper Saddle River, New Jersey: Prentice Hall.

## 16. AGUA. EL SISTEMA Y LA PLANIFICACIÓN

*Carlos Graizbord<sup>1</sup>*

### ANTECEDENTES. LA CRISIS Y LA RESPUESTA

Las crisis en asuntos de planificación, como el de la escasez de agua, se originan por un sistema administrativo disfuncional, mal estructurado, con una planificación inadecuada. Como ejemplo tenemos las sequías de California, que son cíclicas y no se resuelven; o la incapacidad del gobierno municipal de Los Ángeles, California, para controlar la expansión urbana y la gran congestión vial que crea una crisis en la infraestructura regional y el medio ambiente.

Otro ejemplo son los sistemas que muestran una baja capacidad administrativa, sobre todo en cuanto a la escasez de recursos humanos, junto con una planificación deficiente o en ocasiones efectiva, pero con una gran dificultad para implementar los planes o proyectos, en especial con una gran limitación de poner en vigor la ley. La respuesta a las crisis es en general reactiva e ineficiente, con altas inversiones de recursos, y en muchas ocasiones no se eliminan las crisis políticas.

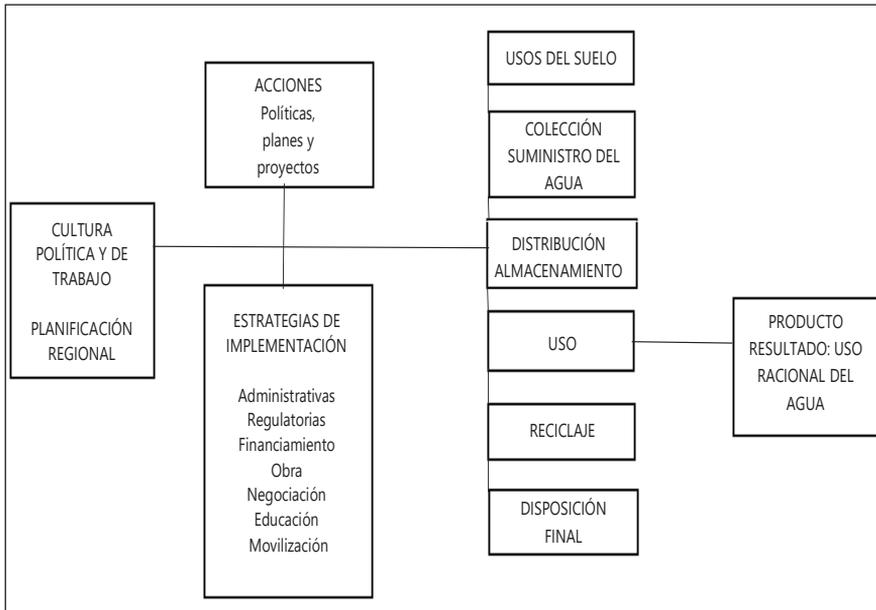
En el diagrama 16.1 se proponen cuatro bloques verticales y sus relaciones horizontales, que resumen los aspectos que se tratarán en este capítulo. Los ejemplos versarán sobre el tema del agua y se referirán a Baja California.

En el caso de una crisis como la escasez de agua tenemos que incluir en el proceso de planificación todos los componentes del diagrama 16.1 como elementos endógenos. En situaciones diferentes y comunes, los componentes del bloque izquierdo se considerarían como exógenos.

---

<sup>1</sup> Asesor del Gobierno del Estado de Baja California.

Diagrama 16.1. Componentes de la planificación



## COMPONENTES DEL PRIMER BLOQUE: LA CULTURA POLÍTICA Y LOS PLANES

### *La cultura política*

Dentro del sistema de planificación, en general, existe una enajenación entre el sector comunitario y el público. Existen estudios sobre este aspecto, pero en ellos no se trata el problema de las consecuencias de esta enajenación en el proceso de planificación. La población está enajenada de la administración pública y al mismo tiempo le exige soluciones a problemas de la administración. Hay, asimismo, falta de credibilidad y desconfianza. Existe una tendencia adversaria entre los participantes en los procesos de decisión y no existe diálogo civilizado entre sectores (el público, el privado, el profesional y el comunitario). Este último caso es más agudo en Estados Unidos.

### *La cultura de trabajo*

Por lo general, no hay colaboración entre direcciones de un sistema administrativo en los estados y municipios; cada dirección o secretaría actúa en forma independiente. Se han hecho esfuerzos limitados por impulsar la coordinación entre ellas. La falta de colaboración se agudiza con la fragmentación administrativa y profesional existente.

### *Planes regionales o nacionales de desarrollo*

Tenemos que considerar la influencia de estos planes en los diferentes órdenes de gobierno y los múltiples sectores de la administración. En el caso del sistema del agua, es imprescindible en gran parte debido a la condición de crisis.

## LOS COMPONENTES DEL SEGUNDO BLOQUE: LAS ACCIONES Y LAS ESTRATEGIAS

### *La administración*

Existe una fragmentación administrativa en la planificación en general, y en la gestión del agua en particular, y un consecuente traslape que hace confusas las funciones de las organizaciones: Comisión Internacional de Límites y Aguas (CILA), Comisión Nacional del Agua (Conagua), Comisión Estatal del Agua (CEA), Comisiones Estatales de Servicios Públicos (CESP), Consejos de Cuencas, Consejo de Playas, etc. En algunas regiones del país no hay autoridad gubernamental operativa, lo cual crea un desorden en el suministro, la distribución y en general en la planificación del agua (como, por ejemplo, en la parte sur del municipio de Ensenada). En California, las agencias encargadas del agua funcionan por separado, y sus fines son limitados. Aquellas agencias encargadas de la visión regional no logran coordinar las funciones de esos organismos aislados. En otros países la planificación es integral a nivel nacional y las funciones del proceso se dividen en la planificación analítica por parte del sector público y la construcción de obras por un organismo descentralizado o privado. De esta manera, la planificación del agua no depende de los “períodos políticos” (véase Siegel, 2015).

### *La regulación*

La visión y el plan se conciben antes de que se cree la ley. En muchas ocasiones se invierte este proceso en detrimento de la planificación del agua. Otra situación, para el caso de la frontera, es cuando existen leyes universales o binacionales que no se complementan con leyes específicas, que deberían ser parte de las estrategias de la implementación de un plan. Un ejemplo de esto sería un plan para el Valle de Guadalupe u otra región específica, y aunque ya existan leyes nacionales pertinentes, aquí serían de mayor importancia las leyes secundarias idiosincráticas. Por otro lado, existen contradicciones en los reglamentos y las leyes. Por ejemplo, en todos los arroyos cercanos a las zonas urbanas se permite la compra y venta de propiedades privadas, siendo que los arroyos son propiedad pública, del gobierno federal. La ausencia de reglamentos es un problema generalizado, y uno de los casos más graves es la falta de regulación de playas en el país.

Al revisar reglamentos existentes al respecto, es posible identificar varios problemas y carencias que se presentan con la aplicación de éstos:

- 1] Escasos inspectores para la revisión de casos que regular (baja capacidad administrativa).
- 2] Traslape de responsabilidades y en la adscripción de reglamentos entre los organismos.
- 3] Las penalizaciones son las mismas en casos pequeños que en casos grandes.
- 4] Demoras en la elaboración de los análisis de impacto.
- 5] Problema de valuación: rangos arbitrarios en la evaluación de impactos con criterios no consolidados ni armonizados.
- 6] Falta de reglamentos, en especial para la regulación de las playas del país.
- 7] Forma incompleta de identificar los casos en el espacio geográfico (sesgo en los casos que sólo se basan en denuncias).
- 8] Reglamentos contradictorios que limitan la solución de problemas. Hay propiedades privadas dentro de arroyos, humedales y ríos.

### *Otros instrumentos de implementación*

Es recomendable utilizar todos o una combinación adecuada de los instrumentos de implementación en los planes y proyectos: la negociación y resolución de conflictos, el financiamiento y las obras, la regulación, la movilización

y las relaciones públicas. Por ejemplo, en el caso de la contaminación de un arroyo no sólo la regulación resuelve el problema, se deben hacer obras y foros de negociación entre los sectores sociales. La negociación y las alianzas entre los sectores son necesarias, como debe quedar claro a continuación.

- 1] *Las estrategias — la negociación.* En ocasiones los intereses que entran en el proceso de toma de decisiones se traducen en conflictos legales, si no es que en una parálisis del proceso. Para evitar estos posibles resultados se recurre a la inclusión de grupos de interés en foros para la negociación. Otra, que no excluye la anterior, es la formación de alianzas entre grupos representantes de los cuatro sectores de la sociedad. En las alianzas es recomendable contar con un administrador del proyecto y un representante del sector público como facilitador. En una negociación puede haber consenso o conflicto en los objetivos entre los grupos de interés. Dentro de la etapa de análisis de impactos de las políticas, programas, planes y proyectos en la negociación se pueden hacer explícitos tanto los impactos positivos como los negativos. En estos casos se pueden modificar los planes si los participantes hacen concesiones aceptables o si se logra un consenso.
- 2] *Las alianzas.* Las alianzas deben iniciarse al identificar la multiplicidad de objetivos del futuro proyecto o plan con los participantes, con el objeto de crear consensos en cuanto a los objetivos comunes, o consensar sobre el objetivo central del plan y el proyecto. En la etapa siguiente se podría convocar a otros participantes que los miembros del grupo inicial aprobaran y supieran que van a colaborar. En una tercera etapa se implementaría un proyecto piloto para convencer a otros grupos e individuos de las ventajas de la alianza y seguir convocando a más miembros. Las alianzas requieren de un anfitrión, que puede ser un representante del gobierno, y un coordinador para las reuniones y los proyectos. En resumen, los objetivos de la planificación son mejorar la calidad de vida de la población conservando la integridad ambiental y el desarrollo económico. Para esto, las alianzas reúnen a los diversos grupos involucrados, y de esta manera se promueve lo siguiente:
  - a) Planificación colaborativa, en vez de conflictiva.
  - b) Planificación sistémica, en vez de fragmentada y asistémica.
  - c) Integración de criterios y objetivos múltiples en la planificación, y resolución de problemas que eviten la unidimensionalidad.
  - d) Planificación proactiva, en vez de reactiva.
  - e) Procesos de negociación con concesiones, consensos y correcciones a los planes y proyectos para decidir.

La resolución de conflictos es parte integral de la negociación. En ocasiones se usa el método racional integral de planificación, donde se analizan los impactos de varios escenarios de los planes y proyectos para seleccionar y repetir el proceso hasta lograr concesiones o consensos. Hay varias estrategias que potencialmente se pueden utilizar, como la técnica Delphi y otras. Esta función de la negociación debe profesionalizarse con departamentos especializados o asesores externos.

### *La planificación analítica*

Existen diferentes métodos, que se deben seleccionar según el contexto político. El método de planificación universal es como sigue: diagnóstico, pronóstico o predicción, objetivos (múltiples), políticas, programas, planes o escenarios, proyectos, análisis de impactos, selección del plan, estrategias de implementación, implementación y evaluación. Aquí sólo me referiré a algunas de estas etapas. En el diagnóstico o identificación del problema pueden presentarse tres tipos de procedimiento: primero, el argumentativo, donde la “realidad” no responde a las expectativas o valores o ideología del analista. Esto es una forma de disonancia cognoscitiva y es muy común. El segundo tipo es la identificación de las causas múltiples de los problemas; se reconoce la multiplicidad de ellas y puede haber desacuerdos entre los participantes, por lo cual es necesaria la mediación. El tercer tipo es el sistémico, donde se describen el sistema, lo exógeno, lo endógeno, las relaciones y los atributos de los componentes endógenos, los insumos y el producto; la definición del problema en este caso es el desequilibrio del sistema en cuestión. Este procedimiento permite una revisión y un análisis amplio del problema. Los problemas deben definirse y considerarse como sistemas o subsistemas. Si sólo se optimiza parte de esos subsistemas (reciclaje de agua, por ejemplo) no estaremos resolviendo el caso y lo que estaríamos usando sería el método “incrementalista-optimizante”.

Otro método importante es el interactivo, donde se crea un sistema de información para decisiones continuas. Los objetivos que se plantean en el proceso son múltiples. Esto es importante y es el primer paso que se debe considerar para organizar foros, fomentar la negociación o las alianzas, como se dijo anteriormente. De esta manera, se inicia el proceso revisando la multiplicidad de objetivos para identificar temas de interés conjunto y consensos probables. Habría que proponer también que entre los escenarios o planes por analizar en el proceso de planificación del uso del suelo se cree

un escenario donde se promueva una ciudad compacta basada en la optimización del uso del agua.

### COMPONENTES DEL TERCER BLOQUE: EL SUBSISTEMA DEL AGUA

El subsistema del agua incluye el uso del suelo, el suministro del agua, su distribución y almacenamiento, su uso y reciclaje y su disposición final.

En relación con el uso del suelo, como se sabe, no tenemos control del mismo. Esto propicia la contaminación de cuencas, ríos, arroyos, los acuíferos, así como en las presas. La contaminación proviene de diversos usos del suelo permitidos que no se logra regular, como son los agrícolas, comerciales, industriales, etc., y otros usos sin control, como los asentamientos irregulares y en ocasiones ilegales. A esto se suman los efectos negativos de los servicios urbanos inadecuados, como la basura en tiraderos clandestinos y tiraderos a cielo abierto, que contaminan los acuíferos y las presas (la del Carrizo y Abelardo Rodríguez); el río Tijuana, el río Nuevo en Mexicali y las plantas recicladoras del drenaje inoperantes como Punta Bandera, que contamina las playas de Tijuana y San Diego.

La disponibilidad de agua o “factibilidades de uso” asignadas a los fraccionadores y constructores por las autoridades locales responsables de los servicios públicos ignoran que éstos se ubican en terrenos que no son contiguos a la mancha urbana. Esto genera la expansión urbana sin control, con sus efectos negativos en los costos de infraestructura y en el medio ambiente, especialmente en el sistema de agua y saneamiento.

Los municipios deben exigir a los fraccionadores y constructores la realización de un análisis del sitio para evitar impactos negativos en el medio ambiente, incluyendo las características visuales del mismo.

Como se puede observar, muchos de estos casos tienen como resultado problemas o conflictos transfronterizos. Los planes de usos del suelo de los municipios deben incluir un escenario de optimización del agua para compactar y hacer eficientes los centros urbanos, ya sea que las CESP o los municipios la realicen.

En el caso del suministro transfronterizo de agua existe una consideración especial con el suministro del agua del río Colorado. Los acuíferos cruzan la frontera pero en cada lado existe un marco normativo y estatus legal diferente. En México los acuíferos son propiedad del gobierno, mientras que en Estados Unidos pertenecen a los dueños de los terrenos, pero son

regulados por el sector público. Un ejemplo de la contaminación transfronteriza conflictiva que se deriva de lo anterior se da en Baja California en el río Tijuana —que comparte subcuencas con San Diego—, el río Nuevo en Mexicali y el caso de Punta Bandera.

## ESTUDIO DE CASOS

En este apartado presento algunos casos para ejemplificar los aspectos tratados en los párrafos anteriores.

El crecimiento urbano obedece a los desarrollos de vivienda (fraccionamientos y colonias irregulares), los usos industriales y la infraestructura. La falta de control en el uso del suelo genera una expansión urbana ineficiente, en especial por los altos costos de infraestructura. Los planes de usos del suelo que se realizan se presentan a las CESP y éstas, a su vez, proveen el agua (factibilidad) para los usos del suelo del plan y a los fraccionadores que lo solicitan. Esto tiene como resultado una expansión urbana sin control y el crecimiento de fraccionamientos aislados de la mancha urbana. El proceso debe invertirse y basarse en una optimización del uso del suelo y el agua que guíe la asignación de usos del suelo en una ciudad compacta, donde haya control de la asignación del líquido.

Los proyectos específicos, como las plantas de purificación de agua, se construyen sólo para un propósito. Estas acciones influyen en el desarrollo urbano y los usos del suelo. Si los proyectos deben responder a una multiplicidad de objetivos, éstos deberían concebirse como oportunidades de rehabilitación urbana, a excepción de las plantas de tratamiento del drenaje. Un ejemplo de esto es el río San Antonio, en San Antonio, Texas, que controla las inundaciones y es un proyecto de revitalización urbana que impulsa el turismo y la economía, además de ser un elemento distintivo de la ciudad.

Otro aspecto relacionado con la falta de control del uso del suelo es la contaminación. Ésta se produce en múltiples ocasiones por diversas causas. Algunos ejemplos, en general, son los siguientes:

- 1] Contaminación de cuencas, acuíferos, ríos y arroyos por usos agrícolas e industriales; fallas en las plantas de tratamiento de agua de los fraccionamientos; los tiraderos de basura clandestinos y a cielo abierto, y el drenaje a cielo abierto de las colonias irregulares.
- 2] Contaminación de presas por las fuentes mencionadas.
- 3] Contaminación del mar y las playas por drenaje.

- 4] Usos inadecuados del suelo contaminante (como gasolineras y establecimientos industriales, comerciales y colonias irregulares) dentro de las zonas de protección de ríos, arroyos y cuerpos de agua.
- 5] Contaminación de la red de drenaje por establecimientos comerciales e industriales.
- 6] Contaminación transfronteriza en Baja California, como conflicto potencial: Punta Bandera, que contamina el mar en Tijuana-San Diego; Los Laureles, que contaminan el valle en Tijuana-San Diego, río Tijuana entre Tijuana y San Diego, río Nuevo en Mexicali-Calexico.

### *Caso 1. Contaminación en una cuenca y arroyos y cuerpos de agua, sin control del uso del suelo*

En ocasiones hay cuencas donde desembocan contaminantes que provienen de las actividades agrícolas e industriales, los fraccionamientos, tiraderos de basura clandestinos y a cielo abierto y drenajes de colonias irregulares. Es posible regular las actividades agrícolas e industriales y los fraccionamientos, pero sin un sistema de recolección del 100 por ciento de la basura en la zona y sin estrategias que resuelvan los asentamientos humanos irregulares, así como la ubicación de usos del suelo contaminantes (gasolineras y otros), no es posible eliminar inmediatamente la contaminación. Lo único posible en algunos de estos casos es detener la contaminación en puntos estratégicos, en puntos terminales como los ríos; incluyendo la basura sólida, que puede ser clasificada en esos puntos. No hay control en muchos acuíferos contaminados cercanos a las zonas urbanas.

### *Caso 2. Débil e insuficiente incidencia de la administración pública*

En algunas zonas del país hay una situación de emergencia, que consiste en la escasez de agua para las necesidades básicas de la población local. En especial, esto afecta el uso del agua en la agricultura y otras actividades urbanas. Existen a veces fuentes de agua dentro de la zona en cuestión, pero ésta no se aprovecha por la división entre los grupos de interés y la falta de la incidencia de la administración pública. La mayor cantidad de agua se destina a actividades agropecuarias, pero no se controla. La escasez de agua limita la producción de alimentos para los habitantes de la zona. Con la mínima

cantidad de agua que tienen exportan sus productos al extranjero, lo cual crea límites para la producción local y de la región. La estimación deseable para la producción agrícola y ganadera que debería quedarse en la localidad es de 20 por ciento. La escasez de agua ocasiona problemas de abastecimiento de los alimentos para los habitantes locales y crea competencia entre los usos del suelo. Algunos agricultores promueven fraccionamientos en la zona, lo cual agudiza la falta de control en el uso del suelo, y esto representa una reducción de terreno para las actividades primarias en la región.

Se requiere un plan hídrico en el que se haga un diagnóstico inicial de los usos del agua en la región. También se necesita un organismo, que podría ser un comité o una alianza que atienda este aspecto, así como un plan de usos del suelo. De hecho algunos organismos públicos municipales han propuesto crear delegaciones para este tipo de zonas fuera de control.

El problema es de carácter múltiple, donde se combinan los usos del suelo, el sistema hídrico y la producción agrícola y ganadera, así como la comercialización de los productos agrícolas o primarios. Esto da como resultado una crisis de alimentación local, que va en detrimento de los habitantes y los recursos naturales de la región.

### *Caso 3. Arroyo con reglamentos contradictorios y sin referencia a su contacto con el mar*

En una región la comunidad quería construir un parque en la desembocadura de un arroyo. Dentro del cauce había varios terrenos particulares. La limitación para hacer el proyecto del parque era la jurisdicción del arroyo. El hecho de que los terrenos fueran de particulares hacía necesario un litigio de las autoridades contra los propietarios o seguir otras estrategias, que podrían ser el canje de propiedades o la expropiación de esos terrenos. La agencia responsable optó por proteger las propiedades aledañas, construir con bermas laterales contiguas al arroyo para proteger las construcciones aledañas y evitar las inundaciones. Una de las propiedades se usaba como estacionamiento y se inundaba.

En la playa se realizaban actividades de surf sin que la playa rocosa y el mar estuvieran regulados para esa actividad.

Estos arroyos y ríos que conectan con el mar deben ser incluidos en el análisis de aptitud y vocación del mar y las playas que orienten la reglamentación de las mismas.

## CONCLUSIONES.

## RECAPITULACIÓN, RECOMENDACIONES Y PROSPECTIVA

A pesar de que es evidente que los problemas del agua a los que se enfrentan México y el mundo entero constituyen enormes retos, resolverlos es de vital importancia. Por lo tanto, el compromiso, la persistencia y determinación de todos los actores involucrados, junto con la calidad profesional de los especialistas y administradores, sin duda permitirá hacerles frente con la mira de heredar un mundo mejor a las futuras generaciones.

Recapitulamos sobre algunas recomendaciones ofrecidas en relación con los aspectos tratados en el texto:

- 1] En cuanto a la *cultura política*, es menester crear alianzas dentro de las estructuras administrativas para fomentar la participación y el apoyo de todos los sectores en la planificación del agua e impulsar la implementación de los proyectos relacionados con ella.
- 2] Con respecto a la *cultura de trabajo*, crear comisiones que integren las diferentes secretarías y direcciones o departamentos de los gobiernos que incidan en la planificación del agua bajo la dirección de un coordinador que monitoree el avance del trabajo. Aumentar la preparación y el reclutamiento de profesionales especializados.
- 3] En cuanto a los *sistemas administrativos*, pueden promoverse dos tipos. El primero es el de una alianza por proyecto, donde el grupo inicial tiene un consenso y crece con base en los miembros que quieren participar. El segundo es una organización regional con dirección y claridad en sus metas; esta organización integra todos los proyectos dentro de un tema, que es el plan de desarrollo económico u otro, e incluye a todos los sectores de la sociedad y establece claros términos de referencia en sus mesas de trabajo para la participación de todos. Estas mesas incluyen propuestas sobre la planificación del agua.
- 4] En lo referente al *proceso de planificación del uso del suelo*, en nuestro contexto:
  - a) Debemos tomar en cuenta los sistemas y subsistemas en su totalidad. Si no se considera el sistema de agua desde su recolección hasta su disposición, estaremos actuando en componentes específicos sin resolver el problema; estaremos haciendo incrementalismo optimizante, que no resuelve los problemas integralmente.
  - b) Implementar estrategias para controlar los asentamientos irregulares y el drenaje incontrolado de estas colonias.
  - c) Se debe implementar también una estrategia para eliminar los ti-

raderos clandestinos y a cielo abierto, que muchas veces afectan el acuífero.

- d) Desarrollar planes de optimización del uso del suelo con el fin de racionalizar el ciclo del agua. Iniciativas como fomentar ciudades compactas y desechar los planes que no induzcan la compactación de ellas, y el uso óptimo del agua, son básicas para impulsar un uso eficiente del suelo y preservar el ciclo del agua.
- 5] En cuanto a la planificación del uso del suelo y del agua, hay que considerar diferentes métodos, como el normativo, el racional integral y el interactivo, según la situación y el caso específico en el que se deben tomar decisiones. Utilizar el método racional integral para revisar todos los impactos positivos y negativos de los escenarios. Emplear el método interactivo, con sus sistemas de información, para la administración del sistema de usos del suelo y agua a través del tiempo.
- 6] Con respecto a los *planes y proyectos de infraestructura del agua*, crear proyectos de rehabilitación que logren objetivos múltiples, vistos como sistemas que sirvan como detonadores. Se recomienda utilizar proyectos urbanos que satisfagan las necesidades de equipamiento y los servicios de la comunidad.
- a) Crear una estrategia para cubrir las regiones donde no incida ningún tipo de administración del sector público.
- b) Se recomienda poner en manos de profesionales la labor de resolución de conflictos en la negociación.
- c) Se recomienda utilizar estrategias combinadas para la implementación, incluyendo la de financiamiento, administración, construcción de obra y la negociación, con una fuerte labor de relaciones públicas junto con la regulación.
- 7] En cuanto a la *regulación*, identificar los reglamentos faltantes para desarrollarlos. Establecer mecanismos de inspección e implementación que aseguren la eficiencia de esta estrategia, y eliminar reglamentos contradictorios.

¿Una visión prospectiva? En efecto, la mayor parte de las recomendaciones anteriores son a largo plazo, tomando en cuenta el año 2030 como la fecha en que se predice la escasez generalizada del agua en diversas partes del mundo, y de nuestro país en particular, especialmente en algunas ciudades importantes.

Si extrapolamos los problemas y las recomendaciones enunciadas anteriormente, la problemática rebasará el año 2030. Por lo tanto, a manera

de predicción, nos parece que, dada la crisis esperada para 2030, habrá un mandato para cumplir con los objetivos del Plan Hídrico Nacional, en especial el número 3, como sigue:

Objetivos del Plan Hídrico Nacional:

[...]

3. Fortalecer el abastecimiento de agua y el acceso a los servicios de agua potable, alcantarillado y saneamiento.
4. Incrementar las capacidades técnicas, científicas y tecnológicas del sector.
5. Asegurar el agua para el riego agrícola, energía, industria, turismo y otras actividades económicas y financieras de manera sustentable.

Las acciones específicas en la recolección y conservación del agua creemos que enfatizarán lo siguiente:

- 1] Colección y suministro del agua:
  - a) Ampliación de las redes de infraestructura.
  - b) Desalinización.
  - c) Construcción de pozos profundos para obtener y purificar el agua salubre.
  - d) Capturar y reutilizar el agua de lluvia.
  - e) Obtención y purificación del agua de los acuíferos, pozos, ríos y arroyos.
  - f) Generación de lluvia artificial.
- 2] Tecnologías:
  - a) Experimentar y utilizar tecnologías que reduzcan la evaporación del agua en presas y cuerpos de agua.
  - b) Campañas de conservación en escuelas y hogares.
  - c) Tecnologías para crear semillas de plantas que se adapten al agua salada en la agricultura.
  - d) Promover cultivos que utilicen el agua de manera eficiente.
  - e) Uso del agua gris.
  - f) Políticas de tarifas para reducir el uso del agua.
  - g) Uso de la irrigación por goteo y la hidroponía.

Las anteriores no son ideas especulativas. Hay antecedentes y casos de éxito a partir de la incorporación e implementación de estas acciones y estrategias en diversos países. Sin duda pueden implementarse en el nuestro.

## REFERENCIA

Siegel, S. M. (2015). *Let there be water. Israel's solution for a water-starved world*. New York: St. Martin's Press.

## 17. DINÁMICA DE SISTEMAS COMO UNA HERRAMIENTA PARA LA GESTIÓN DEL RECURSO AGUA

*Amós Pérez Hernández*<sup>1</sup>

### INTRODUCCIÓN

En 1972, cuando se publicó *Los límites del crecimiento*, el primer estudio a nivel global de las actividades socioeconómicas y su relación con el medio ambiente, el recurso agua no se apreciaba como un problema. Sin embargo, a partir de 1977, y principalmente en 1992, en la Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Ambiente y el Desarrollo se consideró el agua como un tema de interés prioritario a escala tanto local como global.

Sin pretender ser exhaustivo, se mencionan a continuación algunos de los temas de discusión actuales en donde se hace referencia directa al problema del agua y otros relacionados.

- 1] Si bien aún con poca aceptación, la concepción de que la naturaleza es la fuente primaria que nos ofrece el recurso natural en forma continua y gratuita en todos y cada uno de los procesos de producción, en unión con el hecho de que las actividades económicas generan el agotamiento de los recursos naturales, así como la degradación del medio (depreciación del capital físico) (Galán, Balvanera y Castellarini, 2012), empieza a modificarse al ir construyéndose la visión de que “el proceso económico no es un proceso aislado y autosostenido” (Georgescu-Roegen, 1996).
- 2] La proporción de población que no tiene una dotación adecuada de agua está creciendo continuamente. Hasta ahora se han dado dos tendencias en este problema: *a)* la sobreexplotación de las reservas de agua sub-

---

<sup>1</sup> Subdirector de Regionalización de la Dirección de Recursos Naturales, Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI).

- terránea, y *b*) importar alimentos. Lo cual no es una solución real al problema (Graizbord y Arroyo, 2004).
- 3] Un tema de mucha discusión es si el agua es un derecho del ser humano o una necesidad del mismo, controversia que tiene como trasfondo el “paradigma del mercado [que] considera la escasez del agua como una crisis derivada de que no se comercia con el agua” (Shiva, 2002).
  - 4] Aunque pareciera más allá del sistema en estudio, es un hecho que “en los países del Tercer Mundo [...] el BM y FMI imponen la privatización de los servicios del agua, como condición previa para la refinanciación de la deuda” (Barlow y Clarkee, 2004: 129), lo cual se ve favorecido por el hecho de que algunos municipios presentan problemas de liquidez, en parte debidos a exenciones o tratos fiscales preferenciales a las empresas.
  - 5] El Banco Mundial (BM) también destaca que la subvaloración de los costos de extracción de agua por medio de tarifas especiales de energía y el subsidio a la producción de cultivos principales como el maíz, pueden tener un efecto de distorsión en los incentivos para ahorrar agua, y sugiere lo siguiente: *a*) un cambio de cultivos de alto valor económico por unidad de agua, y *b*) un límite en la expansión de la frontera agrícola que provoca deforestación (Graizbord y Arroyo, 2004).
  - 6] En la dimensión política, se observa que considerar el agua como un factor limitante del crecimiento “es impensable” (Graizbord y Arroyo, 2004) ya que observamos que, en el discurso actual, el éxito político está relacionado con el hecho de buscar un crecimiento continuo. Considerando la temporalidad del puesto político, la gran mayoría de sus acciones sólo se enfocan en los síntomas y no en las causas.
  - 7] “En muchas regiones la disponibilidad natural es crítica, la calidad es inapropiada, los servicios insuficientes, la inversión económica no es suficiente para cubrir los rezagos y mucho menos para atender la demanda creciente; las actividades productivas están en continua competencia por el agua, el cambio climático hace más vulnerables los ecosistemas y a las personas” (Carabias y Landa, 2005: 74).

## PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Con base en lo anterior, se puede decir que estudiar el agua y su relación con las diversas actividades socioeconómicas requiere un enfoque que rebase lo sectorial, lo cual implica la concurrencia de diferentes disciplinas y sectores

para atender un mismo problema. Es decir, tenemos enfrente “el estudio de un ecosistema natural que ha sufrido la acción del hombre, ya sea por medio de la explotación de sus recursos renovables o no renovables (agroecosistemas e industria extractiva) o bien por la instalación de asentamiento humanos de diverso tipo, incluyendo las grandes urbanizaciones y las obras de infraestructura” (García, 2006).

Considerando lo anterior, se propone la dinámica de sistemas como herramienta que apoye en el estudio del problema, su delimitación y que muestre la interrelación de los componentes del ecosistema y de los diferentes actores sociales que compiten por su uso. En última instancia, generar una herramienta que permita la discusión relacionada con la “capacidad de carga regional”, en este caso desde el punto de vista del recurso agua. Esquema en el que el capital natural esté asociado al capital social y económico.

## OBJETIVOS

- 1] Desarrollar un modelo de dinámica de sistemas informático que refleje las interacciones de las variables biofísicas, demográficas y económicas que impactan en la gestión del sistema.
- 2] Aplicar la dinámica de sistemas para entender el comportamiento del sistema seleccionado, y que permita evaluar políticas alternativas y estrategias de gestión.
- 3] Crear una herramienta que nos ayude a identificar y manejar regulaciones y a construir sinergias a través de nuestras decisiones, para buscar una planificación más integral y de un mejor costo efectivo, en la toma de decisiones, la implementación, el monitoreo y la evaluación.

Estos objetivos contemplan un marco temporal desde 2005 hasta 2035. La calibración del modelo se hace con datos históricos de precipitación, hidrometría de la presa, cultivos, población e industria en el periodo 2005-2015.

## MARCO CONCEPTUAL

### *Sistemas*

Los sistemas son construcciones que nos permiten establecer una estructura

formada por una serie de componentes que interaccionan entre sí con un propósito determinado. Esto implica que estamos observando un cierto aspecto de la realidad que posee una cierta complejidad.

Actualmente el término sistema se usa en diferentes disciplinas, lo cual puede generar algunas confusiones. Por ello es importante distinguir que cuando se habla de sistemas siempre se pone un adjetivo, es decir, tenemos el sistema político, el sistema social, el sistema planetario, el sistema del acuífero, etc. Como se observa:

- 1] El “adjetivo” (social, político, planetario, acuífero, etc.) se refiere a las propiedades exclusivas del adjetivo, que describen lo que es particular de cada clase de sistema.
- 2] Sistema se refiere a las propiedades que son comunes a todos los sistemas y, por lo tanto, son independientes de la naturaleza concreta del sistema.

### *Modelos*

Un modelo se define como la representación formal de un sistema. La realidad está ahí fuera (Aracil, 1997). Por ello el modelo es un objeto que representa a otro, siendo entonces una representación selectiva de la realidad. A partir de él se pretende describir un cierto fenómeno o un determinado proceso. Presupone, por lo tanto, la adopción de un criterio de relevancia con respecto a aquello que se va a incluir en el modelo. No existen descripciones neutrales.

Al hacer el modelo de un sistema seleccionamos los componentes que, desde nuestra experiencia, postulamos forman la estructura del sistema, y posteriormente establecemos los mecanismos que los interrelacionan.

### *Visión sistémica*

La visión sistémica tiene una base conceptual asombrosamente simple. En esencia, consiste solamente en ser capaces de contemplar el bosque desde lo alto renunciando, eso sí, al detalle de ver cada árbol individualmente. Lo cual implica que la departamentalización de la ciencia no es suficiente, se requiere compartir saberes e interrelaciones entre diferentes áreas de la ciencia. Un diálogo continuo entre el análisis y la síntesis. La práctica de este enfoque ha dado lugar a los siguientes supuestos:

- 1] La dinámica de sistemas ilustra la interdependencia en el sistema; debido a ello, no hay una única respuesta correcta a cualquier pregunta.
- 2] Uno no puede rediseñar el sistema (“el elefante”) dividiéndolo en partes; cada una debe ser vista como parte del todo.
- 3] La causa y el efecto no están cercanas en el tiempo ni en el espacio. Los problemas de hoy se derivan de las “soluciones” de ayer.
- 4] Al proponer las soluciones de sistemas, asegúrese de haber tomado en cuenta las demoras necesarias de tiempo.
- 5] La salida más fácil nos regresará al problema. El camino fácil siempre lleva al mismo lugar. Lo más rápido es lo más lento.
- 6] Cuanto más se presiona, más presiona el sistema.
- 7] Se pueden alcanzar dos metas aparentemente contradictorias.

### *Sistemas complejos*

En los sistemas complejos nos enfrentamos con que no es posible abordar el problema en cuestión desde una única disciplina porque en el mundo real los procesos no se presentan de manera que puedan ser clasificados para ser abordados por una disciplina en particular. Un “sistema complejo es una representación de un recorte de esa realidad, conceptualizado como una totalidad organizada, en la cual los elementos no son ‘separables’ y, por tanto, no pueden ser estudiados aisladamente” (García, 2006).

A grandes rasgos, primero se definen unos límites para el sistema en estudio que estén estrechamente relacionados con las interacciones entre los elementos que se van a estudiar. Luego se seleccionan los elementos que conforman el sistema. Finalmente, se sugiere una estructura en la cual se acomodan los elementos y se establecen sus interrelaciones. Esto es de suma importancia porque la estructura determina el comportamiento del sistema. Desde esta perspectiva, “la identificación de las propiedades de la estructura en un periodo dado, que depende de la escala de los fenómenos a estudiar, adquiere importancia fundamental en el estudio de la evolución del sistema. En efecto, son las propiedades estructurales del sistema las que determinan su estabilidad o inestabilidad con respecto a cierto tipo de perturbaciones” (García, 2006).

En un sistema complejo:

Las interdependencias local-local o local-global están implícitas. El punto central sobre la idea de la gobernanza en los planos local o

internacional es, no obstante, que surge como un asunto de *interés público* cuando los miembros de un grupo descubren que son *interdependientes*, es decir, que *las acciones de cada miembro individual vulneran el bienestar de los otros* (Graizbord y Arroyo, 2004: 77).

### *Dinámica de sistemas*

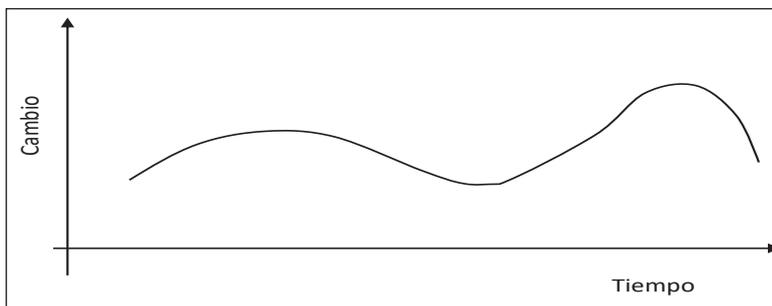
La dinámica de sistemas es un método que nos auxilia, a partir de un modelo mental que se tiene de un proceso, en el estudio del comportamiento de los sistemas mediante la construcción de un modelo de simulación informática que ponga de manifiesto las relaciones entre la estructura del sistema y las interrelaciones entre los componentes que definen su comportamiento, y del que además se extraen eventualmente conclusiones cualitativas (Aracil y Gordillo, 1997).

Por ello, la dinámica de sistemas:

- 1] Ofrece un lenguaje para expresar las relaciones que se dan entre los componentes estructurales.
- 2] Hace explícita la trama de relaciones que articulan las partes y los cambios que se producen en los atributos (trayectorias).
- 3] Concilia estructura y comportamiento.

El comportamiento muestra el cambio que se da con el tiempo de los atributos de los componentes, tal como se muestra en la gráfica 17.1.

Gráfica 17.1. Cambio de los atributos en el tiempo



A este cambio en el tiempo se le denomina trayectoria. La trayectoria modela la evolución del sistema, evidenciada por los cambios en el tiempo de las variables consideradas. Y al observar dichas trayectorias, intentamos explicar esos cambios. Tales cambios pueden darse debido a:

- 1] La acción de factores externos.
- 2] Las tensiones que ocurren en el seno del sistema en estudio, dadas por las interrelaciones entre las partes que forman la estructura del sistema.

Formalmente, un sistema dinámico es el objeto matemático formado por un espacio de estados  $X$  y una regla que prescribe cómo varían a lo largo del tiempo. Tenemos:

$$\frac{dx}{dt} = f(x)$$

Donde la función  $f$  expresa precisamente la regla que rige el cambio  $dx/dt$  que se produce en el estado  $x \in X$ .

$$\text{Donde } f(x) = x(t - dt) + u(t - dt)$$

Así:

$$\frac{dx}{dt} = x(t - dt) + u(t - dt)$$

Donde:

$t$  = tiempo

$x(t - dt)$  = variable de estado

$u(t - dt)$  = variable de control

Entonces, para el subsistema presa Calles/distrito de riego tenemos:

$d$  volumen de agua ( $t$ ) = volumen de agua ( $t - dt$ ) + (precipitación – irrigación)( $dt$ ).

En este caso la precipitación es una variable que no puede ser controlada, pero la irrigación sí, lo cual puede hacerse de diversas formas, por ejemplo: *a)* aumentando o disminuyendo la superficie de irrigación; *b)* cambiando el sistema de riego, y *c)* cambiando los cultivos según su demanda de agua.

Para el subsistema del valle de Aguascalientes:

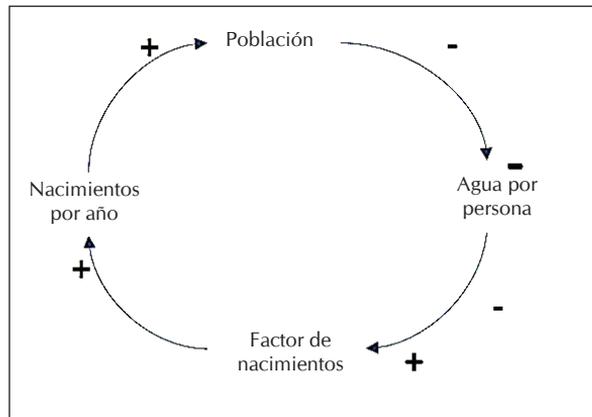
$d$  volumen acuífero ( $t$ ) = volumen acuífero ( $t - dt$ ) + (recarga – usos)  $dt$

Además, el elemento básico de un sistema dinámico es la “realimentación”, que es la estructura causal que da lugar a los comportamientos complejos. Dicha causalidad circular explica en gran medida que al hacer presión

sobre un componente del sistema se pueden generar reacciones inesperadas en otros componentes.

Un ejemplo sencillo, diagramado en la esquema 17.1, muestra que el aumento de la población implica una disminución del agua per cápita. Dicha disminución puede afectar al factor de nacimientos, lo que da lugar a una disminución del número de nacimientos por año, lo cual, a su vez, implica una disminución del crecimiento de la población.

Esquema 17.1. Relación entre aumento de la población y agua per cápita



Pero, además, si la población aumenta también aumenta el requerimiento de producción de alimentos. Esto, a su vez, implica una mayor cantidad de agua usada en la agricultura, uso que compite con el uso del agua en los servicios urbanos.

La realimentación puede ser de dos tipos: positiva (de crecimiento) o negativa (de balance).

Al considerar el proceso de crecimiento asociado a un bucle de realimentación positiva, se observa que en realidad todo proceso de crecimiento produce, aunque sea de manera no deseada, efectos secundarios que eventualmente conducen al agotamiento del proceso de crecimiento (Aracil y Gordillo, 1997).

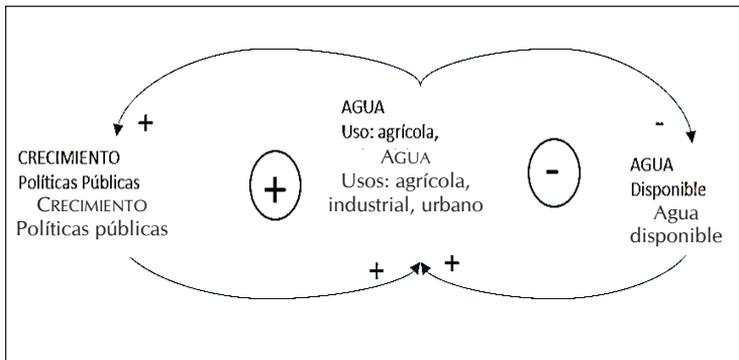
Consideremos, como ejemplo, el crecimiento de las diversas actividades humanas que dependen de la disponibilidad de agua en el hábitat donde se llevan a cabo, pero en el cual la disponibilidad de ella es limitada. Se observan dos bucles.

1] Uno de realimentación positiva, que liga su crecimiento a las políticas públicas actuales (parte izquierda del esquema 17.2). Es el bucle res-

ponsable del crecimiento. En él se describe cómo al aplicar políticas de crecimiento se observa un aumento en las actividades, que en ese caso implican el uso del agua. Al ver que esto se está llevando a cabo, se estimulan las políticas públicas de crecimiento.

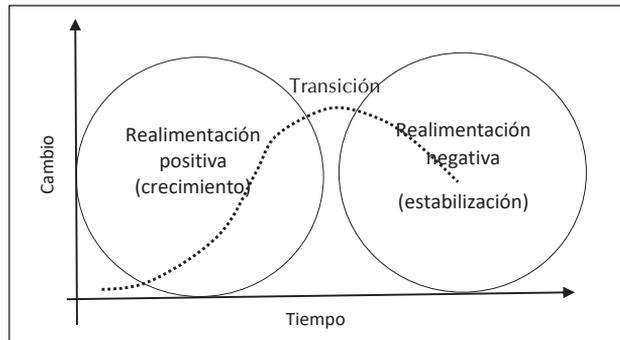
- 2] Por otra parte, la disponibilidad de agua —la capacidad de sustentación del hábitat— limita el crecimiento de las actividades que dependen de ella mediante el bucle de realimentación negativa (parte derecha del esquema 17.2). De acuerdo con este bucle, el crecimiento de las actividades conforme a las políticas públicas actuales hace disminuir la disponibilidad del agua. La influencia de esta disponibilidad sobre el crecimiento de las actividades es positiva —directamente proporcional—, por lo que su disminución hará que disminuya también el ritmo de crecimiento de las actividades que dependen de dicha disponibilidad. Esta es una condición limitadora.

Esquema 17.2. Bucles de realimentación positiva y negativa



En la fase inicial del proceso, cuando se desencadena el crecimiento de las actividades dependientes del agua, puesto que la limitación del líquido disponible no es perceptible, el bucle de realimentación positiva es el dominante, y se produce un crecimiento en la producción. Al crecer ésta, la limitación del agua disponible se empieza a manifestar, de modo que la dominancia de los bucles va pasando de positiva a negativa (esquema 17.3). En la medida en que se agoten las posibilidades del crecimiento, el bucle de realimentación negativa se vuelve dominante hasta que, al final del proceso, se corta la posibilidad de crecimiento.

Esquema 17.3. Transición de realimentación positiva a negativa

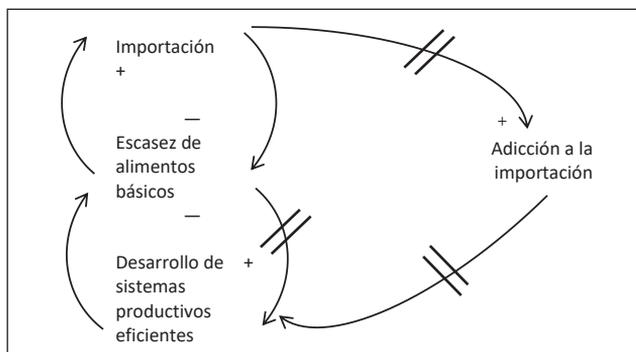


Otro caso interesante, con el que frecuentemente nos encontramos, es cuando se manifiesta un síntoma problemático que requiere atención. Este síntoma es producido por un problema subyacente que es difícil de tratar, bien sea porque no se conoce o porque resulta costoso afrontarlo. En este tipo de situaciones con frecuencia se tratan los síntomas sin resolver el problema fundamental. Con estas actuaciones es posible que se obtengan éxitos a corto plazo sobre el síntoma, pero se mantiene inalterado el problema fundamental. Es más, posiblemente se vaya atrofiando la propia capacidad de afrontarlo.

Este tipo de situación lo podemos ejemplificar como se observa en el esquema 17.4.

Tenemos una escasez en el abasto nacional de productos agrícolas básicos como consecuencia, por ejemplo, de una carencia de sistemas eficientes de producción agrícola, lo cual propicia la importación de dichos productos.

Esquema 17.4. Éxito a corto plazo sobre el síntoma sin solucionar el problema



De acuerdo con el esquema, tenemos dos bucles de realimentación negativa, y los dos tratan de corregir el mismo síntoma problemático: escasez de alimentos. El bucle superior representa la intervención sintomática, mediante la cual se persigue una solución rápida: importar alimentos. Esto resuelve el problema con rapidez, pero sólo temporalmente. El bucle inferior, que implica una solución a largo plazo, da lugar a un retraso en la observación de resultados. Representa una actuación de carácter más básico sobre el problema, cuyos efectos tardan más tiempo en hacerse evidentes: mejorar los sistemas de producción.

Con frecuencia, aunque no siempre, se presenta un proceso adicional de realimentación positiva, generado por los efectos colaterales de la solución sintomática: adicción a la importación. Cuando esto sucede, los efectos secundarios hacen aún más difícil llegar a la solución fundamental.

Este tipo de estructura permite explicar una amplia variedad de comportamientos en los que soluciones bien intencionadas a corto plazo empeoran las cosas a largo plazo.

Al solucionar exclusivamente los síntomas, se reduce la percepción de la necesidad de buscar soluciones de carácter fundamental. Con el tiempo se confía más y más en la solución sintomática, que acaba por parecer la única solución posible. Con ello, sin embargo, se hacen crónicas las situaciones de dependencia o adicción.

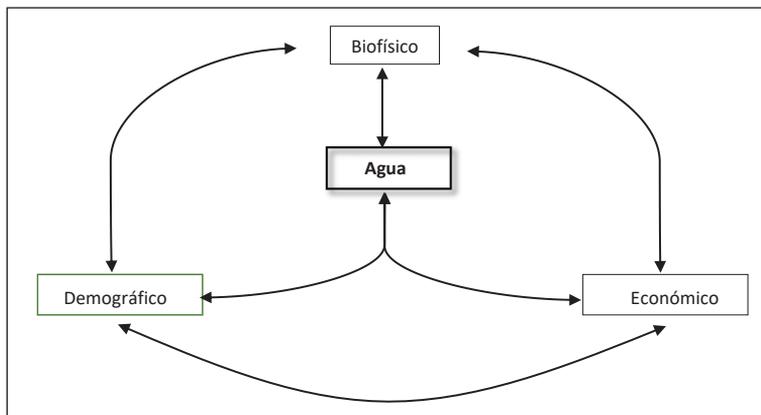
También se interpretan con esta estructura situaciones en las que se desplaza la responsabilidad de resolver un problema a la intervención exterior a la propia organización. Por ejemplo, el problema de ayuda a los países subdesarrollados —y de los subsidios en general—, si no conduce a un desarrollo de los propios recursos, acaba por crear situaciones de dependencia a largo plazo.

Para tratar con eficacia los procesos del arquetipo de la adicción se requiere una combinación de actuaciones que fortalezcan la respuesta fundamental y debiliten la respuesta sintomática. Para fortalecer la respuesta fundamental se precisa una orientación a largo plazo en las actuaciones.

En cuanto a la necesidad de soluciones sintomáticas, éstas son necesarias en muchas situaciones; pero siempre que se reconozcan como tales y se combinen con estrategias que permitan rehabilitar la capacidad para resolver un problema fundamental.

Con el enfoque del agua como eje nodal de interrelación se considera a este recurso como eje nodal de interrelación entre la población, la economía y el medio ambiente.

Esquema 17.5. El agua como vínculo nodal de interrelación



#### DESCRIPCIÓN DEL ÁREA

El valle de Aguascalientes se localiza en el centro de la República Mexicana. Presenta condiciones semiáridas con lluvias en verano principalmente, una temperatura media anual de entre 16 y 20 °C, una precipitación anual de entre 400 y 700 milímetros y un promedio de evaporación del 70 por ciento.

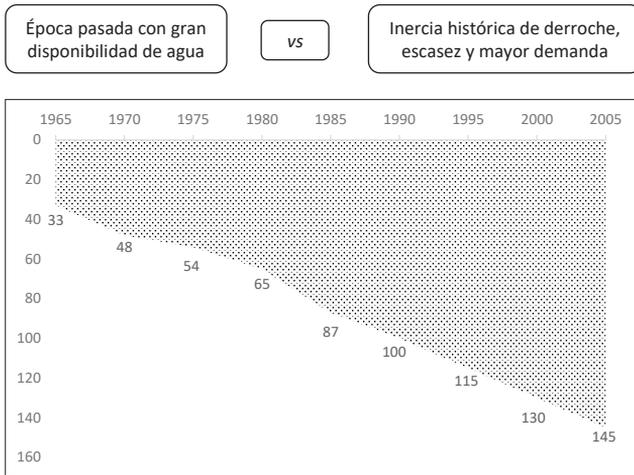
En él se asienta la mayor parte de la población del estado. La ciudad de Aguascalientes alberga al 67 por ciento del total de los habitantes de la entidad. Las principales localidades que se asientan en valle, todas pertenecientes al estado de Aguascalientes, son la propia capital, Jesús María y Pabellón de Arteaga. Sus principales actividades económicas son la agropecuaria, el comercio y la industria.

Las diversas actividades que se llevan a cabo en el valle dependen casi exclusivamente del agua extraída del acuífero Ojocaliente-Aguascalientes-Encarnación de Díaz, que abarca una superficie de unos 4,700 kilómetros cuadrados, de los cuales el 63 por ciento se encuentra en el estado de Aguascalientes; el 33 por ciento en Ojocaliente, Zacatecas, y el 4 por ciento en Encarnación de Díaz, Jalisco. Es uno de los acuíferos más sobreexplotados del país.

Desde 1940, cuando se inició un bombeo cada vez más intenso, las extracciones de agua subterránea han producido un abatimiento muy importante (las estimaciones son en promedio de 2.5 metros por año, con un cono de abatimiento en el área de la ciudad de Aguascalientes). La sobreexplotación del acuífero ha causado deformaciones del terreno —que ya han provocado daños diversos en infraestructura— y el incremento del riesgo

de contaminación. Se estima que la extracción neta actual prácticamente duplica a la capacidad natural de recarga, lo que implica un abatimiento continuo del mismo.

Gráfica. 17.2. Abatimiento del acuífero de Aguascalientes, 1965-2005 (metros)



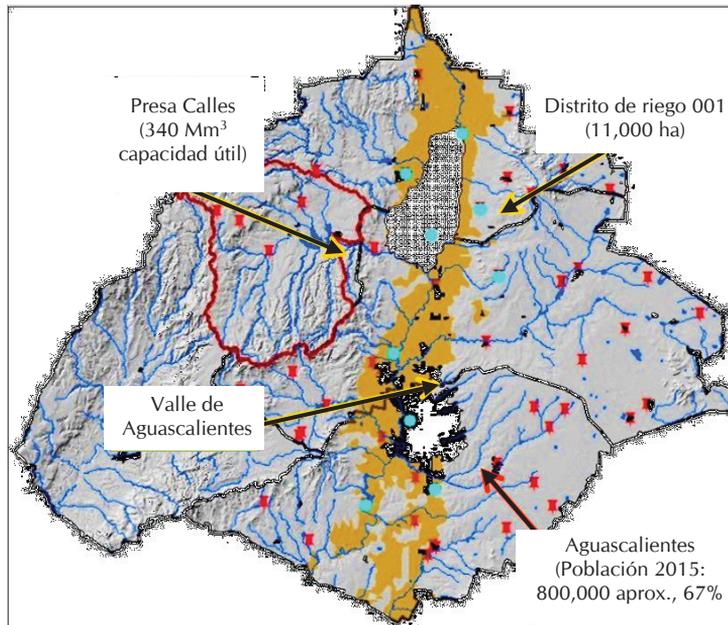
Fuente: Elaboración propia.

Es importante señalar que no se han hecho estudios a profundidad de la dinámica del acuífero; por lo tanto, ni las estimaciones de volumen de agua ni las de entradas y salidas de ella se han determinado con mayor veracidad. Además, la extracción masiva de agua subterránea no sólo provoca el agotamiento de las reservas limitadas de los acuíferos, sino que también reduce el nivel de toda el agua circundante. Cuando la extracción excede la recarga, se vuelve cada vez más caro bombear el agua, y ésta se encuentra más contaminada con minerales disueltos (Barlow y Clarke, 2004: 37).

Actualmente se estima que el 78 por ciento del agua extraída se usa en el sector agropecuario, el 20 por ciento en el servicio urbano y el 2 por ciento es para la industria.

En este valle de Aguascalientes se encuentra el Distrito de Riego 001, Pabellón de Arteaga, el cual está en proceso de tecnificación. Ésta consiste en conducir agua por gravedad desde la presa Plutarco Elías Calles hasta el distrito para distribuirla desde ahí en cada parcela de cultivo. Se pretende que el riego deje de ser por inundación, cuya eficiencia es del 35 por ciento, y pase a ser por cintilla, con una eficiencia de 90 por ciento.

Mapa 17.1. Localización, estado de Aguascalientes



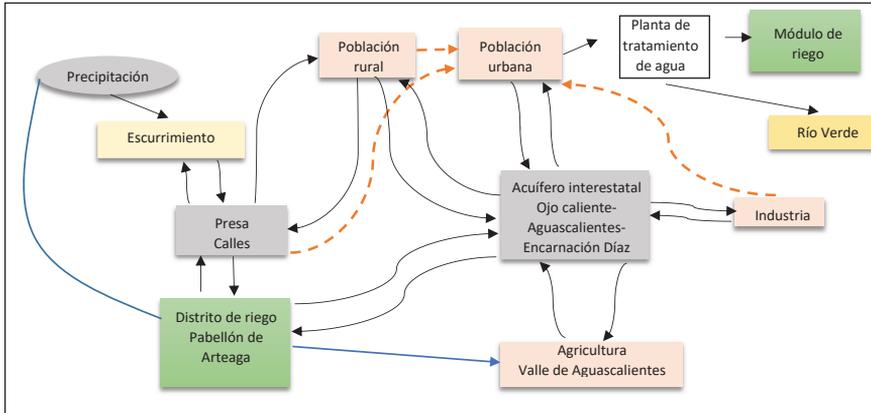
## DESARROLLO DEL MODELO

El modelo de dinámica de sistemas comprende dos subsistemas: la presa Calles —distrito de riego— y el valle de Aguascalientes. En el primer caso se contempla la relación que existe entre la precipitación, el escurrimiento, el almacenamiento del agua, los cultivos que se tienen en el Distrito 001 y la extracción del acuífero. En el subsistema valle de Aguascalientes se contemplan la precipitación, el acuífero y la extracción para el uso agrícola, urbano e industrial. Lo anterior se muestra en el esquema 17.6.

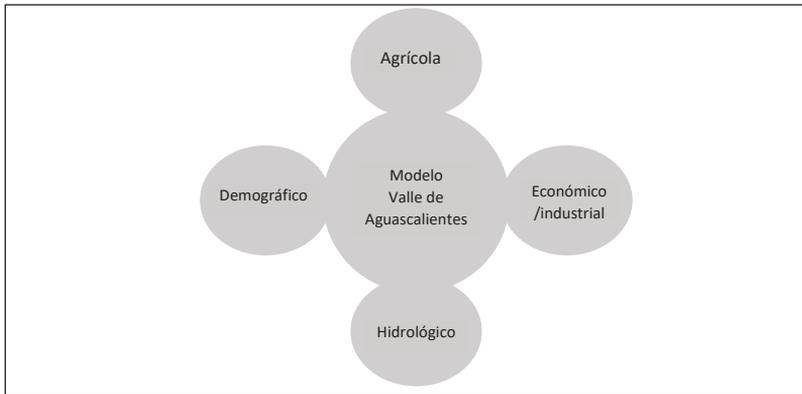
Los submodelos, que permiten modelar el comportamiento del sistema presentado en la figura anterior, se muestran en el esquema 17.7.

El submodelo hidrológico (Modelo Stanford IV) es un modelo dinámico de lluvia-escurrimiento que muestra cómo es “la escorrentía” y cómo se “acumula” el agua, considerando las tasas de entrada y salida relacionadas con diversas variables, que van desde la precipitación hasta cómo escurre el agua y cómo y en qué medida se hace uso de la almacenada, ya sea en la presa o en el acuífero. Posteriormente se vincula con la actividad agrícola.

Esquema 17.6. Modelo de dinámica de sistemas



Esquema 17.7. Submodelos



En el caso del distrito de riego el agua fluye de la presa hacia éste, pero cuando no hay suficiente agua en la presa la que se usa proviene del acuífero. El submodelo agrícola se basa en la estimación de la demanda de agua para riego, según tipo de cultivo, por medio de la estimación de Penman Monteith, en la cual se estima la demanda de agua por unidad de área. En el caso del valle de Aguascalientes todas las actividades dependen del agua del acuífero. En él la demanda estimada se hace:

- 1] Para la agricultura, con el modelo Penman Monteith.
- 2] Para el servicio urbano, mediante un modelo demográfico estándar que relaciona la dinámica de población con los nacimientos, las muertes y la migración. En este caso se considera una asignación de 274 litros diarios por persona.

- 3] Finalmente, la demanda industrial se estima por medio de unas tablas que relacionan el tipo de industria con el número de empleados para éste.

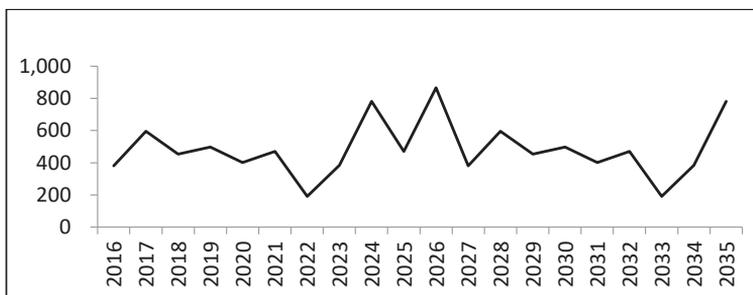
En este modelo se hacen las siguientes consideraciones:

- 1] La dinámica propia del proceso de producción no separa el agua superficial del agua subterránea. Por ejemplo, en el distrito de riego si la presa no tiene agua puede suceder que se pierda el cultivo, pero si la parcela cultivada tiene acceso a un pozo, el agua se extrae del acuífero. Por ello en esta propuesta se atiende la necesidad de *manejar en un solo modelo* el agua superficial y el agua subterránea.
- 2] Por otro lado, como las demandas de agua se hacen sobre un mismo reservorio, se considera que debe existir una interrelación que permita *“administrar” las demandas para los diferentes usos.*

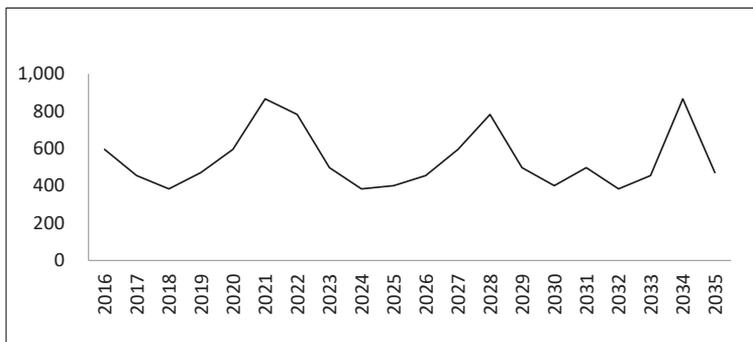
Puesto que el motor de este modelo es la precipitación, se construyeron tres escenarios de ella considerando su comportamiento, registrado en las estaciones meteorológicas usadas en este modelo. Se obtuvo lo siguiente:

- 1] *Analogía histórica.* Escenario generado con base en la serie de los registros históricos del periodo 2005-2015, repitiendo el ciclo de lluvias.
- 2] *Escenario optimista.* Generado con base en la serie de los registros históricos del periodo 2005-2015 utilizando un ensamblaje con valores cercanos a 400 milímetros anuales de precipitación como mínimos en ciclos de siete años.
- 3] *Escenario pesimista.* Generado con base en la serie de los registros históricos del periodo 2005-2015 utilizando un ensamblaje con valores mínimos anuales históricos (200 milímetros), en ciclos de siete años.

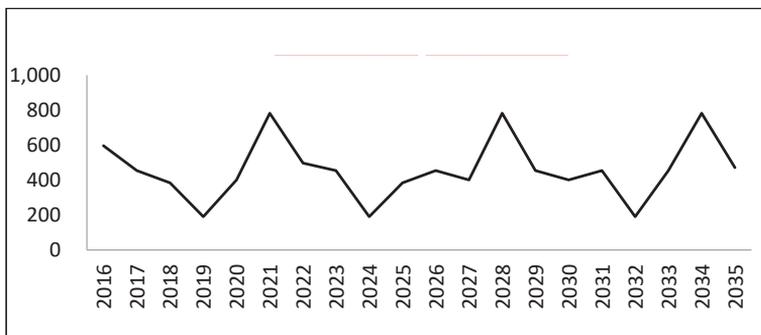
Gráfica 17.3. Analogía histórica



Gráfica 17.4. Escenario optimista



Gráfica 17.5. Escenario pesimista



## ESCENARIOS

De momento se han contemplado los escenarios de precipitación que se muestran en el cuadro siguiente. Sin embargo, este cuadro no es restrictivo y se pueden agregar otras interrelaciones.

<i>Precipitación</i>	<i>Sin concluir la tecnificación</i>	<i>Tecnificación concluida</i>	<i>Reúso de agua tratada</i>	<i>Modificación de cuota diaria de agua por persona</i>
Analogico				
Optimista				
Pesimista				

En los escenarios 1 y 2, las gráficas presentadas se leen considerando lo siguiente:

- 1] En el eje X tenemos el número de días:
  - a) 0-3,894: del 1 de enero de 2005 al 31 de diciembre de 2015.
  - b) 3,895-11,315: del 1 de enero de 2016 al 31 de diciembre de 2035.
- 2] En el eje Y tenemos el volumen de agua de la presa:
  - a) La línea 1 es el volumen de agua histórico registrado en la presa Calles.
  - b) La línea 2 es el volumen de agua modelado.
  - c) La línea 3 es el volumen mínimo que debe tener la presa para que pueda aportar agua al distrito de riego.

### *Escenario 1*

Datos históricos de precipitación e hidrometría de la presa 2005-2015. Periodo 2016-2035, analogía histórica de precipitación. La tecnificación total en el distrito de riego no ha sido concluida.

<i>Riego presa Calles</i>	<i>Riego de pozo</i>
Hectáreas tecnificadas:	Hectáreas no tecnificables:
6,100	1,819

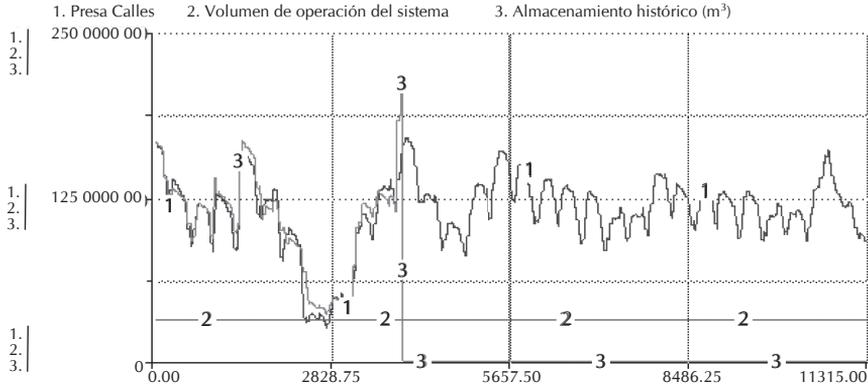
En este comportamiento del volumen de agua de la presa Calles ante la demanda por el distrito de riego se observa que si la tecnificación se concluye el escenario muestra que la presa tendrá, por lo menos hasta el año 2035, un volumen de agua suficiente para la irrigación del distrito.

### *Escenario 2*

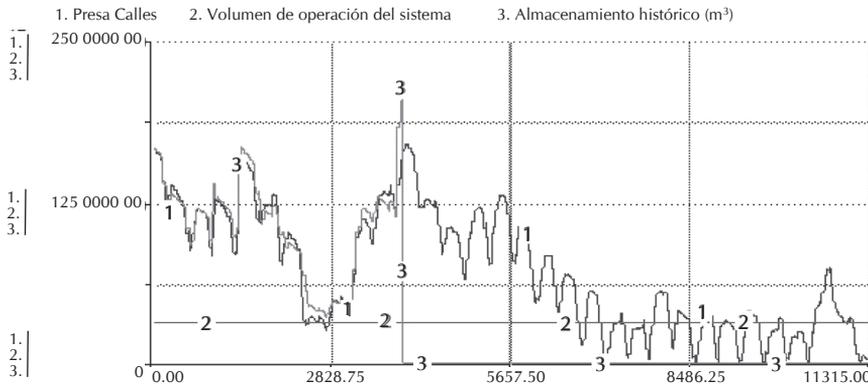
Datos históricos de precipitación e hidrometría de la presa 2005-2015. Periodo 2016-2035, analogía histórica de precipitación. Actualmente el proceso de tecnificación del distrito de riego no ha sido concluido.

<i>Riego presa Calles</i>			<i>Riego de pozo</i>
Hectáreas tecnificadas:	Hectáreas con riego rodado:	Hectáreas sin tecnificar:	Hectáreas no tecnificables:
3,200	1,200	1,700	1,819

Gráfica 17.6. Escenario 1



Gráfica 17.7. Escenario 2



4

El comportamiento que se observa en la gráfica 17.7 muestra que en julio de 2026 la presa Calles ya no tiene el volumen mínimo para la irrigación del distrito. En este momento se empieza a extraer agua del acuífero.

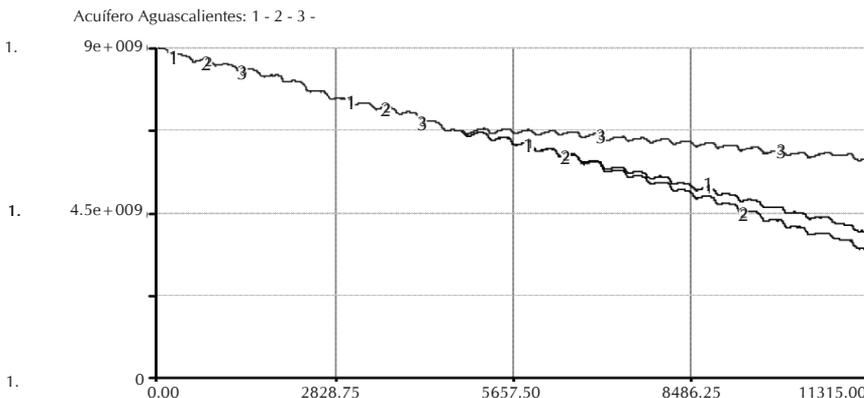
Para los escenarios 3 y 4, las gráficas representan el abatimiento del acuífero. La línea 1 corresponde al escenario 1, la línea 2 al escenario 2, la línea 3 al escenario 3 y la línea 4 al escenario 4.

### Escenario 3

Datos históricos de precipitación e hidrometría de la presa 2005-2015. Periodo

2016-2035, analogía histórica de precipitación. La tecnificación total en el distrito de riego no ha sido concluida.

Gráfica 17.8. Escenario 3



Pero ahora, considerando todo el valle de Aguascalientes, y principalmente la planta de tratamiento de aguas residuales más grande del estado, se modeló el uso del agua tratada en la industria y en algunos cultivos.

En la gráfica 17.8 se observa cómo se comporta el abatimiento del acuífero. Las líneas 1 y 2 muestran el comportamiento de los escenarios 1 y 2. En este escenario 3 se observa que el reúso del agua tratada parece ser una buena posibilidad para disminuir la extracción de agua del acuífero.

#### *Escenario 4*

Datos históricos de precipitación e hidrometría de la presa de 2005-2015. Periodo 2016-2035, analogía histórica de precipitación. La tecnificación total en el distrito de riego no ha sido concluida.

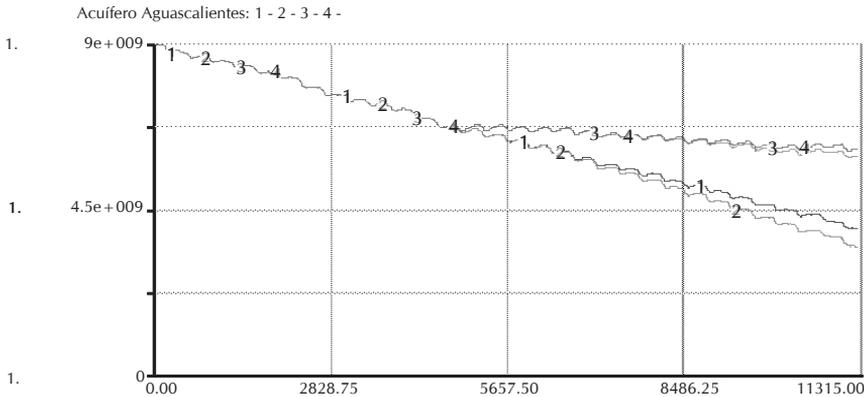
Pero ahora, considerando todo el valle de Aguascalientes, y principalmente la planta de tratamiento de aguas residuales más grande del estado, se modeló el uso del agua tratada en la industria y en algunos cultivos. Adicionalmente, se reduce la dotación diaria de agua por persona de 274 a 150 litros.

En la gráfica 17.9 la línea 4 muestra el comportamiento del abatimiento del acuífero cuando se agrega el reúso y disminuye la dotación diaria de

agua por persona; hay una ligera mejoría, pero aún no se llega al balance de recarga-extracción.

En el comportamiento del acuífero cabe hacer la aclaración de que sólo se ve la tendencia, ya que no se conoce el volumen real del acuífero.

Gráfica 17.9. Escenario 4



## REFERENCIAS

- Aracil, J. y Gordillo, F. (1997). *Dinámica de sistemas*. Madrid: Alianza Editorial.
- Barlow, M. y Clarke, T. (2004). *Oro azul*. Barcelona: Paidós Controversias.
- Carabias, J. y Landa, R. (2005). *Agua, medio ambiente y sociedad: hacia la gestión integral de los recursos hídricos en México*. México: UNAM, El Colegio de México.
- Comité Técnico de Aguas Subterráneas del Acuífero Interestatal de Ojocaliente-Aguascalientes-Encarnación, A.C. (2006). *Escenarios del agua 2015 y 2030 en el acuífero interestatal de Ojocaliente-Aguascalientes-Encarnación: acciones para un desarrollo con sostenibilidad ambiental*. Informe final. México: Conagua.
- Crawford, N. y Linsley, R. (1966). *Digital simulation in hydrology: Stanford watershed model IV*. Stanford, CA: Stanford University.
- Galán, C., Balvanera, P. y Castellarini, F. (2012). *Políticas públicas hacia la sustentabilidad: integrando la visión ecosistémica*. México: Conabio.

- García, R. (2006). *Sistemas complejos*. Barcelona: Gedisa.
- Georgescu-Roegen, N. (1996). *La ley de la entropía y el proceso económico*. España: Fundación Argentaria.
- Georgescu-Roegen, N. (1972) Energía y mitos económicos. Conferencia, Universidad de Yale.
- Graizbord, B. y Arroyo, J. (coords.) (2004). *El futuro del agua en México*. México, Guadalajara, Los Ángeles: El Colegio de México, Universidad de Guadalajara, UCLA Program on Mexico, Profmex, Casa Juan Pablos.
- Instituto Mexicano de Tecnología del Agua (IMTA) (2005). Propuesta de modernización integral del Distrito de Riego 001, Pabellón, Aguascalientes. México: Comisión Nacional del Agua.
- Shiva, V. (2002). *Las guerras del agua. Contaminación, privatización y negocio*. Barcelona: Icaria.

*Agua, el futuro ineludible* se terminó de imprimir en febrero de 2019 en Casa Juan Pablos Editor, S.A., 2da Cerrada de Belisario Domínguez 19, Col. del Carmen, Alcaldía Coyoacán, 04100, Ciudad de México.

Tiro: 1000 ejemplares

Cuidado de la edición:  
J. David Rodríguez Álvarez  
Miguel Ángel Serrano

Diseño de portada:  
Mireya Herrera Romero

Negativos:  
Roberto Beas Rizo

## SERIE CICLOS Y TENDENCIAS EN EL DESARROLLO DE MÉXICO

DIRIGIDA POR:

JAMES W. WILKIE (1990—)  
JESÚS ARROYO ALEJANDRE (1998—)  
SERGIO DE LA PEÑA† (1990-1998)

COORDINADORES DE PUBLICACIÓN DE LA SERIE:

ADRIANA P. LÓPEZ VELAZCO  
J. DAVID RODRÍGUEZ ÁLVAREZ

La serie Ciclos y Tendencias en el Desarrollo de México es un esfuerzo de PROFMEX (Worldwide Consortium for Research on Mexico), en colaboración con la Universidad de California en Los Ángeles y el Centro Universitario de Ciencias Económico Administrativas de la Universidad de Guadalajara, para el estudio de los procesos de cambio en México y su lugar en el mundo. Publicada bajo la coordinación de la Universidad de Guadalajara, la serie consta de 49 títulos hasta la fecha (2018).

Esta serie está dedicada a Clint E. Smith, quien la apoyó desde la Fundación William and Flora Hewlett. Su respaldo también contribuyó de alguna manera a la formación de investigadores sobre problemas de México en varias universidades del país, principalmente en la Universidad de Guadalajara.

1. *Industria y trabajo en México*. James W. Wilkie y Jesús Reyes Heróles González Garza (eds.) (México: Universidad Autónoma Metropolitana-Azcapotzalco, 1990).
2. *The rise of the professions in twentieth-century Mexico: University graduates and occupational change since 1929*. David E. Lorey (Los Ángeles: UCLA Latin American Center Publications, 1992; corregida y aumentada en 1994).
3. *La frontera que desaparece: las relaciones México-Estados Unidos hasta los noventa*. Clint E. Smith (México: Universidad Autónoma Metropolitana-Azcapotzalco y UCLA Program on Mexico, 1993).
4. *Impactos regionales de la apertura comercial: perspectivas del Tratado de Libre Comercio en Jalisco*. Jesús Arroyo Alejandre y David E. Lorey

- (comps.) (Guadalajara: Universidad de Guadalajara y UCLA Program on Mexico, 1993).
5. *La estadística económica en México. Los orígenes.* Sergio de la Peña y James W. Wilkie (México: Siglo XXI y Universidad Autónoma Metropolitana-Azcapotzalco, 1994).
  6. *Estado y agricultura en México: antecedentes e implicaciones de las reformas salinistas.* Enrique C. Ochoa y David E. Lorey (eds.) (México: Universidad Autónoma Metropolitana-Azcapotzalco, 1994).
  7. *Transiciones financieras y TLC.* Antonio Gutiérrez Pérez y Celso Garrido Noguera (eds.) (México: Ariel Económica, Universidad Nacional Autónoma de México y Universidad Autónoma Metropolitana-Azcapotzalco, 1994).
  8. *Ahorro y sistema financiero en México.* Celso Garrido y Tomás Peñaloza Webb (eds.) (México: Editorial Grijalbo y Universidad Autónoma Metropolitana-Azcapotzalco, 1996).
  9. *México ante los Estados Unidos: historia de una convergencia.* Clint E. Smith (México: Editorial Grijalbo y Universidad Autónoma Metropolitana-Azcapotzalco, 1995).
  10. *Crisis y cambio de la educación superior en México.* David E. Lorey y Sylvia Ortega Salazar (eds.) (México: Limusa-Noriega Editores y Universidad Autónoma Metropolitana-Azcapotzalco, 1997).
  11. *Ajustes y desajustes regionales: el caso de Jalisco a fines del sexenio salinista.* Jesús Arroyo Alejandre y David E. Lorey (eds.) (Guadalajara: Universidad de Guadalajara y UCLA Program on Mexico, 1995).
  12. *Integrating cities and regions: North America faces globalization.* James W. Wilkie y Clint E. Smith (eds.) (Guadalajara, Los Ángeles, Guanajuato: Universidad de Guadalajara, UCLA Program on Mexico, CILACE-Centro Internacional "Lucas Alamán" para el Crecimiento Económico, 1998).
  13. *Realidades de la utopía: demografía, trabajo y municipio en el occidente de México.* David E. Lorey y Basilio Verduzco Chávez (eds.) (Guadalajara, Los Ángeles, México: Universidad de Guadalajara, UCLA Program on Mexico y Juan Pablos Editor, 1997).
  14. *La internacionalización de la economía jalisciense.* Jesús Arroyo Alejandre y Adrián de León Arias (eds.) (Guadalajara, Los Ángeles, México: Universidad de Guadalajara, UCLA Program on Mexico y Juan Pablos Editor, 1997).
  15. *Descentralización e iniciativas locales de desarrollo.* María Luisa García Bátiz, Sergio M. González Rodríguez, Antonio Sánchez Bernal y Basilio

- Verduzco Chávez (Guadalajara, Los Ángeles, México: Universidad de Guadalajara, UCLA Program on Mexico y Juan Pablos Editor, 1998).
16. *México frente a la modernización de China*. Óscar M. González Cuevas (ed.) (México: Limusa-Noriega y Universidad Autónoma Metropolitana-Azcapotzalco, 1998).
  17. *La reforma agraria en México desde 1853: sus tres ciclos legales*. Rosario Varo Berra (Guadalajara, Los Ángeles, México: Universidad de Guadalajara, UCLA Program on Mexico, PROFMEX y Juan Pablos Editor, 2002).
  18. *Mercados regionales de trabajo y empresa*. Rubén A. Chavarín Rodríguez, Víctor M. Castillo Girón y Gerardo Ríos Almodóvar (Guadalajara, Los Ángeles, México: Universidad de Guadalajara, UCLA Program on Mexico y Juan Pablos Editor, 1999).
  19. *Globalidad y región: algunas dimensiones de la reestructuración en Jalisco*. Graciela López Méndez y Ana Rosa Moreno Pérez (eds.) (Guadalajara, Los Ángeles, México: Universidad de Guadalajara, UCLA Program on Mexico y Juan Pablos Editor, 2000).
  20. *México en la economía global: tecnología, espacio e instituciones*. Miguel Ángel Rivera Ríos (México: Universidad Nacional Autónoma de México, UCLA Program on Mexico y Editorial Jus, 2000).
  21. *El renacimiento de las regiones: descentralización y desarrollo regional en Alemania (Brandenburgo) y México (Jalisco)*. Jesús Arroyo Alejandre, Karl-Dieter Keim y James Scott (eds.) (Guadalajara, Los Ángeles, México: Universidad de Guadalajara, UCLA Program on Mexico y Juan Pablos Editor, 2001).
  22. *México y Estados Unidos: 180 años de relaciones ineludibles*. Clint E. Smith (Guadalajara, Los Ángeles, México: Universidad de Guadalajara, UCLA Program on Mexico, PROFMEX y Juan Pablos Editor, 2001).
  23. *La regionalización: nuevos horizontes para la gestión pública*. Guillermo Woo Gómez (Guadalajara, Los Ángeles, México: Universidad de Guadalajara, UCLA Program on Mexico y Centro Lindavista, 2002).
  24. *El norte de todos: migración y trabajo en tiempos de globalización*. Jesús Arroyo Alejandre, Alejandro I. Canales Cerón y Patricia Noemí Vargas Becerra (eds.) (Guadalajara, Los Ángeles, México: Universidad de Guadalajara, UCLA Program on Mexico, PROFMEX y Juan Pablos Editor, 2002).
  25. *Competitividad: implicaciones para empresas y regiones*. Jesús Arroyo Alejandre y Salvador Berumen Sandoval (eds.) (Guadalajara, Los Ángeles, México: Universidad de Guadalajara, UCLA Program on Mexico, PROFMEX y Juan Pablos Editor, 2003).
  26. *Globalización y cambio tecnológico: México en el nuevo ciclo industrial*

- mundial*. Alejandro Dabat, Miguel Ángel Rivera Ríos y James W. Wilkie (eds.) (Guadalajara, México, Los Ángeles: Universidad de Guadalajara, Universidad Nacional Autónoma de México, UCLA Program on Mexico, PROFMEX y Juan Pablos Editor, 2004).
27. *Los dólares de la migración*. Jean Papail y Jesús Arroyo Alejandro (Guadalajara, París, Los Ángeles, México: Universidad de Guadalajara, Institut de Recherche pour le Développement, PROFMEX y Casa Juan Pablos Centro Cultural, 2004).
  28. *Diez mil millas de música nortea: memorias de Julián Garza*. Guillermo E. Hernández (Culiacán, Los Ángeles: Universidad Autónoma de Sinaloa y UCLA Program on Mexico, 2003).
  29. *El futuro del agua en México*. Boris Graizbord y Jesús Arroyo Alejandro (comps.) (Guadalajara, Los Ángeles, México: Universidad de Guadalajara, UCLA Program on Mexico, PROFMEX y Casa Juan Pablos Centro Cultural, 2004).
  30. *Intermediarios y comercializadores. Canales de distribución de frutas y hortalizas mexicanas en Estados Unidos*. Margarita Calleja Pinedo (Guadalajara, Los Ángeles, México: Universidad de Guadalajara, UCLA Program on Mexico, PROFMEX/World y Casa Juan Pablos Centro Cultural, 2007).
  31. *Capitalismo informático, cambio tecnológico y desarrollo nacional*. Miguel Ángel Rivera Ríos (México, Guadalajara, Los Ángeles: Universidad Nacional Autónoma de México, Universidad de Guadalajara, UCLA Program on Mexico, PROFMEX/World y Casa Juan Pablos Centro Cultural, 2005).
  32. *Globalización en Guadalajara. Economía formal y trabajo informal*. Salvador Carrillo Regalado (Guadalajara, Los Ángeles, México: Universidad de Guadalajara, UCLA Program on Mexico, PROFMEX/World y Casa Juan Pablos Centro Cultural, 2005).
  33. *Productividad de la industria eléctrica en México. División Centro Occidente*. José César Lenin Navarro Chávez, Óscar Hugo Pedraza Rendón (Guadalajara, Los Ángeles, Morelia, México: Universidad de Guadalajara, UCLA Program on Mexico, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, PROFMEX/World, 2007).
  34. *Migración y remesas en Michoacán*. Óscar Hugo Pedraza Rendón, José Odón García García, Enrique Armas Arévalos, Francisco Ayvar Campos (Guadalajara, Los Ángeles, Morelia, México: Universidad de Guadalajara, UCLA Program on Mexico, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, PROFMEX/World, 2008).

35. *La globalización se descentraliza. Libre mercado, fundaciones, Sociedad Cívica y gobierno civil en las regiones del mundo.* Olga Magdalena Lazín (Guadalajara, Los Ángeles, México: Universidad de Guadalajara, UCLA Program on Mexico, PROFMEX/World y Casa Juan Pablos Centro Cultural, 2007). *Este tomo está interrelacionado con el número 36.*
36. *La globalización se amplía. Claroscuros de los nexos globales.* James W. Wilkie y Olga Magdalena Lazín (Guadalajara, Los Ángeles, México: Universidad de Guadalajara, UCLA Program on Mexico, PROFMEX/World y Casa Juan Pablos Centro Cultural, 2011). *Este tomo está interrelacionado con el número 35.*
37. *El oro rojo de Sinaloa. El desarrollo de la agricultura del tomate para la exportación.* Eduardo Frías Sarmiento (Guadalajara, Los Ángeles, Culiacán, México: Universidad de Guadalajara, UCLA Program on Mexico, PROFMEX/World, Universidad Autónoma de Sinaloa y Casa Juan Pablos Centro Cultural, 2008).
38. *Migración a Estados Unidos y autoempleo. Doce ciudades pequeñas de la región Centro-Occidente de México.* Jean Papail y Jesús Arroyo Alejandre (Guadalajara, Los Ángeles, México: Universidad de Guadalajara, UCLA Program on Mexico, PROFMEX/World, Casa Juan Pablos Centro Cultural, 2009).
39. *Cognados y falsos cognados. Su uso en la enseñanza del inglés.* Socorro Montañó Rodríguez (Guadalajara, Los Ángeles, Mexicali, México: Universidad de Guadalajara, UCLA Program on Mexico, PROFMEX/World, Universidad Autónoma de Baja California y Casa Juan Pablos Centro Cultural, 2009).
40. *Regiones en desarrollo insostenible.* Jesús Arroyo Alejandre e Isabel Corvera Valenzuela (comps.) (Guadalajara, Los Ángeles, México: Universidad de Guadalajara, UCLA Program on Mexico, PROFMEX/World y Juan Pablos Editor, 2010).
41. *El posgrado en México. El caso de Quintana Roo.* Efraín Villanueva Arcos y Alfonso J. Galindo Rodríguez (eds.) (Chetumal, Guadalajara, Los Ángeles, Culiacán, México: Universidad de Guadalajara, UCLA Program on Mexico, PROFMEX/World, Instituto de Administración Pública del Estado de Quintana Roo, A.C., Universidad Autónoma de Sinaloa, 2011).
42. *Desarrollo insostenible. Gobernanza, agua y turismo.* Jesús Arroyo Alejandre e Isabel Corvera Valenzuela (comps.) (Guadalajara, Los Ángeles, México: Universidad de Guadalajara, UCLA Program on Mexico, PROFMEX/World y Juan Pablos Editor, 2011).

43. *Referentes teóricos del turismo alternativo. Enfoque en comunidades rurales.* Mónica Velarde Valdez, Ana Virginia del Carmen Maldonado Alcudia y Salvador Gómez Nieves (coords.) Guadalajara, Los Mochis, Los Ángeles, México: Universidad de Guadalajara, Universidad de Occidente, UCLA Program on Mexico, PROFMEX/World, Juan Pablos Editor, 2015).
44. *El TLCAN en el sector agrícola de Michoacán y la región Costa Sur de Jalisco.* J. Abelino Torres Montes de Oca, José César Lenin Navarro Chávez y José Odón García García (coords.) (Guadalajara, Morelia, Los Ángeles, México: Universidad de Guadalajara, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, UCLA Program on Mexico, PROFMEX/world, Juan Pablos Editor, 2015).
45. *Internacionalización de los servicios de salud. Turismo médico en México y Jalisco.* Julieta Guzmán Flores (Guadalajara, Los Ángeles, México; Universidad de Guadalajara, UCLA Program on Mexico, PROFMEX/world y Juan Pablos Editor, 2015).
46. *Wilkie: historia, economía y elite.* Samuel Schmidt, Coordinador (Chihuahua y Los Ángeles; El Colegio de Chihuahua y PROFMEX/world, 2016).
47. *Civil engagement, civil society, and philanthropy in the U.S., Romania & Mexico.* Olga Magdalena Lazín (Los Ángeles y Guadalajara: Book Venture, University of Guadalajara, UCLA, Profmex 2018).
48. *Porfirio Muñoz Ledo. Historia oral 1933-1988.* James W. Wilkie y Edna Monzón Wilkie (Los Ángeles y Ciudad de México: James W. Wilkie, Porfirio Muñoz Ledo, Penguin Random House Grupo Editorial, 2017).
49. *La derecha mexicana en el siglo XX. Agonía, transformación y supervivencia.* Xóchitl Patricia Campos López, Diego Martín Velázquez Caballero (coords.) (Puebla, Los Ángeles, Ciudad de México: Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, Profmex/World, Montiel & Soriano Editores, 2017).

**SERIE  
MIGRACIÓN Y DESARROLLO  
URBANO-REGIONAL**

El proceso multidimensional del desarrollo está profundamente ligado a la migración entre países, regiones o localidades. Producto de la desigualdad, la migración se genera en los espacios que enfrentan dificultades e incluso la imposibilidad de desarrollarse y se dirige hacia aquellos que concentran la riqueza. La Serie Migración y Desarrollo Urbano-Regional, impulsada por la Universidad de Guadalajara, el Programa para México de la Universidad de California en Los Ángeles (UCLA) y el PROFMEX (Consortio Internacional de Investigación sobre México) difunde diversos puntos de vista y perspectivas de análisis académico que tienen como eje estas complejas relaciones.

Dirigen esta serie y coordinan su comité editorial James W. Wilkie de UCLA y presidente de PROFMEX y Jesús Arroyo Alejandro, miembro de este Consortio y profesor del Departamento de Estudios Regionales-Inser del Centro Universitario de Ciencias Económico Administrativas de la Universidad de Guadalajara. Los volúmenes publicados en ella son distribuidos por las editoriales que colaboran en su edición y en línea a través de una página web que ofrece también los volúmenes de la Serie Ciclos y Tendencias en el Desarrollo de México, dirigida asimismo por los profesores Wilkie y Arroyo.

1. *Principios de estudio regional. Espacios concluidos en red y regiones sin límites.* Margarita Camarena Luhrs y Teodoro Aguilar Ortega (coords.) (Guadalajara, Los Ángeles, México: Universidad de Guadalajara, UCLA Program on Mexico, PROFMEX/World, Juan Pablos Editor, 2009).
2. *Shrinking cities South/North.* Ivonne Audirac y Jesús Arroyo Alejandro (eds.) (Guadalajara, Los Ángeles, México: Florida State University, University of Guadalajara, UCLA, 2011).

3. *Impactos del TLCAN en el sector agropecuario de Jalisco*. Jesús Arroyo Alejandro (coord.) (Guadalajara, Los Ángeles, México: Universidad de Guadalajara, Consejo Estatal de Ciencia y Tecnología de Jalisco, UCLA Program on Mexico, PROFMEX/World, Juan Pablos Editor, 2012).
4. *Migración, remesas y distribución del ingreso en México y Michoacán*. José César Lenin Navarro, Francisco Javier Ayvar Campos y Óscar Hugo Pedraza Rendón (Morelia, Guadalajara, Los Ángeles, México: Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, Universidad de Guadalajara, UCLA Program on Mexico, PROFMEX/World, Juan Pablos Editor, 2013).
5. *Relaciones México-Japón en el contexto del Acuerdo de Asociación Económica*. Taku Okabe y Salvador Carrillo Regalado (coords.) (Tokio, Guadalajara, Los Ángeles, México: Universidad de Seijo, Universidad de Guadalajara, UCLA Program on Mexico, PROFMEX/World, Juan Pablos Editor, 2014).
6. *Migración y desarrollo regional. Movilidad poblacional interna y a Estados Unidos en la dinámica urbana de México*. Jesús Arroyo Alejandro y David Rodríguez Álvarez (Guadalajara, Los Ángeles, México: Universidad de Guadalajara, UCLA Program on Mexico, PROFMEX/World, Juan Pablos Editor, 2014).
7. *Ángulos novedosos del estudio de la migración México-Estados Unidos*. Jesús Arroyo Alejandro e Isabel Corvera Valenzuela (coords.) (Guadalajara, Los Ángeles, México: Universidad de Guadalajara, UCLA Program on Mexico, PROFMEX/World, Juan Pablos Editor, 2015).
8. *Inversión extranjera directa y empresas japonesas en México: implicaciones regionales, económicas y legales*. Salvador Carrillo y Taku Okabe (coords.) (Guadalajara, Los Ángeles, México: Universidad de Guadalajara, Universidad de Seijo, Universidad de Meiji, UCLA Program on Mexico, PROFMEX/World, Juan Pablos Editor, 2018).
9. *Agua, el futuro ineludible*. Boris Graizbord y Jesús Arroyo Alejandro (coords.) (Guadalajara, Los Ángeles, México: Universidad de Guadalajara, El Colegio de México, UCLA Program on Mexico, Profmex/World, Juan Pablos Editor, 2019).