

Artículo original

Acceso abierto

## Construyendo la resiliencia urbana frente al “Día cero del agua”. Caso Guadalajara, Jalisco, México

### Building urban resilience to face “Cero day of water”. Guadalajara, Jalisco, Mexico, case study

Rodrigo Flores Elizondo

Correspondencia: rflores@iteso.mx  
Profesor Titular e Investigador. ITESO

**Fecha de recepción:**

31-agosto-2020

**Fecha de aceptación:**

03-febrero-2021

#### Resumen

En 2018, Ciudad del Cabo en Sudáfrica fue la primera gran urbe en anunciar el día cero para su abasto de agua urbano. Ese año logró librar el estiaje sin aplicar las estrictas medidas propuestas, y desde entonces se mantiene con una gestión precaria, pero viable. Otras grandes urbes del mundo comparten su situación de estrés hídrico, pero no han sido capaces de manejarlo sin impactar la calidad de vida de sus habitantes. Se vulnera así el derecho humano de acceso al agua en cantidad y calidad suficientes. En este artículo se presenta un método para construir resiliencia hídrica para una urbe y su región, que combinan tanto aspectos técnicos, como de gobernanza. Dicho método fue aplicado a la Ciudad de Guadalajara, Jalisco (cinco millones de habitantes), como caso de estudio.

**Palabras clave:** modelo, sequía, resiliencia hídrica, día cero, agua.

#### Abstract

In 2018, Cape Town in South Africa was the first major city to announce the zero day for its urban water supply. That year, this city got avoid applying the rigid proposed measurements and it keeps with precarious but viable management since then. Other metropolises in the world share this water stress situation, but they have not been able to manage it without affecting the quality of life of its inhabitants. This situation infringes the human right of access to water in sufficient quantity and quality. This work presents a method for building water resilience for a city and its region, including both technical and governance aspects. The model is applied to the City of Guadalajara, Jalisco (five million inhabitants), as a case study.

**Key words:** models, drought, water resilience, zero day, water.

## Introducción

México es un territorio árido o semiárido en su mayoría. Sus cuatro principales urbes (Ciudad de México, Guadalajara, Monterrey y Puebla) se ubican lejos del mar y de fuentes superficiales de consideración. Guadalajara podría ser la excepción, pues tiene a 40 kilómetros el Lago de Chapala, el más grande del país con casi 8 mil hm<sup>3</sup> de capacidad. Sin embargo, esta ciudad está en un territorio saturado y debe buscar sus nuevas fuentes cada vez más lejos. Los debates en el Consejo de la Cuenca Lerma Chapala durante la sequía a finales del siglo XX mostraron la fragilidad de la región (Hansen y Afferden, 2001; Guzmán, 2003; Pérez, 2004; Wester, 2008; Flores-Elizondo, 2014). Por su parte, López y Ochoa (2012) muestran cómo Guadalajara ha ido buscando sus fuentes cada vez más lejos del asentamiento de la urbe, con consiguientes conflictos.

Por otra parte, y con el problema de las sequías en mente, la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA) –máxima autoridad en México para el manejo del vital líquido– lanzó entre 2014 y 2015 una primera edición de programas contra la sequía (PRONACOSE), para tres de las mencionadas cuatro principales ciudades (no hay programa para la Ciudad de México) y otra docena de urbes. Dichos programas tuvieron como base los estudios previos del Instituto Mexicano de Tecnología del Agua (IMTA) y la experiencia desde los respectivos consejos de cuenca (Velasco y Celis, 2012; Velasco, 2012; Consejo de Cuenca del Río Santiago, 2013; PRONACOSE, 2014; Consejo de Cuenca del Río Santiago, 2015; Arreguín-Cortés et al. 2016; Ortega-Gaucin, 2018).

Esta primera serie de programas, si bien necesarios, no son suficientes. En publicaciones anteriores se hicieron observaciones sobre sus debilidades (Flores-Elizondo, 2016a) y se hicieron propuestas sobre modelos basados en la resiliencia hídrica urbana (Flores-Elizondo, 2016b, 2017). Básicamente, la resiliencia es el enfoque de conservar las funciones de un sistema frente a perturbaciones externas. Esto puede hacerse reforzando el sistema para que pueda persistir; adaptarlo si la perturbación cruza cierto umbral; o de plano transformarlo si la perturbación es extrema (Brown et al., 2020). La principal crítica a PRONACOSE es que apuesta por el primer y más pobre nivel de respuesta.

Para ampliar el alcance de la propuesta, se conjuntaron elementos de la resiliencia urbana de la ONU (orientada a recuperar la funcionalidad de las ciudades tras fenómenos repentinos mayores como terremotos o huracanes) (ONU-Hábitat, 2016) y otros de la

resiliencia socio-ecosistémica (Resilience Alliance, 2010); también se retomó la experiencia europea en la formulación de su Directiva Marco de Agua (Parlamento Europeo y Consejo Europeo, 2014). La principal observación es que el modelo de respuesta de PRONACOSE es principalmente reactivo: contiene acciones para la gestión del agua una vez declarada la sequía. Propone que el plan de acciones se prepare con antelación, pero prácticamente no construye resiliencia hídrica. Esto es, no reduce la vulnerabilidad del sistema desde sus dinámicas cotidianas.

En Flores-Elizondo (2016a), los tres ejes tienen el orden y formulación preventiva de la Directiva Marco Europea (Parlamento Europeo y Consejo Europeo, 2014). Su lógica es por prioridades y escalas de tiempo: 1) restauración de los ecosistemas fuente de agua; 2) estrategias de ahorro, eficiencia y gestión de la demanda; 3) posibles nuevos caudales en periodos de sequía, estas son las adecuadas cuando los estados tienen la voluntad de construir resiliencia hídrica. Sin embargo, no es lo común ni en México ni en el mundo; por lo tanto, se comenzó con el monitoreo, la gestión y, al final, la recuperación de ecosistemas. La inversión de términos obedece a que es en ese orden en que las políticas públicas nacionales e internacionales están respondiendo al tema. Es más adecuado el orden propuesto en 2016 pero el fenómeno se está atendiendo de forma reactiva. En el texto, este modelo será revisado desde la experiencia de tres ciudades de países en desarrollo (dos de África Subsahariana y una del sur de Asia). A continuación, se revisa qué tanto se adecúa a la realidad de Guadalajara, México.<sup>1</sup>

## 1. Guadalajara, al Occidente de México

Guadalajara, capital del estado de Jalisco en el Occidente de México, es la segunda ciudad del país por cantidad de habitantes: 4.4 millones de personas en su Área Metropolitana (INEGI, 2011). No ha llegado al punto en que se suspenda el servicio de agua en toda la urbe (lo que define al “Día cero del agua”), aunque a inicios de siglo se vivía una sequía regional que llevó a cerrar el servicio parcialmente con la política del tandeo.<sup>2</sup> Las asignaciones para esta ciudad

<sup>1</sup> Este texto se concentrará en ciudades de entre 4 y 5 millones de habitantes a fin de explorar los problemas y dinámicos propios de esa escala.

<sup>2</sup> La técnica del tandeo consiste en ir reduciendo la presión o incluso suspendiendo el servicio en algunos sectores de la ciudad, a fin de ofertarlo en otros. Después de varias horas o días, los sectores beneficiados se cambian. Se

se redujeron desde 1999 en el Consejo de Cuenca Lerma-Chapala, que rige la región de la que obtiene la mayor parte de su abasto superficial, y solo se recuperó hasta las lluvias intensas de 2003 y 2004. Cuenta desde 2015 con un plan base para manejar la sequía basado en el del Consejo de Cuenca del Río Santiago (2013).

La ciudad de Guadalajara depende para su abasto tanto de fuentes superficiales como subterráneas. La zona metropolitana (el núcleo urbano consolidado) es atendida por el Sistema Intermunicipal para los Servicios de Agua Potable y Alcantarillado (SIAPA). Abarca un 80% de la población de la urbe. El cinturón periurbano y los municipios de reciente conurbación son servidos por sus ayuntamientos individualmente mediante pozos. Solo el SIAPA tiene acceso al acueducto del Lago de Chapala (del que se surte 60% de su agua) y a la Presa Calderón (10% del abasto); el 30% restante es por agua extraída del subsuelo.

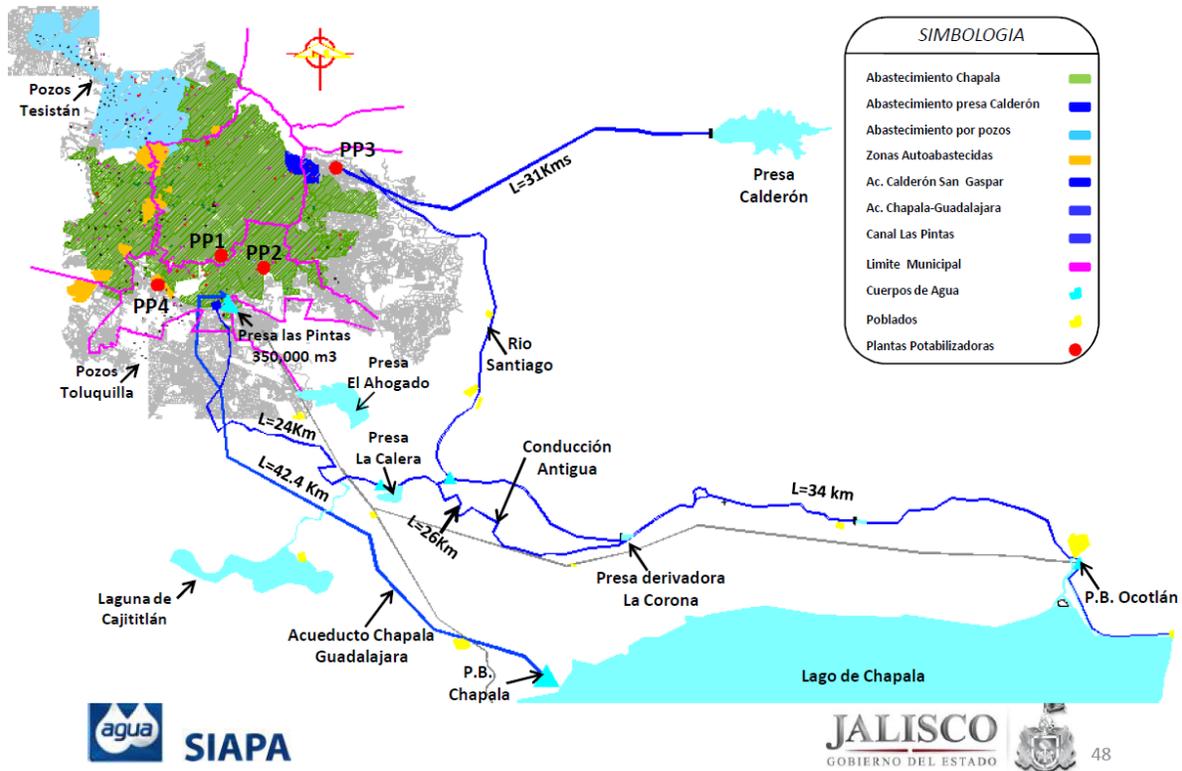
En el Mapa 1 puede apreciarse la mancha urbana en color gris con resaltados en verde, azul marino y azul claro para las zonas que abastece el SIAPA según su fuente. El sistema es unificado y solidario, por lo que el líquido proveniente de cualquiera de sus fuentes puede llegar al resto de la zona SIAPA si hiciera falta. Las partes en gris de la mancha urbana son atendidas directamente por sus municipios y, eventualmente, estos las transfieren al SIAPA. Como puede verse en la leyenda, las fuentes son el ya mencionado Lago de Chapala, la Presa Calderón y unos 200 pozos, sobre todo al poniente de la Ciudad. El SIAPA fue creado en 1978 con base en el patronato organizado para surtir de agua a la conurbación que se dio desde mediados del siglo XX entre los municipios de Guadalajara, Talquepaque, Tonalá y Zapopan (también conocida como Zona Metropolitana de Guadalajara).<sup>3</sup> Durante sus primeras dos décadas de existencia desarrolló el sistema que ilustra el Mapa 1. Prácticamente no ha tenido cambios desde hace 25 años. ¿Cuánta agua tiene disponible el SIAPA? ¿cuánta le es requerida? ¿qué tan cerca está Guadalajara del “Día cero del agua”?

---

suele avisar a la ciudadanía qué días y horas tendrán el servicio a fin de que organicen sus consumos. Se considera esta práctica como precaria. El SIAPA la ha evitado durante la última década.

<sup>3</sup> No confundir con el Área Metropolitana de Guadalajara que, según Decreto N° 25400 del H. Congreso del Estado de Jalisco (Secretaría de Gobierno, 2015), a estos cuatro municipios de la Zona Metropolitana se agregaron otros cinco: El Salto, Juanacatlán, Ixtlahuacán de los Membrillos, Tlajomulco de Zúñiga y Zapotlanejo.

**Mapa 1. Zona Metropolitana de Guadalajara, la zona abastecida por el SIAPA y sus fuentes de agua**



Fuente: SIAPA (2014, 17 de julio, p. 48).

## 2. Disponibilidad de agua en las ciudades mexicanas

Las *Estadísticas del Agua en México* (CONAGUA, 2018), publicación anual de la CONAGUA hasta el sexenio de Enrique Peña Nieto, no contempló nunca un dato tan importante como el de la disponibilidad de agua para las ciudades. Todo habitante de ciudad debería saber cuánta agua consume su urbe y cuánta tiene disponible. Atendiendo las directrices de la Unión Europea (AEAS, 2007; 2019), es preciso distinguir al menos dos niveles: el legal (concesiones otorgadas al organismo operador del agua en cuestión) y el del agua físicamente disponible en las fuentes. En México, además, hay que agregar —o a veces restar— las limitantes de la infraestructura desarrollada para conducir, bombear o potabilizar el vital líquido. Estos tres niveles se combinan según las circunstancias y su resultado mínimo es el que establece cuánta agua tiene disponible la ciudad.

Con respecto al agua legal, en México se pueden consultar y sumar las concesiones que el organismo operador de agua en cuestión tiene en el Registro Público de Derechos de Agua (REPDA), disponible en la página de CONAGUA.<sup>4</sup> En el caso del SIAPA, el REPDA reporta 7.5 m<sup>3</sup>/s desde el Lago de Chapala; 3 m<sup>3</sup>/s desde pozos locales; 2 m<sup>3</sup>/s desde la Presa Calderón y 0.8 m<sup>3</sup>/s desde la Presa La Red. El total son 13.3 m<sup>3</sup>/s. Son un tope jurídico que siempre puede aumentarse, pero como la región está saturada (López y Ochoa, 2012), el agua que aquí se suma tendrá que restarse de otro lado. Experiencias pasadas muestran que ello puede ser muy difícil. Por otro lado, un examen geográfico demuestra que la Presa La Red no tiene conexión directa con el sistema hidráulico de la ciudad (y por ello, el Mapa 1 no la incluye), sino a través de la Presa Calderón. Esta última se conecta por un ducto capaz de conducir hasta 3 m<sup>3</sup>/s de la concesión. Así, la capacidad ya no jurídica sino de infraestructura, es de 13.5 m<sup>3</sup>/s.

El tercer nivel a considerar es el agua disponible. Se calcula desde el agua almacenada disponible dividida en el gasto firme posible. El majestuoso Lago de Chapala tranquiliza al observador pues pareciera que no podría acabarse, pero ya en 2002 estuvo a 15% de su capacidad. Desde esa experiencia, se estima que el actual nivel de 60% asegura al menos tres años de abasto desde esa fuente. Sin embargo, la Presa Calderón está en alrededor de 22%. Aún con el soporte de La Red, esta no puede ofrecer un gasto firme más allá de 1 m<sup>3</sup>/s en promedio.

Finalmente se tienen los pozos. En México, gran parte de los acuíferos sobre los que se asientan grandes urbes acusan sobreexplotación (CONAGUA, 2018). La respuesta suele ser abrir nuevos pozos o profundizar más los existentes. No es sustentable y agrega vulnerabilidad hídrica al sistema urbano. La disponibilidad se publica en el Diario Oficial de la Federación y en la página de la CONAGUA. Para el caso del SIAPA, el conjunto de los acuíferos de los que toma el agua subterránea son reportados con casi 104 hm<sup>3</sup> de déficit anual.<sup>5</sup> La falta de estudios y monitoreo sistemático no permite prever qué tanto puede sostenerse esta situación de sobreexplotación. Es, por lo tanto, una situación de vulnerabilidad importante. El agua superficial, por su parte, es más fácil de gestionar debido a que los niveles de las presas y lagos fuente permiten prever con más claridad el líquido disponible. Con

---

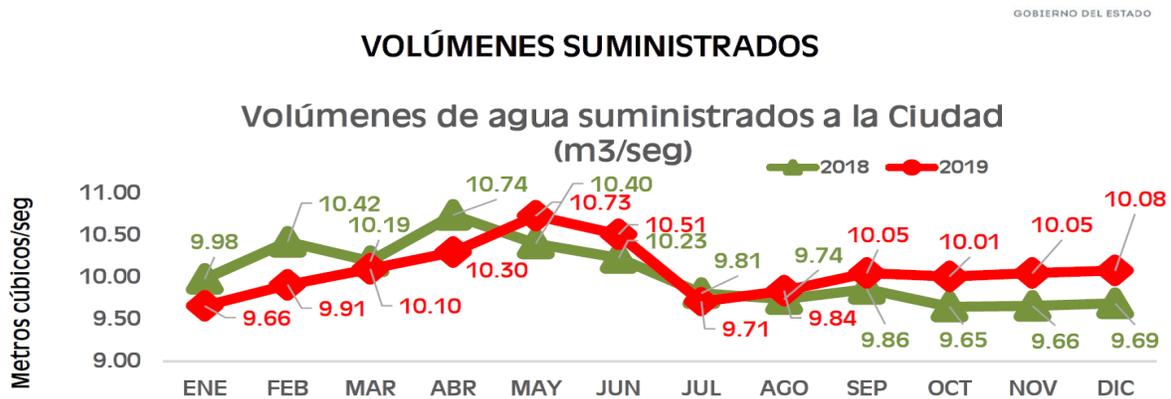
<sup>4</sup> En la página de la CONAGUA (2021) se precisa el municipio y el tipo de uso, a fin de refinar la búsqueda.

<sup>5</sup> La mancha urbana de Guadalajara se asienta sobre tres acuíferos: 1401 Atemajac (-12.038 hm<sup>3</sup>), 1402 Toluquila (-75.654 hm<sup>3</sup>) y 1403 Cajititlán (-16.218 hm<sup>3</sup>) (CONAGUA, s.a.a).

la salvedad de la vulnerabilidad de usar pozos sobreexplotados, el agua disponible para el SIAPA en sus fuentes es de tan solo 11.5 m<sup>3</sup>/s.

En cuanto a la demanda de agua por los usuarios del SIAPA, la Gráfica 1 puede ilustrar su variabilidad anual y los cambios entre 2018 y 2019. El consumo de agua mensual es variable. Sigue la creciente temperatura de la región de enero a junio y luego desciende al llegar las lluvias. Mengua el calor y también deja de ser necesario regar las áreas verdes con agua del sistema. La demanda se reduce un 10% entre mayo y julio. Al cesar las lluvias en octubre, los fríos del otoño mantienen estable la demanda. Así el punto máximo del año llega entre abril y mayo.

**Gráfica 1. Abasto de agua a la ciudad de Guadalajara por el SIAPA 2018-2019**



Fuente: SIAPA (2020, p. 5).

El promedio de consumo anual puede ser un indicio de cuánta agua necesita la ciudad, pero los puntos máximos de abril y mayo también pueden ser muy reveladores de qué tan cerca está una urbe de su “Día cero del agua”. Si bien el consumo promedio de 2019 fue de 10.08 m<sup>3</sup>/s (lo que da un margen de casi 1.5 m<sup>3</sup>/s - 13% - con respecto al límite por disponibilidad), la Tabla 1 muestra que cada mes se registró un pico de consumo por arriba de este valor promedio. El de enero reduce el margen de abasto a solo 2% con respecto a su límite por disponibilidad.

**Tabla 1. Picos de consumo máximos mensuales para el SIAPA en 2019**

PICO MÁXIMO DE GASTO SUMINISTRADO												
Fecha	27-ene-19	26-feb-19	21-mzo-19	30-abr-19	31-myo-19	09/10-jun-19	11-jul-19	20-ago-19	27-sep-19	15-oct-19	26-nov-19	17-dic-19
Gasto (m <sup>3</sup> /s)	11.25	10.24	10.56	10.75	11.1	11.1	10.42	10.25	11.16	10.43	10.42	10.56

Fuente: SIAPA (2020, p. 5).

Así, si bien parece que la ciudad aún tiene reserva de la cual echar mano, es evidente que se está acercando a los límites de su abasto. Si a ello se suma la vulnerabilidad de los pozos sobreexplotados y que una sequía puede menguar las fuentes superficiales (como ocurrió ya a finales del Siglo XX), parece prudente para Guadalajara aprender de otras ciudades similares que ya lidian con ese problema y desarrollar un modelo de construcción de resiliencia hídrica.

### 3. El “Día cero del agua”: tres ciudades

En enero de 2018, Ciudad del Cabo fue noticia porque anunció a sus habitantes que esta urbe de Sudáfrica alcanzaría el “Día cero del agua” el 22 de abril de ese año. Tras revisar sus reservas y ritmo de consumo, a los pocos días rectificó la fecha: 12 de abril. El “Día cero del agua” fue establecido como el cierre del sistema de abasto de agua del organismo operador local. Se pondrían en su lugar un sistema para suministrar de manera controlada 25 litros de agua por habitante al día (lhd). Habría un oficial en cada punto para evitar desórdenes. En ese momento, la urbe, de 4.3 millones de habitantes, ya era consciente del problema y había estado consumiendo a razón de 87 lhd. La alcaldía les solicitó a sus ciudadanos reducir a 50 lhd.<sup>6</sup> A su vez, las autoridades contactaron a un distrito de riego de la cuenca para que les cediera parte de su agua. Esta combinación de esfuerzos permitió un mes después empujar el “Día cero del agua” a la primera semana de mayo. En marzo de 2018 pudo anunciarse que el evento se cancelaba por el resto del año. En junio, ya con las presas llenándose con buenas lluvias, pudo anunciarse que tampoco en 2019 habría día cero. Ciudadanía y gobierno lograron llegar a la temporada de lluvia. Sin duda, una victoria para la gestión del agua urbana y un caso a estudiar.

Otras ciudades de las dimensiones de Ciudad del Cabo sí llegaron al punto de cerrar llaves en el año 2019. Chennai, sexta ciudad de la India por población (4.6 millones según

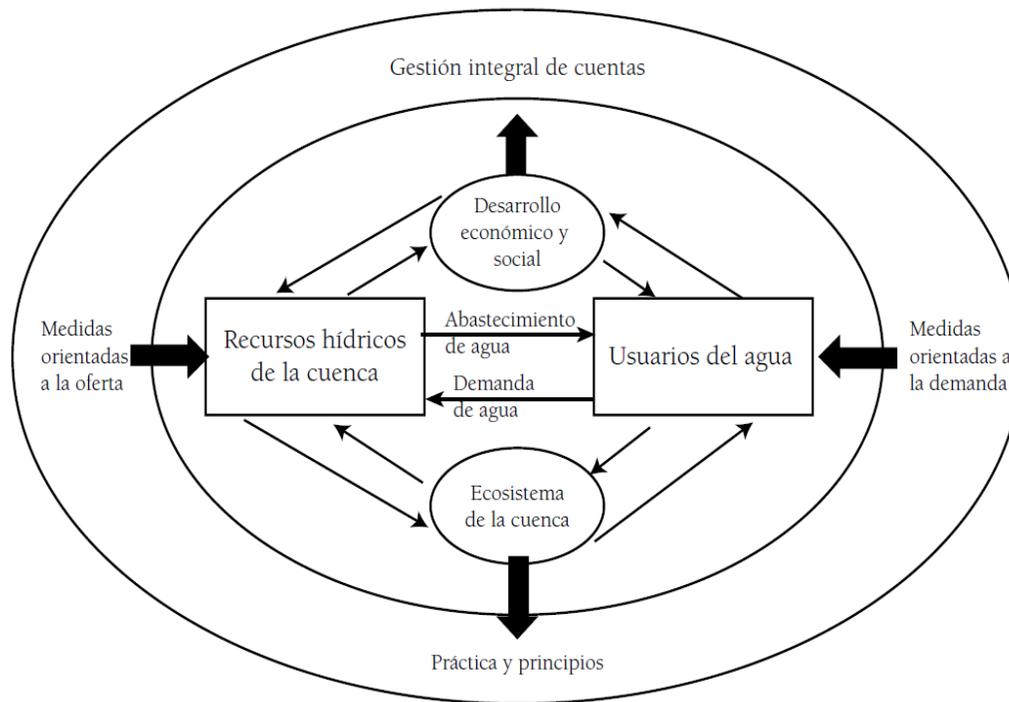
<sup>6</sup> La ONU establece que 50 lhd es lo mínimo indispensable de abasto requerido para que un ser humano no comprometa su salud por ingesta de líquido o higiene personal y de su hábitat inmediato (Naciones Unidas, 2014)

censo de 2011; casi 8 millones de habitantes contando la conurbación) y situada en la costa oriental del Océano Índico, comenzó a experimentar sequías desde 2016. Confluyendo con su pujante crecimiento, se encontró en el verano de 2019 con que ya solo podía obtener 60% del consumo diario urbano. Las autoridades respondieron llevando agua con trenes desde otras regiones. Los vagones tanque llegaban hasta cuatro veces al día, pero solo complementaban con un 10% adicional. Se dejó de sembrar los campos de la región y las empresas de la ciudad pidieron a sus empleados trabajar en sus casas. No se habló ni se habla desde entonces del “Día cero del agua”, pero se convive con la precariedad.

Al centro del Continente Africano, también se vive el “Día cero del agua” sin nombrarlo en Harare, la capital de Zimbabue. El sistema de agua que la abastece da servicio además a dos asentamientos satélite. En conjunto son 4.5 millones de habitantes y dependen de reservorios que han estado en sequía desde 2016. Tampoco se declaró “Día cero del agua”, pero el organismo operador local cerró las llaves en 2019, argumentando que no podía costear los insumos para potabilizar el agua. Los días que duró esa situación, los habitantes tuvieron que hacer filas en pozos privados.

Estos casos de urbes con millones de personas enfrentando la sequía seguirán apareciendo; por ello, resulta importante dar seguimiento al caso de Ciudad del Cabo, analizar y rescatar el modelo de gestión, pues de alguna manera puede considerarse un caso de éxito en proceso. Siguiendo la pauta de la gestión integral del agua, pueden asimilarse las lecciones desde la gestión, la oferta y la demanda; desde el territorio de la cuenca de abasto, y desde la ciudad (ver Figura 1). A partir de esas áreas de intervención, pueden aplicarse diversos modelos de gestión de la sequía. Sin embargo, es importante entender que este es un tema complejo que involucra no solo aspectos técnicos sino también sociales, ambientales, económicos y políticos.

**Figura 1. Esquema básico de la gestión integral de cuencas**



Fuente: Heathcote (2009, p. 4).

#### **4. Un modelo base para comparar**

El conjunto de las estrategias que han implementado las tres urbes mencionadas ante la sequía, puede agruparse en tres temas clave: 1) el monitoreo de las condiciones hidrometeorológicas relacionadas con el abasto de la urbe (lectura del territorio: la ciudad y su cuenca) y la relación resultante de las fuentes de agua (cantidad y calidad de agua disponibles para el periodo y periodos próximos); 2) las medidas técnicas y de gestión institucional (gestión de la oferta), y las medidas que se logran orquestar en la ciudadanía (gestión de la demanda); y 3) la recuperación ambiental de los ecosistemas de origen y soporte de las fuentes de agua de la ciudad. Planteada por la Directiva Marco de Aguas de la Unión Europea hace una década, esta última estrategia es retomada por la ONU en su Programa Mundial de las Naciones Unidas de Evaluación de los Recursos Hídricos (WWAP, 2018) como la de Soluciones basadas en la Naturaleza (SbN). Por su novedad en el debate, es de la que menos evidencia se espera en las políticas públicas. La Tabla 2 despliega estos temas en ejes para la

construcción de resiliencia hídrica desde la gestión de la oferta y la gestión de la demanda y resume el tipo de acciones pertinentes.

**Tabla 2. Ejes de la construcción de resiliencia hídrica urbana**

<b>Ejes</b>	<b>Gestión de la oferta</b>	<b>Gestión de la demanda</b>
Monitoreo hidrometeorológico	Estimaciones de cantidad y calidad de agua disponible	Estimaciones de la cantidad y calidad de agua necesaria
Medidas de gestión	Medidas técnicas y de gestión institucional normal y de sequía	Medidas ciudadanas de optimización de usos de agua. Observatorios sociales para garantizar derecho humano al agua
Recuperación ambiental de los ecosistemas fuente	Regeneración y mantenimiento de la calidad ambiental de los ecosistemas de origen. Implementación de soluciones basadas en la naturaleza desde gobierno	Observatorios ambientales. Cuidado de efluentes. Implementación de soluciones basadas en la naturaleza desde ciudadanía

Fuente: elaboración propia, con base en Flores-Elizondo (2016a); Parlamento Europeo y Consejo Europeo (2014); PRONACOSE (2014); AEAS (2007; 2019).

## 5. Monitoreo de condiciones

Las tres ciudades a estudiar en sus respuestas a la sequía reciente cuentan con la información de sistemas regionales, que monitorean las condiciones climáticas y la situación de agua disponible en los reservorios principales de los que se abastecen. A fines de noviembre de 2019, la UNESCO lanzó el Zimbabwe Flood and Drought Monitor (ZFDMD) para comenzar a prever condiciones meteorológicas de riesgo. Esta plataforma busca mejorar la que operó entre 2013 y 2017, hay lagunas que cubrir de cara a tener un sistema de alerta temprana que cubra al país (UNESCO, 2019b). Se pretende que este sistema sirva de base para tomar decisiones estratégicas frente a las coyunturas, pero no es claro si hay un plan previo.

La India cuenta con un sistema de monitoreo climático para todo el país. El South Asia Drought Monitoring System (SADMS) se estableció en 2014 y desarrolla mapas semanales de las condiciones de sequía (International Water Management Institute, s.a.). Fue producido y es mantenido por el International Water Management Institute (IWMI). Hay esfuerzos posteriores para desarrollar sistemas de seguimiento diario y a una mayor resolución (Shah

y Mishra, 2015; Takeuchi, Darmawan, Shofiyati, Khiem, Oo, Pimple y Heng, 2015). Se pretende que este monitor y sus mejoras ayuden a tomar decisiones estratégicas de política pública; sin embargo, como apunta la exploradora de National Geographics, Kumar-Rao (2019, 15 de julio) esto no está sucediendo. Chennai crece sobre sus manglares, cubre sus áreas de recarga y seca sus pozos. Enfrentados a la crisis, compra a agentes privados el agua necesaria. Estos la consiguen de donde sea sin importar si degradan el ambiente en el proceso.

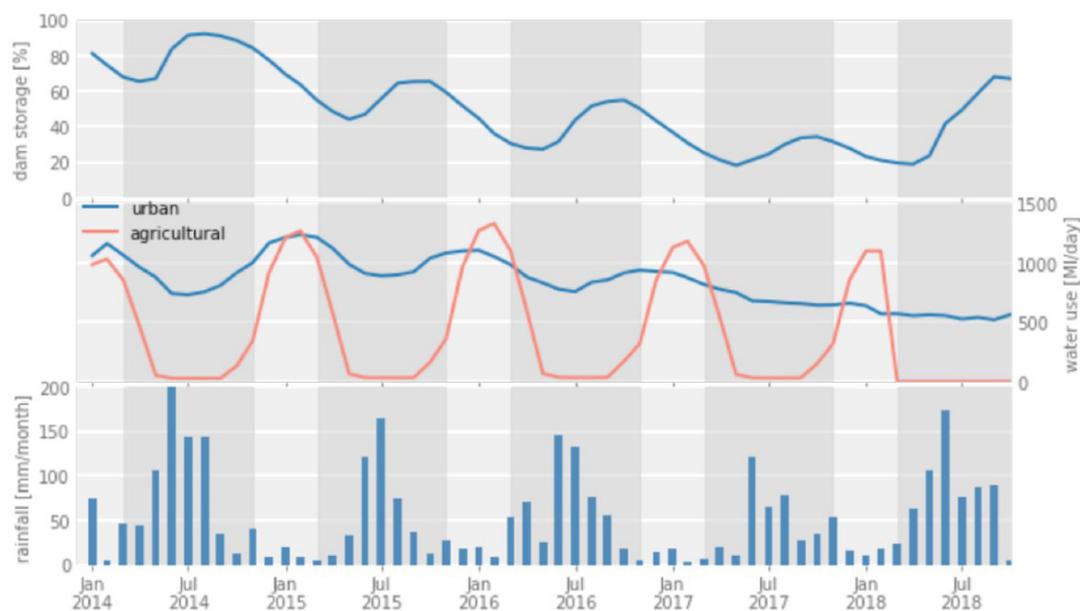
Finalmente, Ciudad del Cabo tuvo a su disposición los datos del Climate Systems Analysis Group (CSAG, s.a.). Las autoridades de Ciudad del Cabo producen con esta información un boletín semanal que establece los niveles de las principales presas, su disponibilidad diaria en millones de litros, la disponibilidad de las otras fuentes de agua (presas menores, pozos, manantiales y plantas desalinizadoras) y se contrasta con el nivel promedio de uso diario posible: 650 mil m<sup>3</sup> al día, a mediados de junio de 2020, cubiertos en 97% por las presas mayores. Las plantas desalinizadoras aportan 1.8%, por lo que prácticamente dependen de las lluvias.

Como ilustra Ziervogel, en su informe de 2019 sobre el proceso de Ciudad del Cabo, tras las extraordinarias lluvias de 2014, en 2015 y 2016 se registraron temporales a la baja que hicieron sospechar que podría enfrentarse sequía. Se alertó en medios de comunicación y se comenzaron a implementar medidas por parte de la autoridad, pero fue hasta 2017 en que la alarma se extendió a la población. Desde marzo de ese año se contempló la posibilidad de alcanzar un “Día cero del agua” si las lluvias no eran buenas, y como no lo fueron, en octubre se declaró la contingencia y las medidas a tomar. Estas tenían varios meses discutiéndose, por lo que no fueron ni una sorpresa ni una improvisación. La Gráfica 2 muestra cómo el consumo urbano se fue reduciendo gradualmente desde 2016 desde unos 1,200 millones de litros diarios a unos 500 millones en el punto máximo de la crisis en 2018.<sup>7</sup> La agricultura también se fue limitando, hasta que se suspendió desde febrero de tal año.

---

<sup>7</sup> A esa escala, la unidad más adecuada es el hectómetro cúbico, pero se usa la de miles de millones de litros para poder seguir la Gráfica 2 en su escala original.

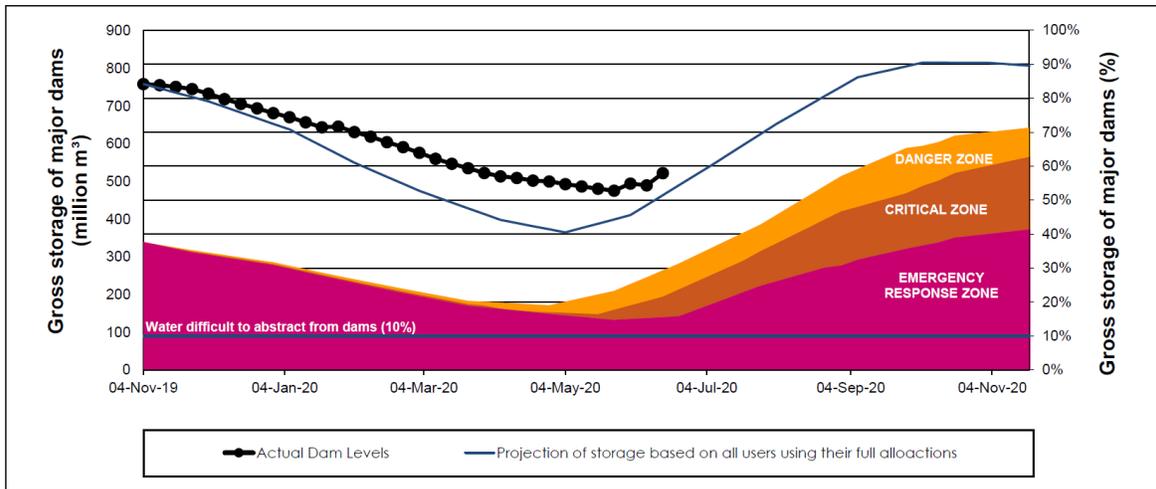
**Gráfica 2. Cambios en la disponibilidad de agua y sus usos en Ciudad del Cabo, 2014-2018**



Fuente: Ziervogel (2019, p. 3).

Las autoridades establecieron niveles de alerta dependiendo de las reservas disponibles tanto a finales del estiaje como al terminar las lluvias (ver gráfica 3). La gráfica 3 muestra estos niveles, las proyecciones de noviembre 2019 a noviembre 2020 y los registros reales hasta mediados de junio de 2020. Como puede verse, la disponibilidad real supera a las previsiones. Esto puede deberse a una menor evaporación de la esperada, o a que los ciudadanos consumieron menos agua. Como se revisa más adelante, el involucramiento de la ciudadanía es clave.

**Gráfica 3. Niveles de alerta según disponibilidad en presas de abasto para Ciudad del Cabo, proyecciones 2019-2020 y niveles registrados hasta junio de 2020**



Fuente: Western Cape Water Supply System (2020, 15 de junio).

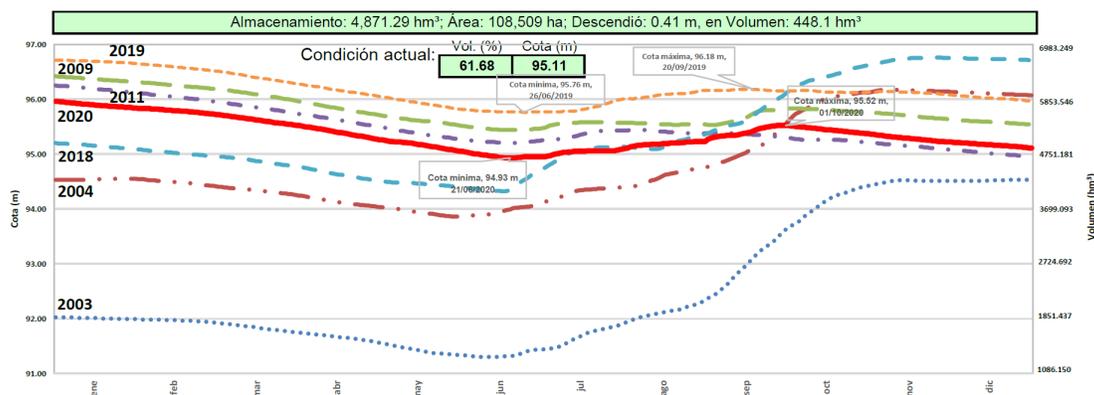
México cuenta con el Servicio Meteorológico Nacional, que da el pronóstico del clima pero también contiene en su página al Monitor de Sequía.<sup>8</sup> Cada quince días se publica un reporte por municipios. La lluvia y escurrimientos con respecto a los históricos y su prevalencia en el tiempo sirven para determinar en qué grado de sequía está cierta parte del territorio. Con este dato, las autoridades locales pueden tomar previsiones según tengan establecido. El Lago de Chapala es el final de la Cuenca Lerma Chapala, y su nivel puede estimarse según las previsiones del monitor. Un buen nivel del Lago de Chapala, según la experiencia del Consejo de Cuenca, puede asegurar al menos tres años de abasto para la ciudad de Guadalajara, tomando en cuenta que la mayor pérdida de nivel es por la evaporación. Por otro lado, un Lago de Chapala con nivel bajo –como a principios de este siglo– asegura precariedad en el abasto de la urbe (Flores-Elizondo, 2014).

Ante la sequía de principios de siglo, SIAPA procedió a racionar el abasto de agua a Guadalajara con el mencionado método de tandeo. A mediados de 2003, como puede verse en la Gráfica 4, hubo una temporada de lluvias extraordinaria con las que ya pudo cubrirse el abasto a plenitud. La sequía duró de 1993 a 2003 y llevó a la revisión del *Acuerdo de Distribución de Agua Superficial* en 2004 que había firmado el Consejo de la Cuenca Lerma

<sup>8</sup> Monitor de Sequía para América del Norte. Los registros de México pueden seguirse en CONAGUA (s.a.b.).

Chapala a penas en 1991. En el seno de dicho consejo se concertaron algunos trasvases de las presas del Lerma durante la crisis de sequía, no sin conflictos. La gestión de la sequía tiene labor técnica, institucional, y mucho también de gobernanza.

**Gráfica 4. Evolución anual del Lago de Chapala 2003-2020**



Fuente: Organismo de Cuenca Lerma Santiago Pacífico (2020, p. 4).

## 6. Medidas técnicas, de gestión institucional y gobernanza

En todos los casos de comparación, los operadores de abasto de agua urbanos son de carácter público. Manejan su servicio con la visión de ofertar el vital líquido tanto como sea posible. Si las fuentes base de sus sistemas comienzan a escasear, su primera reacción es buscar nuevas fuentes. Dada la talla de las urbes en consideración, los lagos y presas que los abastecen actualmente son prácticamente insustituibles. Lo que pueden obtener son traspasos de los distritos de riego circundantes cuando esto es posible (en Harare, por ejemplo, la sequía también ha afectado a los agricultores y no se tiene esa posibilidad), se abren pozos nuevos (lo que compromete la disponibilidad de pozos anteriores) y, en las ciudades costeras como Chennai y Ciudad del Cabo, se instalan plantas desalinizadoras. Esto implica una serie de arreglos institucionales que normalmente no se tienen y que conviene ir armando.

Los primeros arreglos se hacen hacia el interior de los gobiernos. Estos suelen tener escalas territoriales relacionadas con competencias específicas. Así, la autoridad de la ciudad o del entorno municipal en que se asienta la urbe en cuestión suele ser la encargada de abastecerla de agua. Pero dada la talla de varios millones de habitantes de las ciudades que ocupan este texto, sus fuentes de agua suelen estar fuera de esos territorios y los afluentes

de los que se alimentan aún más; por lo tanto, deben tener acuerdos institucionales con esas otras escalas de gobierno, pero no siempre es fácil. Harare estableció un plan de trabajo 2017-2020 para su alcaldía en el que incluía mejorar el acceso al agua de 40% a 75% en el trienio (Manyenyeni, 2016). El documento hace énfasis en la necesidad de transparencia y eficiencia. Refleja la tensión política del momento. A finales de 2017, un golpe de estado derribó al que fue el presidente del país desde la independencia de Zimbabue en 1980. Así, la crisis por la sequía se encuentra con una crisis institucional que ya se fraguaba sobre desgastes económicos y sociales. El Lago Chiverio –embalse artificial próximo a la ciudad capital– se encontraba al 60% de su capacidad (Iagua, 2019, 8 de abril). Dos represas más –Harava y Seke– solo tenían 7%. La municipalidad procedió a racionar el vital líquido y los habitantes que pueden hacen por su cuenta pozos. La mayoría, que no tienen recursos para ello, debe ir a buscarla diariamente a pozos privados que la vendan. Harare necesita fuentes alternativas y arreglos institucionales para organizarse en la escasez, pero en plena deconstrucción-reconstrucción institucional, las perspectivas son difíciles.

Para Chennai, en India, la situación institucional es menos complicada, pero el resultado es igualmente insuficiente. Su crecimiento ha secado tres ríos, cuatro cuerpos de agua locales, cinco humedales y seis zonas forestales. Hace cuatro décadas, el área ahora urbana tenía humedales en un 80%; hoy solo conserva 15%. Las redes sociales locales acusan no solo descuido ambiental, sino también falta de planeación ante el acelerado crecimiento urbano (Verma, 2019). Estos factores de vulnerabilidad se encontraron en 2019 con que los cuatro reservorios que abastecen la ciudad (Chembarambakkam, Cholavaram, Poondi y Puzhal) llegaron a 1% de su capacidad a mediados de junio. Si bien, Chennai se abastece en 60% de agua subterránea, el servicio público comenzó a tener problemas para hacer llegar el vital líquido a los hogares. Las autoridades procedieron a llevar trenes con agua desde otra región situada a 200 kilómetros de distancia. Se puede vislumbrar aquí una capacidad de respuesta regional, aunque para los habitantes la corrupción del gobierno es parte insoslayable del problema. En la página del organismo operador de agua local Chennai Metropolitan Water Supply and Sewerage Board (CMWSSB), se muestra por su parte los esfuerzos para aumentar la oferta de agua a sus habitantes. Incluye nuevas plantas de desalinización, cosecha pluvial y consejos para el uso eficiente del agua. La página parece mostrar disposición al diálogo, pero no muestra espacios de gobernanza institucionales.

El caso de Ciudad del Cabo es por mucho el mejor documentado, en parte por la notoriedad que tuvo su declaratoria a inicios de 2018 (aunque el aviso original es de mediados de 2017), a que el gobierno se tomó en serio el problema y desde el principio instrumentó acciones complejas y diversas, y a que Gina Ziervogel, miembro del Comité Consultivo para la Resiliencia Hídrica de Ciudad del Cabo, elaboró un Reporte para el Programa de Soporte para las Ciudades del Centro de África<sup>9</sup> en febrero de 2019 (Ziervogel, 2019). El referido reporte se centra en las cuestiones de gobernanza, pero recupera como contexto la organización del sistema operador de agua y su territorio. Como en los otros dos casos, el año crítico para la ciudad es precedido por años de sequía en el entorno de las fuentes de agua.

El organismo operador de agua de Ciudad del Cabo (WCWSS, 2020, 15 de junio) detectó que desde 2015 las seis presas mayores de las que depende casi la totalidad de su abasto diario no tuvieron buena recarga por lluvias. La mala recarga se repitió en 2016 y los reservorios se reportaron en 30% de su capacidad, y en 22.5% al año siguiente. La Gráfica 2 ilustra la tendencia y las restricciones de uso agrícola y urbano en los últimos tres años. Como ya se mencionó, la demanda se redujo a menos de la mitad y se mantiene en rangos bajos. La autoridad de la ciudad apoyó los esfuerzos técnicos del WCWSS con cabildeos con empresas y público en general para extender estrategias y reducir el consumo. Hubo intensos debates sobre si era legítimo que los que pudieran hicieran pozos (dado que ello podría afectar a los propios pozos del sistema de la ciudad).

La autoridad comenzó a dar permisos de explotación limitados a 300 días. Por otra parte, las campañas de concientización del gobierno se combinaron con las de coerción y restricción. Los medidores se volvieron obligatorios (multa de 700 euros a quien no los tuviera), subió el precio del agua, se prohibieron lavado de coches y riego de jardines (Soler, 2020, 10 de junio). Artistas sudafricanos acortaron canciones a dos minutos como parte de la campaña para ducharse en máximo ese tiempo. Por su parte, los sectores empresariales discutieron si las medidas de alarma fueron exageradas, pues dieron de Ciudad del Cabo una imagen indeseable al mundo (2019 registró 5% menos turismo que en 2018, a pesar de que se anunció que ese año no habría necesidad de restringir con la política del “Día cero del agua”). El gobierno finalmente generó espacios de colaboración entre diversos niveles territoriales (desde los cuales pudo gestionar una decisiva cesión de volúmenes de agua desde un distrito

---

<sup>9</sup> Gina Ziervogel fue miembro de la Sección 80 del Comité (Water Resilience Advisory committee) que Ciudad del Cabo estableció en 2017. Tiene diversas publicaciones previas sobre gobernanza hídrica.

de riego cercano) y espacios de gobernanza ambiental para discutir diversos aspectos como las mejores estrategias para manejar la crisis, pero también detalles medioambientales como retirar la flora nociva de los lugares de colecta pluvial para maximizar el agua disponible. Ziervogel resume sus estrategias en las doce lecciones del cuadro reproducido en la Figura 2.

**Figura 2. Lecciones de la sequía de Ciudad del Cabo**

<p><b>AREA 1: STRENGTHEN GOVERNANCE</b></p> <p>LESSON 1: BUILD SYSTEMS AND RELATIONSHIPS OF MUTUAL ACCOUNTABILITY FOR EFFECTIVE WATER MANAGEMENT BETWEEN SPHERES OF GOVERNMENT</p> <p>LESSON 2: STRENGTHEN HORIZONTAL/TRANSVERSAL MANAGEMENT BETWEEN MUNICIPAL DEPARTMENTS AND ENTITIES</p> <p>LESSON 3: INVEST IN PARTNERSHIPS BEYOND THE CITY</p>	<p><b>AREA 2: DATA, EXPERTISE AND COMMUNICATION</b></p> <p>LESSON 4: UNDERSTAND THE LOCAL WATER SYSTEM</p> <p>LESSON 5: SHARE INFORMATION ABOUT THE WATER SITUATION TO BUILD PUBLIC TRUST</p> <p>LESSON 6: EXTERNAL INPUT IS IMPORTANT</p>
<p><b>AREA 3: TAKE A SYSTEMS APPROACH</b></p> <p>LESSON 7: ACTIVELY MANAGE AND INTEGRATE DIVERSE PART OF THE WATER SYSTEM</p> <p>LESSON 8: CREATE A ROBUST NETWORKED SYSTEM OF WATER SUPPLY</p> <p>LESSON 9: RECOGNISE THE LIMITATIONS OF THE CURRENT FINANCIAL MODEL FOR WATER</p>	<p><b>AREA 4: BUILD ADAPTIVE CAPACITY</b></p> <p>LESSON 10: STRENGTHEN LEADERSHIP AND THE CAPACITY TO ENABLE FLEXIBLE, ADAPTIVE DECISION-MAKING</p> <p>LESSON 11: INTEGRATE CLIMATE CHANGE INTO WATER PLANNING</p> <p>LESSON 12: DEVELOP A WATER SENSITIVE CITY VISION</p>

Fuente: Ziervogel (2019, p. 21).

La riqueza de la experiencia de Ciudad del Cabo alimenta al sistema propuesto en la Tabla 2, especialmente en el eje de la “Gestión del Agua”. La Tabla 3 busca asimilar esas medidas y generalizarlas.

**Tabla 3. Eje de la “Gestión del agua”**

<b>Medidas</b>	<b>Gobierno</b>	<b>Ciudadanos</b>
Medidas técnicas	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Conservar funcionando en la medida de lo posible las fuentes ordinarias.</li> <li>• Identificar y activar fuentes alternativas.</li> <li>• Identificar y activar fuentes desde el Diseño Urbano Sensible al Agua (DUSA): reutilización de agua residual tratada, cosecha pluvial, infiltración asistida.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Identificar e implementar oportunidades para hacer más eficiente el consumo de agua de cada uso.</li> <li>• Identificar y explotar oportunidades de mercados de tecnología ecoeficiente.</li> <li>• Identificar y activar fuentes desde la gestión sustentable del agua a la escala de la edificación: reutilización de agua residual tratada, cosecha pluvial, infiltración asistida.</li> </ul>
Medidas institucionales	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Implementar un sistema tarifario de sequía que garantice el derecho humano al agua, incentive el ahorro y penalice el dispendio.</li> <li>• Establecer normativa para el control de fuentes alternativas: pozos nuevos, venta de agua residual tratada, reglamentación de pipas, etcétera.</li> <li>• Asegurar las sinergias necesarias entre los distintos niveles de gobierno.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Colaboración en espacios de gobernanza ambiental hídrica para acordar regulaciones emergentes y tarifas de sequía.</li> <li>• Establecimiento de espacios de gobernanza ambiental como consejos de cuenca, en el que confluyan diversos usuarios y representantes; espacio con capacidad de acuerdos efectivos.</li> <li>• Debate social validado desde instancias oficiales, sobre el uso óptimo del agua en la ciudad y en la región.</li> </ul>
Auditoría ciudadana	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Fiscalía ambiental especial para atención a situaciones de sequía.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Observatorios ciudadanos para que durante la sequía se observe el derecho humano al agua y se eviten dinámicas de acaparamiento y especulación.</li> </ul>

Fuente: elaboración propia, con base en Flores-Elizondo (2016a) y Ziervogel (2019).

De la tabla anterior cabe resaltar que la “auditoría ciudadana” es un espacio ciudadano legitimado socialmente y empoderado jurídicamente de manera que pueda dar cuenta del desempeño social frente a la sequía y emita las recomendaciones pertinentes, a fin de que el derecho humano al agua sea garantizado por parte de las acciones de los distintos niveles de gobierno; pero a su vez se eviten acciones de particulares que pudieran afectar la calidad de

vida durante el evento (como acaparamientos de agua, manejo faccioso de los precios de las pipas, o corrupción en las inspecciones de giros productores de agua).

Como Ziervogel (2019) recupera, los eventos de sequía se vuelven también un incentivo para los emprendimientos privados que ofrecen alternativas: ecotecnias de producción alternativa de agua (cosecha pluvial) de uso efectivo de agua, medidores, estudios de calidad óptima según el uso del agua (saneamiento parcial de aguas grises), entre otros. Es también un momento ideal para discutir la idoneidad de ofertar de manera generalizada agua potable en la red (aunque muy poca se use para beber, y mantenerla en calidad potable sea caro y complicado), o si es más viable diversificar la oferta y adecuarla al uso. Otro debate posible es el de discutir la transición de la ciudad hacia usos menos hidroatensivos. Las industrias en la zona de alto uso de agua paulatinamente irán dejando el lugar de una forma ordenada y económicamente más conveniente si se da con los incentivos correctos.

Para la construcción de resiliencia hídrica, Guadalajara cuenta con el mencionado Plan de Medidas, diseñado por la Comisión Nacional del Agua a través del PRONACOSE (Consejo de Cuenca del Río Santiago, 2015), con base en un modelo genérico. Propone medidas de mitigación de la demanda según el nivel de sequía calculado por el déficit de lluvia detectado en su cuenca de abastecimiento (aunque la ciudad está en la Cuenca del Río Santiago, su abasto principal, el Lago de Chapala, responde a la hidrometeorología y gestión de la Cuenca Lerma Chapala). Otro instrumento que tiene la urbe para gestionar la sequía es la presencia de representantes estatales tanto en el Consejo de Cuenca Lerma Chapala, como en el del Río Santiago. En ambos puede participar en las políticas de asignación de montos de agua (los usuarios tienen ya determinadas concesiones y se les asigna el total o una parte según disponibilidad). El primero de estos consejos ya ha autorizado traspasos de agua a beneficio de Guadalajara durante la sequía de fines del siglo pasado. Es momento de pasar al componente menos atendido del modelo, pero del más importante en clave de regeneración urbana.

## **7. Soluciones basadas en la naturaleza**

A través de su Programa Mundial de Evaluación de los Recursos Hídricos (WWAP), Naciones Unidas lanzó en 2018 una publicación que puede ayudar a ubicar el eje de la recuperación de los ecosistemas fuente para alinearlos a la gestión de las sequías (WWAP, 2018). Se ubica

este estudio en el debate de si conviene construir más embalses como respuesta a que se esperan condiciones meteorológicas más erráticas. Estas grandes obras de infraestructura han encontrado muchos problemas además de que difícilmente logran sus periodos de retorno de inversión (Ansar, Flyybjerg, Budzier y Lunn, 2017; Hall et al., 2019). En una perspectiva de cambio climático, la expectativa es que pasen más tiempo con reservorios más por debajo de su capacidad, que lo que lo están en la actualidad. Tendrían más sentido como control de avenidas (grandes torrentes de agua debidos a lluvias extraordinarias), pero no podrían establecerse como bastiones de abasto firme para las ciudades o para unidades económicas. La Tabla 4 ilustra las diferentes escalas que puede tener el enfoque de soluciones basadas en la naturaleza (SbN), desde nivel cuenca hasta proyectos barriales.

La propuesta alternativa del WWAP es aprovechar las estrategias de la naturaleza para retener y manejar el agua tanto cuando se presenta en exceso, como cuando hay déficit en lluvias y escurrimientos. Los humedales naturales funcionan como una esponja que retiene el vital líquido y permite su infiltración. También las cuencas de ríos, cuando no son modificadas, pueden servir como reservorios naturales. Finalmente, el documento recupera que la infraestructura verde al interior de las ciudades puede jugar un papel determinante cuando se le dan las condiciones propicias.

**Tabla 4. Soluciones basadas en la naturaleza para mitigar sequías**

<b>Escala Territorial</b>	<b>Soluciones aplicables</b>
Cuenca	Reforestación y conservación forestal. Restauración/conservación de humedales. Construcción de humedales. Captación de agua.
Llanura inundable	Reconectar ríos a llanuras de inundación. Restauración/conservación de humedales. Construcción de humedales. Captación de agua.
Urbe	Restauración/conservación de humedales. Construcción de humedales. Captación de agua. Espacios verdes (bioretención e infiltración). Pavimentos permeables.

Fuente: WWAP (2018, p. 49).

La Tabla 4 muestra las siete estrategias distintas que la WWAP ubica para mitigar las sequías y a qué nivel del territorio se establecen. Hay estrategias a nivel cuenca: reforestar y conservar ecosistemas que retienen agua; hay las de nivel de llanuras de inundación (los territorios que no todo el tiempo tienen agua y se ubican alrededor de lagos y ríos); espacios urbanos de biorretención e infiltración; y estrategias mixtas para los tres niveles: restauración, conservación o construcción de humedales, y de espacios de captación de agua. Estos territorios suelen sufrir modificaciones por la presión inmobiliaria cuando están cerca de asentamientos humanos importantes, por las unidades económicas (agroganaderas, industria autoabastecida o instalaciones extraurbanas como puertos secos, entre otras), o por simple degradación antrópica, como la deforestación por cosecha de madera. Cada urbe debe recopilar los estudios necesarios para ubicar los territorios que en su cuenca le ofertan sus servicios ambientales, en especial los que ayudan a mitigar la sequía.

En su reporte 2020 sobre SbN, el Programa de Naciones Unidas por el Medio Ambiente refuerza los lazos entre ecosistemas sanos y los servicios que pueden obtener las comunidades humanas, como mitigación de los efectos de las sequías. El manejo y restauración de la vegetación de los humedales mejora la infiltración la recarga de los acuíferos y mantiene los flujos de agua subterránea. Se propone el establecimiento de cinturones verdes para incrementar la disponibilidad de agua, mejorar la calidad de los suelos, proveer sombra, aire fresco y barreras contra el viento seco. Además de mayor disponibilidad de agua de mayor calidad, las comunidades humanas obtienen mayor reserva de alimentos de origen natural, servicios de polinización, secuestro y almacenamiento de carbono (de gases de efecto de invernadero), mejora de la fertilidad de los suelos y conservación de la biodiversidad (United Nations Environment Programme, 2021).

En los casos de contraste, no se encontró evidencia de SbN como parte de sus estrategias para enfrentar la sequía; aunque sí se señaló que la degradación ambiental era parte del problema. Para el caso de Guadalajara, el punto clave es mantener un Lago de Chapala vasto y sano, por ser el cuerpo de agua más grande del país (7,897 hm<sup>3</sup> cuando el agua llega a sus bordes); como muestra la Gráfica 4, los últimos años se ha mantenido a un 60% de esa capacidad. Ha tenido varios estudios que muestran cómo los contaminantes químicos y pecuarios del Río Lerma, su principal tributario, estos han ido minando su salud ecosistémica. Si bien todavía se pesca en Chapala para consumo, se debate sobre si dicha práctica debería suspenderse. El agua que el SIAPA toma de Chapala es analizada y potabilizada diariamente

a fin de cumplir con la Norma Oficial Mexicana (NOM 127-Salud-1994). Un lago más contaminado significa para el SIAPA más inversión en potabilizar el líquido. En cuanto a cantidad: entre 2000 y 2002 llegó a estar al 15% de su capacidad; entonces hubo tandeos en la ciudad. Con el actual 60%, desde niveles históricos puede afirmarse que Guadalajara tiene abasto seguro desde el lago por al menos tres años. El embalse disponible de Chapala prácticamente funciona como llanura inundable que regula temporales abundantes. Dadas las previas décadas de contaminación antrópica al lago, lo que puede decirse es que los esfuerzos por dejar de contaminar que ha comenzado este siglo tendrá frutos dentro de varios años, pero al menos la calidad del humedal ha dejado de degradarse tan rápido.

Las presas Calderón (80 hm<sup>3</sup>) y La Red (14.25 hm<sup>3</sup>) responden a los temporales locales y son más precarias. Su ciclo es prácticamente anual. La retención de sedimentos que se logre en sus orillas le darán más vida útil al gigantesco sifón que pasa la barranca del Río Santiago para conectar la Calderón con la Planta Potabilizadora del SIAPA. En cuanto a recuperar los acuíferos de la región, la estrategia de las ciudades esponja en China pueden ser de utilidad. Shenzhen y Guangdong (WWAP, 2018, p. 52) se han propuesto retener y reutilizar hasta 70% del agua de lluvia que cae en esos entornos urbanos, en lugar de usar y desechar, como es la usanza en México. El Área Metropolitana de Guadalajara cuenta con el Área de Protección de Flora y Fauna Bosque La Primavera: unas 30 mil ha colindando con la ciudad desde el poniente y con apreciable desnivel hacia la planicie de la urbe. Esta corre en plano inclinado desde los promontorios de La Primavera hacia el Río Santiago, que llega al perímetro urbano por el sureste, la bordea por el oriente y la deja por el norte, pero ya en un cañón de 600 metros de diferencia. Faltan estudios, pero se infiere desde el relieve superficial que el bosque La Primavera es clave para la recarga de acuíferos de los que abreva Guadalajara como área metropolitana. Los esfuerzos para conservarla, conservar sus suelos y su capacidad de infiltración abonan todos como parte de las SbN contra la sequía.

Ya en la urbe, los grupos ambientalistas pugnan porque el exceso de agua de las inundaciones que la ciudad registra durante las lluvias (junio a octubre), no se conduzcan al drenaje, sino que se retengan e infiltren. La ciudad esponja ideada en China está todavía lejana para la segunda urbe de México. Los predios de reserva urbana son vistos como espacios para edificaciones futuras más que como predios para retener e infiltrar. La presión inmobiliaria se presenta tanto al interior de la ciudad como en sus linderos con La Primavera. Quizá la zona del Área Metropolitana de Guadalajara más propicia para implementar las esponjas

urbanas sea en el municipio de Tlajomulco, conurbado de la zona metropolitana consolidada y con amplios espacios aún sin edificar. Como un avance interesante puede considerarse el planteamiento de Vanegas (2017) sobre pozos profundos para la infiltración asistida en el Área Metropolitana de Guadalajara.

En este apartado sobre los SbN presentes o posibles para Guadalajara, hay que mencionar los esfuerzos de las asociaciones intermunicipales para el desarrollo sustentable alrededor del Lago de Chapala: la Asociación AIPROMADES abarca una treintena de municipios de la cuenca del lago y han lanzado un plan para la recuperación de la calidad ambiental del cuerpo de agua, llamado Anillo Verde de Chapala. Adicionalmente, las autoridades ambientales lanzaron desde 2017 un Plan de Recuperación del Alto Santiago, con base en análisis y propuestas de la Universidad Nacional Autónoma de México (la más importante del país), la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT, autoridad ambiental federal) y de la Secretaría de Medio Ambiente y Desarrollo Territorial (SEMADET, autoridad ambiental estatal).<sup>10</sup>

## Conclusiones

Las anunciadas sequías comienzan a llegar a grandes ciudades y sus estrategias de manejo van sirviendo de modelos: desde el casi caótico abandono de los habitantes de Harare por parte de sus autoridades, hasta la planificación más precisa posible de Ciudad del Cabo, ambas urbes en el Continente Africano. Es de resaltar que poder ubicar el “Día cero del agua” para una urbe implica importante conocimiento del sistema de abasto y su demanda. También implica un grado avanzado de gobernanza y cohesión social.

Los casos analizados permiten complementar las propuestas de gobernanza y técnica publicadas previamente (Flores-Elizondo, 2016a; 2016b; 2017). Adicionalmente, los esfuerzos por recuperar los ecosistemas fuente también avanzan; sin embargo, también lo hace la presión sobre estos ecosistemas, tanto los urbanos, como los periurbanos (bosque La Primavera) y los de nivel cuenca (rivera del Lago de Chapala). Como la UNESCO misma recomienda, es importante que las SbN estén claramente ligadas a sus beneficios en la mitigación de la sequía; para esto se debe establecer de la manera más precisa posible el

---

<sup>10</sup> Evidencia de servicios ecosistémicos en la Cuenca fuente del AMG sería: <http://www.aipromades.org/sierras-de-chapala-nuestras-areas-naturales-protegidas-2/> en el Anillo Verde de Chapala; y en el Programa de Recuperación

mecanismo e incluso los beneficios esperados en cantidad y calidad del vital líquido (WWAP, 2018).

La autoridad de la ciudad necesita lograr acuerdos con las correspondientes encargadas de los riegos agrícolas para poder pactar las eventuales transferencias. También debe poder tener algún contacto con las autoridades que gestionan los pozos –y que suelen ser federales–, de manera que se tenga algún control sobre los niveles y calidades de los acuíferos. Finalmente, las autoridades de los servicios municipales deben tener un alto grado de coordinación y diálogo con los promotores económicos de la región, dado que estos verán con malos ojos la mala imagen que emana una ciudad con problemas de disponibilidad de agua; pero a su vez, son los que pueden hacer grandes ahorros en la demanda del vital líquido desde mejoras en sus propias empresas, hasta desarrollo de mercados de soluciones eficientes en el uso de agua.

Los espacios de colaboración entre entidades privadas y públicas también deben ser regionales, como los consejos de cuenca. Estos deben tener capacidad de diálogo y acuerdos efectivos, de manera que las partes logren coordinarse en el manejo del agua más óptimo para el conjunto. La sequía es provocada por una saturación de usos en una región determinada. Una sociedad madura debe contar con espacios para dialogar cómo transitar hacia los usos más adecuados. Los casos de ciudades frente a la sequía permiten visualizar horizontes. Todos cuentan con información hidrometeorológica pertinente para tomar medidas y decisiones, pero estas tienen mejor efecto si se ha construido resiliencia hídrica con anterioridad: sistemas con margen de agua disponible, información oportuna, prácticas de uso eficiente de agua en hogares, empresas y gobierno; ecosistemas rehabilitados que permiten absorber parcialmente los efectos tanto de las inundaciones como de las sequías; obras civiles para mejorar la infiltración intra urbana. Las presiones inmobiliarias también avanzan. ¿Puede dejar de crecer esta ciudad o cualquiera de las mencionadas? Estos debates también deben llevarse de manera consciente, pues si se dejan a la inercia mercantil, los ejemplos de Chennai y Harare le muestran a Guadalajara lo que puede ser su horizonte a mediano plazo. Es importante retomar las lecciones de Ciudad del Cabo y construir resiliencia hídrica urbana.

---

de la Región del Alto Santiago hecho por la UNAM, SEMARNAT y SEMADET en 2017 [https://semadet.jalisco.gob.mx/sites/semadet.jalisco.gob.mx/files/apendice-pmicsg/Libro%20%22Situaci%C3%B3n%20Ambiental%20de%20la%20Cuenca%20del%20R%C3%ADo%20Santiago%20-%20Guadalajara%22/Libro%20SACRSG\\_vf.pdf](https://semadet.jalisco.gob.mx/sites/semadet.jalisco.gob.mx/files/apendice-pmicsg/Libro%20%22Situaci%C3%B3n%20Ambiental%20de%20la%20Cuenca%20del%20R%C3%ADo%20Santiago%20-%20Guadalajara%22/Libro%20SACRSG_vf.pdf)

## Referencias bibliográficas

- Ansar, A. Flyvbjerg, B. Budzier, A. y Lunn, D. (2017). Big Is Fragile: An Attempt at Theorizing Scale. En Flyvbjerg, B. (Ed.). *The Oxford Handbook of Megaproject Management*. (Pp. 60-95). EEUU: Oxford University Press. <http://bit.ly/2bctWZt>
- Arreguín-Cortés, F. I., López-Pérez, M., Ortega-Gaucin, D. e Ibañez-Hernández, O. (2016). La política pública contra la sequía en México: avances, necesidades y perspectivas. *Tecnología y Ciencias del Agua*, 7(5), 63-76.
- Asociación Española de Abastecimientos de Agua y Saneamiento (AEAS) (2007). *Guía para la elaboración de Planes de Emergencia por sequía en sistemas de abastecimiento urbano. Versión 9.0*. España: Asociación Española de Abastecimientos de Agua y Saneamiento/Ministerio del Medio Ambiente.
- \_\_\_\_\_ (2019). *Guía para la elaboración de planes de emergencia ante situaciones de sequía en sistemas de abastecimiento urbano*. España: Comisión 1ª de Captación y Tratamiento de Agua Potable. Asociación Española de Abastecimientos de Agua y Saneamiento/Ministerio del Medio Ambiente.
- Brown, A., Boltz, F., Freeman, S., Tront, J. y Rodríguez, D. (2020). Resilience by design: A deep uncertainty approach for water systems in a changing world. *Water Security*, 9, 100051. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.wasec.2019.100051>
- Chennai Metropolitan Water Supply and Sewerage Board (CMWSSB). <https://chennaietrowater.tn.gov.in/>
- Climate System Analysis Group (s.a.). *Big six monitor*. <https://cip.csag.uct.ac.za/monitoring/bigsix.html>
- Comisión Nacional del Agua (CONAGUA) (s.a.a). *Disponibilidad de Acuíferos*. <http://sina.conagua.gob.mx/sina/tema.php?tema=acuíferos>
- \_\_\_\_\_ (s.a.b). *Monitor de sequía de México*. <https://smn.conagua.gob.mx/es/climatologia/monitor-de-sequia/monitor-de-sequia-en-mexico>
- \_\_\_\_\_ (s.a.c). *Monitor de Sequías Multivariado en México (MoSeMM)*. <https://www.gob.mx/conagua/documentos/monitor-de-sequia-multi-parametrico-de-mexico-mosemm?state=published>
- \_\_\_\_\_ (s.a.d). *Registro Público de Derechos de Agua*. <https://www.gob.mx/conagua/documentos/registro-publico-de-derechos-de-agua-repda-2019?idiom=es>

- \_\_\_\_\_ (2018). *Estadísticas del Agua en México. Edición 2018*. México: Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales.
- \_\_\_\_\_ (2021). Consulta a la base de datos del REPDA. <https://app.conagua.gob.mx/consultarepda.aspx>
- Consejo de Cuenca del Río Santiago (2013). *Programa de medidas preventivas y de mitigación de la sequía en la Cuenca del río Santiago (versión preliminar)*. México: Organismo de Cuenca Lerma-Santiago-Pacífico/Comisión Nacional del Agua.
- \_\_\_\_\_ (2015). *Programa de medidas preventivas y de mitigación de la sequía para usuarios urbanos de agua potable y saneamiento (informe parcial)*. México: Organismo de Cuenca Lerma-Santiago-Pacífico/Comisión Nacional del Agua. [https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/99855/PMPMS\\_ZM\\_Guadalajara\\_Jal.pdf](https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/99855/PMPMS_ZM_Guadalajara_Jal.pdf)
- Flores-Elizondo, R. (2014). *Los Afuentes y los Ríos. La construcción social del Medio Ambiente en la Cuenca Lerma Chapala*. México: ITESO.
- \_\_\_\_\_ (2016a). Programa contra la sequía: entre la construcción de resiliencia y la construcción de vulnerabilidad social. En Valencia-Lomelí, E. y Ordóñez-Barba, G. (Coords.). *Nueva ronda de reformas estructurales en México, ¿nuevas políticas sociales?* (Pp. 377-398). México: El Colegio de la Frontera Norte. <https://rei.iteso.mx/handle/11117/4694>
- \_\_\_\_\_ (2016b). Building urban water resilience. New perspectives for the Guadalajara drought-readiness program. *Journal of Management for Global Sustainability*, 1(4), 29-55. Doi: 10.13185/JM2016.04105
- \_\_\_\_\_ (2017). El Área Metropolitana de Guadalajara y su resiliencia hídrica. En Acosta Pérez, R. A., Hernández Morales, S., Álvarez Partida, F., De Anda Del Muro, E. y Ávalos Sánchez, T. (Eds.). *Agua: Sustentabilidad para la vida*. (Pp. 18-31). México: Consejo Académico del Agua/Comisión Estatal del Agua de Jalisco.
- Guzmán Arroyo, M. (2003). *Chapala, una crisis programada*. México: Universidad de Guadalajara/PVEM.
- Hall, J., Borgomeo, E., Bruce, A., Di Mauro, M. y Mortazavi-Naeini, M. (2019). Resilience of Water Resource Systems: Lessons from England. *Water Security*, 8, 100052. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.wasec.2019.100052>
- Hansen, A. y Afferden, M. V. (Eds.) (2001). *The Lerma–Chapala watershed: evaluation and management*. Países Bajos: Kluwer/Plenum.

- Heathcote, I. W. (2009). *Integrated Watershed Management: Principles and Practice*. EEUU: Wiley-Blackwell. [https://media.wiley.com/product\\_data/excerpt/52/04703762/0470376252.pdf](https://media.wiley.com/product_data/excerpt/52/04703762/0470376252.pdf)
- Iagua (2019, 8 de abril). Contraste extremo de Zimbabue: inundaciones en el este, sequía en la capital. *Europa Press*. <https://www.iagua.es/noticias/ep/contraste-extremo-zimbabue-inundaciones-este-sequia-capital#:~:text=El%20lago%20Chivero%2C%20el%20principal,de%20la%20ciudad%2C%20Richard%20Kunyadini>.
- Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI) (2011). *Panorama sociodemográfico de Jalisco*. México: Instituto Nacional de Estadística y Geografía.
- International Water Management Institute (s.a.). *Drought Monitoring System*. [http://dms.iwmi.org/project\\_in\\_detail.php](http://dms.iwmi.org/project_in_detail.php)
- Kumar-Rao, A. (2019, 15 de julio). India’s water crisis could be helped by better building, planning. *National Geographic’s Environment*. <https://www.nationalgeographic.com/environment/2019/07/india-water-crisis-drought-could-be-helped-better-building-planning/>
- López Ramírez, M. y Ochoa, H. (2012). Geopolítica del agua en la zona metropolitana de Guadalajara: historia y situación actual del espacio vital. En Ochoa, H. y Bürkner, H. J. (Coords.). *Gobernanza y gestión del agua en el Occidente de México: la metrópoli de Guadalajara*. (Pp. 33-72). México: ITESO.
- Manyenyeni, B. G. (2016). *City of Harare Results Based Strategic Plan (2017 – 2020)*. *City of Harare*. África: Zimbawe.
- Naciones Unidas (2014). *Derecho Humano al Agua y al Saneamiento*. [https://www.un.org/spanish/waterforlifedecade/human\\_right\\_to\\_water.shtml](https://www.un.org/spanish/waterforlifedecade/human_right_to_water.shtml)
- Organismo de Cuenca Lerma Santiago Pacífico (2020). *Boletín Meteorológico diciembre 31*. México: Dirección Técnica/Hidrometría/Climatología y Meteorología/CONAGUA.
- Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO) (2019). *UNESCO to launch Zimbabwe Flood and Drought Monitor*. <https://en.unesco.org/news/unesco-launch-zimbabwe-flood-and-drought-monitor>
- Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO) (2019b). *Towards the Zimbabwe National Framework for Climate Services. Strengthening Proactive Climate Risk Management in Zimbabwe*. Harare, Zimbabwe: UNESCO / MSD.

- Organización Mundial de la Salud-Hábitat (ONU-Hábitat) (2016). *Guía de Resiliencia Urbana*. México: Secretaría de Gobernación/Organización de las Naciones Unidas para los Asentamientos Humanos.
- Ortega-Gaucin, D. (2018). Medidas para afrontar la sequía en México: Una visión retrospectiva. *Revista de El Colegio de San Luis*, VIII(15), 77-105.
- Parlamento Europeo y Consejo Europeo (2014) *Directiva 2000/60/CE del Parlamento Europeo y del Consejo de 23 de octubre de 2000 por la que se establece un marco comunitario de actuación en el ámbito de la política de aguas*. Bélgica: EuroLex/Unión Europea <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/ES/TXT/?uri=celex:02000L0060-20141120>
- Pérez Peña, O. (2004). “Chapala, un lago que refleja un país: política ambiental, acción ciudadana y desarrollo en la cuenca Lerma Chapala Santiago”. (Tesis para obtener el grado de Doctor en Ciencias Sociales). Universidad de Guadalajara/CIESAS–Occidente. México.
- Programa Nacional contra la Sequía (PRONACOSE) (2014). *Programas de medidas preventivas y de mitigación de la sequía. Guía de elaboración para usuarios urbanos de agua potable y saneamiento (versión 1.0)*. México: Comisión Nacional del Agua/Universidad Autónoma de Ciudad Juárez. [http://www.pronacose.gob.mx/pronacose14/contenido/documentos/Guia\\_elaboracion\\_usuarios\\_urbanos.pdf](http://www.pronacose.gob.mx/pronacose14/contenido/documentos/Guia_elaboracion_usuarios_urbanos.pdf) [Consultado el 22 de octubre 2014]
- Resilience Alliance (2010). *Assessing resilience in social-ecological systems: Workbook for practitioners. Version 2.0*. [http://www.resalliance.org/files/ResilienceAssessmentV2\\_2.pdf](http://www.resalliance.org/files/ResilienceAssessmentV2_2.pdf)
- Secretaría General de Gobierno (2015). *El Estado de Jalisco, Periódico Oficial. Número 10. Sección V. Tomo CCCLXXXIII*. Jalisco, México: Gobierno del Estado de Jalisco.
- Shah, R. D. y Mishra, V. (2015). Development of an Experimental Near-Real-Time Drought Monitor for India. *J. Hydrometeorol*, 16, 327-345.
- Sistema Intermunicipal de los Servicios de Agua Potable y Alcantarillado (SIAPA) (2014, 17 de julio). Cronología de las fuentes de abastecimiento para Guadalajara. Ponencia presentada durante la *Cuarta Reunión Regional. Pre-Congreso Abastecimiento de Agua a las Metrópolis del País*. Asociación Mexicana de Hidráulica. México.

- \_\_\_\_\_ (2020). *Informe Anual 2019*. Guadalajara: Sistema Intermunicipal para los Servicios de Agua Potable y Alcantarillado/Gobierno de Jalisco.
- Soler, D. (2020, 10 de junio). La lección de la ciudad que estuvo a punto de quedarse sin agua. *El País*. [https://elpais.com/elpais/2020/02/21/planeta\\_futuro/1582281474\\_949277.html](https://elpais.com/elpais/2020/02/21/planeta_futuro/1582281474_949277.html)
- Takeuchi, W., Darmawan, S., Shofiyati, R., Khiem, M. V., Oo, K., Pimple, U. y Heng, S. (2015). Near-real time meteorological drought monitoring and early warning system for croplands in Asia. *Asian Conference on Remote Sensing 2015: Fostering Resilient Growth in Asia*, (1), 171-178.
- United Nations Environment Programme (2021). *Adaptation Gap Report 2020*. México: ONU.
- Vanegas, L. I. (2017). “Pozos de inyección profunda: recarga artificial de acuíferos con aguas pluviales y disminución de inundaciones en el AMG”. (Tesis para obtener el grado de Maestro en Proyectos y Edificación Sustentables). ITESO. México. <https://rei.iteso.mx/handle/11117/5295>
- Velasco Velasco, I. (2012). Estrategia para afrontar las sequías. *Tlálloc*, (54), s.a. [http://www.revistatlaloc.org.mx/anteriores/edicion\\_54/art\\_17\\_edi\\_54.htm](http://www.revistatlaloc.org.mx/anteriores/edicion_54/art_17_edi_54.htm)
- Velasco Velasco, I. y Celis, E. (2012). *Sequía y cambio climático en México*. México: Instituto Mexicano de Tecnología del Agua.
- Verma, A. (2019). Grave escasez de agua afecta a Chennai en India. *Global Voices*. <https://es.globalvoices.org/2019/08/01/grave-escasez-de-agua-afecta-a-chennai-en-india/>
- Wester, P. (2008). *Shedding the waters: Institutional change and water control in the Lerma-Chapala Basin, Mexico*. EEUU: Wageningen University.
- Western Cape Water Supply System (WCWSS) (2020, 15 de junio). *Weekly water dashboard*. Sudáfrica: City of Cape Town. <https://resource.capetown.gov.za/documentcentre/Documents/City%20research%20reports%20and%20review/damlevels.pdf>
- WWAP (2018). *Informe Mundial de las Naciones Unidas sobre el Desarrollo de los Recursos Hídricos 2018: Soluciones basadas en la naturaleza para la gestión del agua*. París: UNESCO.
- Ziervogel, G. (2019). *Unpacking the Cape Town drought: lessons learned*. África: African Centre for Cities/Cities Support Programme.