Banco Interamericano de Desarrollo

El agua en tiempos de sequía

Lecciones de cinco sequías alrededor del mundo

Corinne Cathala
Anamaría Núñez
Ana R. Rios

División de Agua y Saneamiento
División de Comunicaciones
División de Medio Ambiente, Desarrollo Rural y Administración de Riesgos por Desastres

RESUMEN DE POLÍTICAS Nº
IDB-PB-295

Septiembre 2018

El agua en tiempos de sequía

Lecciones de cinco sequías alrededor del mundo

Corinne Cathala
Anamaría Núñez
Ana R. Rios

Septiembre 2018

BID
Banco Interamericano de Desarrollo

Catalogación en la fuente proporcionada por la
Biblioteca Felipe Herrera
del Banco Interamericano de Desarrollo

Cathala, Corinne.
El agua en tiempos de sequía: lecciones de cinco sequías en el planeta / Corinne Cathala, Anamaría Núñez, Ana R. Rios.
p. cm. — (Resumen de políticas del BID ; 295)
Incluye referencias bibliográficas.
1. Droughts-Management. 2. Water-supply-Management. 3. Water conservation. 4. Water security. 5. Water consumption. 6. Climate change mitigation. I. Núñez, Anamaría. II. Rios, Ana R. III. Inter-American Development Bank. División de Agua y Saneamiento. IV. Banco Interamericano de Desarrollo. División de Comunicaciones. V. Banco Interamericano de Desarrollo. División de Medio Ambiente, Desarrollo Rural y Administración de Riesgos por Desastres. VI. Título. VII. Serie.
IDB-PB-295

Palabras clave: agua, sequía, cambio climático, gestión de recursos hídricos, seguridad hídrica, estrés hídrico, adaptación, mitigación, conservación, recursos naturales, América Latina y el Caribe.

Códigos JEL: Q25, Q53, L95, Q54

http://www.iadb.org

Copyright © 2018 Banco Interamericano de Desarrollo. Esta obra se encuentra sujeta a una licencia Creative Commons IGO 3.0 Reconocimiento-NoComercial-SinObrasDerivadas (CC-IGO 3.0 BY-NC-ND) (http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/3.0/igo/legalcode) y puede ser reproducida para cualquier uso no-comercial otorgando el reconocimiento respectivo al BID. No se permiten obras derivadas.

Cualquier disputa relacionada con el uso de las obras del BID que no pueda resolverse amistosamente se someterá a arbitraje de conformidad con las reglas de la CNUDMI (UNCITRAL). El uso del nombre del BID para cualquier fin distinto al reconocimiento respectivo y el uso del logotipo del BID, no están autorizados por esta licencia CC-IGO y requieren de un acuerdo de licencia adicional.

Note que el enlace URL incluye términos y condiciones adicionales de esta licencia.

Las opiniones expresadas en esta publicación son de los autores y no necesariamente reflejan el punto de vista del Banco Interamericano de Desarrollo, de su Directorio Ejecutivo ni de los países que representa.

Agradecimientos: Este informe de políticas se realizó bajo la conducción de José Agustín Aguerre, C. Federico Basañes y Juan Pablo Bonilla (gerentes); y de Sergio I. Campos G., José Luis Lobera y Pedro V. Martell (Jefes de división), respectivamente.

Los autores quisieran agradecerle a Paula Kehoe por sus valiosos conocimientos y aportes durante el proceso de investigación y escritura de este informe. Los autores también quisieran reconocer los aportes de Marcelo de Assis Rampone y Fabiana Rorato de L. Prado (SABESP, Sao Paulo, Brasil) y Humberto Claure (EPSAS, La Paz, Bolivia). Asimismo, los autores también quisieran agradecerles a sus colegas del BID, Raúl Múñoz, Yvon Mellinger, Hori Tsuneki y Alfred Hans Grunwaldt por leer este informe a través del lente de su conocimiento.

Fotografía página 8: ©Scott Warren
Fotografía página 15: Banco Internamericano de Desarrollo
Fotografía página 21: Cynthia A. Zelaya Garzón
Fotografía página 28: Anamaría Núñez

EL AGUA EN TIEMPOS DE SEQUÍA

Lecciones de cinco sequías alrededor del mundo

"ES CUANDO EL POZO SE SECA QUE
EL AGUA SE CONVIERTE EN RIQUEZA".

Proverbio francés

« C'EST QUAND LE PUITS EST SEC QUE L'EAU DEVIENT RICHESSE. »

Proverbe français

TABLA DE CONTENIDOS

INTRODUCCIÓN 7

SÃO PAULO, BRASIL 8
1. El Sistema Cantareira
2. Cambio Climático
3. Reducción del Consumo de Agua
4. Uso de Reservas Técnicas
5. Acciones Institucionales
6. Transferencia de agua desde otros sistemas de producción
7. Protegiendo la fuente de agua: Fondo de Agua de São Paulo

ALGUNAS CONSIDERACIONES ACERCA DE LA PAZ – EL ALTO, BOLIVIA 15

AUSTRALIA 19
1. Contexto
2. Implementando las medidas correctas
3. Recomendaciones de la Sequía del Milenio

CALIFORNIA, ESTADOS UNIDOS 28
1. Sector hídrico urbano de California
2. Impactos de la sequía
3. Mejora de los estándares de eficiencia del agua
4. Respuesta a la sequía

ALGUNAS CONSIDERACIONES ACERCA DE CIUDAD DEL CABO, SUDÁFRICA 38

LECCIONES APRENDIDAS PARA FUTURAS SEQUÍAS 39
1. Cuestión tanto de oferta como de demanda
2. Infraestructura de agua y saneamiento
3. Aguas subterráneas
4. Integración
5. Coordinación y planificación
6. Fijación de precios
7. Información
8. Innovación y tecnología (digital)
9. Cambios conductuales

CONCLUSIÓN 45

Referencias 48
Glosario 50

INTRODUCCIÓN

Desde Brasil hasta los Estados Unidos, pasando por Australia, el cambio climático está acelerando la frecuencia y gravedad de las sequías, generando desafíos tanto para los encargados de políticas como para el personal de empresas operadoras de agua:

- En São Paulo, la mayor ciudad de América Latina, donde habitan 20 millones de personas, las elevadas temperaturas y la falta de lluvias causaron en 2014 la peor crisis hídrica en más de 80 años. Todavía hoy, el imprescindible sistema de reserva Cantareira está suministrando menos de la mitad del agua que proveía antes del comienzo de la sequía.

- En California, 2012 marcó el inicio de una sequía de cinco años que puso intensa presión sobre su suministro de agua, llevando a que el gobernador Jerry Brown declarara emergencia por sequía en 2014. Las autoridades estatales también impusieron fuertes restricciones a los proveedores urbanos de agua y al uso de agua en exteriores. La situación se volvió tan crítica que la Comisión de Servicios Públicos de San Francisco instauró sus propias restricciones, además de aquellas obligatorias del gobierno del estado. Y el impacto sobre la agricultura a nivel estatal fue devastador, con pérdidas directas equivalentes a casi US$2.000 millones.

- En Australia, la Sequía del Milenio, una sequía que se extendió entre 1997 y 2012, dio lugar tanto a una crisis como a una oportunidad de innovar. Con respecto a lo último, el gobierno implementó iniciativas e incentivos para el ahorro de agua, y apalancó la voluntad popular y política para generar los cambios legislativos y normativas necesarios. Paralelamente, decisiones tomadas de manera politizada y motivadas por la crisis generaron una costosa sobreinversión.

Este informe de políticas analiza estas crisis, explora hechos y errores comunes en los mecanismos de respuesta y extrae lecciones valiosas para ayudar a que los encargados de las políticas puedan lidiar con las sequías, brindándoles una orientación práctica en términos de planificación y gestión de uso urbano del agua.

Lo hará mediante un enfoque de tres ejes: En primer lugar, se describen las situaciones en que se encontraban cada proveedor y región para enfrentar la sequía, así como las medidas que implementaron para responder a esa alarmante situación. Segundo, se ofrecen algunas recomendaciones y lecciones aprendidas para generar resiliencia futura al cambio climático. Por último, se expone la manera en que las sequías han sido catalizadoras de nuevas medidas estratégicas e innovación que abordan la escasez de agua a largo plazo.

Nota: Los casos presentados en este informe fueron seleccionados en términos de disponibilidad de la información para ilustrar las políticas y lecciones aprendidas identificadas como clave para los proveedores de agua.

SÃO PAULO, BRASIL

Vista aérea de una carretera de varios carriles cruzando el em-balse de Atibaia cerca de la ciudad de Nazare Paulista. El em-balse es parte del sistema Cantareira (el sistema más grande de suministro público de agua en América Latina) que proporciona cincuenta por ciento del agua potable de la ciudad de São Paulo.

La ciudad de São Paulo, como otras áreas urbanas muy pobladas, enfrenta numerosos desafíos para ofrecer seguridad hídrica, dados el rápido crecimiento de su población y la disminución de la disponibilidad de agua. La Región Metropolitana de São Paulo (RMSP) cuenta con 39 municipalidades, incluyendo a la ciudad de São Paulo en sí misma. La población del área metropolitana se ha disparado de 300.000 habitantes a comienzos de la década de 1990 hasta 21,3 millones en 2016. La RMSP tiene napas subterráneas en la cuenca del río Alto Tiete, lo que lleva a que sea altamente dependiente de fuentes superficiales de agua (Rodrigues et al., 2015). Esta ciudad es el motor económico de Brasil; con 10% de la población total del país, genera el 19% del PIB nacional. Mientras tanto, la demanda de agua creció de 5m3/s en 1940 a 71,4 m3/s a comienzos de 2014 (Hermann y Braga, 2015). Si bien este aumento también resulta dramático, fue ampliamente superado por el crecimiento demográfico, dando lugar a un déficit hídrico. En respuesta a esta situación, en 1996 se lanzó un proyecto de transferencia de agua desde la cuenca del río Piracicaba para abastecer a la RMSP. La construcción del sistema Cantareira se completó en 1973 e incluyó la construcción de cuatro represas en las cuencas de los ríos Piracicaba y Alto Tiete (Rodriguez et al., 2015).

EL SISTEMA CANTAREIRA

Cantareira constituye la mayor fuente de agua para la RMSP, abasteciendo a alrededor de la mitad de su demanda, con el resto proviniendo de siete sistemas adicionales (SABESP, 2015). La empresa proveedora de agua de São Paulo, SABESP, satisface la demanda de la Región Metropolitana de São Paulo mediante la producción y transporte de agua potable para 20 millones de personas en 35 municipalidades. El sistema Cantareira consta de Jaguari/Jacareí, Cachoeira, Atibainha, Paiva Castro y Águas Claras. (SABESP, -CHESS- Crise Hídrica, estrategia e Solucoes da SABESP, 30 de abril de 2015). El sistema Cantareira exigió la construcción de cuatro represas en las cuencas de los ríos Piracicaba y Alto Tiete (Rodrigues et al., 2015). El Sistema Cantareira ofrece, en condiciones normales, 33m3/s de agua a 8,9 millones de personas en la RMSP y 5m3/s a las regiones de Campinas y Jundaithat, río abajo (SABESP, 2015).

De cara a esta situación tan crítica, SABESP ha adoptado una serie de medidas estratégicas que resultó en la reducción de la extracción de agua de los acuíferos de Grande São Paulo en un 30%, de 71 m^3/s en enero de 2014 a 50 m^3/s en febrero de 2015 (SABESP, -CHESS- 30 de abril de 2015).

El sistema Cantareira fue el que sufrió el mayor impacto de la sequía y recibió la mayor cantidad de atención, dado que contribuía en 56% a la producción hídrica para la ciudad, de 33 m^3/s para 9 millones de personas al iniciarse la crisis, hasta 14 m^3/s en marzo de 2015 (SABESP, -CHESS- 30 de abril de 2015).

Es importante señalar que SABESP y otros proveedores de agua en la región no tienen la autoridad para gestionar el agua bruta procedente de lagos y ríos. Tampoco pueden exigir la reducción en el consumo de agua para riego, por ejemplo. Esto es responsabilidad de la Agencia Nacional del Agua de Brasil (ANA), el ente regulador (SABESP, -CHESS- 30 de abril de 2015).

CAMBIO CLIMÁTICO

El progresivo calentamiento que está sufriendo la región desde 1961 se ve vinculado a un mayor riesgo de sequías. Simultáneamente, la vulnerabilidad a la escasez de agua ha sido, y sigue siendo, exacerbada por una ascendente demanda de agua debido al crecimiento demográfico (Nobre et al., 2016). De hecho, en términos de adaptación al cambio climático, el aspecto más relevante en São Paulo es el agua, incluyendo políticas para garantizar el abastecimiento de agua y de sistemas hídricos para usos múltiples, así como enfoques holísticos en relación con el uso y gestión de agua (CEPAL, 2014). Asimismo, debe generarse más conciencia de la escasez de los recursos de agua dulce en la RMSP para alcanzar el desarrollo sostenible (Nobre et al., 2016). En este aspecto, con el objetivo de mejorar la gestión de agua en las municipalidades del estado de São Paulo, la Secretaría del Medio Ambiente (SEA) lanzó el Pacto das Águas en 2009, y desde entonces se han alcanzado metas significativas (Cook et al., 2010).

La sequía brasileña ocurrida entre 2014 y 2017 afectó especialmente al sureste del país, incluyendo las áreas metropolitanas de São Paulo y Rio de Janeiro. Minas Gerais y Espiritu Santo continuaban sufriendo los efectos de la sequía en 2016, debido al fenómeno de El Niño. El 5 de mayo de aquel año, el gobierno de Espiritu Santo declaró que se encontraban en estado de emergencia mientras la sequía empeoraba. Al menos 93 ciudades impusieron racionamientos debido a la gravedad de la situación. La agricultura sufrió impactos devastadores. La producción de granos de café arábica, materia prima que Brasil produce en cantidad más que cualquier otro país, cayó 15% en 2014, elevándose el precio de la materia prima en casi 50%. La producción de azúcar y de etanol también se vio afectada.

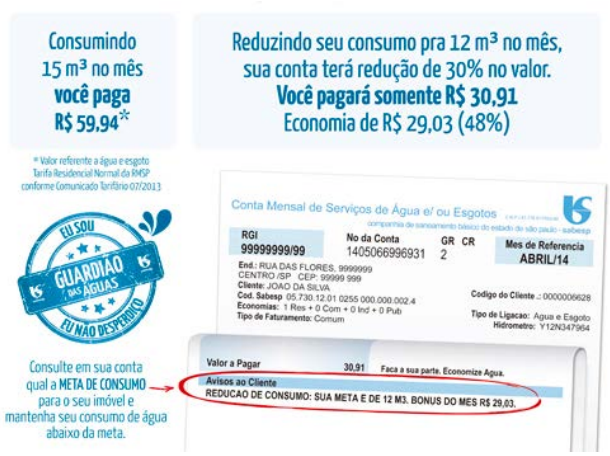
En febrero de 2014, en respuesta a la sequía, el gobernador creó un Grupo de Gestión de Asesoría Técnica (GGAT) para determinar cómo operar el sistema Cantareira en caso de sequía. El GGAT reunió representantes de ANA, el Departamento de Aguas y Energía Eléctrica (DAEE) y SABESP. A la vez, se implementó una serie de medidas de gestión para reducir la demanda del sistema Cantareira. SABESP también evaluó diversas opciones para atacar la situación y diseñó un plan para reducir la extracción de agua del sistema Cantareira, basado en tres puntos centrales:

- Incentivar la reducción del consumo de agua entre clientes mediante la implementación de un Programa de Recompensas;
- Transferir agua tratada desde otros sistemas de producción hasta el sistema Cantareira;
- Intensificar el programa de pérdida de agua, haciendo hincapié específicamente en disminuir el tiempo de respuesta, aumentar la sectorización, instalar válvulas de presión y reducir la presión del agua en las redes.

REDUCCIÓN DEL CONSUMO DE AGUA

En febrero de 2014, SABESP inauguró un programa de recompensas mediante el cual los usuarios que redujeran su consumo en más de 20% obtendrían un descuento de 30% en sus facturas de agua. Participaban de este Programa de Recompensas todos aquellos que fueran abastecidos por el sistema Cantareira en febrero de 2014; los residentes de la RMSP en abril de 2014; y otras municipalidades abastecidas por SABESP en las cuencas de los ríos Piracicaba, Capivari y Jaguari en la zona de captación de Cantareira entre junio y diciembre de 2014. En octubre de 2014, este programa se flexibilizó y los clientes que habían reducido su consumo entre 10% y 15% obtuvieron un 10% de descuento; quienes lo habían reducido entre 15% y 20% recibían un descuento del 20%; y aquellos que habían recortado su consumo más del 20%, obtenían el 30% de descuento. El Programa de Recompensas se promocionó a través de redes sociales y medios tradicionales, así como mediante una convocatoria directa (SABESP, -CHESS- 30 de abril de 2015).

Ejemplo de un Programa de Recompensas (link here)



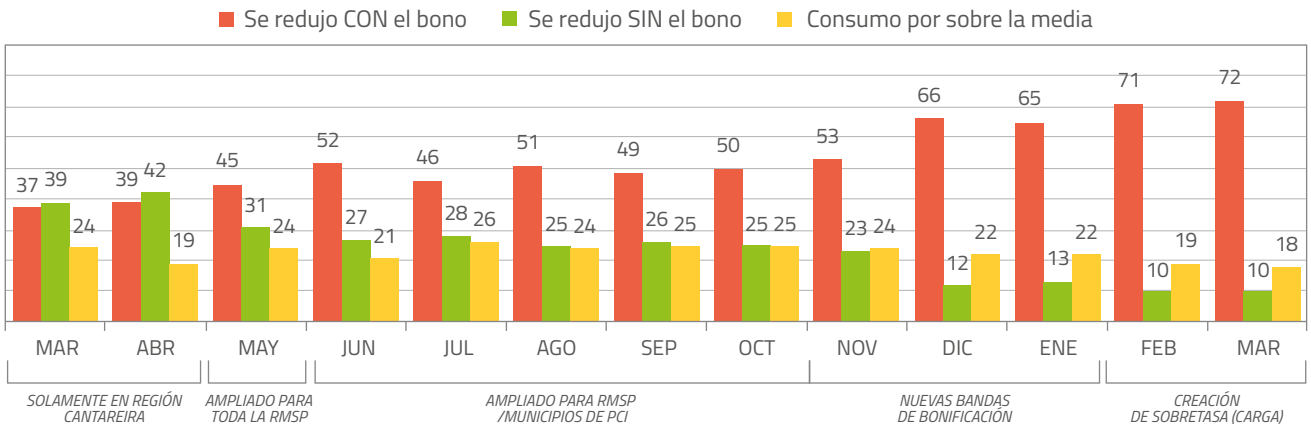
En febrero de 2015, SABESP impuso una tarifa de contingencia para el consumo superior al promedio. El consumo de agua de RMSP cayó de 155 litros diarios per cápita en febrero de 2014 hasta 118 litros diarios per cápita en marzo de 2015. SABESP penalizó a los clientes que aumentaron su uso del agua en hasta un 20% aplicándoles una recarga del 40% (tarifa de contingencia), y a los usuarios que lo hicieron en más de un 20% aplicándoles una recarga del 100%. (SABESP, 30 de abril de 2015).

En enero de 2015, ANA, DAEE y la Secretaría de Medio Ambiente y Desarrollo Sustentable publicaron una guía para las restricciones en el uso del agua. Los habitantes redujeron el consumo a través de actividades como la recolección de agua de lluvia y de agua de baño y su reutilización para el riego de plantas, lavado de pisos y descargas de los inodoros. El cronograma para la implementación del programa fue el siguiente:

- 01/02/2014 Inicio de campaña. Sólo para la región abastecida por Cantareira;
- 06/03/2014 Clientes comienzan a recibir facturas con recompensas;
- 01/04/2014 Expansión del programa para municipalidades operadas por SABESP;
- 02/05/2014 Expansión del programa para municipalidades operadas por SABESP en la cuenca PCJ;
- 10/24/2014 Expansión del programa de recompensas (segmento con 20% de descuento para los que redujeron el consumo entre 15 y 20%; y segmento con 10% de descuento para quienes lo redujeron entre 10 y 15%);
- 08/01/2015 Creación de una tarifa de contingencia para clientes que consumen más del objetivo fijado;
- 09/02/2015 Clientes comienzan a recibir facturas con tarifa de contingencia.

(SABESP, -CHESS- 30 de abril de 2015)

Adhesión al programa en la RMSP (en %)



Economía de agua obtenida con el programa (en m3/s)

MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR
1,1	**1,6**	**3,3**	**3,9**	**3,4**	**3,9**	**3,6**	**3,6**	**4,1**	**4,8**	**5,4**	**6,0**	**6,2**

Como resultado, el 82% de los clientes de RMSP redujo su consumo de agua (el 72% de los clientes recortó más del 10%, obteniendo un beneficio en su factura; mientras que un 10% adicional lo disminuyó sin obtener beneficios adicionales en la factura (SABESP et al., 30 de abril de 2015).

Asimismo, el 18% de los clientes registró un consumo mayor que el promedio establecido por el programa (el 11% calificó para una tarifa de contingencia, no así el 7% restante).

INTENSIFICACIÓN DEL PROGRAMA DE REDUCCIÓN DE PÉRDIDAS DE AGUA

El programa de pérdidas de agua iniciado por SABESP es permanente y consiste en grandes inversiones (US$1.500 millones con base cambiaria 1 = US$0,31 registrada el día 19/11/2017, con inversiones programadas para el período 2009-2020). Para reducir las fugas en cañerías, se instalaron válvulas de reducción de presión en el sistema de distribución. En conjunto, estas acciones resultaron en una menor entrega de agua a RMSP, de 71,4 m³/s en febrero de 2014, hasta una producción mensual en 2015 de 52.0 m³/s (SABESP et al., 30 de abril de 2015).

Gracias a este programa, las pérdidas de agua en São Paulo cayeron 1,2 punto porcentual cada año durante la última década. Entre las acciones para enfrentar las fugas de agua (reales y aparentes), se incluyeron:

- Instalación de válvulas reductoras de presión;
- Detección de fugas mediante métodos acústicos;
- Rehabilitación o reemplazo de caños de agua;
- Capacitación y certificación de las obras;
- Sectorización de la red de agua corriente; y
- Reducción de demoras para responder a fugas de agua.

(SABESP et al., 30 de abril de 2015)

Las pérdidas de agua reales constituyen fugas técnicas, en tanto las fugas aparentes representan pérdidas comerciales. Las fugas verdaderas representan el 62% del total. El programa para pérdidas de agua fue el más efectivo para abordar las sequías, ya que dio lugar a un ahorro del 41% en el Sistema Cantareira (SABESP et al., 30 de abril de 2015).

USO DE RESERVAS TÉCNICAS

SABESP diseñó el programa para que accediera a 182,5 millones m³ de reservas técnicas de las represas Jaguari/Jacareí y Atibainha, denominadas Reserva Técnica I. La Reserva Técnica I añadió estos 182,5 millones m³ de agua al sistema Cantareira. Las obras hidráulicas añadieron una reserva adicional de 287,5 millones m³, que permitió abastecer de agua a más de 6 millones de personas en todo 2014. La Reserva Técnica II agregó 105 millones m3 al sistema Cantareira. Como resultado, el volumen total del sistema Cantareira equivale a 1.269,5 millones m³, incluyendo a las Reservas Técnicas I y II (SABESP et al., 30 de abril de 2015).

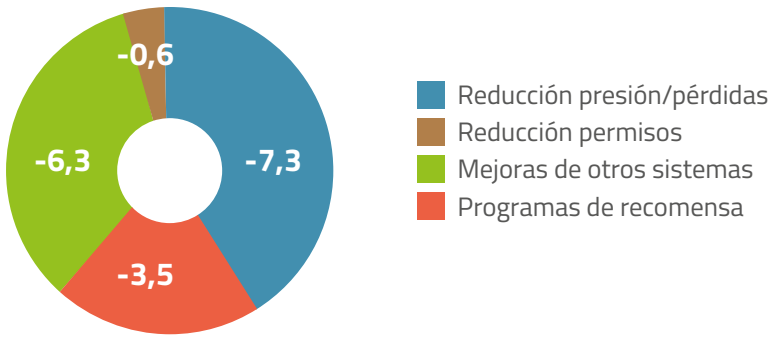
ACCIONES INSTITUCIONALES

Para enfrentar esta situación, las autoridades adoptaron un enfoque de largo plazo que incluye (SABESP et al., 30 de abril de 2015):

- Una agresiva campaña de comunicación centrada en la conservación de agua, dirigida al público general. Por ejemplo: se produjeron diez películas (en formato televisivo) entre 2014 y 2015, y se distribuyeron puerta a puerta volantes y material promocional sobre el uso eficiente de agua;
- Capacitación y talleres con entes gubernamentales, asociaciones y ONG sobre ahorro de agua;
- Negociaciones con grandes clientes privados, para incentivarlos a reducir el consumo y reemplazar la demanda de agua de SABESP. En 2014, esta iniciativa llevó al 70% de los clientes a recurrir a fuentes de agua alternativas;
- Trabajar junto a comunidades y líderes sociales para difundir la gravedad de la situación y promover el ahorro de agua;
- Incentivar la reutilización de agua en grandes clientes.

Las medidas implementadas acotaron el consumo de agua del sistema Cantareira en 56% hasta marzo de 2015, produciendo ahorros de 17,73 m^3/s. Sumando todos los sistemas que aportan agua a la RMSP, los ahorros en el período febrero de 2014 - marzo de 2015 alcanzaron 20,1 m^3/s, o 28%. La figura a continuación muestra el desglose de ahorros por medida (SABESP et al., 30 de abril de 2015):

Economía obtenida en marzo en Cantareira, por acción:
(en m^3/s)



TRANSFERENCIA DE AGUA DESDE OTROS SISTEMAS DE PRODUCCIÓN

Dada la desafortunada situación de 2014, también se tomaron medidas estructurales durante la sequía para transferir agua desde otros sistemas de producción. Se aceleraron planes para la construcción adicional de infraestructura de transferencia hídrica entre reservas. Dichas transferencias y el uso de interconexiones existentes permitieron que casi tres millones de personas que previamente habían sido abastecidas por el sistema Cantareira pudieran serlo por otros sistemas (SABESP et al., 30 de abril de 2015).

La sequía impactó drásticamente a millones de personas en la región de São Paulo. Las medidas de reducción de presión implementadas para disminuir

las fugas en el sistema de distribución, generaron disrupciones en el servicio por varios días en algunas partes de la ciudad (Nobre et al., 2016). Entre los más afectados hallamos a los segmentos de menores recursos que no podían costear agua segura desde otras fuentes, como camiones cisterna. Para lidiar con esta escasez, muchos residentes comenzaron a recolectar agua de lluvia, que no siempre se almacenaba de forma segura. Como resultado, se triplicaron los casos de dengue en São Paulo entre 2014 y 2015 (Otto et al., 2015). El precio de los alimentos subió hasta un 30% (Nobre et al., 2016). La sequía también desencadenó episodios de disturbios sociales en la ciudad (Dobrovolski et al., 2015; Nobre et al., 2016). Agravando la situación, la sequía también impactó la producción de la planta hidroeléctrica, elevando los precios de la electricidad, ya que en Brasil el 80% de la producción depende de plantas hidroeléctricas (Dobrovolski et al., 2015). SABESP sufrió un aumento de costos energéticos de 36,5% (SABESP, 2015).

PROTEGIENDO LA FUENTE DE AGUA: FONDO DE AGUA DE SÃO PAULO

En 2011, el Banco Interamericano de Desarrollo, The Nature Conservancy, Fundación FEMSA y el Fondo para el Medio Ambiente Mundial se unieron en una asociación público-privada para crear y promover los *fondos de agua*, instrumentos financieros y de gobernanza que apuntan a la preservación de fuentes de agua naturales (o infraestructura verde). Los fondos apalancan recursos públicos y privados, invirtiendo los retornos financieros en proyectos de conservación. Actualmente se están invirtiendo recursos en una serie de proyectos de infraestructura verde que promueven la preservación de las cuencas de agua y complementan inversiones en infraestructura de aguas grises.

Fundado en 2013, el Fondo de Agua de São Paulo realiza inversiones en infraestructura verde que aprovechan la energía de la naturaleza para capturar, infiltrar y regular el ciclo de agua. Entre las actividades del Fondo existe una plataforma digital para mapear y registrar alrededor de 4.300 propiedades rurales ubicadas a lo largo de más de 80.000 hectáreas de la cuenca hidrográfica que forma el sistema Cantareira, responsable de abastecer a 10 millones de personas en la región metropolitana de São Paulo.

Se prevé que estas acciones de conservación generarán beneficios ambientales, incluyendo la preservación del río, la conservación de la biodiversidad y la captación de carbono, que ayudan a combatir el cambio climático. Hasta la fecha, las mejores prácticas se han conservado, restaurado e implementado en un total de 8.000 hectáreas, beneficiando directamente a 283 familias en la parte superior de la cuenca.

ALGUNAS CONSIDERACIONES ACERCA DE LA PAZ – EL ALTO, BOLIVIA

Para la siguiente sección, los autores quisieran agradecer el apoyo de EPSAS y MMAyA, por brindar información relevante para el caso.

La sequía y déficit de 2016 afectó las vidas de la mayoría de los bolivianos en áreas urbanas y rurales, restringiendo la oferta de agua potable en siete de las principales ciudades y revelando la vulnerabilidad de Bolivia ante ante estas sequías. Los eventos que acontecieron en los altiplanos, valles e incluso llanuras, fueron claros ejemplos de esta situación. La cantidad de municipalidades afectadas superó cualquier acción o plan de contingencia para cambio climático adverso, llevando al Ministerio de Medio Ambiente y Agua (MMAyA) a suministrar 325 tanques de almacenamiento de agua para ayudar a 53 distritos en Potosí, Oruro, La Paz y Cochabamba. El contenido de los tanques se agotó mientras muchas municipalidades y áreas urbanas aun aguardaban respuestas más adecuadas y oportunas.

Bolivia se declaró en emergencia nacional debido al déficit de agua el 21 de noviembre de 2016 a través del Decreto Supremo N° 2987, ordenando al gobierno central, gobiernos departamentales autónomos y gobiernos municipales autónomos movilizar recursos económicos para garantizar el suministro de agua apropiado para la población. Esta fue la primera vez que una sequía golpeaba las principales ciudades del país tan drásticamente, desencadenando la implementación de acciones de emergencia para mitigar y ofrecer soluciones de impacto estructural a la escasez de agua en las comunidades en cuestión.

Los factores principales detrás de esta vulnerabilidad incluyen poco monitoreo y capacidad de previsión, así como poca coordinación interinstitucional. Lo primero se relaciona con los limitados recursos de monitoreo hidrometeorológico y la falta de instrumentos específicos para sequías. Uno de los motivos detrás de la debilidad en la coordinación es la insuficiente capacidad institucional de hacer cumplir los mecanismos *ad hoc* siguiendo las regulaciones, principalmente a nivel local. Otro factor que contribuye a la vulnerabilidad del país es la falta de inversiones significativas, especialmente vinculadas con infraestructura de suministro de agua a centros urbanos, que suelen presentar un índice de crecimiento muy dinámico.

Debido a los severos impactos de la sequía de 2016, las áreas metropolitanas comenzaron a lanzar muchos proyectos e iniciativas para elevar la resiliencia. Entre estas, obras de infraestructura y proyectos para reforzar el conocimiento sobre la gestión de oferta y demanda, así como monitoreo de sequías en diferentes sectores, tanto a nivel nacional como local.

El fenómeno de las sequías no es nuevo en Bolivia, y la escasez de agua debido a la alta variabilidad del clima lleva tiempo siendo un problema en muchas zonas del país. Actualmente, Bolivia está realizando esfuerzos por mejorar la capacidad de gestión del déficit hídrico mediante varias políticas, programas y proyectos. La sequía de 2016 volvió a exponer la importancia y urgencia de tales acciones, de donde se deriva una acelerada implementación de programas y proyectos previstos, así como la adopción de actividades adicionales de riesgo y gestión del riesgo.

La sequía meteorológica comenzada a inicios de 2016 por la carencia de lluvias a raíz de El Niño (una de las instancias más fuertes registradas, solamente comparable con las de 1982 y 1997-98, consideradas las peores manifestaciones de El Niño del siglo XX) se extendió durante el año a una sequía hidrológica, con bajos caudales en los ríos, lagos y reservas, y una sequía agrícola que afectó los cultivos. La intensa aridez golpeó tanto a zonas rurales como a urbanas. El Departamento de Santa Cruz perdió 480.000 hectáreas de cosechas entre dos temporadas; y Oruro registró la muerte de 206.000 cabezas de ganado. La Paz, El Alto, Cochabamba y Sucre resultaron gravemente golpeadas, en tanto Oruro, Potosí y Tarija también reportaron crisis hídricas. A continuación, se ofrece una línea de tiempo de los eventos relacionados con la sequía:

Iniciada en 04/2016	Municipalidades rurales sufren escasez de agua y piden apoyo a las autoridades nacionales.
08/2016	El Boletín Agrometeorológico del Ministerio de Desarrollo Rural y Tierras (MDRyT) reporta: "Estamos atravesando sequías meteorológicas y agronómicas en prácticamente todas las áreas de la producción agrícola en nuestro territorio nacional".
08/2016	El gobierno nacional aprueba 13 decretos supremos el 2 de agosto, buscando apoyar la producción agrícola y enfrentar la crisis de la sequía (DS 2849-2861). El Programa Nacional de Perforación de Pozos de Agua Subterráneas "Nuestro Pozo" es creado para garantizar la disponibilidad de agua y la seguridad alimentaria, y se modifica el Programa "Cosechando Vida – Sembrando Luz" para integrar la captación de agua con fines productivos.
10/2016	Los departamentos de La Paz, Oruro, Potosí, Cochabamba, Chuquisaca, Santa Cruz y Beni declaran estado de emergencia.
11/2016	Siete de las ciudades principales sufren escasez de agua.
11/2016	La Oficina del Presidente establece el Gabinete de Agua.
11/2016	El Decreto Supremo 2987 del 21 de noviembre declara "situación de emergencia nacional debido a la presencia de sequía y déficit hídrico en diferentes regiones del territorio nacional, provocados por fenómenos climáticos adversos".
12/2016	El Ministerio de Medio Ambiente y Agua introduce el Plan Nacional de Emergencia por Sequía y Déficit Hídrico, MMAyA, 2016a.

LÍNEA DE TIEMPO DE EVENTOS EN ÁREAS METROPOLITANAS DE LA PAZ Y EL ALTO

Durante 2016, EPSAS, la operadora de agua y saneamiento en La Paz y El Alto, desarrolló tres planes de contingencia.

Planes de Contingencia EPSAS 2016

Nombre	Fecha	Motivo
Plan de Contingencia para El Niño 2015/2016	**Octubre 2015**	Desarrollado por el Departamento de Producción de EPSAS en respuesta a El Niño 2015/2016 y los pronósticos del Servicio Nacional de Hidrología y Meteorología (SENAMHI) sobre sus efectos.
Plan de Contingencia para la Temporada Seca 2016	Enviado a la AAPS el **29 de abril de 2016**	Desarrollado por EPSAS, tal como lo dispuso la Autoridad de Fiscalización y Control Social de Agua Potable y Saneamiento Básico (AAPS) a toda EPSAS reguladas, con consideraciones especiales para la previsión de riesgos de sequía causadas por El Niño.
Plan de Contingencia para Sequías 2016	Enviado a la AAPS el **7 de octubre de 2016**	Por orden del MMAyA, el APPS solicita información de la serie de EPSAS reguladas sobre los sistemas generales de agua potable y alcantarillado, con un equilibro entre oferta y demanda de los sistemas de agua potable.

GESTIÓN DE LA ESCASEZ EN EL ÁREA METROPOLITANA DE LA PAZ

La escasez en 2016-17 en La Paz fue aún más traumática, porque se trató de la primera vez que los habitantes de la ciudad enfrentaban una situación de esta índole. Las consecuencias de la sequía también están resultando devastadoras: desde 2015, seis de las principales ciudades del país -La Paz, El Alto, Cochabamba, Sucre, Oruro y Potosí- han sufrido un déficit hídrico crítico. Las cifras oficiales muestran que esta situación está afectando a más de 177.000 familias, afligiendo a más de 173 municipalidades. Se calcula que la crisis ha afectado a más de 600.000 hectáreas plantadas y casi 600.000 cabezas de ganado y, según el Ministerio de Desarrollo Rural y Tierras, las pérdidas de las temporadas de verano e invierno alcanzan los US$125 millones cada una.

IMPACTO SOBRE LAS VIVIENDAS EN LA PAZ.

En promedio, cada hogar ha gastado aproximadamente US$150 para mitigar los efectos del racionamiento de agua potable. Esto incluye todo: desde la compra de bombas y limpieza de tanques hasta la adquisición de contenedores y tanques de almacenamiento de PVC. Esta cifra, multiplicada por la cantidad de viviendas, suma US$9,6 millones solo en la ciudad de La Paz. El impacto de este gasto sobre el ingreso medio equivale al 16% del mismo. Cabe mencionar que el poder adquisitivo de cada hogar ya había sido negativamente impactado por el aumento de precios de la comida en los mercados de la ciudad.

Viviendas afectadas	Gasto promedio en mitigación del impacto sobre infraestructura y reemplazo de equipos en las viviendas (US$)	Costo total (US$)
64.000	150	9.600.000

IMPACTO SOBRE LA CONSTRUCCIÓN DE VIVIENDAS Y OTRAS INDUSTRIAS

El restringido suministro de agua en 94 distritos de La Paz también afectó la industria de la construcción. El precio de los materiales de construcción aumentó 10% durante la crisis; y en muchos casos no se recuperó tras la restauración de la demanda. En la sección sur de la ciudad, varios establecimientos gastronómicos se vieron obligados a cerrar por la carencia de agua. A continuación, se ofrece información adicional en cuanto a los detalles de los planes de contingencia implementados para lidiar con la sequía.

MEDIDAS IMPLEMENTADAS PARA COMBATIR LA SEQUÍA

El proyecto de la represa La Paz-El Alto Hampaturi sufrió un retraso de dos años con respecto a la definición del tipo de represa. En primer lugar, hubo que atender la urgencia, incluyendo la distribución de cisternas en manos del Centro de Operación de la Armada. El gobierno nacional centralizó todas las acciones para lidiar con el racionamiento severo del sistema Pampahasi, estableciendo un Centro de Operaciones Especiales controlado por la Armada, el cual, dada la magnitud de la crisis, centró sus esfuerzos en: (i) establecer un centro específico para reclamos de escasez de agua, capaz de manejar todos los casos; (ii) programar, cargar, suministrar y distribuir agua potable mediante más de 80 cisternas; y (iii) instalar más de 150 tanques de 10m3 de capacidad en diferentes sectores o áreas afectadas, para ser utilizados como piscinas públicas.

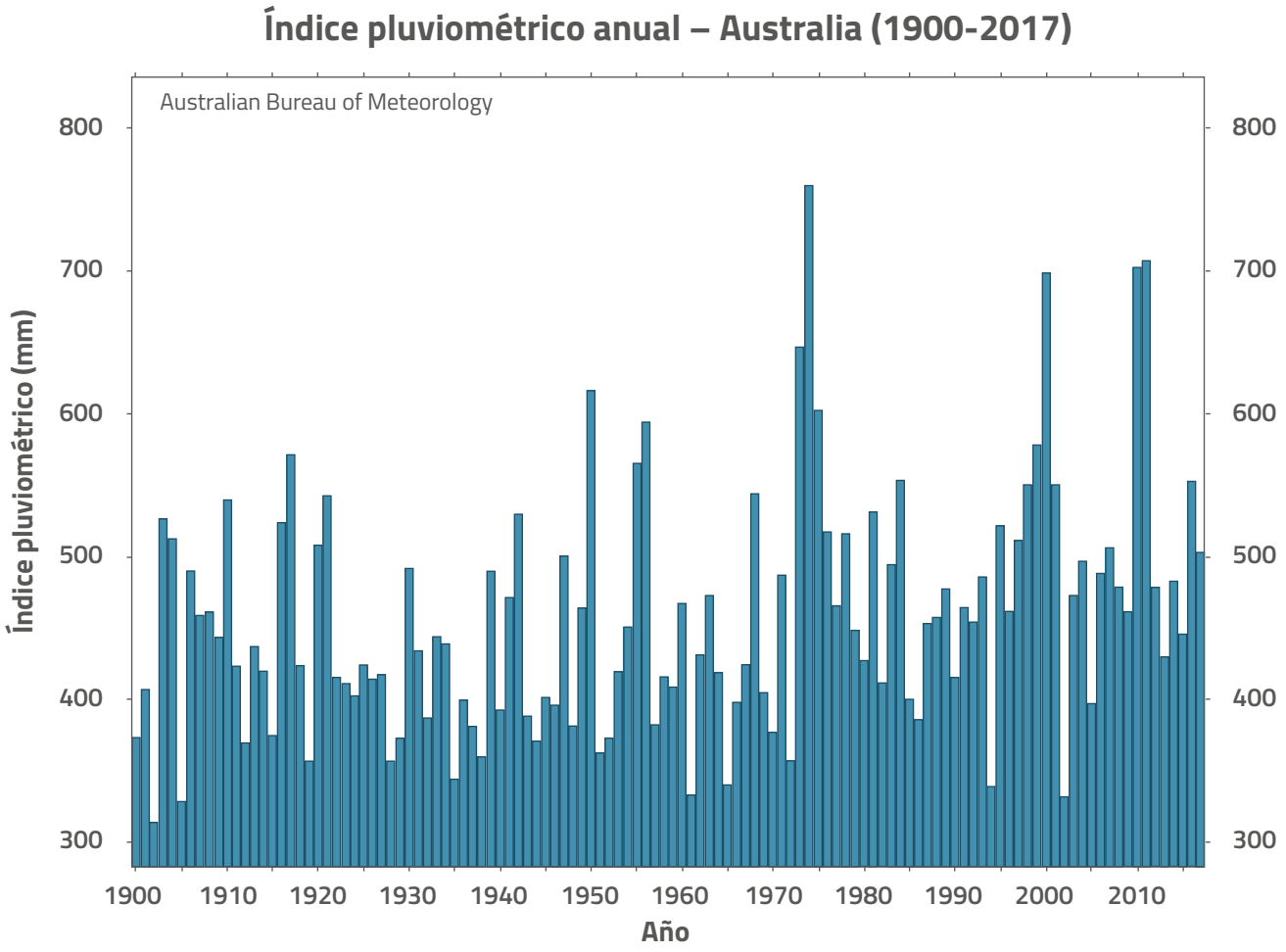
La mejora en las acciones de gestión de crisis incluyó: (i) equilibrio entre oferta y demanda (logrado); (ii) implementación de un plan para responder en caso de sequías; (iii) dependencia de alertas tempranas; (iv) mejoramiento de la eficiencia de la distribución.

AUSTRALIA

Bañadas por el sol de sus climas mediterráneos, Australia, California y la Provincia Occidental del Cabo en Sudáfrica son regiones propensas a las sequías, especialmente vulnerables al cambio climático dado que dependen de la captación del agua de lluvia invernal o de deshielo. Las tres sequías severas más recientes les aportan valiosos conocimientos a los responsables de las políticas con respecto a la seguridad hídrica y la gestión de recursos de agua.

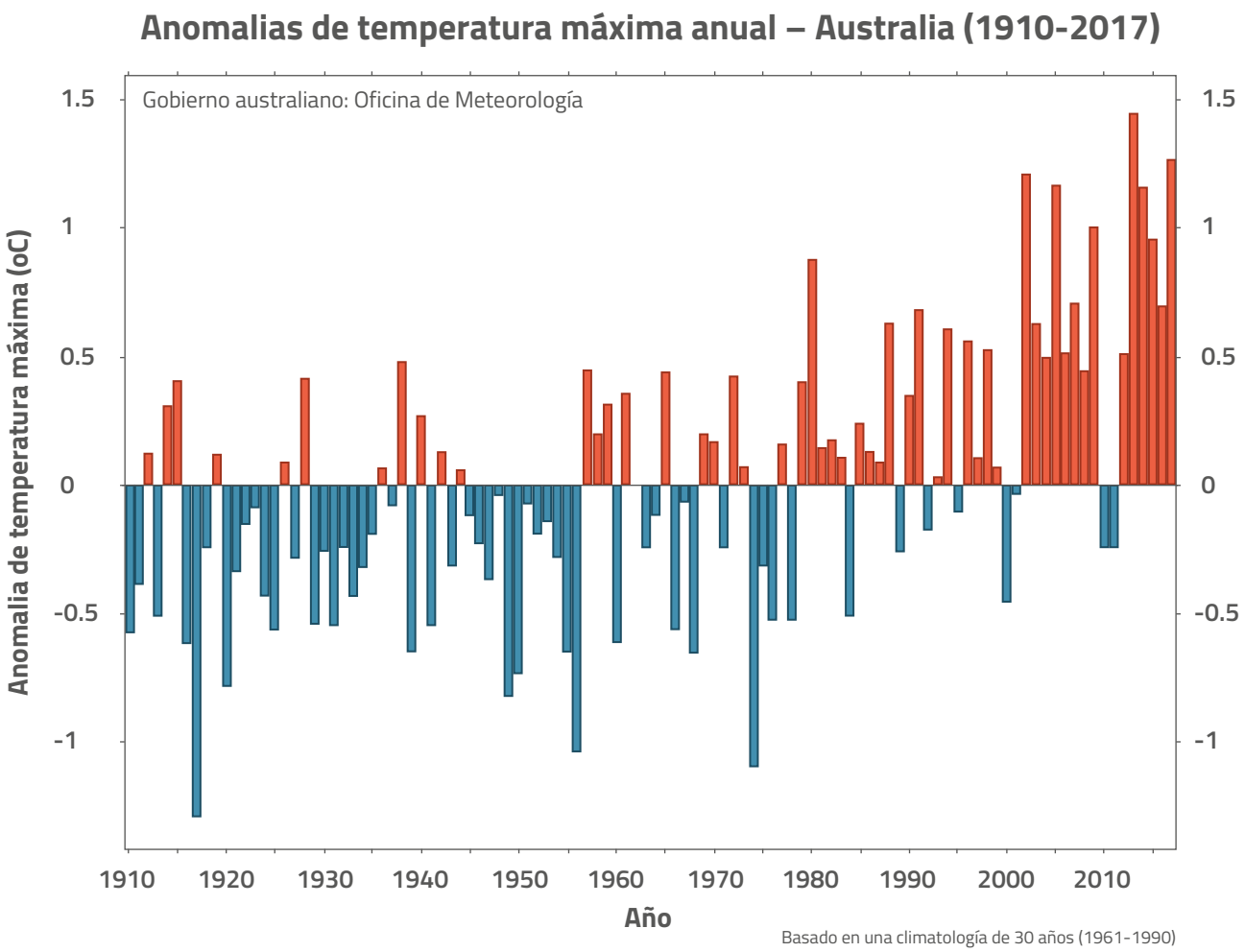
CONTEXTO

La Sequía del Milenio en Australia, que duró más de una década en determinadas áreas, fue la más grave registrada en la historia del país. Constituyó la mayor cantidad ininterrumpida de años con lluvias por debajo de la media en el sureste australiano desde al menos la década de 1900 (Institute for Sustainable Futures, 2017).



Fuente: Gobierno australiano: Oficina de Meteorología

Esta sequía se extendió entre 1997 y 2012; y se caracterizó por los daños a ecosistemas fluviales y a la agricultura de regadío y de secano en Victoria y la Cuenca Murray-Darling, el sistema fluvial más extenso de Australia. Los efectos de la sequía sobre la disponibilidad de agua se exacerbaron por temperaturas históricamente elevadas durante el mismo período.

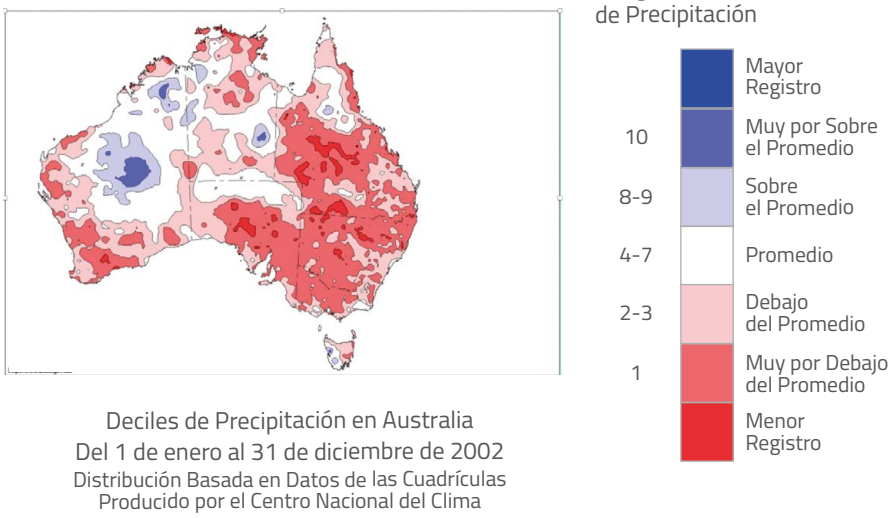


Fuente: Gobierno australiano: Oficina de Meteorología

La sequía generó una presión extrema sobre la producción agrícola y la oferta de agua urbana en gran parte del sur de Australia. La producción de algodón del país cayó 66% comparada con cinco años atrás. El uso de agua de la industria se redujo en 37% entre 2000/01 y 2004/05, principalmente a causa de la sequía. Las principales áreas afectadas se encuentran en Nueva Gales del Sur (Cotton Australia, 2007).

En junio de 2008, se conoció que un panel de expertos había alertado sobre el severo daño ecológico a largo plazo y potencialmente irreversible de la Cuenca Murray-Darling completa. El bajo caudal del curso Lower River Murray en el sur de Australia obtuvo los menores niveles de agua en más de 90 años registrados. Los niveles más bajos de agua durante el período extremo de caudal bajo se alcanzaron en abril de 2009, y equivalen a una reducción de 64% y 73% del volumen de los ríos Alexandrina y Albert, respectivamente. La exposición y oxidación de suelos con sulfato de ácido, como consecuencia de los bajos niveles de agua entre 2007 y 2009 en los lagos Lower River Murray y Lower, también dio lugar a la acidificación de suelos, lagos y aguas subterráneas. Las consecuencias ambientales de la sequía aún persisten en partes del sistema. Por ejemplo, en 2014 la salinidad del lago Albert seguía elevada, cuatro años después de culminada la sequía; y la acidez persiste actualmente en suelos y aguas subterráneas (Mosley et al., 2014).

La sequía cambió la manera en que Australia gestiona sus recursos hídricos. La mayoría de las ciudades capitales de la Australia continental enfrentó una crisis hídrica severa, quedándose con menos de 50% de las reservas de agua. La sequía tuvo un impacto material sobre el Mercado Eléctrico Nacional de Australia. Este redujo la producción de los colosales generadores eléctricos Snowy Hydro y Hydro Tasmania; y limitó la capacidad de algunos generadores a base de carbón que utilizan agua dulce para enfriamiento. El ente regulador de electricidad de Australia halló que estos efectos devinieron en precios notablemente más altos (Australian Energy Regulator, 2008; Jung et al., 2010; Leblanc et al., 2012).



A causa de los niveles decrecientes de las represas, Australia asumió inversiones masivas en destacadas fuentes de agua nuevas, incluyendo la construcción de seis notables plantas de desalinización para abastecer a las principales ciudades del país. También ha encabezado cambios en la gestión hídrica de la cuenca Murray-Darling (US$7.200 millones). El entonces primer ministro John Howard respondió a las condiciones climáticas extremas anunciando la programación de una significativa reforma de políticas hídricas en enero de 2007, conocida como Plan Nacional de Seguridad Hídrica ("National Plan for Water Security"). Esto dio lugar a que en 2007, el Parlamento de Australia aprobara la Ley de Agua ("Water Act"); se formara la Autoridad de la Cuenca Murray-Darling en 2008; y se publicara el Plan de la Cuenca Murray-Darling bajo el gobierno de Gillard en 2012 (Parlamento de Australia, 2007). Asimismo, Australia ha realizado significativas inversiones en programas de eficiencia hídrica (Institute for Sustainable Futures, 2007).

La comprensión gradual de la gravedad de la sequía y de la vulnerabilidad de Australia desencadenó una serie de respuestas, incluyendo innovaciones de avanzada, como así también muy buenos y muy malos ejemplos de planificación y gestión hídrica en las cuatro ciudades principales del país: Sídney, Melbourne, Brisbane (junto a la región sudeste circundante de Queensland) y Perth. La preocupación por el cambio climático elevó la voluntad política de tomar acciones, así como los fondos disponibles para responder en caso de sequías y el potencial para cambiar políticas y el uso del agua. Estas inquietudes destacan la necesidad de diversificar las fuentes de agua, adoptando medidas que incluyan la eficiencia de agua, la sustitución de la fuente, la mayor reutilización y fuentes no dependientes de la lluvia, como la desalinización (Turner et al., 2016).

MEDIDAS IMPLEMENTADAS

En Australia, la eficiencia hídrica urbana resultó exitosa, ahorrándose más agua a un costo menor y a mayor velocidad que las opciones de suministro. Es una cuestión tanto de oferta como de demanda. La Sequía del Milenio dio lugar a un profundo conocimiento de las opciones del lado de la oferta y del lado de la demanda. Por ejemplo, en relación con la demanda, el programa WaterFix alcanzó casi un millón de hogares en Sídney, casi un tercio de las viviendas en el área del Gran Sídney (Institute for Sustainable Futures, 2007). Bajo este programa, plomeros matriculados realizaban auditorias domésticas de agua, buscaban y reparaban fugas e instalaban dispositivos para eficiencia, como inodoros de doble descarga, cabezales de ducha y aireadores de grifo. Los usuarios pagaban US$16 (AUD 22) por la visita del plomero, más un adicional por cada servicio ofrecido, pudiendo luego repagar esos servicios a la empresa proveedora de agua a lo largo de cuatro meses (Institute for Sustainable Futures, 2007).

Entre los **programas basados en la demanda** implementados en Australia, se figuran:

- Programa de reemplazo de inodoros, que consistía en reemplazar dos inodoros de descarga única con nuevos inodoros eficientes de descarga doble, con reembolso del gobierno estatal;
- Programas de reembolso para lavarropas; y
- Restricciones para el uso de agua en exteriores en zonas residenciales y en determinadas zonas no residenciales.

(Institute for Sustainable Futures, 2007).

Estos programas se implementaron mientras se planificaban y construían los proyectos de infraestructura; y resultaron en ahorros equivalentes a 63 litros diarios por persona en Sidney en 2008/09 (Institute for Sustainable Futures, 2007). El programa de reemplazo de inodoros fue una iniciativa relativamente costo-eficiente, que alcanzó altos niveles de participación. La mayoría de los programas principales se asoció con servicios de plomería específicos e importantes proveedores de inodoros, para reducir los costos y ofrecer productos y servicios homogéneos. El programa de reembolso para lavarropas fue eficiente y rentable, ayudando en líneas generales a reemplazar los modelos ineficientes de lavarropas (por lo general, de carga superior) por máquinas eficientes de carga frontal. Estos típicamente utilizan la mitad del agua en cada lavado. Este programa, que continúa vigente, resultó muy exitoso (Institute for Sustainable Futures, 2007).

Poderosos programas basados en la demanda incentivaron y apoyaron el ahorro de agua entre usuarios y otros actores involucrados: familias, empresas, industrias y gobiernos. Esto maximizó el potencial de ahorro de agua y permitió lograr economías de escala, especialmente para programas familiares dirigidos a usos múltiples y residentes. El compromiso de todos los sectores de la comunidad impulsó un sentido de justicia y colaboración en el ahorro de agua, así como la aceptación y apoyo a todas las estrategias para responder a la sequía, incluyendo restricciones y objetivos (Institute for Sustainable Futures, 2007). Por ejemplo, la campaña "Objetivo 140" se instaló para promover que los individuos redujeran el uso doméstico de agua a menos de 37 gpcd (140 lcd), cuando los niveles previos a la sequía se encontraban en 79 gpcd (300 lcd). Dicha campaña se extendió durante ocho meses, con un costo de US$3 millones, alcanzando a 2,3 millones de personas a un costo inferior a US$1,40 por persona (Institute for Sustainable Futures, 2007).

La figura a continuación expresa la lista de medidas basadas en la demanda que se implementaron para combatir la sequía. Resulta útil conocer las magnitudes relativas de estas medidas en términos de su contribución al agua ahorrada o provista, así como su costo relativo por unidad. Asimismo, aspectos como el consumo eléctrico y la emisión de gases del efecto invernadero constituyen parámetros importantes, dado el fuerte vínculo entre agua y electricidad (Institute for Sustainable Futures, 2007).

Medidas basadas en la demanda

Medida	Fortalezas	Desafíos
Dirigida al consumo de agua en exteriores de los sectores residencial y no residencial	Las restricciones implementadas por las empresas de suministro de agua en colaboración con los gobiernos estatales resultaron altamente efectivas para reducir la demanda	Las áreas verdes, árboles y jardines privados fueron afectados, causando la pérdida de su valor recreativo y de uso público
Kits de ahorro de agua "*Hágalo Usted Mismo*" Reguladores y aireadores gratuitos para duchas y grifos en espacios públicos	Las medidas de bajo costo a implementar resultaron ser muy efectivas para obtener ahorros de agua, altos índices de participación y ahorros mensurables	El riesgo de que muchos kits no hayan sido instalados
Canje de duchas Permutar cabezales de ducha ineficientes por otros superiores, libre de costo	La relación costo-eficiencia atrajo gran participación y ahorros	La adopción por parte de los clientes depende de la calidad de la experiencia de la ducha
Programa de reemplazo de inodoros Reemplazar hasta 2 inodoros de descarga simple por un inodoro nuevo y eficiente + reembolso por plomero calificado	Iniciativa rentable. Elevados índices de participación y ahorros mensurables	Reducción del ahorro por vivienda en relación con la oportunidad
Programa de bonificación de lavarropas Reembolsos para la adquisición de lavarropas de mayor eficiencia a menor costo	Programa de reintegro, popular y rentable	Disponibilidad de lavarropas más eficientes a menor costo (limitada relación costo-eficiencia para los oportunistas)
Reembolso de tanque de recolección de agua de lluvia Descuentos adicionales para participantes que adquieren tanques	Dichos tanques resultaron una manera eficiente de captar agua de precipitaciones	La sobreestimación de los ahorros hídricos alcanzados generó una relación costo-eficiencia negativa en determinados programas de reembolso

Medidas	Fortalezas	Desafíos
Apuntar a los grandes consumidores residenciales El 10% superior de los mayores consumidores de agua residencial utilizaba 3,7 gpcd (140 lcd)	Programa altamente eficiente: reducción del consumo de agua per cápita	Se podrían haber alcanzado ahorros superariores mediante propuestas más directas (por ejemplo, a través de redes sociales)
Meta 140/150 Campaña de innovación multimedia y pluri-estratégica para incentivar el menor consumo residencial de agua	Exitosa debido al fuerte hincapié en la investigación sobre las actitudes de los destinatarios	Ahorros difíciles de medir por la incidencia del tiempo y las estaciones
Obras sin agua Subsidios para el canje de equivalentes que no utilicen agua	Mayor colaboración de grupos comunitarios	---
Gestión de presión y fugas Mayor inversión en inspecciones de tuberías de agua para la detección de fugas	Esta alternativa de bajo costo y "*nada que lamentar*", sumada a los fuertes vínculos comunitarios y tiempos de respuesta acotados, aumentaron el interés popular y la denuncia de fugas	El limitado conocimiento de algunas empresas proveedoras de agua prolongó los plazos de desarrollo de ciertas competencias necesarias

(Referencia: Institute for Sustainable Futures, 2007).

Las medidas basadas en la oferta son opciones tecnológicas consideradas modulares, escalables, diversas e innovadoras. Como la duración y gravedad de una sequía es desconocida mientras ésta ocurre, es necesario un enfoque rápido pero progresivo en relación con la infraestructura para el suministro y las decisiones contractuales, a fin de prevenir costosos activos inutilizables post-sequía.

- Resulta fundamental una comunicación clara y fiable acerca de la situación de la sequía y las respuestas a la misma para la participación pública; así como el apoyo para divulgar información sobre ahorros de agua, niveles de almacenamiento, requisitos y pronósticos sobre la sequía;
- Es crítico contar con información fiable y monitoreo y evaluación robustos hasta el nivel doméstico, para implementar medidas de ahorro de agua apropiadamente orientadas; y
- Son necesarios mecanismos de fijación de precios de agua innovadores, para equilibrar los objetivos de ahorro de agua, ingresos y renta

Como se mencionó anteriormente en la sección correspondiente a las medidas basadas en la demanda, la figura a continuación expresa la lista de medidas basadas en la oferta que se implementaron para combatir la sequía.

Medidas basadas en la oferta

Extracción de aguas subterráneas

Infraestructura para el reaprovisionamiento de reservas hídricas de emergencia a largo plazo	Ilustración de "enfoque de ágil preparación" para responder a la sequías	El costo marginal del agua es relativamente alto si solamente se la va a consumir durante las sequías (dado que el costo de almacenar agua solamente previendo una futura sequía, es alto)

Nuevas transferencias de inter-captación

Construcción de nuevas tuberías y canales para transferir agua captada en otros lugares	Útil para aumentar el rendimiento y reducir los riesgos en determinadas áreas	El desarrollo de infraestructura fue ampliamente criticado

Desalinización		
Construcción de plantas de desalinización de agua marina para reservas de agua	Una fuente de agua independente que aumente la fiabilidad del sistema ayuda a diversificar las provisiones	Se aplicaron opciones hídricas de mayor costo-beneficio
Mayor reutilización		
Agua reciclada en gran escala y de alta calidad tratada para el sector residencial	Desacalera el agotamiento de los recursos hídricos	Significativa financiación pública durante la sequía dio lugar a esquemas de financiación inviables

Nota: ¿Cómo sabemos que el costo marginal es elevado? Es mucho más costoso almacenar agua "por si acaso" que encontrar reservas adicionales cuando sea necesario. Por eso utilizamos el término "costo marginal del agua". El agua almacenada no se utiliza hasta que surge la sequía. No puede ser vendida.

(Referencia: Institute for Sustainable Futures, 2007)

RECOMENDACIONES DE LA SEQUÍA DEL MILENIO

Inversión. La Sequía del Milenio incentivó inversiones relacionadas con la gestión de recursos hídricos, incluyendo investigaciones aplicadas o programas de eficiencia hídrica que previamente no formaban parte de las prioridades en la agenda de políticas públicas. Estas nuevas áreas de interés, junto con restricciones sobre el uso de agua en exteriores, generaron una significativa reducción en la demanda de agua. Por ejemplo, en Southeast Queensland, la demanda doméstica de agua cayó un 60% hasta 33 gpcd (125 lcd); y desde entonces solamente se elevó hasta aproximadamente 45 gpcd (170 lcd). Estos ahorros retrasan o eliminan la necesidad de infraestructura de agua nueva y de aguas residuales de cara a la población futura y el desarrollo económico (Institute for Sustainable Futures, 2007).

Algunos servicios australianos tuvieron que elegir entre invertir en programas de eficiencia hídrica centrada en los usuarios (que conllevan costos operativos y reducen la demanda y renta del agua) e invertir en infraestructura para el suministro de agua (que requiere principalmente costos de capital). En la mayoría de los casos, optaron por inversiones basadas en la oferta en lugar de opciones basadas en la demanda, independientemente de la relación costo-beneficio de estas opciones (Institute for Sustainable Futures, 2007).

El reciclaje de agua de gran escala se ha implementado en prácticamente todas las ciudades principales de Australia a raíz de la sequía. El mayor es el Western Corridor Recycled Water Scheme, completado en 2008 con un costo de US$1.900 millones. La planta fue cerrada en 2013 para reducir costos de largo plazo, con preparativos para su reapertura en caso de que fuera necesaria el agua (Institute for Sustainable Futures, 2007).

Planificación. También se desarrollaron nuevas políticas. Por primera vez, los gobiernos contemplaron la "agilidad" de los planes de contingencia. Un ejemplo de esto se observa en la planta desalinizadora "lista para su construcción", como seguro en caso de que los niveles de las represas caigan por debajo de un umbral específico. Este enfoque en la planificación permite mayor flexibilidad de inversión en ítems de gran capital (Institute for Sustainable Futures, 2007).

Asimismo, la Sequía del Milenio dio lugar a la primera aplicación de la estrategia "lista para su construcción" para la capacidad de desalinización o de reutilización potable indirecta, o fuentes de aguas subterráneas "listas para usarse". Esto implica organizar la planificación y la implementación de obras de gran

costo de capital, para permitir la mayor flexibilidad posible dependiendo de las restricciones del agua y el clima (Institute for Sustainable Futures, 2007).

Por lo tanto, durante una sequía es esencial tener en cuenta un marco de planificación de recursos integrados que garantice que todas las opciones (oferta y demanda) hayan sido evaluadas y comparadas equitativamente, y que ese marco incluye riesgos y el espectro completo de costos y beneficios (Institute for Sustainable Futures, 2007).

Asociaciones. Fuertes alianzas, conocimiento compartido y coordinación entre diversas entidades, incluyendo estados, agencias, empresas de servicios públicos, investigadores e industrias, contribuyeron al éxito durante y tras la Sequía del Milenio. Por ejemplo, a lo largo de Australia, se apoyaron programas de "plomero verde" para promover que los comerciantes se involucraran en la tarea de mejorar la eficiencia de agua. En el Estado de Nueva Gales del Sur, por ejemplo, el "grupo de CEOs del Agua", compuesto por los líderes de todas las agencias relacionadas con el agua y los CEO de la empresa de agua, fue convocado y se le otorgó la responsabilidad de gestionar la respuesta a la sequía. Compartir información y experiencias a lo largo de la industria, entre empresas de servicios públicos en cada estado y entre agencias gubernamentales, también contribuyó al éxito. Por ejemplo, en Perth y Melbourne se compartieron encuestas y análisis detallados sobre la manera en que los usuarios utilizan el agua, dando lugar a una nueva era de detalladas predicciones sobre la demanda y potenciales ahorros basados en el sector y en los usuarios finales (Institute for Sustainable Futures, 2007).

Comunicación. La comunicación y los programas de participación pública para el ahorro relacionado con la situación de escasez de agua fueron fundamentales para el éxito de todas las iniciativas de ahorro de agua, a causa del apoyo comunitario y de las acciones populares. Por ejemplo, vincular el mensaje de las restricciones con la existencia de incentivos, reembolsos y otras iniciativas de ahorro de agua resultó un mecanismo muy efectivo para prevenir potenciales respuestas negativas (Institute for Sustainable Futures, 2007).

Cabe destacar que, a pesar del sentido de urgencia que implica la toma de decisiones durante una sequía, la participación ciudadana efectiva no demanda necesariamente procesos muy largos; y es fundamental para garantizar que las decisiones reflejen las preferencias de la comunidad. El compromiso, a su vez, origina apoyo popular. Las medidas rentables de ahorro de agua que no habían sido previamente implementadas a gran escala se desplegaron en estados y ciudades, como en el caso de los reembolsos para lavarropas de consumo eficiente en Australia Occidental (Institute for Sustainable Futures, 2007).

CALIFORNIA

Para la siguiente sección, los autores quisieran agradecer el apoyo de la empresa de servicios públicos de agua de San Francisco, San Francisco Water Utility, por brindarnos información relevante sobre el caso.

SECTOR HÍDRICO URBANO DE CALIFORNIA

Los datos de esta sección fueron tomados de un documento público del Public Policy Institute of California llamado "Building Drought Resilience in California's Cities and Suburbs" ("Generando Resilencia a las Sequías en las Ciudades y Suburbios de California"), de junio de 2017.

El estado de California es el más poblado de Estados Unidos, con 38 millones de habitantes. Los sistemas hídricos están muy descentralizados. Más de 400 servicios públicos minoristas están clasificados por el estado como proveedores urbanos de agua. Cada servicio público urbano abastece a por lo menos 3000 hogares y empresas; y muchos más abastecen a alrededor del 93% de la población del estado. El resto de los habitantes es atendido por aproximadamente 2.500 sistemas de agua comunitarios pequeños, mayormente rurales, que cuentan con entre 15 y 3.000 clientes; o por sistemas hídricos muy reducidos o pozos domésticos.

La mayoría de los pequeños proveedores privados de agua urbanos (83%) son agencias públicas locales. Alrededor de la mitad son departamentos de agua de la ciudad o el municipio, gobernados por los concejos o supervisores municipales. Un tercio corresponde a distritos especiales gobernados por concejos públicamente electos. El 17% restante está en manos de empresas privadas pertenecientes a inversores. Aproximadamente la mitad de todos los minoristas urbanos recibe una parte de su suministro de agua de proveedores de servicios públicos mayoristas. El mayor de estos, el Distrito Metropolitano de Agua del Sur de California, abastece casi a la mitad de los habitantes del estado, a lo largo de seis municipios.

Los principales entes públicos responsables de la supervisión y legislación de los sistemas de agua urbanos son el State Water Board (Junta Estatal de Agua), a cargo de la administración de derechos de agua y fiscalización de la calidad de agua; el Department of Water Resources o DWR (Departamento de Recursos Hídricos), a cargo de la planificación de recursos hídricos y de operar el State Water Project, el proyecto hídrico del estado; y la California Public Utilities Commission o CPUC (Comisión de Servicios Públicos de California), responsable de regular las tarifas de agua de proveedores privados.

IMPACTOS DE LA SEQUÍA

Los datos de esta sección fueron tomados de un documento público del Public Policy Institute of California llamado "Building Drought Resilience in California's Cities and Suburbs" ("Generando Resilencia a las Sequías en las Ciudades y Suburbios de California"), de junio de 2017.

La sequía de 1976-1977 fue una alerta en California y la primera sequía importante que tuviera lugar en áreas urbanas en el estado. Esta sequía cambió la manera en que los responsables de las políticas y los gerentes de las empresas públicas de agua consideraban al agua. También expuso la deficiencia de la planificación previa del abastecimiento de agua y destacó la necesidad de mayor diversificación en su provisión. Asimismo, demostró que las transferencias e intercambios de agua pueden ayudar a mitigar los peores efectos de las sequías; y subrayó la necesidad de reformar las leyes vinculadas con los derechos sobre el agua, para facilitar estos intercambios.

La sequía de 1987-1992 fue la más extensa que California haya experimentado desde la década de 1930. Trajo como consecuencia transferencias de agua y que la conservación y el reciclaje se volvieran elementos fundamentales de la planificación y gestión urbana en California. Los aspectos principales de la sequía de 2007-2009 fueron las metas de conservación y la imposición de restricciones a la exportación en el delta Sacramento-San Joaquin (el núcleo para transportar agua del Central Valley Project y del proyecto hídrico del estado, desde las cuencas hídricas en las montañas del estado hasta campos y ciudades alejadas).

La sequía de 2014-2016 tuvo un amplio abanico de impactos y dio lugar a una variedad de respuestas a nivel local, incluyendo la disponibilidad reducida de una o más fuentes de abastecimiento (71%); problemas con la calidad del agua (40%); dificultades o daños relacionadas con la gestión de infraestructura (21%); robos de agua (18%) y varios desafíos vinculados con la gestión de cuencas y servicios, como las aguas residuales.

El impacto sobre la agricultura fue dramático, con pérdidas directas por más de US$1.800 millones. Asimismo, se perdieron 21.000 empleos agrícolas de temporada y de medio tiempo; y 540.000 acres, es decir el equivalente a 5% de las tierras agrícolas totales del estado, cesaron su producción. El impacto sobre el agua potable también fue significativo, reportándose 2.611 pozos en niveles críticos o completamente secos. CalFire respondió a 6.335 incendios forestales en el estado durante 2015, desde un promedio de de 4.588 en cinco años. Los incendios de 2015 provocaron la pérdida de 307.598 acres, contra 109.989 acres que eran el promedio en cinco años. Los peces y la vida salvaje también sufrieron impactos severos.

IMPACTOS FINANCIEROS Y ECONÓMICOS

Los datos de esta sección fueron tomados de un documento público del Public Policy Institute of California llamado "Building Drought Resilience in California's Cities and Suburbs" ("Generando Resiliencia a las Sequías en las Ciudades y Suburbios de California"), de junio de 2017.

Tanto la sequía como las acciones implementadas para responder a la misma tuvieron importantes repercusiones sobre las finanzas de los proveedores de agua, así como también algunos efectos más limitados sobre las economías locales en su área de servicio. Más del 60% de los proveedores reportó que la

sequía redujo en cierto grado o significativamente sus ingresos y su posición neta financiera. Los costos operativos asociados con las actividades de gestión de sequías, como mayor contacto por parte de los clientes, aplicación de restricciones al uso de agua e implementación de programas de conservación del agua, también aumentaron. En todo el estado, es probable que los recortes totales en las recaudaciones de empresas proveedoras de agua urbanas hayan sumado cerca de US$1.000 millones en 2015, de los cuales más de la mitad se relacionan con medidas para aplacar la crisis.

Como se observó anteriormente, el 75% de los proveedores de agua ajustó sus tarifas en respuesta a la sequía; y muchos también establecieron penalidades financieras (79%) o recargos por sequía. Las inquietudes por la gravedad de la sequía invitaron al estado a intervenir de nuevas maneras, así como a adoptar un enfoque más activo en la gestión de la demanda en el corto plazo. En 2015, por ejemplo, el estado dio por primera vez el paso de emitir una orden a nivel estatal para la preservación del agua urbana. A pesar de que los habitantes de California respondieron con creces al mandato, la normativa dio lugar a una gran discordia entre los proveedores de agua a nivel estatal y local, instituciones que deben trabajar juntas para proteger a sus habitantes y a la economía de los efectos más severos de las sequías.

Durante las etapas iniciales de la sequía, el gobernador de California, Jerry Brown, declaró el estado de emergencia, solicitando a la población reducir voluntariamente su uso del agua en un 20%; y también ordenando a los proveedores de agua urbana que inmediatamente implementaran sus planes de contingencia para escasez de agua. Las acciones iniciales para evitar desperdiciar agua incluyeron pedirles a los proveedores que establecieran límites al riego y aprobaran modestas prohibiciones sobre, por ejemplo, la limpieza de aceras y entradas de auto con agua potable, y que permitieran escorrentías en casos de riego con agua potable. En la mayoría de las áreas, las metas de reducción voluntaria no fueron alcanzadas. En respuesta al empeoramiento de las condiciones de la sequía, el gobernador Brown anunció la primera reducción obligatoria del uso de agua urbana a nivel estatal en abril de 2015, llamando a que la población redujera su consumo de agua urbana potable en un 25% con respecto a los niveles previos a la sequía. Esto marcó la primera vez que las autoridades del estado estipularon una reducción de agua urbana a nivel estatal.

Los programas más activos han sido aquellos que apuntaron al uso de agua en exteriores, que representan la mitad del consumo de agua en California y hasta el 80% en ciertas áreas calurosas y secas del interior. Los programas de conversión de césped han sido especialmente populares, con clientes que pagan desde US$0,50 hasta US$5,00 por pie cuadrado de césped reemplazado por jardines de bajo consumo de agua. Mientras que algunos proveedores ofrecen programas de bonificación por reemplazo del césped desde hace muchos años, actualmente muchos más están ofreciendo estos programas a sus clientes, y reportan que la demanda de la clientela normalmente excede el presupuesto de los programas.

Acciones en las siguientes cinco áreas pueden servir como recomendaciones para mejorar en adelante la resiliencia a las sequías:

- **Coordinar la planificación e implementación de contingencia para escasez de agua:** La prueba de esfuerzo que adoptó el estado hacia el final de la sequía, que permitió a las empresas de servicios públicos locales prescindir de la obligación de conservación si podían demostrar suministros resilientes a la sequía, constituye un gran modelo en este contexto.

- **Fomentar la flexibilidad e integración del sistema hídrico:** Entre las prioridades, se encuentran las inversiones locales y estatales en enfoques regionales cooperativos, relacionados con le gestión del suministro de agua y la mayor atención al contexto regulatorio en el que se planifica, invierte y toman las decisiones.

- **Aumentar la resiliencia fiscal de los proveedores de agua:** Las empresas proveedoras de servicios pueden mejorar su capacidad de resistir futuras sequías siendo más proactivas en la fijación de precios en tiempos de sequía y en la comunicación con el cliente.

- **Abordar el déficit en comunidades y ecosistemas vulnerables:** No alcanza con simplemente reducir el consumo de agua en las ciudades para brindar una asistencia significativa a las comunidades rurales y los ecosistemas en riesgo. El estado necesita tomar el mando para mejorar la preparación ante sequías y responder a estos sectores vulnerables.

- **Equilibrar la eficiencia del consumo de agua a largo plazo y la resiliencia a las sequías:** Mientras los gerentes de agua buscan generar ganancias a largo plazo en preservación, deben reconocer que la reducción del consumo de agua de los paisajes urbanos dificultará la capacidad de reducirlo rápidamente durante futuras sequías. Las sequías prolongadas pueden perturbar el servicio, dañar a clientes y debilitar las finanzas de las empresas de servicios públicos.

El efecto de la orden sobre el uso urbano de agua fue significativo e inmediato. Comenzó a ahorrarse agua en abril de 2015, inmediatamente después de la orden ejecutiva del gobernador Brown. El índice de ahorro acumulado entre junio de 2015 y febrero de 2016 fue de 24%, apenas por debajo del 25% exigido por el gobernador.

RESPUESTA A LA SEQUÍA EN CALIFORNIA

Mejora de los estándares de eficiencia del agua

La sequía intensificó la adopción de tecnologías de riego para cultivos que ya las usaban, y su adopción por parte de cultivos que hasta el momento empleaban métodos de irrigación tradicionales. California ha sido líder en la promoción de estándares de eficiencia de uso del agua para instalaciones y accesorios de plomería de interiores desde la sequía de 1976–77 (Instituto de Política Pública de California, junio de 2017).

Actualmente, California cuenta con las normas de eficiencia de agua más estrictas del país en cuanto a instalaciones de plomería. Los inodoros y orinales nuevos no pueden utilizar más de 1,28 y 0,125 gpf (galones por descarga), respectivamente. Los cabezales de las duchas fueron limitados a 2,0 gpm (galones por minuto); y luego se los redujo hasta un límite de 1,8 gpm en 2018. Los grifos de baños, cocinas y lavabos públicos no pueden tener descargas superiores a 1,2, 1,8 y 0,5 gpm, respectivamente. El estado también ha impulsado agresivamente mayor rigurosidad en los estándares de eficiencia de agua para los lavarropas. Un lavarropas doméstico típico, fabricado en la década de 1990, utilizaba alrededor de 12 galones por pie cúbico de capacidad. En 2015, la cantidad permitida para lavarropas de carga superior y frontal se acotó a 8,4 y 4,7 galones, respectivamente. Estas exigencias de eficiencia han logrado que las viviendas nuevas y remodeladas generen una “huella hídrica” mucho menor a

la de casas viejas y, sumadas a programas de acondicionamiento patrocinados por las empresas proveedoras de servicios públicos, han resultado fundamentales para disminuir el uso doméstico de agua en interiores (Instituto de Política Pública de California, 2017).

La grave situación en que se encontró California ha derivado en nuevas políticas hídricas sobre el agua reciclada. Según la Junta Estatal para el Control de los Recursos del Agua (División de Asistencia Financiera, Encuesta Municipal sobre Reciclaje de Aguas Residuales), el agua reciclada o las aguas residuales municipales tratadas cubren el 7% de la demanda de agua anual de este estado. El uso de agua reciclada aumentó significativamente entre 1970 y 2009, desde 175.000 acres-pies por año hasta 669.000 acres-pies por año. El uso de agua reciclada en California abarca los siguientes ítems: embalses recreativos (4%); sistemas naturales (5%); riego agrícola (37%); riego de jardines (18%); recarga de aguas subterráneas (10%); riego de campos de golf (6%); barrera contra la intrusión salina (8%); y producción de energía geotérmica (2%).

Más del 70% de los proveedores de agua urbana impusieron restricciones obligatorias sobre la cantidad y tipo de uso (como limitaciones sobre el riego de jardines). Prácticamente todos los proveedores de agua urbana implementaron programas públicos de educación y brindaron kits de conservación a sus clientes, que incluían elementos como cabezales de ducha de bajo flujo, mochilas de baño y detectores de fuga de inodoros; y alrededor de un tercio de estas empresas ofreció a sus clientes auditorías de agua e incentivos para inodoros de flujo extra bajo (Dixon et al., 1996).

Los programas de gestión de demanda a largo plazo han contribuido significativamente a la reducción sostenida del consumo de agua per cápita en las ciudades, que comenzó en la década de 1990. En 2010, el uso urbano diario de agua fue en promedio de 178 galones per cápita, lo que implicó un decrecimiento desde los 220 en el año 2000. La mayoría de los beneficios a largo plazo en la eficiencia hídrica han sido en interiores, a lo cual contribuyó la adopción de instalaciones y accesorios de plomería de bajo flujo (Instituto de Política Pública de California, 2017).

Auto-Certificación: En mayo de 2016, tras un invierno casi normal y condiciones mejoradas de almacenamiento de agua, la Junta Estatal de Agua reemplazó la norma de conservación por un proceso de auto-certificación. Esto les permitió a los proveedores poder elegir no participar de las metas de conservación vigentes en todo el estado, en caso de que pudieran demostrar que contaban con las provisiones adecuadas para sobrevivir al menos tres años más de sequía sin tener que recurrir a un racionamiento obligatorio. Los nuevos estándares entraron en vigencia en junio de 2016, hasta que la emergencia por la sequía cesó, en abril de 2017. Las empresas proveedoras de agua podían renunciar a esta auto-certificación en tanto obedecieran el mandato estatal. Solamente el 8% eligió esta alternativa (Instituto de Política Pública de California, 2017).

La Junta Estatal de Agua tomó una serie de medidas para abordar la progresiva gravedad de las condiciones de suministro de agua en todo el estado.

La figura siguiente ofrece una línea de tiempo de estas medidas (Instituto de Política Pública de California, San Francisco Water Power Sewer Drought Report: 2014-2016).

CRONOLOGÍA DE LA SEQUÍA

2014

Conservación promovida por el Estado

Enero de 2014, el Gobernador declara emergencia por sequía y pide 20% de conservación de agua urbana en todo el estado

31 de enero de 2014, reducción voluntaria del consumo de agua por lo menos del 10% a nivel estatal

Informes de consumo urbano de agua

12 de agosto de 2014, reducción obligatoria del 10% sobre riego exterior en línea con las regulaciones de emergencia de la Junta de Agua del estado

Aplicación generalizada de medidas de gestión de la demanda y planes de contingencia ante escasez de agua

Ahorros entre todo el estado: 10%

2015

Conservación mandato del Estado

Abril 2015
El gobernador ordena una reducción del uso de agua del 25% en todo el estado en comparación con la línea de base del 2013

1 de julio de 2015, Reducción de un 25% en el comercio de agua potable para riego al aire libre

Mayor uso de "palos" (sanciones, recargos, restricciones de uso)

Junio de 2015
Junta de Agua adopta regulaciones obligatorias de conservación

2016

Ampliación de conservación obligatoria de la Junta de Agua

Febrero de 2016
La Junta de Agua amplía regulaciones obligatorias de conservación

Mejoras en la eficiencia de los sistemas de riego

Junio de 2016
Junta de Agua del estado autoriza a las agencias a que auto-certifiquen poseer reservas de agua en caso de sequía

Popularización de auto-certificación de resiliencia por reservas ante sequías

Ahorros entre todo el estado: 20%

2017

Auto-certificación

Junio 2017
Agencias del Juntas de Agua autorizan auto-certificación de posesión de reservas de agua en caso de sequía

Abril 2017
El Gobernador declara fin del estado de emergencia por sequía y anuncia estrategia de conservación a largo plazo

Ahorros entre todo el estado: 20% (rango regional 17-26%)

Mediante su programa de conservación, California ha logrado reemplazar 80.000 inodoros y 30.000 lavarropas. Otras medidas incluyen la mezcla de aguas subterráneas con reservas de aguas superficiales; nuevos pozos de aguas subterráneas en San Francisco; equilibrar la gestión de aguas subterráneas y de aguas superficiales; utilizar agua no potable para la limpieza de calles designadas y planes para tratar aguas subterráneas que estorban bajo la superficie para las necesidades adicionales de limpieza de calles (Instituto de Política Pública de California, San Francisco Water Power Sewer Drought Report: 2014-2016).

Medidas de conservación: Los planes para el período 2015-2040 incluyen bonificaciones para mingitorios, bonificaciones para la instalación de sistemas de descarga automática en mingitorios, bonificaciones para inodoros, inflación de sistemas de descarga automática en inodoros en unidades familiares, instalación de sistemas de descarga automática de inodoros en unidades multifamiliares y no residenciales; incentivos para aguas grises y barriles de lluvia residenciales; educación y divulgación; auditorías e informes; y distribución de artefactos (Instituto de Política Pública de California, San Francisco Water Power Sewer Drought Report: 2014-2016).

Aspectos del cambio climático: Las antiguas preocupaciones de California sobre los recursos hídricos han ido aumentando dados los impactos del cambio climático. Estos impactos afectan la disponibilidad, calidad y distribución de agua mediante, entre otros factores, temperaturas superiores; patrones modificados de precipitaciones y escorrentía; elevación del nivel del mar; pérdida de almacenamiento natural de nieve; y mayor frecuencia de eventos climáticos extremos (Departamento de Recursos Hídricos de California, 2008). A pesar de que este estado ha sufrido múltiples sequías que se extendieron durante años, desde 1900 (Estado de California et al., 2014), la evidencia indica que el cambio climático ha amplificado significativamente la magnitud de estos eventos (Williams, 2015), lo que provoca impactos económicos y sociales considerables. Por ejemplo, durante la sequía de 2013/14, el período de 12 meses más árido que se haya registrado, hubo menos del 34% de las precipitaciones promedio (Swain et al., 2014); y la sequía de 2016 dio lugar a pérdidas por US$600 millones y 4.700 puestos de trabajo en todo el estado (Medellín-Azuara et al., 2016). Por lo tanto, los planificadores de agua enfrentan el desafío de ver cómo contemplar los impactos del cambio climático en el proceso de toma de decisiones (California Department of Water Resources, 2009); y las estrategias de adaptación son imperativas para que la comunidad hídrica de California pueda aumentar su resiliencia, reducir riesgos y mejorar la sostenibilidad (Departamento de Recursos Hídricos de California, 2008).

California es pionera en acciones climáticas, con un extenso historial de redacción de legislación, regulaciones y órdenes ejecutivas para reducir emisiones de gases invernadero mientras enfrenta los impactos del cambio climático. La Estrategia de Adaptación al Cambio Climático de California (o CAS) actualizada en 2018, el primer paso para reducir la vulnerabilidad del estado, destacó la necesidad de cambiar la gestión y utilización del agua, considerando los impactos del cambio climático que probablemente lleven al aumento de la competencia por los limitados recursos hídricos entre usos urbanos y agrícolas (Agencia de Recursos Naturales de California, 2009)

COMUNICACIÓN Y EDUCACIÓN

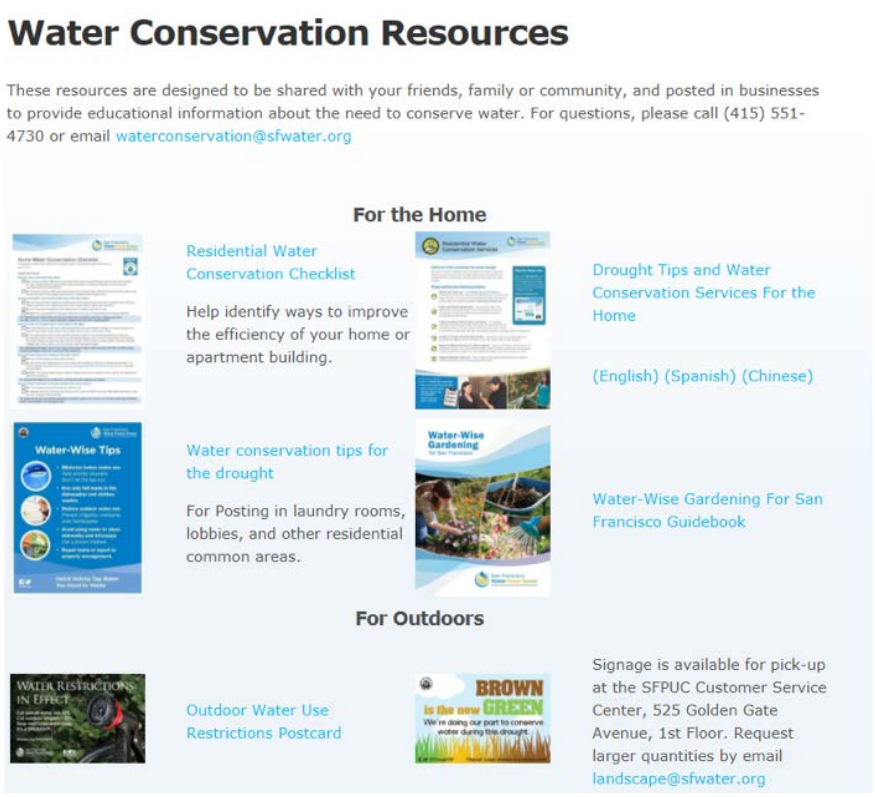
En California, los programas de difusión y educación fueron clave para implementar ahorro de agua y medidas relacionadas. Por ejemplo, en junio de 2014, la SFPUC lanzó una campaña de educación pública multilingüe en toda la ciudad, "La Conservación de Agua es Inteligente y Sexy ("Water Conservation is Smart and Sexy").

Los destinatarios de la campaña eran la población general y el objetivo era generar conciencia para introducir consejos diarios e información sobre ahorro de agua y sequía.

Una serie de mensajes diseñada para diversas plataformas y formatos, como digital, prensa y medios (tanto redes sociales como medios tradicionales) se destinó a promover conductas positivas en términos de prácticas de uso de agua e infraestructura hídrica doméstica eficiente (nueva, reparada y mejorada).

El sitio web de conservación del agua de la Comisión de Servicios Públicos de San Francisco (SFPUC, por su sigla en inglés) reunió contenido sobre la campaña y más información acerca de los servicios ofrecidos.

Otros recursos de conservación de agua. **Captura de pantalla del sitio web.**



La SFPUC también implementó un programa de educación pública sobre actividades despilfarradoras de agua restringidas por el estado, como lavado de aceras en exteriores, riego de jardines y la operación de mangueras sin boquilla de rociado con cierre automático. Las acciones incluían mensajes específicamente dirigidos a cuentas de usuarios de gran consumo, individuos que demostraran derroche de agua en exteriores y propiedades comerciales que realizaran el mantenimiento de pavimentos y aceras de exteriores (San Francisco Power Water Sewer Drought Report: 2014-2016, noviembre de 2016).

Asimismo, la SFPUC estableció un informe de desperdicio de agua y un sistema de seguimiento mediante el centro único de operación telefónica y en línea de la ciudad de San Francisco 3-1-1. A lo largo de un período de 10 años, la Comisión de Servicios Públicos de San Francisco observó una reducción en el consumo, desde 223 litros diarios por persona (lpd) en promedio, hasta 185 lpd entre usuarios residenciales (San Francisco Power Water Sewer Drought Report: 2014-2016, noviembre de 2016).

¿Persistirán los ahorros de agua? Datos tomados entre junio y diciembre de 2016 mostraron una leve caída en la conservación, pero los ahorros se mantuvieron altos, siendo los ahorros acumulados aproximadamente de 20% en agua urbana con respecto a 2013. Para las empresas proveedoras de agua, la pregunta mayor es cuántas de estas reducciones en el consumo de agua logradas durante la sequía serán temporarias y cuántas permanentes. Alrededor del 60% de los proveedores indicó que probablemente reevaluarían sus pronósticos de demanda de agua en virtud de la sequía. No obstante, es demasiado pronto para saber cómo evolucionará la demanda urbana a largo plazo. En cuanto a las mejoras en la eficiencia de accesorios de plomería de interiores que se realizaron en viviendas y compañías, estos ajustes en su consumo de agua serán permanentes. Todo esto indicaría que mientras determinado grado de rebote en el consumo es inevitable, el uso per cápita puede nunca volver a ser el mismo que era previo a la sequía (Instituto de Política Pública de California, 2017).

ALGUNAS CONSIDERACIONES ACERCA DE CIUDAD DEL CABO, SUDÁFRICA

Contexto. Ciudad del Cabo, hogar de cuatro millones de personas que reciben a dos millones de turistas al año, atraviesa una sequía muy severa desde 2015. Esta ha empeorado significativamente con el correr del tiempo, con precipitaciones totales de alrededor del 50% al 75% del promedio a largo plazo. Se considera que ciertos factores socioeconómicos han incidido, empeorando la crisis hídrica. La población de Ciudad del Cabo creció 2,6% entre 2001 y 2011, debido a la migración rural-urbana hacia esta ciudad (Wolski, 2018).

Costo económico. La economía de la Provincia Occidental del Cabo representa aproximadamente el 13% de la economía nacional. La industria vitivinícola, una de las mayores exportadoras, ha sido duramente golpeada por la sequía, y ahora ha caído un 20%. La producción de frutas y vegetales (cebollas, patatas y tomates) se ha reducido en 15%.

Tensión política. Enfrentar la crisis ha demostrado ser difícil, debido a la inercia burocrática y a las tensiones entre los gobiernos nacional y provincial, en manos de partidos políticos opuestos (Wolski, 2018).

Suministro de agua. El suministro de agua de Ciudad del Cabo se basa casi exclusivamente en las reservas de aguas superficiales. Existen 14 reservorios, de los cuales alrededor de la mitad (el "gran seis") almacena aproximadamente el 99% del agua (Wolski, 2018). La capacidad de estos ha disminuido dramáticamente con el paso del tiempo: en 2014, se encontraban al 100% de su capacidad; en 2015, el nivel era de 75%; en 2016, se hallaban en 62%; y en 2017, su capacidad apenas alcanzaba al 33%.

Medidas. En septiembre de 2017, Ciudad del Cabo introdujo estrictas restricciones al uso de agua, imponiendo un límite de 87 litros (o 23 galones) diarios por persona. Mientras que estas restricciones eran voluntarias porque no había manera real de hacerlas cumplir a gran escala, resultaron bastante exitosas; el consumo de agua cayó un 25% en comparación con años anteriores. A fines de 2017, sin embargo, las consecuencias de las restricciones al consumo de agua fueron limitadas, ya que solamente el 33% de los usuarios se encontraba por debajo de la meta de 87 litros diarios por persona.

Asimismo, funcionarios locales presentaron un ambicioso plan para proveer a la ciudad con recursos hídricos adicionales (mayormente de desalinización y aguas subterráneas), equivalentes a ampliar el sistema en un 50% en menos de un año (Wolski, 2018). No obstante, se volvió rápidamente evidente que implementar estas medidas sería prácticamente imposible en tan poco tiempo, porque:

- Existían dos potenciales acuíferos subterráneos, pero no estaban desarrollados para ser explotados y se requería su rápida protección;
- Con respecto a fuentes alternativas, la reutilización y desalinización del agua eran tecnologías posibles, pero su implementación a gran escala sería un desafío financiero y de ingeniería colosal, debido a los acotados plazos (Wolski, 2018).

En febrero de 2018, las restricciones al consumo de agua se intensificaron aún más, hasta alcanzar los 50 litros (13 galones) diarios por persona (lo que implica que los inodoros solamente pueden descargarse una vez y las duchas deben limitarse a 10 litros), multando a aquellas viviendas que consumieran más de 6.000 litros por mes. Siete programas, incluyendo perforaciones y regímenes de desalinización, están en marcha para elevar la producción de agua.

Actualmente, la ciudad está implementado el nivel seis de restricción de agua, que son las medidas más drásticas adoptadas hasta el momento (Ciudad del Cabo 2018). Hasta el 1 de enero de 2018, estas incluían:

- Prohibir el uso del agua potable de la ciudad para la jardinería, el llenado de piscinas o el lavado de autos;
- Los productores agropecuarios deben reducir su consumo en 60%;
- Las instituciones y empresas deben recortar su consumo casi a la mitad;
- Los hoteles han quitado los tapones de las habitaciones para prevenir que los huéspedes tomen baños de inmersión.

Ciudad del Cabo se encuentra en riesgo de convertirse en la primera gran ciudad del mundo en quedarse sin agua. El día que no salga más agua de los grifos es denominado Día Cero, y ocurrirá si los niveles en las represas descienden por debajo del 14%. Si bien la fecha exacta en que tendrá lugar al Día Cero es difícil de predecir, dado que alcanzar el umbral del 14% dependerá de las precipitaciones y de la disponibilidad de agua, se prevé que los grifos de Ciudad del Cabo se quedarán sin agua en 2019. La mayoría de las proyecciones científicas anuncian un clima más cálido y más árido para Ciudad del Cabo, forzando que se reduzcan de manera sostenida la demanda y el consumo de fuentes alternativas.

LECCIONES APRENDIDAS PARA FUTURAS SEQUÍAS

Cada gran sequía da lugar a oportunidades para aprender lecciones que ayuden a la gestión de la siguiente. Esto es particularmente relevante en América Latina y el Caribe, donde los efectos del cambio climático en tanto sequías e inundaciones se están volviendo más frecuentes e intensos, han afectado áreas rurales y han resultado devastadores para el abastecimiento de agua de las ciudades.

Infraestructura de agua y saneamiento. Al contemplar el costo de los proyectos de infraestructura de suministro de gran escala, estos deben ser analizados conjuntamente con los costos inmediatos y a largo plazo de la sequía, ponderando especialmente la reducción de la actividad económica. Dependiendo del contexto, las grandes obras de infraestructura pueden resultar más costosas y requerir mayores plazos de implementación y resultados. Por lo tanto, mientras que un programa único basado en la demanda puede ahorrar menos agua de la que podría producir la infraestructura de gran escala, esto no es suficiente para justificar la priorización de las opciones basadas en la oferta (Alliance for Water Efficiency, Institute for Sustainable Futures, University of Technology Sídney Pacific Institute, 2016).

Como se observó en Australia, el depender de una única fuente que a su vez depende de las precipitaciones es algo que aumenta la vulnerabilidad ante las sequías, mientras que diversificar la cartera de suministro de agua puede ayudar a reducir dicha exposición. Como respuesta a los niveles decrecientes de las represas, Australia realizó inversiones masivas en colosales nuevas reservas de agua, incluyendo US$7.200 millones en seis plantas de desalinización y varias plantas de agua reciclada. Los usuarios aún están repagando costos de capital sustanciales a través de significativos aumentos en las tarifas de agua, en tanto obtienen un beneficio mínimo. Mientras que estas plantas cerradas podrían activarse de ser necesarias (ofreciendo un beneficio en seguridad), las tecnologías de los tratamientos también podrían volverse obsoletas antes de ser necesarias, de modo que podrían requerir significativas inversiones para devolverlas a la red. Estos ejemplos destacan los riesgos asociados con la construcción de nuevas, grandes y costosas fuentes que cubran la demanda en tiempos de sequía (Alliance for Water Efficiency, Institute for Sustainable Futures, University of Technology Sídney Pacific Institute, 2016).

Asimismo, se implementaron iniciativas de gran escala para reutilizar aguas residuales, como el Proyecto de Agua Reciclada del Corredor Occidental ("Western Corridor Recycled Water Scheme"), que han dado lugar a una demanda significativamente menor (Alliance for Water Efficiency, Institute for Sustainable Futures, University of Technology Sídney Pacific Institute, 2016). Muchas de las mayores ciudades de Australia actualmente cargan con un mayor consumo eléctrico para proveer agua que el que tenían antes de la sequía, ya que las plantas de desalinización y redes de tuberías interconectadas asociadas requieren bombas adicionales (Alliance for Water Efficiency, Institute for Sustainable Futures, University of Technology Sídney Pacific Institute, 2016).

Más aún, la gestión de demanda de agua ha resultado muy exitosa para reducir la demanda a largo plazo; y ha contribuido a ahorros a corto y largo plazo. Sin embargo, el estudio de inversiones, los equipos de implementación de modelos y los programas en sí mismos se han reducido significativamente desde el fin de la sequía. Genera una gran preocupación entre las empresas de servicios públicos de Australia el que los potenciales ahorros estén viéndose erosionados por la falta de continuidad de estos programas, la falta de comunicación con los clientes sobre la necesidad de mantener bajos los niveles de consumo de agua y la pérdida de conocimiento industrial (Alliance for Water Efficiency, Institute for Sustainable Futures, University of Technology Sídney Pacific Institute, 2016).

Un enfoque de planificación de costo mínimo podría ayudar a evitar errores onerosos. Esto requiere considerar todo el abanico de medidas de oferta y demanda; y priorizar las medidas de menores costos por unidad. Por ejemplo, respondiendo a la sequía de 1987-1992, muchas comunidades de California, especialmente las del sur, tomaron medidas para desarrollar fuentes de agua alternativas, como agua reciclada y aguas salobres subterráneas; y para expandir su conocimiento de programas de eficiencia (Alliance for Water Efficiency, Institute for Sustainable Futures, University of Technology Sídney Pacific Institute, 2016).

Aguas subterráneas. En épocas de sequía, los usuarios como productores agrícolas y otros terratenientes utilizan el agua subterránea para suplementar la provisión de las aguas superficiales. En California, por ejemplo, hasta hace poco, este uso normalmente no estaba regulado. Y a pesar de que el estado aprobó legislación en 2014 para prevenir el uso no sostenible de aguas subterráneas, según el Servicio de Estudios Geológicos de los Estados Unidos, se calcula que los acuíferos del Valle Central necesitarán al menos 50 años para volver a llenarse naturalmente (Halverson, 2015).

La situación en Australia y Ciudad del Cabo también es complicada: En Australia, los índices de extracción de aguas subterráneas aumentaron un 100% entre comienzos de la década de 1980 y comienzos de la década del 2000, reflejando tanto el crecimiento demográfico como el uso comercial de depósitos de agua subterránea. En Ciudad del Cabo, para evitar gastar en proyectos de infraestructura de gran escala, la ciudad está construyendo tres plantas de desalinización temporarias. No obstante, está realizando cientos de perforaciones, lo que conlleva el riesgo de sobreexplotar las aguas subterráneas, como ocurrió en California.

Integración. Los sistemas de gestión del agua en California están muy fragmentados, existiendo más de 400 proveedores de agua, cada uno con al menos 3.000 clientes. Esta fragmentación dificulta la coordinación de actividades y reduce las economías de escala a la hora de desarrollar programas e iniciativas de gestión de demanda, incluyendo las comunicaciones (Instituto de Política Pública de California, 2017).

En Australia, para evitar la fragmentación, el gobierno local estableció la Comisión de Agua de Queensland ("Queensland Water Commission"), a la que se le otorgó la función de establecer políticas generales, de planificación y regulatorias para la coordinación de información sobre consumo de agua, desarrollo de estrategias e implementación de proyectos entre servicios hídricos previamente fragmentados y gestionados por concejos individuales (Alliance for Water Efficiency, Institute for Sustainable Futures, University of Technology Sídney Pacific Institute, 2016).

Coordinación y planificación. Las lecciones principales de la sequía de California en términos de planificación y respuestas urbanas ante sequías están relacionadas con la compresión de cómo el estado y los proveedores de agua locales pueden trabajar juntos de la mejor manera, en las siguientes áreas interrelacionadas:

1. Coordinando planes de contingencia ante escasez de agua y su implementación (evaluaciones anuales de oferta y demanda, planes de asignación);
2. Fomentando la flexibilidad e integración de los sistemas hídricos;
3. Aumentando la resiliencia fiscal de las empresas proveedoras de agua;
4. Atendiendo la escasez de agua en comunidades y ecosistemas vulnerables;
5. Equilibrando la eficiencia a largo plazo del uso de agua y la resiliencia ante sequías;
6. Incentivando las asociaciones regionales para mejorar la fiabilidad del suministro de agua;
7. Motivando la participación comunitaria y manteniendo el apoyo público para proyectos hídricos;
8. Implementando un enfoque de "*nada que lamentar*": conservación, aguas recicladas, aguas subterráneas, pérdidas de agua, sistemas de agua *in situ*.

(Instituto de Política Pública de California, 2017)

Además de los esfuerzos de planificación, se han llevado a cabo acciones para responder a sequías recientes. Éstas incluyeron más fondos federales, cambios en las políticas y acciones regulatorias (NRDC, 2015; Taylor, 2016). Por ejemplo, se brindó financiamiento para la construcción de nuevas plantas de tratamiento de aguas residuales y para mejorar la eficiencia hídrica (Taylor, 2016); y en 2015 se ordenó una reducción obligatoria del 25% en el consumo de agua en todo el estado (Oficina del Gobernador Edmund G. Brown, 2015).

Respuestas adicionales incluyen la adopción de nuevos estándares de eficiencia de plomería; actualización de una ordenanza para aumentar la eficiencia del uso de agua destinada a jardinería; la exigencia de planes de gestión y prácticas de gestión eficiente para proveedores de agua para agricultura (NRDC, 2015). Más aun, se financiaron campañas de eficiencia y programas de reembolso para promover la conservación (Taylor, 2016). No obstante, existe un área importante que ha sido pasada por alto en California, dado que no se ha estipulado una meta de ahorro de agua para el sector agrícola, que emplea casi cuatro veces la cantidad de agua utilizada en áreas urbanas, pudiendo representar significativos ahorros (NRDC, 2015).

Fijación de precios. Los gerentes de empresas de servicios públicos son susceptibles a la caída de las ventas producto de las acciones en respuesta a la sequía. En California, las preocupaciones por obtener menores ganancias a corto plazo constituyen una barrera significativa para el desarrollo de programas de eficiencia hídrica. Sin embargo, las inversiones resultan típicamente menos costosas que ampliar la producción (Alliance for Water Efficiency, Institute for Sustainable Futures, University of Technology Sídney Pacific Institute, 2016).

Existen numerosas estrategias disponibles para ayudar a que estas empresas puedan lidiar con la menor facturación a corto plazo, como la implementación de sobrecargos por sequía, la construcción de reservas y el evitar los contratos "take-or-pay". Las empresas proveedoras de agua se beneficiarían al mejorar los esfuerzos de compromiso con sus clientes para generar confianza y educar a los usuarios sobre los sistemas hídricos, los costos de mantenimiento que conllevan y los ahorros a largo plazo, producto de invertir en eficiencia. Esta fue una oportunidad desperdiciada por Australia, donde el apoyo público se logró por la mera cantidad de comunicación y la urgencia de invertir en ahorro de agua, en lugar de obtenerse mediante una campaña específicamente diseñada que explicara los costos y beneficios relativos de las diversas estrategias (Alliance for Water Efficiency, Institute for Sustainable Futures, University of Technology Sidney Pacific Institute, 2016).

SABESP implementó en RMSP mecanismos de fijación de precios, como recargos por sequía o "aranceles-reembolsos" (que premian a los usuarios con poco consumo y aumentan las tarifas de los que tienen gran consumo). Los grupos representativos de clientes plantearon inquietudes sobre estos mecanismos, con respecto a cómo afectarían potencialmente de manera desproporcionada a las viviendas más humildes o a inquilinos, que cuentan con una menor capacidad para instalar accesorios de eficiencia hídrica en comparación con los propietarios. Sin embargo, tras la sequía, los precios se aumentaron de todas maneras, para repagar la infraestructura de suministro de gran escala.

Información. La experiencia de Australia muestra lo importante que es contar con información fiable sobre el uso de agua y los impactos, costos y beneficios de las medidas disponibles para aumentar la oferta y reducir la demanda. En el sudeste de Queensland, por ejemplo, sumar los datos de demanda de más de 20 empresas proveedoras de servicios fue una tarea ardua, pero hizo una gran diferencia en cuanto a la gestión de la crisis. La carencia de información puede obstaculizar los esfuerzos en la efectiva y eficiente gestión de los recursos hídricos. Por ejemplo, si no están disponibles los datos sobre la penetración de mercado de varios aparatos como lavarropas e inodoros eficientes, planear el despliegue rápido de programas de eficiencia de agua resulta más difícil. (Alliance for Water Efficiency, Institute for Sustainable Futures, University of Technology Sídney Pacific Institute, 2016).

Innovación y tecnología (digital). Las Tecnologías Inteligentes para Infraestructura Hídrica (SWIT) tienen el potencial de contribuir significativamente a los servicios mejorados de suministro y a la eficiencia de las empresas proveedoras de servicios hídricos, reduciendo costos y pérdidas de agua, simplificando la operación y el mantenimiento y mejorando la información y gestión de activos en las empresas proveedoras de agua, lo cual la toma de decisiones basada en información (Arniella, 2017). Por lo tanto, invertir en estas tecnologías resulta particularmente relevante en términos de la gestión del suministro de agua.

SWIT abarca, entre otras cosas, tecnologías como la detección *activa de fugas*, que se combina con los *Sistemas de Gestión de la Información y la Gestión de la Presión* como medios para monitorear efectivamente las redes de agua e identificar y reparar fugas con facilidad. Como la información puede ser complementada por sistemas de monitoreo de calidad del agua y de recolección de datos hidrológicos, otros ejemplos incluyen la *Medición Inteligente o Calidad del Agua*, que pueden garantizar, mediante información en tiempo real, la fiabilidad de una red. También pueden reducir riesgos o ayudar a formar patrones de consumo de agua (Terwiesch, 2018).

En años recientes, los costos de SWIT han ido decreciendo; por lo tanto es esencial que las operadoras de agua incorporen SWIT entre sus herramientas operativas del modo más rentable. Esto es particularmente cierto en el caso de SABESP, que cuenta con una unidad de investigación, desarrollo de tecnología e innovación dentro de su estructura organizativa. Esta unidad le permite a SABESP generar, adaptar y aplicar tecnologías y otras innovaciones relacionadas con la prestación del servicio, las regulaciones y los mercados como método para afrontar los desafíos operativos, incluyendo las sequías. Debido a su tamaño, SABESP también puede adaptar, aplicar y replicar nuevas tecnologías, beneficiándose de las economías de escala, que puede no ser el caso de proveedores más pequeños.

Cambio conductual. Como Australia, São Paulo y California han reducido la demanda de agua a través de medidas de conservación a corto plazo que se basan en cambios en las conductas, como restringir los días en que los jardines pueden ser regados y pedidos de duchas más breves y menos descargas de los inodoros.

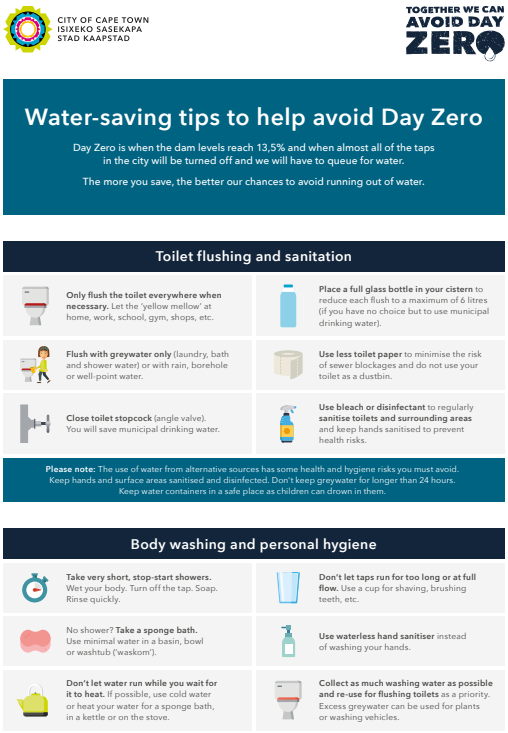
En Australia, el programa "Objetivo 140" fue un programa altamente innovador, que utilizó enfoques de comunicación multi-estratégicos para incentivar el menor consumo doméstico de agua, basándose en marketing social (Instituto de Relaciones Públicas de Australia, sin fecha). El programa fue exitoso, en parte porque utilizó investigaciones sobre las actitudes de los destinatarios para informar el diseño de la campaña y determinar la mejor manera de guiar a los individuos en los muchos cambios de conducta necesarios para llevar adelante la acción (Alliance for Water Efficiency, Institute for Sustainable Futures, University of Technology Sídney Pacific Institute, 2016).

El caso de Sudáfrica, que ha reducido drásticamente el consumo alejando el Día Cero hasta 2019, también constituye un ejemplo interesante. Los extraordinarios ahorros (actualmente 50 lpd) han superado esfuerzos realizados durante las sequías en California (109 lpd en 2016) y Australia (166 lpd en 2010). Los mayores recortes en Ciudad del Cabo fueron realizados por viviendas de altos ingresos, que redujeron su consumo de agua en un 80%, en tanto las familias de escasos recursos lo hicieron en un 40%. A nivel doméstico, los mensajes dirigidos a los habitantes de Ciudad del Cabo hacían hincapié, por ejemplo, en la adopción de hábitos de ahorro de agua relacionados con duchas breves con un

cubo en la bañera, o capturando el agua en cubos para utilizar en la descarga de los inodoros (Dixon, 2018). La mentalidad de los habitantes de la ciudad parece haber cambiado: parecería existir una sensación de empoderamiento relacionada con la capacidad de vivir con menos agua y cumplir un mayor rol en el esfuerzo colectivo asociado con el futuro de la ciudad.

Estar alerta al cumplimiento también resulta fundamental. Las actividades para hacer cumplir las leyes incluyen detener el desvío de los manantiales de montaña hacia propiedades privadas, el uso de bocas de incendio para el lavado de vehículos comerciales refrigerados o impedir la instalación de lavaderos de autos informales en los distritos más pobres de Ciudad del Cabo (Dixon, 2018; Sax et al., 2018).

Campaña de Comunicación de Ciudad del Cabo para evitar el Día Cero (enlace aquí)



En términos de fuentes de agua alternativas, reciclar aguas residuales es una fuente más barata que la desalinización. Sin embargo, dado el "factor asco", el condicionamiento social que deviene en la creencia de que el agua reciclada está sucia, los gobiernos encuentran dificultades para adoptar esto como una solución viable para el consumo doméstico. California ya comenzó a realizar esfuerzos para generar conciencia y cambiar la percepción sobre el agua reciclada. El Distrito Hídrico de Orange County ("Orange County Water District") está utilizando el hashtag #GetOverIt (#Supéralo), por ejemplo (Rott, 2018). En el futuro, será interesante hacer un seguimiento de las experiencias de cambio de conductas orientadas a esfuerzos de socializar el agua reciclada.

En líneas generales, este tipo de medidas de conservación basadas en cambios conductuales representan una vía rápida y relativamente asequible de alcanzar las metas de reducción del uso de agua; y han ayudado a aminorar la detracción de represas de aguas superficiales y acuíferos de aguas subterráneas (Institute for Sustainable Futures, 2007). No obstante, sostener estos comportamientos positivos en el tiempo, especialmente una vez superada la crisis, ha demostrado ser un desafío difícil de enfrentar, independientemente del contexto.

CONCLUSIÓN

En todos los casos, las sequías anteriores fueron importantes agentes de cambio sobre la gestión de la oferta y demanda de agua urbana. Estas cinco sequías han dejado una impronta en la gestión y en las políticas de recursos hídricos, especialmente con respecto al crecimiento demográfico urbano y al desarrollo económico. Es demasiado temprano para saber cuáles serán los efectos últimos, pero se vislumbran algunos indicadores iniciales.

SÃO PAULO. En São Paulo, la sequía subrayó la significativa dependencia sobre el sistema Cantareira para abastecer de agua a la RMSP, y la necesidad de reducir la dependencia de una pequeña cantidad de fuentes de agua. SABESP está contemplando múltiples estrategias para impulsar el suministro de agua durante la próxima década, construyendo interconexiones con otros reservorios en el estado de São Paulo para que sean usados en períodos de bajo almacenamiento. Sin embargo, existen oportunidades limitadas para ampliar la oferta de agua mediante transferencias.

SABESP también describe la necesidad de implementar un programa de 12 años para mejorar la eficiencia operativa y reducir las pérdidas de agua principalmente a través de fugas; las pérdidas de agua no físicas, que devienen mayormente de medidores de agua imprecisos instalados en los hogares de los clientes y en las plantas de tratamiento; y el uso clandestino e ilegal de agua. Tales medidas tácticas reducen el nivel básico de stress del sistema, elevando la amortiguación entre oferta y demanda.

Mientras que existen muchos factores externos exigentes para el sistema Cantareira que los gerentes no pueden controlar, el desarrollo y la ejecución de un plan de gestión transparente para casos de sequía constituye un paso importante hacia la provisión de agua fiable, segura y asequible a RMSP, en las condiciones actuales y futuras.

CALIFORNIA. Las inversiones en programas de conservación y eficiencia han aumentado en California como consecuencia de la sequía; pero son mucho menores que las inversiones que realizó Australia durante la Sequía del Milenio. Entre 1990 y 2014, el Distrito Metropolitano de Agua del Sur de California (MWD, por su sigla en inglés), un mayorista regional que abastece a 19 millones de personas a lo largo del sur de California, invirtió US$352 millones en eficiencia hídrica (MWD 2015). Asimismo, como Australia, California ha invertido en mejoras en eficiencia durante la sequía que ofrecerán reducciones a largo plazo en el consumo de agua, como programas estatales de reembolso por reemplazo de inodoros y de césped, y muchos programas de incentivos gestionados de manera local (Institute for Sustainable Futures, 2007).

Cabe destacar que California ha tomado las lecciones de sequías anteriores, particularmente la ocurrida entre 1987 y 1992, que cambiaron fundamentalmente la manera en que el estado administra los recursos hídricos (Institute for Sustainable Futures, 2007). Por lo tanto, coordinar la planificación e implementación de contingencia para casos de escasez de agua es clave para el uso del agua y la resiliencia a las sequías a largo plazo, algo que podría seguir desarrollándose mediante un informe de políticas centrado en la planificación y las respuestas urbanas a las sequías.

Los esfuerzos de planificación a largo plazo para sequías han quedado demostrados en California, donde décadas de inversión en conservación, reutilización del agua y uso de mercados hídricos e interconexiones entre sistemas permitieron una mayor flexibilidad a las empresas proveedoras de servicios frente a la gestión de una sequía significativa (Hanak et al., 2015). La sequía de California también expuso las debilidades en la preparación para responder a estos desastres naturales, como inequidades en la distribución de impactos (las áreas urbanas se encontraban mejor preparadas, mientras que las áreas rurales sufrieron los impactos de la caída de los niveles de aguas subterráneas en sus pozos privados) y la incapacidad de desarrollar planes para el medio ambiente (AghaKouchak, 2015; Hanak et al., 2015).

Durante e incluso después de la sequía, California hizo menos hincapié en reducir el consumo de agua no residencial, que representa alrededor de un tercio del uso urbano de agua del estado. El sector no residencial abarca los sectores comercial, industrial e institucional; y los ahorros de los mismos no resultan prioritarios por los diversos usos que les dan al agua y la creencia de que reducir el consumo de agua no residencial entorpecería el desarrollo económico, especialmente dado que la economía apenas se está recuperando de la reciente recesión.

CINCO RECOMENDACIONES

para las empresas proveedoras de agua enfrentando incertidumbre hídrica

1. REUNIR INFORMACIÓN FIABLE:

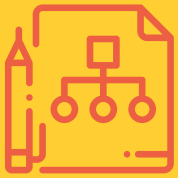
Recolectar datos fiables acerca del uso de agua en todos los niveles, hasta el nivel residencial, resulta fundamental para la implementación de medidas de conservación bien orientadas.

2. BUENA COMUNICACIÓN:

La comunicación clara y fidedigna es imprescindible para garantizar el apoyo y la participación pública. Trabajar de cerca con comunidades y líderes sociales también es clave para promover la adopción de conductas positivas para la conservación y el uso eficiente del agua, lo que habilita a su vez una transición de la cultura desde la abundancia de agua hacia el consumo responsable.

3. DIVERSIFICAR LA CARTERA DE AGUA:

Esto es crítico para evitar la dependencia de una fuente única de oferta. Puede incluir soluciones menos vulnerables al cambio climático, como infraestructura verde; o añadir fuentes no convencionales, como la reutilización del agua, a la mezcla hídrica.



4. COORDINAR, COLABORAR Y PLANIFICAR:

Coordinar, colaborar y planificar entre las agencias gubernamentales nacional y locales es esencial para implementar medidas orientadas a una óptima asignación de los recursos disponibles.

5. INNOVAR:

Las tecnologías inteligentes de infraestructura hídrica pueden contribuir significativamente a mejorar la eficiencia de los proveedores de servicios de agua, reduciendo costos y pérdidas de agua, simplificando la operación y el mantenimiento y mejorando la información y gestión de activos de las empresas públicas de agua, lo que permitiría la toma de decisiones basadas en información.

REFERENCIAS

Agencia de Recursos Naturales de California. (2009). 2009 *California climate adaptation strategy: A report to the governor of the state of California in response to executive order* S-13-2008. Consultado el 25 de julio de 2018 en https://planning.lacity.org/eir/8150Sunset/References/4.E.%20Greenhouse%20Gas%20Emissions/GHG.25_CA%20Climate%20Action%20Team%20Report.pdf.

Arniella, E.F. (2017). *Evaluación de Tecnologías Inteligentes para Infraestructura Hídrica.* Consultado el 25 de julio de 2018 en https://publications.iadb.org/handle/11319/8329?locale-attribute=es.

Buurman, J., Marjolein, J.P., Mens y Dahm, R.J. (2016). Strategies for urban drought risk management: a comparison of 10 large cities. *International Journal of Water Resources Development*, 1-20.

AghaKouchak, A., Cheng, L., Mazdiyasni, O. y Farahmand, A. (2014). Global warming and changes in risk of concurrent climate extremes: Insights from the 2014 California drought Geophysical Research Letters, (41)24: 8847-8852.

CEPAL. (2014). Adaptación al cambio climático en megaciudades de América Latina: Red regional de aprendizaje del proyecto de investigación Clima Adaptación Santiago (CAS). K. Krellenberg, R. Jordan, J. Rehner, A. Schwarz, B. Infante, K. Barth, A. Pérez, editores. Santiago, Chile: Naciones Unidas.

CHESS (2015). Crise Hídrica, Estrategia e Solucoes da SABESP.

Ciudad del Cabo. (2018). Residential water restrictions explained. Consultado el 25 de julio de 2018 en http://www.capetown.gov.za/Family%20and%20home/residential-utility-services/residential-water-and-sanitation-services/Residential-water-restrictions-explained.

Cook, J., Freeman, S., Levine, E. y Hill, M. (2010). Shifting course: Climate adaptation for water management institutions. WWF. Consultado el 25 de julio de 2018 en https://www.worldwildlife.org/publications/shifting-course-climate-adaptation-for-water-management-institutions.

Departamento de Recursos Hídricos de California. (2008). *Managing an uncertain future: Climate change adaptation strategies for California's water*. The Resources Agency. Consultado el 25 de julio de 2018 en https://water.ca.gov/LegacyFiles/pubs/planning/managing_an_uncertain_future__climate_change_adaptation_strategies_for_california's_water/managing_an_uncertain_future.pdf.

Departamento de Recursos Hídricos de California. (2009). *Using future climate projections to support water resources decision making in California.* California Climate Change Center. Consultado el 25 de julio de 2018 en http://www.energy.ca.gov/2009publications/CEC-500-2009-052/CEC-500-2009-052-D.PDF.

Dixon, R. (2018, 1 de abril). How Cape Town found water savings California never dreamed of. *The Los Angeles Times*. Consultado el 25 de julio de 2018 en http://www.latimes.com/world/africa/la-fg-south-africa-drought-20180401-story.html.

Estado de California, Agencia de Recursos Naturales y Departamento de Recursos Hídricos. (2014). *California Water Plan update 2013: Investing in innovation and infrastructure.* Consultado el 25 de julio de 2018 en http://cvfpb.ca.gov/docs/meetings/2014/Item11A_WaterPlanUpdate2013-CVFPB(12-19-2014).pdf.

Halverson, N. (2015). 9 sobering facts about California's groundwater problem. *Reveal*. Consultado el 25 de julio de 2018 en https://www.revealnews.org/article/9-sobering-facts-about-californias-groundwater-problem/.

Instituto para los Futuros Sostenibles, Universidad de Techología, Instituto Sydney Pacific. (2016). Managing drought: learning from Australia, Alliance for Water Efficiency. Consultado el 25 de julio de 2018 en http://pacinst.org/publication/managing-drought-learning-from-australia/.

Instituto de Política Pública de California (PPIC Sacramento Center). (2017). *Building drought resilience in California's cities and suburbs*. Consultado el 25 de julio de 2018 en http://www.ppic.org/publication/building-drought-resilience-californias-cities-suburbs/.

Instituto de Relaciones Públicas de Australia. (sin fecha). Objetivo 140. Consultado el 25 de julio de 2018 en https://www.pria.com.au/resources/target-140.

Medellín-Azuara, J.D., MacEwan, R.E., Howitt, D.A., Sumner, D.A. y Lund, J.R. (2016). E*conomic analysis of the 2016 California drought on agriculture: A report for the Department of Food and Agriculture*. Center for Watershed Sciences, University of California – Davis. Consultado el 25 de julio de 2018 en https://watershed.ucdavis.edu/news/2016/08/15/economic-analysis-2016-california-drought-agriculture-report.

Nobre, C.A., Marengo, J.A., Seluchi, M.E., Cuartas, L.A. y Alves, L.M. (2016). Some characteristics and impacts of the drought and water crisis in southeastern Brazil during 2014 and 2015. *Journal of Water Resource and Protection*, 8(2): 252-262.

NRDC. (2015). *Thirsting for progress: A report card on California's response to the drought*. Issue Paper IB: 15-11-N. Consultado el 25 julio de 2018 en https://www.nrdc.org/resources/thirsting-progress-report-card-californias-response-drought.

Park Williams, A., Seager, R., Abatzoglou, J.T., Cook, B.I., Smerdon, J.E. y Cook, E.R. (2015). Contribution of anthropogenic warming to California drought during 2012-2014. *Geophysical Research Letters*, 42(16): 6819-6828.

Parlamento de Australia. (2007). Ley de agua 2007. Consultada el 25 de julio de 2018 en http://parlinfo.aph.gov.au/parlInfo/search/display/display.w3p;query=Id%3A%22legislation%2Fbillsdgs%2FHLYN6%22.

Rott, N. (2018). California aims to get past the yuck factor of recycled wastewater. NPR. Consultado el 25 de julio de 2018 en https://www.npr.org/2018/02/20/587195891/california-aims-to-get-past-the-yuck-factor-of-recycled-wastewater.

Sax, S., González, J. y Fager, J. (2018). Cape Town cops are punishing people for using too much water. *VICE News*. Consultado el 25 de julio de 2018 en https://news.vice.com/en_us/article/a3ynpk/cape-town-cops-are-punishing-people-for-using-too-much-water.

Sayers, P.B., Yuanyuan, L., Moncrieff, C., Jianqiang, L., Tickner, D., Xiangyu, X., Speed, R., Aihua, L., Gang, L., Bing, Q., Yu, W. y Pegram, G. (2016). Drought risk management: A strategic approach. Published by UNESCO, Paris en nombre de WWF. Consultado el 25 de julio de 2018 en http://unesdoc.unesco.org/images/0024/002456/245633e.pdf.

Swain, D.L., Tsiang, M., Haugen, M., Diffenbaugh, N.S. (2014). The extraordinary California drought of 2013/14: Character, context, and the role of climate change. *Boletín de la American Meteorological Society*, 5(9): S3-S7.
Taylor, M. (2016). The 2016-17 budget: The state's drought response. Legislative Analyst's Office. Febrero 5. Consultado el 25 de julio de 2018 en https://lao.ca.gov/Publications/Report/334.

Terwiesch, P. (2018). Digital technology is key to avoiding Cape Town's next water crisis. *BusinessDay*. Consultado el 25 de julio de 2018 en https://www.businesslive.co.za/bd/opinion/2018-04-14-digital-technology-is-key-to-avoiding-cape-towns-next-water-crisis/.

GLOSARIO

AAPS: Autoridad de Fiscalización y Control Social de Agua Potable y Saneamiento Básico

ANA: Agencia Nacional del Agua de Brasil

CPUC: Comisión de Servicios Públicos de California

DAEE: Departamento de Agua y Energía Eléctrica de Brasil

EPSAS: Empresa Pública Social de Agua y Saneamiento en La Paz y El Alto

GGAT: Grupo de Gestión de Asesoría Técnica

LPD: litros diarios por persona

MDRyT: Ministerio de Desarrollo Rural y Tierras, Bolivia

MMAyA: Ministerio de Medio Ambiente y Agua, Bolivia

RMSP: Región Metropolitana de São Paulo

SABESP: Compañía de Saneamiento Básico del Estado de São Paulo

SEA: Secretaría de Medio Ambiente del Estado de São Paulo

SENAMHI: Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología

SFPUC: Comisión de Servicios Públicos de San Francisco

USD: Dólares estadounidenses

BID
Banco Interamericano
de Desarrollo