



REGATTA
Portal Regional para la Transferencia de Tecnología y la Acción
frente al Cambio Climático en América Latina y el Caribe



RETOS DE LAS EMPRESAS PÚBLICAS DE AGUA EN AMÉRICA LATINA PARA EL FINANCIAMIENTO DE INFRAESTRUCTURAS EFICIENTES Y RESILIENTES



**RETOS DE LAS EMPRESAS PÚBLICAS DE
AGUA EN AMÉRICA LATINA PARA EL
FINANCIAMIENTO DE INFRAESTRUCTURAS
EFICIENTES Y RESILIENTES**



2016
Programa de las Naciones Unidas para el
Medio Ambiente (PNUMA)
Programa de las Naciones Unidas para el
Desarrollo (PNUD)
Ciudad de Panamá

Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo - PNUD

Buro Regional de América Latina y el Caribe
Centro Regional Panama

Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente – PNUMA

Oficina Regional para América Latina y el Caribe

Autores:

Stephanie Nour / Gianluca Merlo

Expertos revisores:

Gonzalo Pizarro / Eduardo Buroz Castillo

Colaboradores:

Amandine Gal, Lucretia Landmann, Cayetano Casado, Roberto Borjabad

Coordinador:

Gianluca Merlo

Agradecimientos para desarrollo de los estudios de casos:

Pedro Paulo da Silva Filho, Grupo Sage, Brasil

Airton Sampaio Gomes, consultor ANF, Brasil

Eduardo Planos, Instituto de Meteorología de Cuba

Lina Cabral Adani, Gerente do Controle de Perdas e Sistemas, SANASA, Brasil

Diseño y maquetación

Contracorriente Editores

Agradecimiento a donantes

Esta publicación fue elaborada gracias al generoso apoyo financiero del Gobierno de España a través del proyecto Regional de Cambio Climático del PNUD y del Portal Regional para la Transferencia de Tecnología y la Acción frente al Cambio Climático (REGATTA), implementado por PNUMA en América Latina y el Caribe.

.....

Las opiniones expresadas en este documento son de exclusiva responsabilidad del equipo de expertos a cargo de la publicación y edición, y no competen al Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD) o al Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA), como tampoco a las demás entidades que auspician su elaboración.

.....

Esta publicación se desarrolló en el marco del Programa Regional de Cambio Climático y Energía (Carbono 2012) del Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD) y del Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA), así como en el marco del Portal Regional para la Transferencia de Tecnología y la Acción Frente al Cambio Climático en América Latina y el Caribe (REGATTA).

/ Abreviaturas

ANC: Agua no contabilizada

ANF: Agua no facturada

AR5: *IPCC Fifth Assessment Report*

BID: Banco Interamericano de Desarrollo

BM: Banco Mundial

BRIICS: Brasil, Rusia, India, Indonesia, China y Sudáfrica

CAF: Corporación Andina de Fomento

COP: Conferencia de las Partes

DMC: Distrito de Medición y Control

EE: Eficiencia energética

ER: Energía renovable

ESCO: *Energy Service Companies* (empresas de servicio energético)

ESMAP: *Energy Sector Management Assistance Program* (Banco Mundial)

GEI: Gases de efecto invernadero

IFI: Instituciones financieras internacionales (Grupo Banco Mundial)

KfW: Banco de Desarrollo Alemán

LAC: Latinoamérica y el Caribe

OCDE/OECD: Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (*Organisation for Economic Co-operation and Development*)

OMS: Organización Mundial de la Salud

ONG: Organización no gubernamental

PNUD: Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo

PNUMA: Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente

REGATTA: *Regional Gateway for Technology Transfer and Climate Change Action in Latin America and the Caribbean*

SECO: Agencia de Desarrollo Suiza

UNICEF: *United Nations Children's Emergency Fund* (Fondo de las Naciones Unidas para la Infancia)

UNESCO: *United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization* (Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura)

USD: Dólares de los Estados Unidos de América

WPP: *Water Partnership Program* (Grupo Banco Mundial)

WSP: *Water and Sanitation Program* (Grupo Banco Mundial)

WWAP: *United Nations World Water Assessment Programme*

WWDR: *United Nations World Water Development Report*

/ Contenido

	ANTECEDENTES/ Pag.07
	INTRODUCCIÓN/ Pag.15
1	DEFINICIONES/ Pag.19 ¿Qué es la resiliencia?/ Pag.19 ¿Y la eficiencia?/ Pag.21
2	METODOLOGÍA/ Pag.25
3	CONTEXTO ACTUAL DEL SECTOR DEL AGUA EN LATINOAMÉRICA/ Pag.29 Indicadores de utilidad para definir la problemática en el sector/ Pag.30 Mecanismos de financiación/ Pag.46 Marco regulatorio e institucional/ Pag.61
4	IDENTIFICACIÓN DE LAS MEDIDAS PARA EL INCREMENTO DE LA RESILIENCIA EN SISTEMAS DE SUMINISTRO DE AGUA URBANOS/ Pag.71 Captación y almacenamiento del agua/ Pag.72 Suministro y distribución del agua eficientes/ Pag.81 Uso racional y ahorro del agua/ Pag.84 Gestión eficiente, reutilización, reciclaje y disposición final del agua/ Pag.86
5	ESTUDIO DE CASOS/ Pag.93 01/ Fortalecimiento de la eficiencia en la Empresa Nicaragüense de Acueductos y Alcantarillados (ENACAL) – Nicaragua/ Pag.93 02/ Resiliencia de los Recursos Hídricos en Cuba/ Pag.98 03/ Programa de Control y Reducción de Pérdidas de SANASA, Campinas, Brasil/ Pag.103 04/ Lecciones aprendidas/ Pag.112
6	HALLAZGOS/ Pag.115 Identificación de las barreras/ Pag.115 Mecanismos de implementación y de financiación/ Pag.119
7	RECOMENDACIONES/ Pag.129 Organización interna de las empresas de agua/ Pag.130 Análisis de la situación actual/ Pag. 131 Identificación de los problemas mayores y selección de las prioridades/ Pag.133 Identificación de los recursos financieros y de los mecanismos de implementación/ Pag.134 Implementación de las medidas/ Pag.135 Verificación de los resultados/ Pag.135 Resumen de un proceso exitoso/ Pag.136
	ANEXO 1 INDICADORES DE DESEMPEÑOS/ Pag.139
	BIBLIOGRAFÍAS/ Pag.141

ÍNDICE DE TABLAS

- Tabla 1: Modelos de organización institucional/ **Pag.62**
Tabla 2: Responsabilidades en el sector por país/ **Pag.63**
Tabla 3: Consumos energéticos dependiendo de la procedencia del agua potable/ **Pag.75**
Tabla 4: Medidas de eficiencia energética en los sistemas de distribución/ **Pag.83**
Tabla 5: Medidas de reducción de consumo de agua/ **Pag.85**
Tabla 6: Herramientas de gestión para controlar el consumo energético/ **Pag.90**
Tabla 7: Medidas de reducción del costo de la energía/ **Pag.91**
Tabla 8: Índices de pérdidas en la distribución previstos y reales/ **Pag.105**
Tabla 9: Posibles mecanismos e instrumentos de financiamiento/ **Pag.120**

ÍNDICE DE FIGURAS

- Figura 1: Tendencia de la población rural y urbana al 2050 presentada en el reporte de Naciones Unidas sobre prospectos de urbanización/ **Pag.31**
Figura 2: Demanda de agua – línea base en el año 2000 y escenario en 2050/ **Pag.35**
Figura 3: Consumo per cápita versus el precio de agua/ **Pag.36**
Figura 4: Consumo promedio de agua potable per cápita en Cachoeiro de Itapemirim, (Espírito Santo, Brasil)/ **Pag.38**
Figura 5: Matriz de evaluación de pérdidas reales del Banco Mundial/ **Pag.39**
Figura 6: Agua distribuida, facturada y perdida en Centroamérica para el año 2007/ **Pag.40**
Figura 7: Agua no contabilizada en Centroamérica y el Caribe/ **Pag.41**
Figura 8: Agua no contabilizada en América del Sur y en México/ **Pag.41**
Figura 9: Fuentes de agua en Centroamérica y el Caribe/ **Pag.43**
Figura 10: Consumo específico en Centroamérica y el Caribe/ **Pag.43**
Figura 11: Consumo específico en las empresas públicas de suministro de agua urbana en Brasil/ **Pag.44**
Figura 12: Comparación del impacto de la energía en el costo total de operación/ **Pag.45**
Figura 13: Desglose de los costos operativos por m³ en Centroamérica/ **Pag.45**
Figura 14: Fuentes de financiamiento para distribución y saneamiento de agua (2011)/ **Pag.47**
Figura 15: Ciclo urbano del agua/ **Pag.71**
Figura 16: Simulación del comportamiento de la demanda de agua sin programa de reducción de pérdidas/ **Pag.104**
Figura 17: Condiciones favorables a la resiliencia y la eficiencia/ **Pag.119**
Figura 18: Etapas para aumentar la resiliencia y la eficiencia/ **Pag.122**
Figura 19: Etapas para aumentar la resiliencia y la eficiencia/ **Pag.129**
Figura 20: Resumen del proceso de implementación de las medidas/ **Pag.135**

Antecedentes

Los costos globales de la adaptación al cambio climático de 2010 a 2050 se estiman entre 70.000 y 100.000 millones de dólares estadounidenses al año¹. Se estima que las áreas urbanas requieren el 80 % de la financiación total². Como la mayor parte de esta inversión la necesitarán los países en desarrollo, donde las infraestructuras y los sistemas todavía no se han construido, existen posibilidades de pensar en una planeación de futuras ciudades climáticamente menos vulnerables. Dentro de este contexto general de adaptación, está claro que el agua es y será uno de los aspectos fundamentales a ser considerados dentro de las medidas de adaptación.

A finales de 2015, la 21ª Conferencia de las Partes (COP 21) puso de relieve el cambio climático y sus consecuencias a nivel mundial. El objetivo de la conferencia era el de concluir un acuerdo mundial para reducir sus emisiones de gases de efecto invernadero. La conferencia alcanzó su objetivo: lograr por primera vez en la historia un acuerdo universal sobre los métodos para reducir el cambio climático³. El compromiso de aportar financiamiento por parte de los países desarrollados para mantener el calentamiento global “muy por debajo de 2 °C” consiste en contribuir con 100.000 millones de dólares anuales.

En París se firmó un pacto sobre Agua y Adaptación al Cambio Climático. Este abarca compromisos individuales para poner en práctica los planes de adaptación, el fortalecimiento de la vigilancia del agua y de los sistemas de medición en las cuencas hidrográficas, así como la promoción de la sostenibilidad financiera y la nueva inversión en la gestión de los sistemas de agua.

“El foco de la resiliencia en la reciente cumbre de París es extremadamente importante, especialmente en el caso del agua. El agua representa la base para la seguridad alimentaria, urbanización sustentable y el acceso universal a servicios.”

Junaid K. Ahmad,
Senior Director,
Water Global Practice
World Bank

1. World Bank (2010). *Economics of Adaptation to Climate Change: Synthesis Report*. Washington, D.C. Recuperado de: <http://www-wds.worldbank.org/external/default/WDSContentServer/WDSP/IB/2012/06/27/000425970_20120627163039/Rendered/PDF/702670ESWOP10800EACCSynthesisReport.pdf>.
2. World Bank (2010). *Climate Finance in the Urban Context*. Issues Brief No. 4. Washington, D.C. Recuperado de: <<http://wbi.worldbank.org/wbi/Data/wbi/wbicms/files/drupal-acquia/wbi/578590revised0101Public10DCFIB0141A.pdf>>.
3. <<http://unfccc.int/resource/docs/2015/cop21/spa/109r01s.pdf>>.

Las ciudades se comprometen a fortalecer la resiliencia en los sistemas de agua. En este acuerdo, la Coalición de Megaciudades (con la participación de 10 megaciudades que representan a 85 millones de personas), establecen una plataforma de intercambio de conocimientos y lanzamiento de proyectos de apoyo⁴.

“La falta de resiliencia ante el cambio climático actúa como multiplicador para otros retos internacionales, como la migración y la expansión de tensiones que amenazan la paz y la seguridad global; por ello, actuar para la resiliencia es actuar responsablemente, con sentido de solidaridad internacional.”

Mary Robinson,
ex presidenta de Irlanda

RESILIENCIA Y EL SUMINISTRO DE AGUA

En este contexto, queda claro que dentro de los esfuerzos que se realizan a nivel mundial para reducir la amenaza del cambio climático, el agua y sus sistemas de suministro son una prioridad. El uso racional y eficiente del agua suministrada es un aspecto fundamental al considerar la resiliencia del sector a factores externos, incluyen a potenciales efectos generados por el cambio climático. Es importante entender y desarrollar mejoras en la eficiencia, en términos de energía, para agregar nuevas formas de racionalizar y disminuir el consumo urbano de agua y, ciertamente, y para ser eficientes en el manejo mismo de su producción. Este último aspecto, entendido como el proceso que se da en las cuencas hidrográficas y que garantiza un suministro de agua en cantidad y calidad requeridas a futuro.

La Organización Mundial de la Salud (OMS) y el Fondo de Naciones Unidas para la Infancia (UNICEF) afirman que los niveles de abastecimiento de agua y saneamiento alcanzados en América Latina y el Caribe pueden compararse favorablemente con los de otros países en desarrollo. Sin embargo, una prioridad importante para la región consiste en crear la capacidad institucional de manejar los recursos hídricos, así como de llevar la integración sostenible de la gestión y el uso de los recursos hídricos a potenciar el desarrollo socioeconómico y la reducción de la pobreza en el contexto de la Agenda 2030 de Desarrollo Sostenible según el United Nations World Water Assessment Programme (WWAP)⁵.

El WWAP afirma también que la excesiva extracción, tanto de las fuentes subterráneas como superficiales es fruto, a menudo, de modelos obsoletos de uso y gobernanza de los recursos naturales en los que el uso de los recursos para el crecimiento económico no está lo suficientemente regulado y se lleva a cabo sin los controles adecuados. También señala la importancia de tener un precio del

-
4. <http://newsroom.unfccc.int/lpaa-es/resiliencia/nota-de-prensa-agenda-de-accion-lima-paris-resiliencia-anuncio-del-pacto-de-paris-sobre-agua-y-adaptacion-al-cambio-climatico>.
 5. WWAP (2015). The United Nations World Water Development Report 2015: Water for a Sustainable World. United Nations World Water Assessment Programme. París: UNESCO.

agua adecuado, que permita dar un valor apropiado a las pérdidas, permitiendo justificar la inversión en reparaciones/renovaciones y financiar su monitoreo. Lograr la suficiente inversión en el sector es un aspecto clave en la mejoría de su gobernanza. En el contexto particular del posible agotamiento y sobreexplotación, el aspecto de su precio al usuario final será clave en el logro de la eficiencia en su uso y manejo. Por citar un ejemplo, las fuentes de suministro de aguas subterráneas están disminuyendo aceleradamente y se calcula que, en la actualidad, el 20 % de los acuíferos mundiales se están explotando en exceso⁶; sin embargo, su monitoreo es prácticamente nulo en muchos países de la región, aun cuando representan aproximadamente el 30 % del agua dulce global, versus el 1,2 % de agua superficial.

Aunque la metodología de Pagos por Servicios Ambientales (PSA) no es un aspecto que será abordado debido a su especificidad, es importante señalarlo como alternativa para el financiamiento de la resiliencia en las fuentes de agua^{7, 8}.

Sin lugar a dudas, el suministro de agua es un elemento que está sometido a riesgo por diversos efectos del cambio climático, incluidos los fenómenos extremos, el agotamiento, la intrusión marina en aguas subterráneas y la variabilidad de las precipitaciones, entre otros. Por ello, una buena planificación urbana y el uso eficiente de las fuentes de suministro de agua potable, su gobernanza y monitoreo constituyen, evidentemente, aspectos clave para mejorar su resiliencia.

LA RELACIÓN ENTRE AGUA Y ENERGÍA

El Informe de las Naciones Unidas sobre el Desarrollo de los Recursos Hídricos en el Mundo 2014 afirma que “El suministro de agua y energía son interdependientes. Las decisiones adoptadas en un sector influyen en el otro, para bien o para mal”⁹. En Latinoamérica, las empresas que prestan este servicio público, encargadas del suministro y del tratamiento del agua, representan un consumo importante de energía, y son igualmente una importante

-
6. WWAP (2015). *The United Nations World Water Development Report 2015: Water for a Sustainable World*. United Nations World Water Assessment Programme. París: UNESCO.
 7. www.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/200901/pb13932a-pes-bestpractice-annexa-20130522.pdf.
 8. www.cepal.org/ilpes/noticias/paginas/8/35988/PNUD_Plegable_PSA.pdf.
 9. Informe de las Naciones Unidas sobre el Desarrollo de los Recursos Hídricos en el Mundo; Agua y Energía – Resumen Ejecutivo 2014. Recuperado de <<http://reliefweb.int/report/world/informe-de-las-naciones-unidas-sobre-el-desarrollo-de-los-recursos-h-dricos-en-el-mundo>>.

fuentes de emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) como consecuencia de su intensivo uso de electricidad. Pero también enfrentan serios riesgos potenciales bajo el contexto del cambio climático a muy largo plazo, lo que las hace particularmente vulnerables.

Los servicios urbanos de agua y saneamiento en los países desarrollados corresponden a una porción mucho menor del consumo energético del uso urbano de la energía, en comparación con los países no desarrollados. Se estima que aproximadamente entre el 2 y el 3 % del consumo de energía del mundo es atribuible a tratamiento de agua y bombeo¹⁰. Sin embargo, como solamente el 73 % de los hogares urbanos tienen acceso a agua corriente en países en desarrollo¹¹, los procesos de desarrollo y el crecimiento económico resultarán en un aumento del consumo energético del sector, puesto que incluyen una mayor cobertura de la población en cuanto a servicios de agua junto a una urbanización creciente. Cabe resaltar que, en comparación con otras regiones en desarrollo, Latinoamérica tiene un mayor nivel de prestación de servicios de suministro y saneamiento del agua. En efecto, el 94 % de su población tiene acceso a fuentes de agua tratada, y el 82 %, a instalaciones de saneamiento mejoradas¹². Sin embargo, el desafío se mantiene en cuanto a la calidad de la prestación de servicios de suministro y saneamiento del agua, así como en cuanto al número de horas por día de acceso al agua, la calidad del agua —incluso para el consumo—, entre otros.

Es un hecho conocido que las empresas del servicio público del agua están entre las mayores consumidoras de energía en las comunidades de los países típicos alrededor del mundo. Para muchos municipios, los servicios de agua y tratamiento pueden representar hasta el 30 o 40 % de su consumo energético. Por esa razón, varias agencias multilaterales han tomado la iniciativa de promover entre los actores del sector del agua la necesidad de desarrollar un mejor entendimiento de cómo se regula el sector de la energía y cómo se maneja la red eléctrica; esto, para reconocerlos como una parte clave de la estrategia nacional de energía y cambio climático nacional. Sin embargo, hasta la fecha son pocas las mejoras que en este sentido se han implementado, prevaleciendo la visión de suministro de agua en términos de cobertura y cantidad.

10. <www.ase.org/projects/watergy>.

11. Banco Mundial (2012). *A Primer on Energy Efficiency for Municipal Water and Wastewater Utilities*. Technical Report No. 1. Washington, D.C. Energy Sector Management Assistance Program. Recuperado de: <http://www-wds.worldbank.org/external/default/WDSContentServer/WDSP/IB/2012/05/03/000356161_20120503035610/Rendered/PDF/682800ESMAP0WP0WU0TR0010120Resized.pdf>

12. OMS/UNICEF (2013). *Progress on Drinking Water and Sanitation: 2013 Update*. New York: WHO/UNICEF Joint Monitoring Programme for Water Supply and Sanitation.

Los costos de la electricidad asociados con el bombeo y pretratamiento del agua potable, así como con el posterior tratamiento del agua residual, generalmente responden por el 5 % al 30 % de los costos operativos totales de las empresas de servicios urbanos de agua¹³. Esta porción es todavía mayor (de hasta el 40 % o más) en los países en desarrollo. La gran mayoría de los servicios públicos de agua en la región de Latinoamérica y el Caribe (LAC) están luchando por lograr autofinanciación y, como la electricidad suele ser uno de los principales componentes de los costos operativos, el aumento de los costos energéticos tiene implicaciones directas sobre la accesibilidad del servicio y el financiamiento del sector¹⁴.

La eficiencia energética en un sentido amplio es una medida fundamental, no solamente para reducir los costos operativos de las empresas de servicios públicos de agua y saneamiento, donde los ahorros potenciales de energía se estiman entre el 10 % y el 40 %, también es un factor clave para mejorar el acceso al agua para las personas que viven en pobreza¹⁵. La demanda de agua dulce y energía continuará creciendo significativamente en las próximas décadas para satisfacer las necesidades de poblaciones en expansión. La demanda mundial de agua está estrechamente relacionada con factores asociados a estos procesos: crecimiento demográfico, urbanización acelerada, políticas de seguridad alimentaria, procesos macroeconómicos como la globalización del comercio, los cambios en la alimentación o el aumento del consumo. Se prevé que la demanda mundial de agua aumente un 55 % para el año 2050, debido principalmente a las crecientes necesidades de la industria, la producción térmica de electricidad y el uso doméstico¹⁶. El manejo de una demanda más racional repercute, igualmente, en la disminución del gasto de energía, que constituye un mecanismo extremadamente útil y que además contribuye en el proceso de adaptación al cambio climático, reduciendo la presión sobre las fuentes.

Muchas ciudades en rápido crecimiento en países en desarrollo ya enfrentan problemas relacionados con el agua y la energía, con

“ Se prevé que la demanda mundial de agua aumente un 55 % para el año 2050, debido principalmente a las crecientes necesidades de la industria, la producción térmica de electricidad y el uso doméstico

WWAP (2015),
Water for a Sustainable World

13. Banco Mundial (2012). *A Primer on Energy Efficiency for Municipal Water and Wastewater Utilities*. Technical Report No. 1, Energy Sector Management Assistance Program. Washington, D.C.: The World Bank.

14. UN Water (2014). *A Post-2015 Global Goal for Water: Synthesis of key findings and recommendations from UN-Water*. New York: UN-Water. Recuperado de <www.un.org/waterforlifedecade/pdf/27_01_2014_un-water_paper_on_a_post2015_global_goal_for_water.pdf>.

15. UN Water (2014). *A Post-2015 Global Goal for Water: Synthesis of key findings and recommendations from UN-Water*. New York: UN-Water. Recuperado de <www.un.org/waterforlifedecade/pdf/27_01_2014_un-water_paper_on_a_post2015_global_goal_for_water.pdf>.

16. WWAP (2015). *The United Nations World Water Development Report 2015: Water for a Sustainable World*. United Nations World Water Assessment Programme. París: UNESCO.

limitada capacidad de respuesta. Como ya se ha mencionado, el costo de la energía constituye uno de los mayores gastos de los servicios públicos de agua y aguas residuales. Las auditorías para identificar y reducir las pérdidas de agua y energía, que permitan mejorar la eficiencia, pueden aportar considerables ahorros energéticos y económicos. El principal desafío que se enfrenta es que, a pesar de que ya se han hecho trabajos que identifican los beneficios del ahorro energético, estas medidas no se están poniendo en práctica en la región. Una de las barreras más importantes dentro de este escenario es la falta de recursos financieros para implementar las mejoras de las infraestructuras del sector del agua. Esto aplica también a los costos de operación y mantenimiento, que son a menudo descuidados y que contribuyen a tener sistemas de agua ineficientes con muchas pérdidas, así como deficiente servicio, tanto en calidad como cantidad¹⁷.

“Invertir en todos los aspectos de la gestión de los recursos hídricos y en el suministro de servicios e infraestructuras (desarrollo, explotación y mantenimiento) puede generar beneficios sociales y económicos significativos

UN World Water Development Report (WWDR4)

LOS DESAFÍOS Y LAS OPORTUNIDADES

Muchos de los impactos del cambio climático se concentran en las zonas urbanas. El estrés térmico, la precipitación extrema, las inundaciones continentales y costeras, la contaminación del aire, la sequía y subsecuente escasez de agua, plantean riesgos en las zonas urbanas para las personas, los activos, las economías y los ecosistemas. Los riesgos se amplifican para las personas que carecen de infraestructuras y servicios esenciales, o viven en viviendas de mala calidad y en zonas expuestas. Mediante la reducción de los déficits de servicios básicos, la mejora de la vivienda y la construcción de sistemas de infraestructuras resilientes, se podrían conseguir reducciones significativas de la vulnerabilidad y la exposición en las zonas urbanas. La adaptación urbana se mejora con la gobernanza eficaz del riesgo urbano a varios niveles, la sintonización de las políticas y los incentivos, el fortalecimiento de la capacidad de adaptación de los gobiernos y comunidades locales, las sinergias con el sector privado y la adecuada financiación de las infraestructuras y desarrollo institucional¹⁸. Las medidas que hacen que aumente la resiliencia en el sector de suministro de agua urbano contribuyen, definitivamente, a que sea posible el desarrollo sostenible y se afiancen procesos de adaptación al cambio climático a nivel mundial.

Los beneficios financieros que se logran aplicando el modelo teórico de disminución de la intensidad energética en la distribución y uso del agua son claros. Según el WWAP, invertir en todos los

17. WWAP (2015). *The United Nations World Water Development Report 2015: Water for a Sustainable World*. United Nations World Water Assessment Programme. Paris: UNESCO.

18. <www.ipcc.ch/pdf/assessment-report/ar5/wg2/ar5_wgII_spm_es.pdf>.

aspectos de la gestión de los recursos hídricos y en el suministro de servicios e infraestructuras (desarrollo, explotación y mantenimiento) puede generar beneficios sociales y económicos significativos¹⁹. Los estudios de casos elaborados por el WWAP en su informe de desarrollo de 2015²⁰ confirman que, tanto para los recursos hídricos superficiales como para los subterráneos, se requerirá voluntad política para hacer frente a la urgente necesidad de reconsiderar la gestión de la oferta en todos los sectores y mejorar la eficiencia del agua para lograr la máxima productividad por metro cúbico consumido.

Un estudio realizado en Estados Unidos²¹ sugiere que un dólar invertido en infraestructuras hídricas y alcantarillado aumenta el producto interno bruto a largo plazo en USD\$ 6,35 y produce USD\$ 2,62 más de ganancias en otras industrias. Estos beneficios se traducen también en términos de creación de empleos, producción final e inversión en el sector privado.

Definitivamente, los desafíos actuales para los tomadores de decisiones a nivel de país van más allá de proporcionar recursos “seguros, confiables y disponibles”. Ahora se requiere, cada vez más, considerar la energía, la escasez de recursos, la contaminación, el crecimiento de la población o los riesgos asociados al cambio climático, entre otros factores, que sobreponen amenazas a la sostenibilidad del sector. Esto conforma un marco de acción en el que se deberán desenvolver los tomadores de decisiones que manejan el sector.

19. Medidos en sus impactos en horas ganadas para el trabajo y el estudio, debido al tiempo que no se pierde en enfermedades, búsqueda y recolección de agua, etc.

20. Cuarta edición del UN World Water Development Report (WWDR4). Recuperado de <www.unesco.org/new/en/natural-sciences/environment/water/wwap/wwdr/wwdr4-2012>.

21. Krop, R., Hernick, C. and Franz, C. (2008). *Local Government Investment in Municipal Water and Sewer Infrastructure: Adding Value to the National Economy*. Watertown: Cadmus Group Inc.

Introducción

El Programa de las Naciones para el Desarrollo (PNUD) y el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA) esperan que este estudio sea utilizado como guía práctica para los tomadores de decisiones en el contexto de la gestión eficiente de las empresas que manejan los servicios públicos de agua y energía en Latinoamérica y el Caribe (LAC), ayudándoles a entender los motivos que originan barreras a la implementación y que retrasan el desarrollo de propuestas que pueden ser exitosamente financiadas e implementadas.

El estudio espera reafirmar la viabilidad y conveniencia de implementar medidas de modernización en empresas del servicio público del agua, mejorar su resiliencia frente al cambio climático, tomando en cuenta el asegurar los requerimientos de poblaciones y economías en crecimiento y las mejoras en los servicios para la población que carece de acceso al agua potable, así como la disminución, en general, de su huella energética. Se focaliza el análisis detallado de estudios de casos, seleccionados luego de un análisis regional, y se proporciona un panorama general del trabajo que se ha realizado hasta la fecha, los recursos técnicos existentes, y las barreras y nociones de las opciones de financiamiento disponibles.

El estudio se enfoca en los obstáculos que podrían impedir la inversión en medidas de eficiencia energética y resiliencia. También presenta un breve análisis de los mecanismos financieros adaptados a la financiación de esas medidas. Gracias a una extensa revisión de literatura y un análisis detallado de estudios de casos, se trata de verificar si, a pesar de los beneficios inherentes, la adopción regional de medidas de eficiencia y resiliencia en el sector del agua es baja o inexistente. El análisis permitirá generar una guía de recomendaciones para ayudar a definir subsecuentes acciones. Finalmente, se espera que el estudio permita proponer argumentos concretos sobre las ventajas de implementar tales medidas y mecanismos, para promover su adopción.

“El estudio se enfoca en los obstáculos que podrían impedir la inversión en medidas de eficiencia energética y resiliencia. También presenta un breve análisis de los mecanismos financieros adaptados a la financiación de esas medidas

La publicación incluye:

- Panorama general de los diferentes estudios, experiencias y trabajos realizados para la mejora de la eficiencia del lado de la oferta y de la demanda en los sistemas de suministro de agua potable en la región LAC.
- Estudios de casos de experiencias exitosas y no exitosas en esta área, con la finalidad de validar o refutar la hipótesis inicialmente planteada.
- Identificación de:
 - Barreras para la adopción del tipo de medidas consideradas en este análisis por parte de los tomadores de decisiones de Latinoamérica y el Caribe.
 - Potenciales estrategias de mitigación de estas barreras para apoyar a las empresas del servicio público del agua en la superación de los problemas anteriormente mencionados.

El estudio se publica como un esfuerzo conjunto del PNUD y el PNUMA para una amplia divulgación a las partes interesadas a nivel nacional y regional. No obstante, se espera que este documento sea de utilidad para el debate autónomo en este tema, inclusive más allá de las acciones que se desarrollen en el contexto del presente estudio.

Definiciones

/ Capítulo uno

Tal como indica su título -“Retos de las empresas públicas de agua en América Latina para el financiamiento de infraestructuras eficientes y resilientes”- los temas principales de esta publicación son la resiliencia y la eficiencia en las infraestructuras de las empresas públicas de agua. Para comprender el alcance de esas temáticas importantes en el desarrollo de infraestructuras sustentables de agua, a continuación, se definen estos dos términos, estableciendo claramente los conceptos que se aplican en este análisis.

¿QUÉ ES LA RESILIENCIA?

Se trata de entender y definir la resiliencia del sector relacionada con el suministro urbano de agua, en función de que este sea capaz de sobrellevar la mayor parte de los potenciales efectos del cambio climático.

Una infraestructura “resiliente” podrá anticipar, sobrevivir y recuperarse de perturbaciones externas e internas a las que sea sometida. En el caso de infraestructuras de distribución de agua, las perturbaciones a las cuales pueden estar sometidas incluyen, entre otras: los errores humanos, las fallas informáticas de *software* o *hardware*, los cambios del clima, el aumento poblacional y los desastres naturales, entre otros. Una infraestructura resiliente es flexible para reorganizarse por sí sola, y tolerante a las perturbaciones para que no pierda sus capacidades inmediatamente después de una perturbación.

La resiliencia de una infraestructura depende también de cómo sus nodos están conectados entre sí. Las infraestructuras de distribución y saneamiento de agua urbana son más que la suma de sus partes. Se pueden describir como sistemas sociotécnicos o socioecológicos porque implican interacciones complejas entre recursos humanos, tecnológicos y medioambientales. Las estrategias básicas que se proponen para aumentar la resiliencia de esas infraestructuras están enmarcadas generalmente dentro de criterios

En el contexto del presente análisis, el término “resiliente” se referirá a:

La capacidad de una infraestructura, de sus conexiones con el medio ambiente y los sistemas sociales, para absorber perturbaciones, conservando sus funciones básicas y sus capacidades estructurales. Igualmente, el enfoque está dirigido a dos factores de perturbación primordialmente: los cambios del clima y el aumento poblacional como elementos que afectan la disponibilidad, exacerbando la demanda y afectando la calidad (contaminación).

de **diversificación y conectividad**. Las infraestructuras para reducir el riesgo de escasez de agua y gestionar los desastres relacionados con los recursos hídricos pueden hacer que los esfuerzos de un país para desarrollarse resulten más sostenibles, reduciendo su vulnerabilidad y/o aumentando la resiliencia de las economías ante acontecimientos extremos²².

La **diversificación** implica, entre otros factores, incorporar un rango amplio de fuentes de agua; así, en el caso de que una fuente sea perturbada, otras pueden ayudar a compensar. Se prevé que en el año 2050, la demanda mundial de agua haya aumentado un 55 % debido, principalmente, a demandas relacionadas con la creciente urbanización en los países en desarrollo²³. Las ciudades tendrán que ir más lejos, perforar más hondo para encontrar agua, o tendrán que depender de soluciones innovadoras o de tecnologías avanzadas para satisfacer sus necesidades hídricas²⁴.

Para reducir las vulnerabilidades y los riesgos en los sistemas existentes de agua y saneamiento, es preferible que no se espere a que una perturbación impacte en los sistemas para tomar las medidas correctivas. Es necesario, entonces, promover estrategias y políticas que permitan identificar las amenazas e implementar las medidas necesarias para minimizar los daños y asegurar la continuidad de los servicios.

Para desarrollar estas estrategias, las empresas del sector deben trabajar en colaboración con autoridades locales y expertos, para lograr identificar y caracterizar las posibles perturbaciones presentes en la zona donde operan. Entre otras se pueden mencionar: identificar las debilidades de la infraestructura (vulnerabilidad física de los componentes), de las capacidades financieras (suspensión de pagos, gastos en reparación de los sistemas, incremento de costos de producción y distribución), y operativas (recursos técnicos y personal preparado) que presentan los sistemas y servicios, y las climáticas (que afecten el suministro, en caso de potenciales eventos como sequías, inundaciones, etc.).

22. WWAP (2015). *The United Nations World Water Development Report 2015: Water for a Sustainable World*. United Nations World Water Assessment Programme. París: UNESCO.

23. OECD (2012). *Environmental Outlook to 2050: The Consequences of Inaction*. París: OECD. doi:10.1787/9789264122246-en.

24. WWAP (2015). *The United Nations World Water Development Report 2015: Water for a Sustainable World*. United Nations World Water Assessment Programme. París: UNESCO. Recuperado de <<http://unesdoc.unesco.org/images/0023/002318/231823E.pdf>>.

¿Y LA EFICIENCIA?

Las empresas de suministro de agua suelen estar más familiarizadas con la temática de la “eficiencia” en comparación con la “resiliencia”.

La eficiencia, en esta publicación, engloba: la eficiencia energética con la reducción de consumo energético; la reducción del agua no contabilizada (ANC); del agua no facturada (ANF), y la mejora de la gestión operativa y de la gobernanza empresarial. Se habla de eficiencia operacional.

Cada vez más empresas privadas y públicas en el sector están percibiendo que la mejor solución reside en la gestión de la demanda, a través de la cual pueden identificar, reducir e incluso eliminar las fuentes reales y aparentes de pérdidas de agua, mejorando así la calidad de sus operaciones y su desempeño a múltiples niveles. La creciente escasez de recursos hídricos ha llevado a esas empresas a volverse más conscientes de la producción del agua y del comportamiento de consumo para avanzar hacia una nueva cultura que promueva la reducción en el consumo del agua.

El ANC incluye las pérdidas técnicas y no técnicas de agua. Las pérdidas técnicas, o “pérdidas reales” o fugas, es el agua que no es entregada al usuario debido a fugas en el sistema de distribución. Representa el mal estado de la infraestructura para entregar el agua a los ciudadanos, que puede ser considerado como parte de la “ineficiencia” del sistema. Para disminuir estas pérdidas, una vez que están debidamente cuantificadas y localizadas en la red, se necesitan, generalmente, inversiones masivas en la rehabilitación de las infraestructuras y la red de distribución de agua. Por otra parte, dado el monto de la inversión y la gran “visibilidad” que tienen estas obras, el compromiso político es casi más importante que la propia viabilidad financiera.

Las pérdidas no técnicas pueden dividirse en:

- 1) Las **pérdidas aparentes**, que consisten en “el agua que es entregada al usuario por el sistema, pero que no genera ingresos para la empresa operadora, como los consumos no autorizados (robo de agua), las moras en el pago de las facturas y la submedición”. Representa la ineficiencia del sistema de comercialización de los servicios de la empresa.
- 2) El **consumo autorizado no facturado** es el agua que la empresa distribuidora de agua escoge “no facturar”; esta agua es entregada, por algún motivo que se juzga necesario, para uso público, como por ejemplo en parques, o hasta por imposiciones legales.

Se entiende por eficiencia energética (EE):

El uso de la energía de forma inteligente, de manera que se reduzcan el consumo energético y los costos asociados sin disminuir los servicios, el confort o la calidad de vida

Cada vez más empresas privadas y públicas en el sector están percibiendo que la mejor solución reside en la gestión de la demanda, a través de la cual pueden identificar, reducir, e incluso, eliminar las fuentes reales y aparentes de pérdidas de agua, mejorando así la calidad de sus operaciones y su desempeño a múltiples niveles.

Además de reconocer que las pérdidas de agua son un problema de gestión, como lo es cualquier otro problema en una empresa de los servicios públicos de agua y saneamiento, el equipo de gestión de una empresa de suministro de agua debe ser capaz de responder la siguiente pregunta: ¿qué debería hacerse para mejorar el desempeño operativo de los sistemas de suministro de agua? Debería resultar claro para las empresas de suministro de agua que antes de tomar medidas tecnológicas o de infraestructura solamente, es necesario cambiar el enfoque de la gestión.

Aunque la importancia de contar con personal bien capacitado no puede ser una prioridad, los recursos humanos calificados, asignados para manejar y monitorear la operación del sistema, suelen ser insuficientes. Una posible razón para esta situación es la débil concientización sobre las serias pérdidas de agua entre los gestores que operan el sistema.

En general, y en función de lo anteriormente descrito, la meta de esta eficiencia es lograr que los ingresos de la empresa de suministro de agua conseguidos por la facturación del consumo de agua de sus clientes cubran los gastos totales incurridos, incluyendo los gastos energéticos, de los recursos humanos y de los materiales, así como cualquier otro gasto de la gestión y operación. Todo esto, asegurando a la vez un uso apropiado de las fuentes de agua de las que dispone.

Metodología

/ Capítulo dos

En esta sección se presenta brevemente la metodología utilizada para desarrollar esta publicación.

En primer lugar, se partió de una premisa preliminar: “A pesar de beneficios tangibles relacionados con la mejora de la eficiencia energética en el suministro y el uso del agua en zonas urbanas de Latinoamérica, las empresas del servicio público del agua (o gobiernos) no las están adoptando activamente”. Mediante este estudio y una revisión bibliográfica sistemática, se trató de determinar si es correcto el planteamiento.

Luego, se analizó la literatura disponible para entender el contexto actual del sector del agua en LAC. Para ello, se utilizaron varios medios: 1) informes de proyectos de mejores prácticas en LAC y en el mundo; 2) datos estadísticos de los países y de la región de LAC; 3) páginas web de las empresas de distribución y tratamiento de agua, tanto públicas como privadas; 4) guías prácticas de proyectos de eficiencia energética (EE), de reducción de pérdidas de agua, de aumento de la resiliencia y de gestión sustentable; 5) informes sobre el marco legislativo, leyes y regulaciones; 6) páginas web de las instituciones relacionadas: ministerios, municipios, agencias del agua, etc. Se recolectó la información necesaria para obtener una visión clara de la problemática actual y de los marcos regulatorios e institucionales que influyen en la planificación y la implementación de soluciones resilientes y eficientes en ese sector.

Posteriormente, para sustentar el análisis de forma detallada, en casos concretos, se buscaron experiencias en proyectos de eficiencia y/o resiliencia implementados en la región de LAC. Se contactaron personas involucradas en el diseño y la implementación de estas a fin de obtener datos precisos sobre el contexto, la problemática, los objetivos, la descripción del proceso, los resultados, la financiación, las barreras y las lecciones aprendidas.

Con base en toda la información recolectada, se identificaron cuáles pueden ser las mayores barreras de las empresas de suministro

“El objetivo del presente análisis es explorar por qué, a pesar de que se conocen los beneficios tangibles de los esfuerzos de la cooperación multilateral en promocionar este tipo de iniciativas, las empresas del sector parecieran no estar adoptando activamente este tipo de acciones en LAC

de agua en el desarrollo de proyectos para aumentar la eficiencia y la resiliencia de sus infraestructuras, y se desarrollaron recomendaciones para superarlas, definiendo también potenciales estrategias de mitigación para apoyar la toma de decisiones dentro de empresas del servicio público del agua. Asimismo, se detallaron los mecanismos de implementación y de financiación de esos proyectos adaptados al contexto regional.

Finalmente, el objetivo del presente análisis es explorar por qué, a pesar de que se conocen los beneficios tangibles de los esfuerzos de la cooperación multilateral en promocionar este tipo de iniciativas, las empresas del sector parecieran no estar adoptando activamente este tipo de acciones en LAC. El análisis espera poder aportar conocimiento al debate y proveer a los tomadores de decisiones de la región con herramientas de análisis actualizadas.

Se espera que el análisis permita entender por qué no se están implementando las medidas divulgadas, conocidas y ampliamente presentadas como mecanismos de reducción de gastos, del uso de la energía y de la demanda de agua. Esperamos, en caso de corroborar esta hipótesis inicial, esclarecer cuáles continúan siendo las barreras a su implementación, así como proponer mecanismos que permitan mejorar la implementación e identificar cómo estas medidas contribuirán a la adaptación en el contexto de mejora de su resiliencia.

Contexto actual del sector del agua en Latinoamérica

/ Capítulo tres

El contexto actual del sector del agua en LAC se presenta a través de estadísticas de la producción, distribución y consumo de agua y su relación con el consumo energético. Aparte, los marcos regulatorios e institucionales influyen de manera importante en la situación actual del sector del agua en los países de la región.

En LAC existe un gran número de modelos de prestación de servicios para el agua que incorporan la participación privada en diferentes grados de asociaciones público-privadas (PPP, por sus siglas en inglés). El sector parece estar mejorando la forma en que las empresas públicas de agua pueden ir incluyendo también un suministro eficaz de agua para los sectores más pobres y, en general, logrando satisfacer las necesidades de la población urbana. No obstante, es importante explorar en detalles que ocurre con:

- **La eficiencia de los servicios a ofrecer:** ¿qué mecanismo permite el uso más eficiente de los escasos recursos financieros y evita el desperdicio en el suministro de agua, aportando el incremento de mantenimiento y calidad del servicio?
- **Financiación:** ¿cómo se financiarán los costos de capital y de operación para cerrar el ciclo de ingresos de la empresa y, al mismo tiempo, garantizar la prestación equitativa de los servicios de agua (personas en pobreza/áreas no conectadas a la red)? ¿Cómo se debe tratar el tema de los subsidios sustanciales en los costos operativos y de capital versus un servicio eficiente y de calidad?

Aunque no es un tema que será tratado en detalle dentro del enfoque de resiliencia que se le da al agua en la presente publicación, no queremos dejar de mencionar estas importantes interrogantes para que se tengan presentes en todo momento como temas clave a resolver. Es igualmente importante considerar las políticas de privatización del recurso en sí mismo, que conllevan a riesgos que pueden llegar a tener importantes consecuencias para el desarrollo del sector en LAC.

Manteniendo estas observaciones en paralelo, considerando cómo se ha definido la resiliencia anteriormente en el contexto de esta publicación, podemos resaltar los indicadores que se mencionan a continuación.

INDICADORES DE UTILIDAD PARA DEFINIR LA PROBLEMÁTICA EN EL SECTOR

Es interesante comparar las diversas empresas de distribución y tratamiento de agua y las diferentes situaciones de la región de LAC entre ellas, así como la evolución de los últimos años. Varios indicadores permiten realizar esa comparación, como por ejemplo: el consumo de agua per cápita (m³ per cápita), su evolución desde los últimos años y las perspectivas; la demanda de agua y las previsiones; las fuentes de suministro de agua y su relación con el consumo energético; el costo por volumen (m³) de agua suministrada; las pérdidas técnicas y no técnicas de agua (%); la importancia de los costos energéticos en comparación con los costos totales de operación de empresas de agua, etc.

A continuación, se presentan evidencias de la diferencia entre las empresas y los países. Es posible apreciar en ellas las diferencias entre aquellos donde ya se implementaron medidas e iniciativas de aumento de la resiliencia en sistemas de agua, con los otros en los que no se ha realizado.

Demanda de suministro creciente

Los servicios públicos de agua y saneamiento afrontarán una mayor demanda debido al incremento de la población en algunas regiones en vías de desarrollo. Muchos servicios públicos afrontarán también dificultades institucionales y físicas, incluyendo la subutilización de infraestructura, las pérdidas por fugas de agua y los bajos niveles de eficiencia energética²⁵.

Se estima un aumento de población global entre 2011 y 2050 de un 33 %. A nivel mundial, más personas viven en zonas urbanas que en zonas rurales. En 2014, el 54 % de la población mundial ya vivía en zonas urbanas. En 1950, solo el 30 % de la población mundial era urbana, y para el 2050 se espera que el 66 % de la población del mundo sea urbana. Se anticipa que América Latina y el Caribe estén entre las regiones más urbanizadas, representando una concentración de casi el 80 %. (Figura 1 - UN. World Urbanization Prospects, 2014).

25. <<http://idbdocs.iadb.org/wsdocs/getdocument.aspx?docnum=36342910>>.

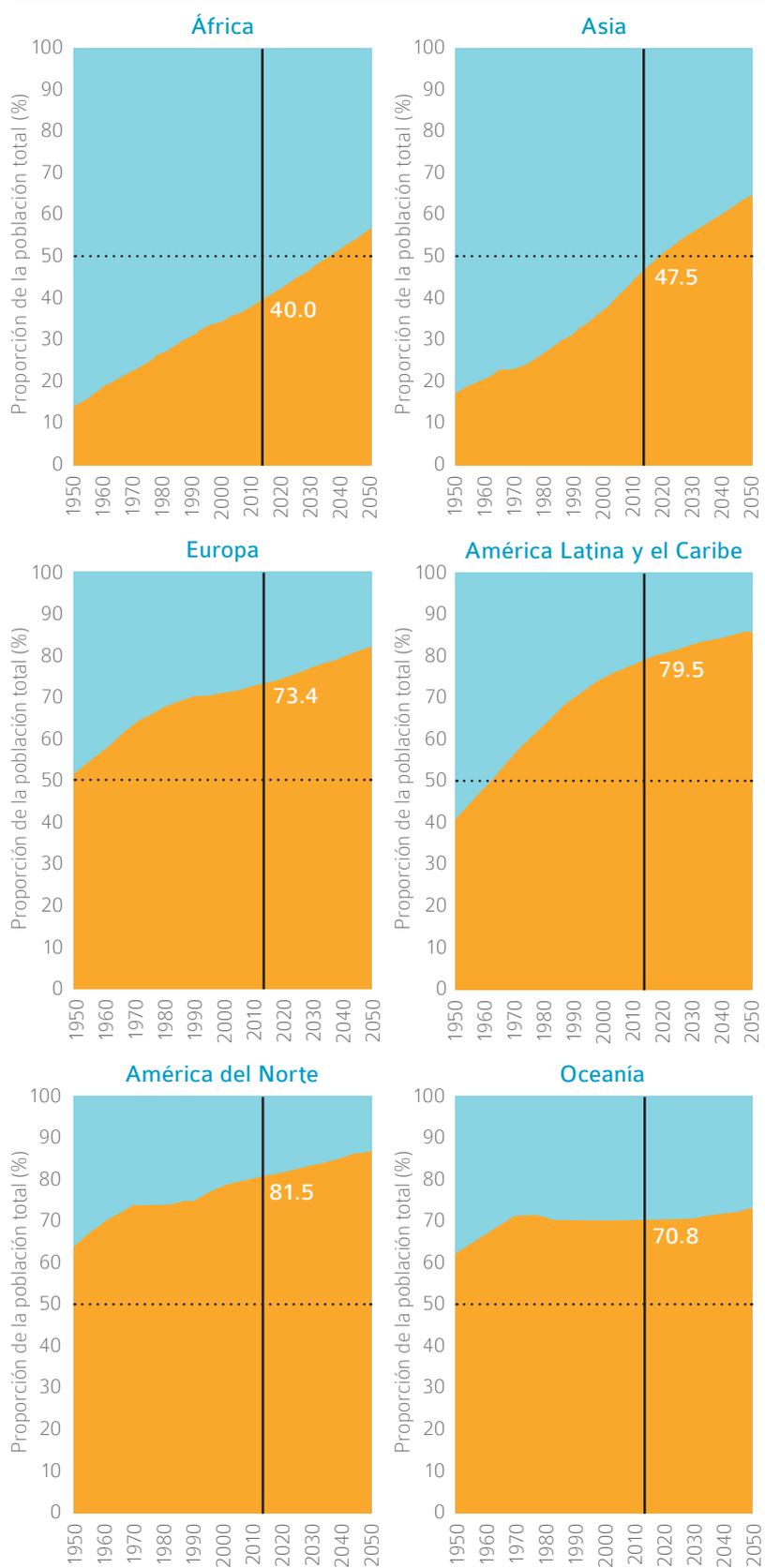


FIGURA 1
Tendencia de la población rural y urbana al 2050 presentada en el reporte de Naciones Unidas sobre prospectos de urbanización²⁶

■ Población urbana
■ Población rural

26. United Nations (2014). *World Urbanization Prospects*. Recuperado de <<http://esa.un.org/unpd/wup/Publications/Files/WUP2014-Highlights.pdf>>.

RECUADRO 1**ACCESO AL AGUA:
UNO DE LOS GRANDES
RETOS DE LA
HUMANIDAD²⁷**

Thierry Mallet es el vicepresidente ejecutivo de Innovación de Suez Environnement, líder mundial en la gestión del agua y residuos. En una conversación con el diario ABC confirma que, efectivamente, estamos ante uno de los grandes retos de la humanidad, porque a los casi 800 millones de personas en el mundo que no tienen acceso al agua habrá que sumar «entre 3.000 y 4.000 millones de personas que vivirán en un futuro en zonas de estrés hídrico».

El calentamiento global va a tener un impacto importante sobre el ciclo del agua. El señor Mallet explica que “el cambio climático está modificando el régimen de lluvias y la estabilidad de los recursos hídricos, que en su mayoría provienen del agua de superficie. Lo que observamos es un cambio hacia temporadas secas y otras de lluvias muy fuertes. Habrá que ser capaces de gestionar esos dos extremos. Para la escasez, la reutilización del agua es esencial. Lo normal es que una ciudad recicle el 2 % del agua que usa, pero en ciudades como Adelaida, en Australia, ya hemos conseguido alcanzar un 20 %. En Los Ángeles, California, recuperamos una parte de las aguas negras de la estación depuradora para tratarla con cinco diferentes niveles de calidad y usarla para irrigar, para la industria y para inyectarla en el suelo, después de un proceso de ultrafiltrado y ósmosis inversa, como recarga y freno a la salinización de los acuíferos”.

La ciudad de Windhoek, en Namibia, es una de las pioneras en el uso de aguas recicladas, llegando casi al 30 % del consumo total del agua potable de la ciudad.

Namibia es uno de los países más áridos del mundo, puesto que dos desiertos lo flanquean: el Namib, al oeste, y el desierto de Kalahari, al este. Más del 80 % del país se compone de desierto o semidesierto. Windhoek, la capital, se encuentra en las tierras altas centrales, aproximadamente a 1.540 m sobre el nivel medio del mar. La precipitación anual en Windhoek es de aproximadamente 370 mm, mientras que la tasa de evaporación de la superficie potencial está en el rango de 3,200-3,400 mm por año²⁸.

La distancia al río más cercano, el Okavango, es de 750 km; el océano está a unos 300 km y su población, de aproximadamente 240.000, tiene una tasa de crecimiento del 5 % por año. La precipitación es poco predecible y errática, con largos períodos de sequías severas. En este contexto, todos

Fuentes:

J. Lahnsteiner y G. Lempert (2007). Water Management in Windhoek, Namibia. *Water Science & Technology*, Vol. 55 No 1–2, pp 441–448. Q IWA Publishing.

27. <www.abc.es/sociedad/20140322/abci-agua-aumento-necesidades-201403212217.html>.

28. <www.wabag.com/wp-content/uploads/2012/04/Water-management-in-Windhoek-2007.pdf>.

los recursos hídricos potables dentro de un radio de 500 km han sido plenamente explotados.

Por lo tanto, el suministro pleno de agua desde los embalses y los pozos no se puede garantizar en el futuro cercano. Obligado por esta predicción, el ayuntamiento de la ciudad de Windhoek aprobó un sistema integrado para la gestión de la demanda de agua en 1994 que incluía política, legislación, educación, aspectos técnicos y mecanismos financieros.

Actualmente, el 25 % del agua de la ciudad se genera con una mezcla de agua reciclada-tratada, llegando a una proporción máxima de agua regenerada de un 50 % que alimenta el sistema de distribución en tiempos de escasez de agua (sequía prolongada). Uno de los problemas a enfrentar fue el de la aceptación de la reutilización directa del agua reciclada como potable. Para aumentar tanto el nivel de conciencia de ahorro de agua y para sobrellevar el rechazo al uso de agua reciclada, la ciudad de Windhoek ha organizado programas de educación en escuelas, radio y televisión, así como en los medios de comunicación impresos.

La evaluación de estos programas mostró que el mayor beneficio se logra si la conciencia del agua forma parte del plan de estudios en las escuelas normales.

La recuperación de agua potable a partir del efluente secundario municipal no es aceptable, en general, debido a barreras públicas y psicológicas. Sin embargo, con una socialización persistente y buenos programas de educación, esta percepción se pudo cambiar. El pueblo de Windhoek incluso ha derivado cierto orgullo del hecho de que son la única ciudad del mundo donde se practica la reutilización directa de agua potable.

En gran parte de los países más desarrollados del mundo, las extracciones de agua dulce se han estabilizado o ligeramente disminuido, debido en parte a una combinación de mejora en la eficiencia del uso del agua (principalmente en la agricultura) y, por otra parte, al aumento de la importación de productos intensivos en agua, en especial para la alimentación. Por lo tanto, se puede deducir que el actual aumento en el uso del agua se produce principalmente en los países en desarrollo²⁹.

Como parte de los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS)³⁰ se incita a no seguir la misma curva de consumo que presentan los países hoy desarrollados. Existe en ellos la oportunidad de aprovechar la transferencia de tecnología y el apoyo al desarrollo sostenible como uno de los mecanismos para mejoras en el sector.

El aumento del número de personas que no tienen acceso al agua ni al saneamiento en las áreas urbanas está directamente relacionado con el rápido crecimiento de las poblaciones. Principalmente en nuevos asentamientos informales en países en desarrollo, el crecimiento de la población no es proporcional a las capacidades de los gobiernos locales y nacionales de proporcionar servicios hídricos y de saneamiento adecuados.

El mismo proceso de urbanización implica conflictos que exacerbaban los conflictos por el suministro de agua más allá de un tema exclusivamente orientado a contar con el suministro en las fuentes. Nos referimos a procesos de gestión de tierras por parte de los municipios y su obligación de dotar a la ciudad de áreas de expansión (régimen de adquisición de tierras y creación de ejidos), más el estímulo a la industria de la vivienda en detrimento de la urbanización de terrenos. Ya existen en la región buenas prácticas en procesos de consolidación de barriadas populares.

Se espera que la población global que no tiene acceso al agua alcance casi los 900 millones de personas en 2020; esta es también la más vulnerable al impacto de los eventos climáticos extremos³¹.

La Figura 2 ilustra claramente que la demanda de agua aumentará de manera significativa en los países en desarrollo en los próximos años, y deja claro porqué el suministro de agua potable constituirá

29. UNESCO (2016). Water and Jobs. Recuperado de <<http://unesdoc.unesco.org/images/0024/002439/243938e.pdf>>.

30. <www.undp.org/content/undp/es/home/sdgooverview/post-2015-development-agenda.html>.

31. WWAP (2015). The United Nations World Water Development Report 2015: Water for a Sustainable World. United Nations World Water Assessment Programme. París: UNESCO.

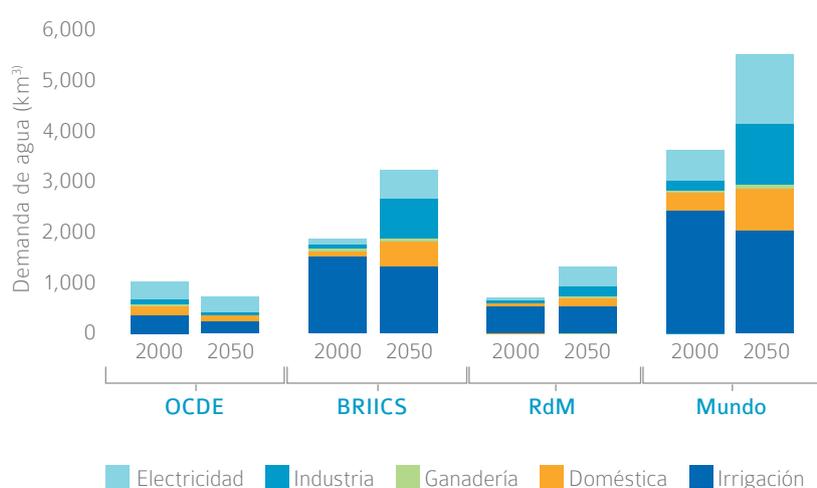


FIGURA 2
Demanda de agua – línea base en el año 2000 y escenario en 2050³²

un desafío relevante. Para Latinoamérica especialmente, dejando de lado a países desarrollados de Europa y Norteamérica, es donde adicionalmente el efecto de “urbanización” será más importante.

Sin nuevas políticas, para el año 2050 la disponibilidad de agua dulce se tornará más crítica. Con 2.3 mil millones más de personas (40 % más), se prevé que la demanda global de agua aumentará en aproximadamente un 55 % (Figura 2). Esto debido a la creciente demanda por parte de la industria manufacturera (+ 400 %), la generación térmica de electricidad (+ 140 %) y el uso doméstico (+ 130 %)³³.

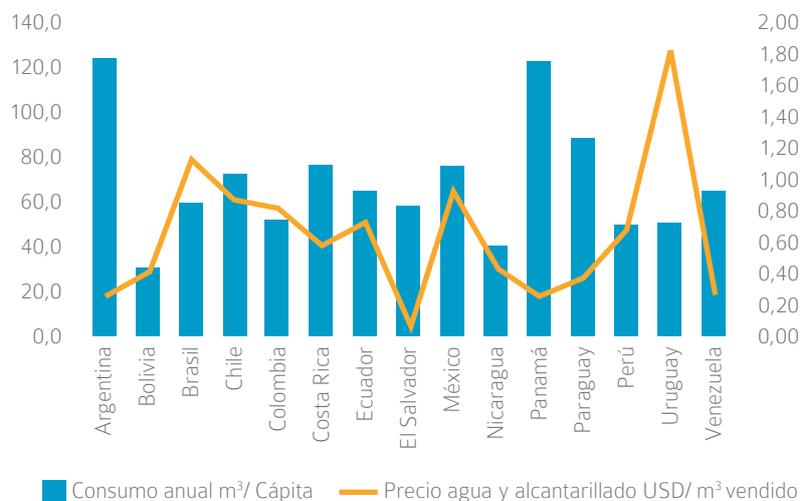
El consumo total de agua per cápita (uso residencial y otros sectores) varía mucho entre los países de la región, su estimación a futuro es compleja, dependiendo de variables sociales y ambientales. No obstante, como se presenta en la Figura 2, todas las diferentes aproximaciones coinciden en que la demanda de agua para uso doméstico va a aumentar definitivamente de manera significativa. De hecho, ya a principios del 2000 se habían alcanzado las proyecciones de demanda doméstica que habían sido estimadas en el escenario sin cambios en la tendencia usual (BAU) para el año 2025³⁴.

32. OECD. Environmental Outlook 2050. Recuperado de <www.oecd.org/env/indicators-modelling-outlooks/waterchapteroftheoecdenvironmentaloutlookto2050theconsequencesofinaction.htm>.

33. OECD. Environmental Outlook 2050. Water Chapter of the OECD Environmental Outlook to 2050: The Consequences of Inaction.

34. WWAP (2016). The United Nations World Water Development Report 2016: Water and Jobs. París: UNESCO.

FIGURA 3
Consumo per cápita versus
el precio de agua



La Figura 3 ilustra la diferencia que introduce el precio del agua, como otro factor que regula la demanda. En un extremo se encuentran Argentina y Panamá, con consumos superiores a 100 m³/año, y en el otro extremo está Bolivia, con un consumo por debajo de 35 m³/año. Estas diferencias pueden explicarse por varios factores:

- La disponibilidad de agua en el país, tanto en porcentaje de cobertura (tener acceso al agua) como en horas por día de abastecimiento (cuándo hay acceso al agua).
- El precio del agua —se puede ver una correlación inversamente proporcional entre el consumo de agua y el precio.
- La concientización de los ciudadanos frente al uso racional del agua (demanda) y relevancia del control de fugas/eficiencia (suministro).

El precio del agua es, definitivamente, un factor que entra en relación directa con el consumo de agua. La fuga de agua en hogares está asociada directamente al costo de los servicios de fontanería y de las piezas de repuesto, versus una factura mensual del servicio que incluye las pérdidas. Es muy probable que el costo de reemplazo de una pieza que pierde y la mano de obra de la reparación sea equivalente, en algunos casos, a todo un año de factura de agua. En este sentido tampoco contribuyen las normas de construcción de vivienda, que no han establecido como regla las canalizaciones para las tuberías de agua (haciendo un símil con el cableado eléctrico, que permite ser extraído sin romper paredes o pisos), lo que obliga a costosas reparaciones de albañilería cuando se deben cambiar tuberías. Esto conlleva, en la mayoría de los casos, a que la tubería con pérdidas sea reparada solo si genera problemas es-

tructurales a la edificación o interrumpe el suministro, pudiendo representar años de fugas antes de ser subsanada.

El informe del WWAP³⁵ confirma que “los precios actuales del agua suelen ser demasiado bajos para limitar realmente el uso excesivo de agua por parte de los hogares acomodados y la industria³⁶. Si bien es importante que las políticas de precios recompensen a los usuarios por ahorrar agua, el uso responsable a veces puede fomentarse de forma más eficaz sensibilizando a las personas y haciendo que resulte atractivo el bien común”. Adicionalmente, los precios bajos minimizan la relevancia económica (en términos de facturación) de las fugas.

Los programas de sensibilización y de uso racional del agua pueden contribuir a reducir este consumo per cápita. Por ejemplo, en Cachoeiro de Itapemirim, Espírito Santo, Brasil (Figura 4), se demuestra el efecto que este tipo de campañas puede tener en el uso racional de agua, resultando en una reducción del 34 % del consumo per cápita en 9 años. La campaña de sensibilización se hizo por varios programas: Gota d’agua y Agua na Escola, entre otros, y por los numerosos subproyectos, derivados de los programas³⁷, con varios socios como la organización no gubernamental (ONG) Agua e Cidade. A través del programa “Agua na Escola”, se capacitaron más de 300 profesores y directores de escuelas, así como a más de 4.000 alumnos en 38 escuelas públicas, entre 1998 y 2004. El programa Gota d’agua incluía acciones de sensibilización de la comunidad en escuelas, así como la instalación de aparatos ahorradores de agua en grifos, y cursos para gestores de agua³⁸.

Algunos aspectos que se deben tener en consideración dentro del precio para los servicios de agua:

- La recuperación de los costos de capital y eficiencia económica
- Subvenciones
- Los subsidios cruzados
- Los subsidios al consumo
- Tarifas incentivadoras del uso eficiente del agua
- Subvenciones a los costos de capital
- Reglamenteo

35. WWAP (2015). *The United Nations World Water Development Report 2015: Water for a Sustainable World*. París: UNESCO.

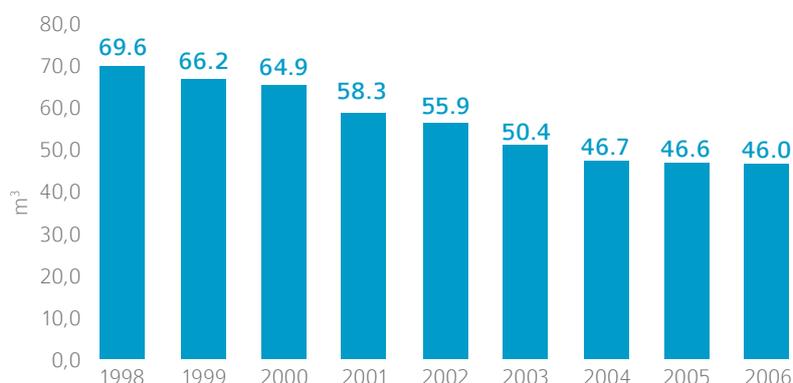
36. En muchos países existe un precio diferenciado por volumen consumido, por lo que se distingue el consumo de sobrevivencia, que puede ser un subsidio hasta por el 100 % o a muy bajo costo y, de ahí, un precio escalonado con base en los volúmenes. También, en general, hay precios diferenciados para consumo doméstico e industrial.

37. <<http://agua.org.br/hotsites/programa-educacao-ambiental/projeto-gota-dagua-2015>>.

38. <<http://agua.org.br/hotsites/programa-educacao-ambiental/projeto-gota-dagua-2015>>.

FIGURA 4

Consumo promedio de agua potable per cápita en Cachoeiro de Itapemirim, (Espírito Santo, Brasil)³⁹



- ✓ La regulación/revisión periódica de precios
- ✓ Regulación de la calidad y temporalidad del servicio
- ✓ Consideraciones ambientales

Subsidios cruzados: donde las clases de mayor adquisitivo pueden subsidiar a las personas que viven en pobreza. El problema puede estar en la diferencia en número de ambos estratos, lo que puede complicar hacerlos funcionar (las cuotas a la clase alta tendrían que ser demasiado elevadas).

Subsidios al consumo: se subvenciona un nivel básico de consumo y, a partir de cierto volumen, se paga con tarifas progresivamente menos subsidiadas. Es necesario fortalecer sistemas financieros, fiscales y administrativos. Estas condiciones están lejos de ser una realidad en la mayoría de los países de la región.

Tarifas incentivadoras del uso eficiente del agua: como ejemplo, el Parlamento Europeo y el Consejo la Comunidad económica Europea, con la Directiva sobre el agua 2000/60/CE, en su artículo 9, "Recuperación de los costes de los servicios relacionados con el agua", señala que: "Los Estados miembros garantizarán, a más tardar en 2010, que la política de precios del agua proporciona incentivos adecuados para que los usuarios utilicen de forma eficiente los recursos hídricos..."⁴⁰. En general, en esta directiva se encuentran señalamientos sobre el tema del costo del agua que consideran mecanismos de progresividad, descuentos por poco consumo, o penalizaciones que pueden servir de modelo para organizaciones en la región.

39. Concesionaria Citagua – Aguas de Cachoeiro

40. <<http://eur-lex.europa.eu/legal-content/ES/TXT/?uri=URISERV%3AI28002b>>.

Agua no contabilizada

El porcentaje de agua no contabilizada (ANC) incluye las pérdidas técnicas y no técnicas de agua.

Para disminuir las pérdidas no técnicas, la empresa distribuidora de agua necesita mejorar su propia gestión de los consumos no autorizados o submedidos, y la recuperación de los impagos.

Según el Banco Mundial⁴¹, en América Latina, un significativo 45% del agua se pierde antes de llegar al cliente. Esta agua no facturada no solo agrava el reto de incrementar el acceso al agua potable, sino que también representa una gran pérdida de energía, así como un precedente muy grave en un contexto de variabilidad climática y escasez de recursos.

Lo más común es establecer metas con base en algún tipo de *benchmarking* (comparativa de mercado). El Banco Mundial, por medio del trabajo de Liemberger (software WB Easy Calc⁴²), ofrece una matriz de evaluación de las pérdidas reales. Esa matriz fue construida a partir de datos internacionales de sistemas de todos los continentes del mundo.

Categoría técnica de desempeño	ILI	Litros/ conexión/ día					
		10 m	20 m	30 m	40 m	50 m	
País en vías de desarrollo	A	1-4	< 50	< 100	< 150	< 200	< 250
	B	4-8	50-100	100-200	150-300	200-400	250-500
	C	8-16	100-200	200-400	300-600	400-800	500-1000
	D	> 16	> 200	> 400	> 600	> 800	> 1000

FIGURA 5
Matriz de evaluación de pérdidas reales del Banco Mundial

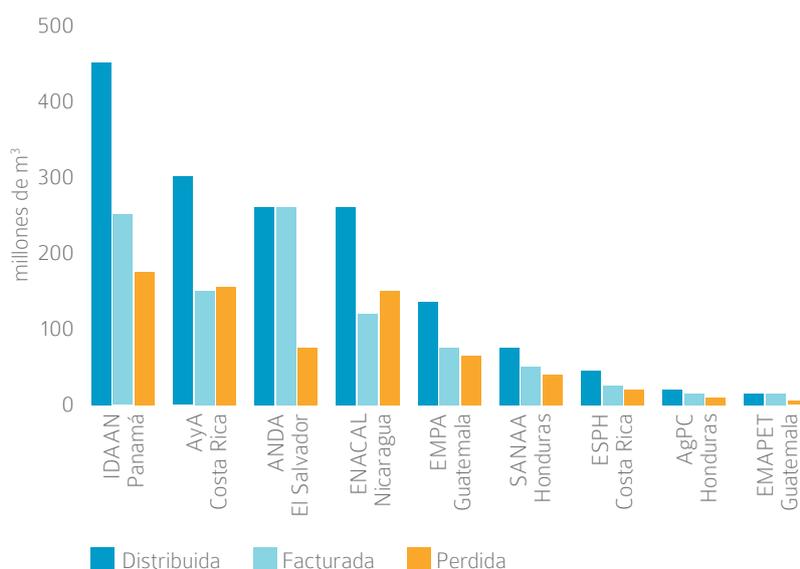
- A/** La reducción adicional de las pérdidas puede ser antieconómica, aunque, se presentan racionamientos. Se requiere de un análisis cuidadoso para identificar las medidas de mejoramiento costo efectivas.
- B/** Potencial de mejoramiento interesante. Considere la gestión de presiones, unas mejores prácticas para el control de pérdidas y un mejor mantenimiento del sistema.
- C/** El nivel de pérdidas es importante. Esta situación es tolerable sólo si el agua es barata y en exceso. Aún así, analice el nivel y naturaleza de las pérdidas e intensifique los esfuerzos por su reducción.
- D/** El uso de recursos es terriblemente ineficiente. Los programas de reducción de pérdidas son imperativos y de alta prioridad

41. <www.worldbank.org/en/news/feature/2013/09/03/latin-america-water-loss-energy-efficiency>.

42. <www.liemberger.cc>.

La siguiente figura ilustra bien la diferencia entre el agua distribuida, facturada y perdida. En los ejemplos analizados, únicamente la empresa salvadoreña (ANDA) factura toda el agua distribuida a sus clientes, incluso si reciben solo la cantidad de agua distribuida menos las pérdidas.

FIGURA 6
Agua distribuida, facturada
y perdida en Centroamérica
para el año 2007⁴³



La Figura 6 resalta la alta diferencia entre la cantidad de agua distribuida y agua facturada, debido a pérdidas aparentes o reales. Esto conlleva a que el costo de mantenimiento y de reparación de la red puede ser más alto que el costo de aumentar la producción de agua por nuevas fuentes de suministro. Invertir tiempo, recursos e, inclusive, compromiso político en reducir los niveles de fugas puede no ser respaldado por ahorros económicos tangibles como retorno de la inversión cuando la tarifa de venta del agua está demasiado baja. Por ejemplo, en Colombia, el costo del agua ahorrada gracias a inversiones en proyectos para disminuir el ANC del 53 % al 30 %⁴⁴ resultó igual a la tarifa promedio del agua, que era de 0,4 USD\$/m³.

La Figura 7 presenta el porcentaje de ANC en algunos países de Centroamérica y del Caribe.

La situación en América del Sur no es muy diferente, como lo demuestra la Figura 8.

43. <http://warrington.ufl.edu/centers/purc/purcdocs/papers/0729_Berg_Benchmarking_Central.pdf>.

44. Gómez Giraldo, Paula Angélica (2003). *Implicaciones financieras de los programas de reducción del índice de agua no contabilizada*. Universidad Nacional de Colombia.

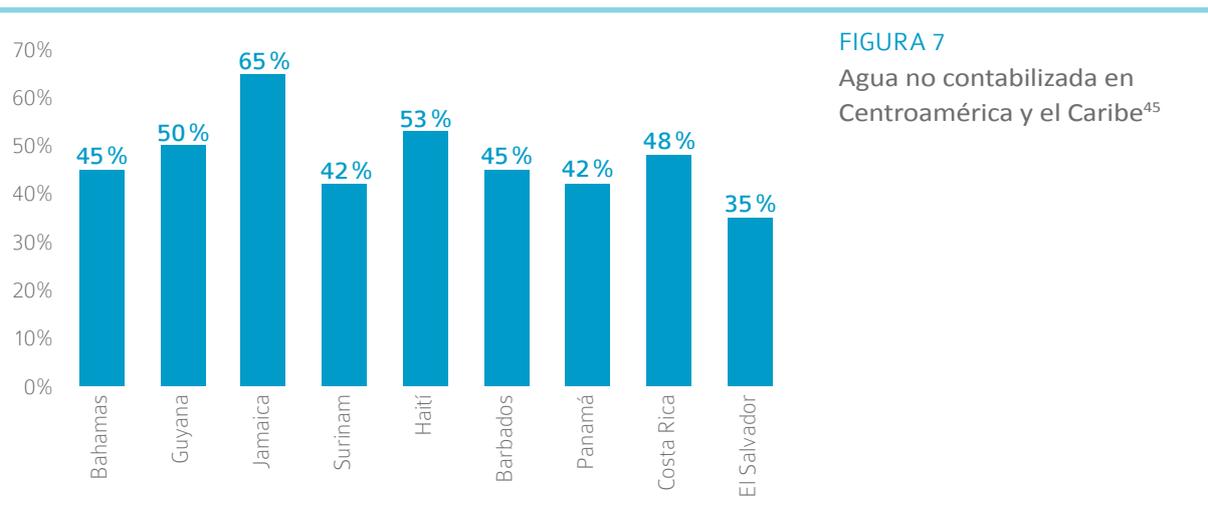


FIGURA 7
Agua no contabilizada en Centroamérica y el Caribe⁴⁵



FIGURA 8
Agua no contabilizada en América del Sur y en México

El porcentaje de ANC con relación a la cantidad de agua distribuida es bastante elevado, superando en todos los países un 30 %, menos en México. La situación en el tema del ANC en México ha mejorado bastante en los últimos años. Según un estudio realizado por la Comisión Nacional del Agua en 2001, el promedio de ANC en el país era superior al 40 %⁴⁶. Se puede ver en la Figura 8 que, en 2012, se encontraba en alrededor de un 25 %. Este fue el resultado de un gran esfuerzo de reducción de pérdidas a nivel de los organismos operadores de cada estado, impulsado por el gobierno central. La estrategia implementada por México fue coordinada por

45. Moya, R.R. (2011), "La eficiencia energética en empresas de agua y saneamiento en países de América Latina y El Caribe (Mejores prácticas y lecciones aprendidas)". Banco Interamericano de Desarrollo, Sector de Infraestructura y Medio Ambiente, Nota técnica. Número 328. Recuperado de <<http://idbdocs.iadb.org/wsdocs/getdocument.aspx?docnum=36342910>>.

46. <www.eumed.net/tesis-doctorales/2013/rjlz/organismos.html>.

la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA) a través de numerosos programas basados en los planes nacionales hídricos. El último plan nacional hídrico, aprobado en abril de 2014, define los objetivos, las estrategias y las líneas de acción a seguir.

El agua y la demanda de energía

Según el Banco Mundial, las empresas de agua y saneamiento consumen alrededor del 4 % de la energía total producida en todo el mundo, pero pierden hasta el 80 % de la energía entre la planta y el grifo. Además, existen tensiones externas y disturbios que afectan hoy en día los sistemas de agua con tendencia a que estos se incrementen a medida que aumenta la población y la demanda para diferentes usos del agua.

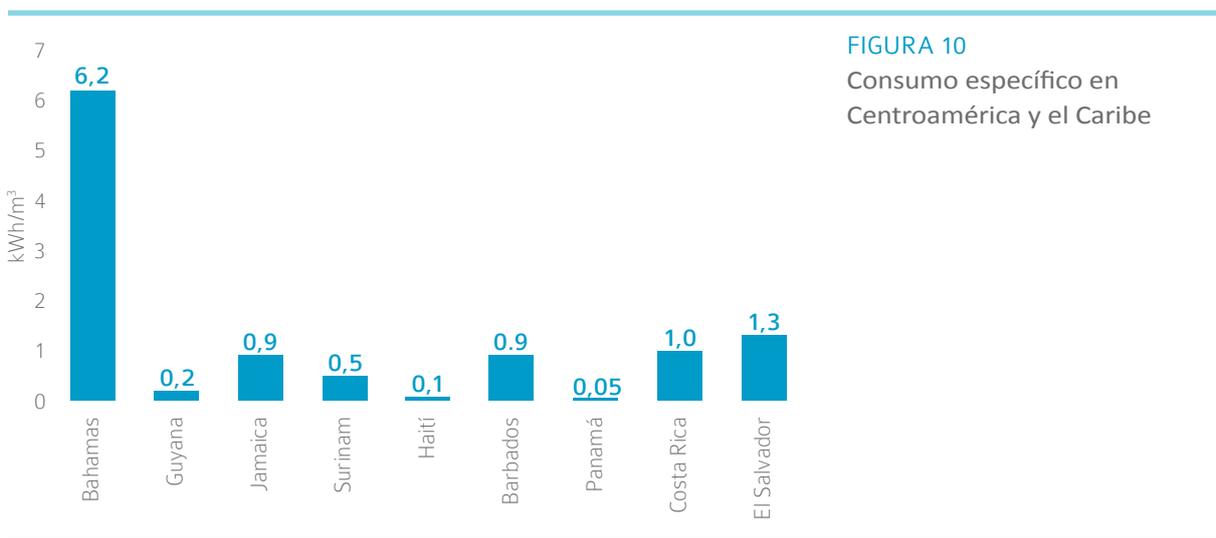
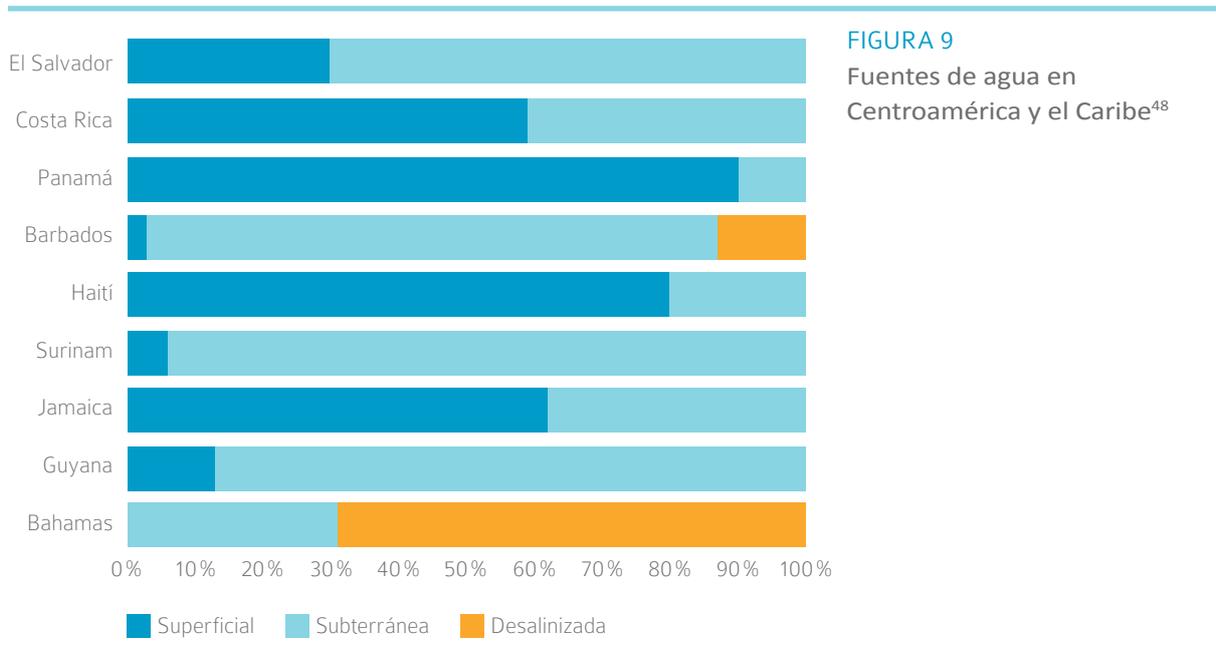
Hay diferentes ángulos desde los cuales se puede analizar esta relación: el agua como generador de energía y, a su vez, el agua que se suministra para riego y zonas urbanas como un alto consumidor de energía. El Rector de la Universidad de las Naciones Unidas, David Malone, coordinador del Día Mundial del Agua, destaca que “energía y agua son fundamentales en la agenda global de desarrollo. Pero hoy en día existen vacíos significativos de política en la interdependencia entre energía y agua”⁴⁷. Cada uno tiene muchos argumentos de análisis posibles; en este caso, nuestro interés estará circunscrito a la demanda de energía para el suministro urbano.

El consumo de energía para la distribución de agua limpia depende altamente del tipo de fuente del agua: fuentes superficiales (lago, río, reservorio o estanque), fuentes subterráneas (acuífero), o fuentes alternativas: desalinización (agua de mar), cosecha de agua de lluvia, atrapanieblas, reutilización de aguas servidas con recarga artificial de acuíferos, estimulación artificial de lluvias, etc. El consumo de energía está directamente asociado con la localización de las fuentes y las ciudades. Ciudades localizadas en cotas altas y aquellas lejanas de las fuentes de agua requieren de mayor energía en el bombeo. La altura dinámica a vencer es la suma de las pérdidas de carga por transporte en tuberías y la diferencia de altura a vencer. Esto explica, por ejemplo, el bajo costo energético para la ciudad de Panamá, misma que está rodeada de fuentes de agua con muy poco desnivel, al contrario de los casos de Costa Rica o El Salvador (Figura 10).

Las dos figuras siguientes ilustran esta relación. La primera ilustra el porcentaje de cada fuente de agua para algunos países. La segunda presenta el consumo específico, es decir, el consumo específico de electricidad en kWh por cada m³ distribuido en la red.

47. <www.lavanguardia.com/natural/20140321/54403903246/la-onu-alerta-del-aumento-imparable-de-la-demanda-de-agua-y-energia.html>.

Se puede ver claramente en la figura siguiente que Bahamas, con más del 65 % de su agua proveniente de la desalinización, tiene el consumo específico en energía por cantidad de agua distribuida (kWh/m³) más alto del grupo comparado.

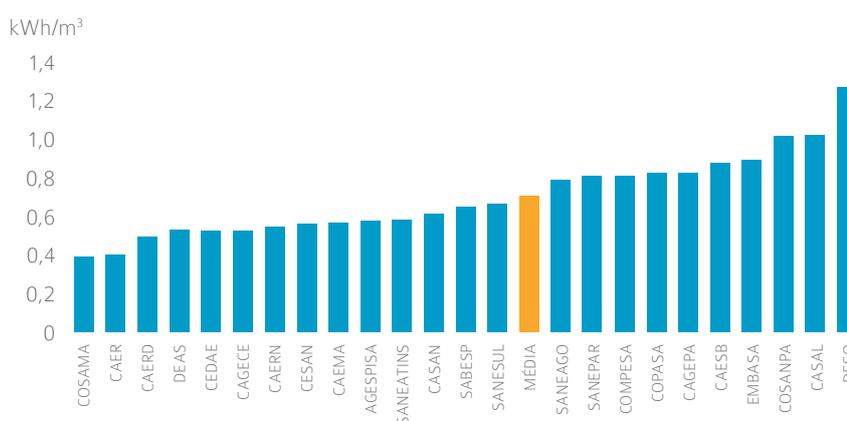


48. Moya, R.R. (2011), "La eficiencia energética en empresas de agua y saneamiento en países de América Latina y El Caribe (*Mejores prácticas y lecciones aprendidas*)". Banco Interamericano de Desarrollo, Sector de Infraestructura y Medio Ambiente, Nota técnica. Número 328. Recuperado de <<http://idbdocs.iadb.org/wsdocs/getdocument.aspx?docnum=36342910>>.

Con la demanda creciente por agua potable, un número cada vez mayor de empresas de suministro de agua tendrán que buscar fuentes adicionales a las explotadas actualmente. Algunas cada vez más lejos (superficial) o cada vez más profundas (subterráneas), o implementar fuentes alternativas como la desalinización. En cualquier caso, todas ellas representarán una forma más intensiva en el uso de energía.

La figura siguiente ilustra el consumo de energía por cada metro cúbico distribuido en las varias empresas de agua en Brasil⁴⁹.

FIGURA 11
Consumo específico en las empresas públicas de suministro de agua urbana en Brasil



La Figura 11 muestra consumos específicos de empresas públicas de suministro de agua brasileña que apuntan a la ineficiencia energética aparente. El análisis de esos datos permite estimar posibles beneficios aumentando la eficiencia energética y reduciendo las cantidades de ANC, resultando en una reducción del consumo específico. Por ejemplo, DESO tendría un ahorro de más de 0,5 kWh/m³ únicamente reduciendo su consumo específico al promedio. Uno de los beneficios colaterales de disminuir el consumo de energía es ciertamente la reducción de la huella de sus emisiones de gases de efecto invernadero, según el factor de emisión por país.

Costos energéticos versus costos operacionales

Los costos energéticos representan una fracción importante de los costos de operación de las empresas de servicios del agua. Como lo ilustra la figura siguiente, el impacto de la energía en los costos

49. Ministerio de las Ciudades - SNIS 2009. Manual sobre Contratos de Performance e Eficiência para Empresas de Saneamento em Brasil, junio de 2013, preparado para la Corporación Financiera Internacional (IFC, Grupo del Banco Mundial) por GO Associados.

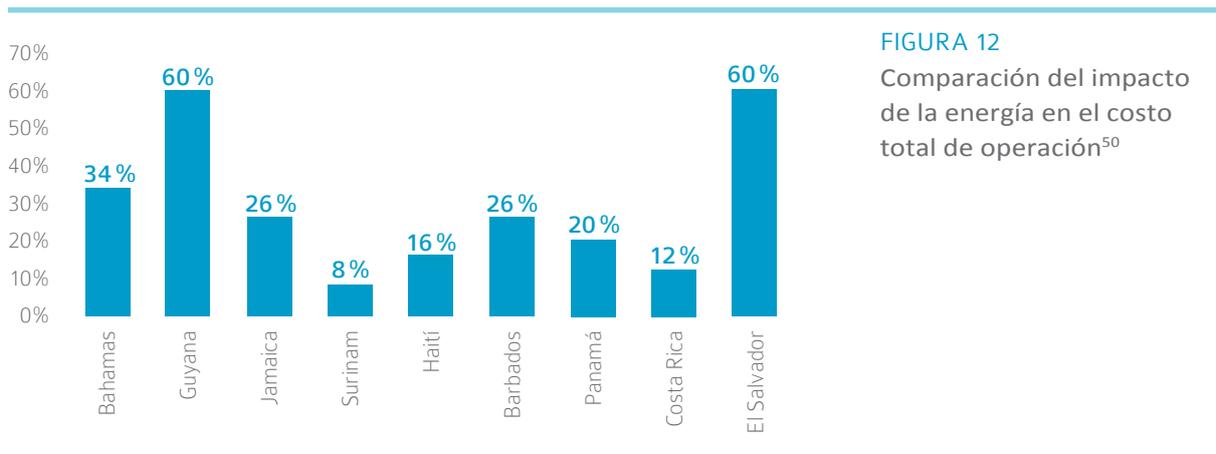


FIGURA 12
Comparación del impacto de la energía en el costo total de operación⁵⁰

de operación logra niveles muy altos en países como Guyana o El Salvador. En la mayoría de los países representados en la figura siguiente, se nota que la relación de los costos energéticos supera el 10% de los costos totales de operación.

La Figura 13 muestra la repartición de los costos operacionales por volumen de agua entregado a los clientes de las empresas de Centroamérica⁵¹.

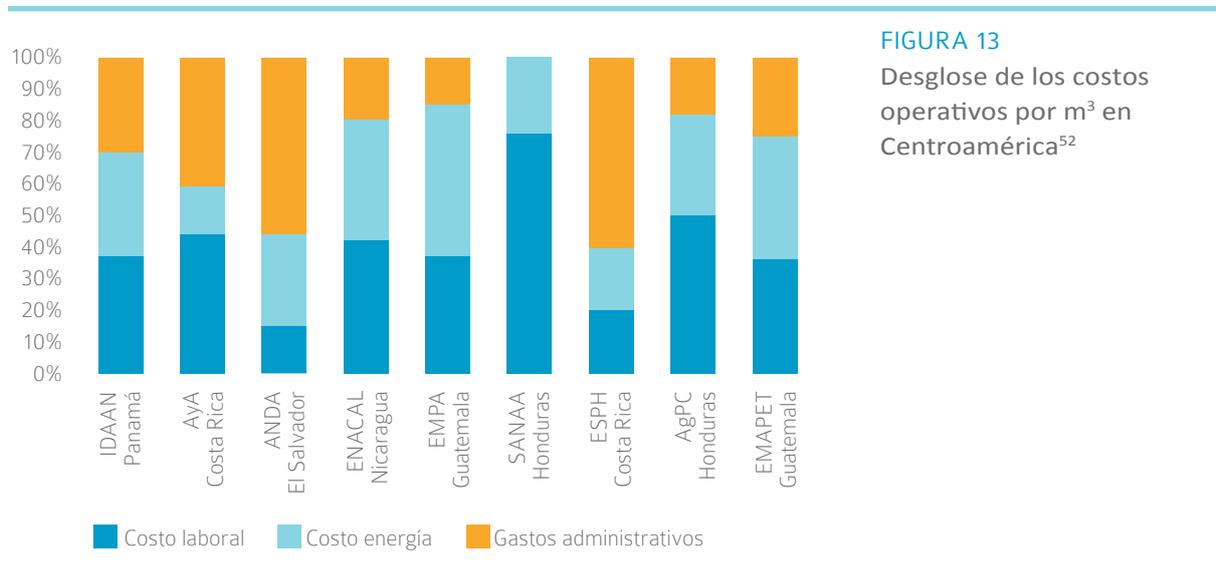


FIGURA 13
Desglose de los costos operativos por m³ en Centroamérica⁵²

50. <<http://idbdocs.iadb.org/wsdocs/getdocument.aspx?docnum=36342910>>.
 51. <http://warrington.ufl.edu/centers/purc/purcdocs/papers/0729_Berg_Benchmarking_Central.pdf>.
 52. <http://warrington.ufl.edu/centers/purc/purcdocs/papers/0729_Berg_Benchmarking_Central.pdf>.

El costo de la energía varía entre un 10 % en el caso de AyA de Costa Rica, y un 50 % en el caso de EMPA de Guatemala. La reducción del consumo energético permite disminuir los costos totales de las empresas de suministro de agua de manera importante. Una empresa con una fracción del 50 % de los costos dedicados a la compra de energía podría tener una reducción de sus gastos del 5 % únicamente con una reducción del 10 % de su consumo energético.

MECANISMOS DE FINANCIACIÓN

Fuentes de financiación

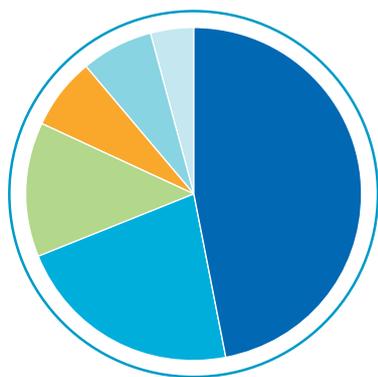
Existe un abanico de fuentes y mecanismos de financiamiento para empresas de distribución y tratamiento de agua en América Latina, aunque la fuente principal sigue siendo pública (Ministerios correspondientes) complementada con fondos de instituciones multilaterales o bilaterales como el Banco Interamericano de Desarrollo (BID), el Banco Mundial (BM), la Corporación Andina de Fomento (CAF), e Banco de Desarrollo Alemán (KfW), La Agencia Francesa de Desarrollo (AFD), etc. Por ejemplo, en Perú, más del 90 % del financiamiento para las inversiones del Servicio de Agua Potable y Alcantarillado de Lima (SEDAPAL) proviene del gobierno central y organismos internacionales; es decir, que menos de 10% de los ingresos provienen de las tarifas recibidas por el servicio. En el caso de la Empresa Nicaragüense de Acueductos y Alcantarillados, ENACAL, esta recibe la totalidad de los fondos del Gobierno y donantes a través del Ministerio, pues sus ingresos operativos (que provienen de las tarifas recibidas por el servicio) representan apenas el 68 % de sus gastos operativos.

De los 74 países participantes en el UN-Water Global Analysis and Assessment of Sanitation and Drinking Water (GLAAS)⁵³, solo 17 presentaron datos sobre las fuentes de los flujos financieros y solo 4 (Irán, Bangladesh, Tailandia, Lesoto) fueron capaces de dar cifras sobre las contribuciones hechas por los hogares mediante el pago de las tarifas. Estas contribuciones representan entre el 30 % al 61 % del total de la financiación del agua potable y saneamiento de todas las fuentes, incluyendo inversión de capital y costos recurrentes. Estos datos limitados confirman los hallazgos de informes anteriores que indican que las contribuciones de los hogares comprenden una parte importante de financiación para el saneamiento y el agua potable.

Los gráficos siguientes presentan las fuentes de financiamiento de gastos de inversión, capital y gastos operativos para varias empresas de agua (participantes en el estudio de GLAAS).

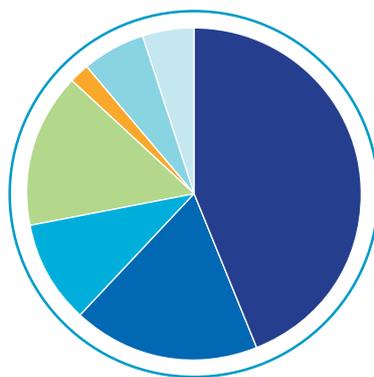
53. UN-Water Global Annual Assessment of Sanitation and Drinking-Water (GLAAS) 2012 Report: the challenge of extending and sustaining services. Recuperado de <www.un.org/waterforlifedecade/pdf/glaas_report_2012_eng.pdf>.

Fuentes de financiamiento para saneamiento y agua potable, excluyendo hogares (17 países, USD\$ 19.800 millones)



- 47 % Gobierno central
- 22 % Gobierno regional
- 13 % Gobierno local
- 7 % Donantes externos
- 7 % Préstamos comerciales
- 4 % Otras

Fuentes de financiamiento para saneamiento y agua potable, incluyendo tarifa de hogares y autoabastecimiento (4 países, USD\$ 10.100 millones)



- 44 % Tarifa y autoabastecimiento
- 18 % Gobierno central
- 10 % Gobierno regional
- 15 % Gobierno local
- 2 % Gobierno externo
- 6 % Préstamos comerciales
- 5 % Otras

FIGURA 14
Fuentes de financiamiento⁵⁴ para distribución y saneamiento de agua (2011)⁵⁵

Programas de financiación existentes

Casi todas las organizaciones internacionales, tanto las instituciones financieras internacionales como los bancos de desarrollo regional o bilateral, tienen un programa de apoyo al sector de agua y saneamiento. Resumimos a continuación los programas de financiación más relevantes de ese sector en la región LAC.

El Fondo para el Medio Ambiente Mundial (FMAM) / Global Environment Facility (GEF)⁵⁶

El FMAM promueve el desarrollo sostenible, ayudando a asegurar que las sociedades prosperan dentro de límites seguros y evitando los impactos más drásticos del cambio del clima o degradación ambiental en el planeta.

54. Financiamiento de gastos de inversión, capital y gastos operativos

55. <www.un.org/waterforlifedecade/financing.shtml>.

56. <www.thegef.org/gef/climate_change>.

RECUADRO 2

FORTALECIMIENTO DE CAPACIDADES EN LAS ASOCIACIONES DE ACUEDUCTOS RURALES (ASADAS) PARA HACER FRENTE A LOS RIESGOS DEL CAMBIO CLIMÁTICO EN LAS COMUNIDADES CON ESCASEZ DE AGUA DEL NORTE DE COSTA RICA

En Costa Rica, una de las organizaciones comunitarias más importantes en la promoción de la conservación del recurso hídrico son las Asociaciones Administradoras de Sistemas de Acueductos y Alcantarillados Sanitarios (ASADAS). Las ASADAS son órganos locales constituidos como asociaciones que, por delegación del Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados (AyA) administran, operan, dan mantenimiento y desarrollan sistemas de acueductos y alcantarillados en aquellas comunidades en las que ni el AyA ni la municipalidad respectiva prestan los servicios de abastecimiento de agua potable y saneamiento.

En la región norte de Costa Rica ya se están experimentando efectos del cambio climático. Diferentes modelos indican que para el año 2080, la superficie de precipitación anual se reducirá hasta en un 65 %; 15 % en 2020 y 35 % en 2050. La escasez de agua en algunas zonas pudiera llegar a recrear condiciones propias de zonas semiáridas. Si las estimaciones de cambios en el clima no se abordan con suficiente anticipación, la región podría experimentar escasez de agua con un grave impacto económico sobre los medios de vida de las comunidades y los sectores productivos.

Las barreras que limitan el logro de soluciones específicas se pueden resumir en:

- a) Falta de conocimiento (diagnósticos/modelos/alternativas). En particular, se identificó la necesidad del mapeo de acuíferos para poder gestionar eficazmente las estrategias de demanda de agua y de uso, como mecanismo para mantener el suministro de agua durante los períodos de sequía.
- b) Escaso acceso a la financiación de infraestructura flexible/resiliente, tecnologías de uso eficiente del agua a nivel del hogar.
- c) Falta de capacidades y conocimiento entre los actores locales en la adopción de prácticas sostenibles de uso de agua y reducir su vulnerabilidad ante el cambio climático.
- d) Red hidrometeorológica incompleta y deficiente. Esto a su vez dificulta poder llevar a cabo la modelización del sistema climático futuro o de sistemas de alerta temprana. Limitan la capacidad de las ASADAS para planificar medidas de mitigación oportunas.

Los recursos del FMAM fortalecerán la capacidad de las ASADAS y de los usuarios finales para hacer frente a los impactos del cambio climático en las fuentes de agua regionales. Algunas de las acciones a ser financiadas incluyen:

- Instalación de hasta 5.000 dispositivos de medición de suministro de agua para rastrear a los usuarios finales de la red ASADAS en el área del proyecto (reducción del porcentaje de agua no contabilizada (ANC))

- Campaña para promover el uso eficiente del agua en todas las etapas, desde la captura hasta el consumo, con el fin de promover un cambio en las actitudes y el comportamiento con respecto a la gestión y uso del agua.
- Protección de 275 hectáreas relacionadas con fuentes de agua y zonas de recarga de acuífero.
- Planificación: información hidrometeorológica integrada con el uso del suelo, las prácticas de producción y los procesos de planificación para aumentar la resiliencia de las comunidades rurales, de manera hacer frente a la variabilidad del agua. El incremento de la densidad de estaciones meteorológicas permitirá, a su vez, la obtención de datos para la mejora de modelación climática a futuro.

Summary of funds

	Amount year 1 (USD)	Amount year 2 (USD)	Amount year 3 (USD)	Amount year 4 (USD)	Amount year 5 (USD)	Total (USD)
SCCF	1,365,370	1,313,995	1,138,845	674,445	507,345	5,000,000
UNDP	150,000	150,000	150,000			450,000
AyA	3,817,500	3,817,500	3,817,500	3,817,500	1,130,000	16,400,000
IMN	1,145,000	1,145,000	1,145,000	1,145,000	420,000	5,000,000
CRUSA Foundation	461,966	461,966	461,966			1,385,898
AyA-IADB	314,610	314,610	314,610	314,610	314,611	1,573,051
FUNDECOOPERACION	370,000	370,000	370,000	370,000	370,000	1,850,000
Total	7,624,446	7,573,071	7,397,921	6,321,555	2,741,956	31,658,949

Con el apoyo de la financiación del FMAM, tanto el PNUD como el PNUMA (entre otros actores multilaterales de la región) ayudan a catalizar la inversión en tecnologías verdes, buenas prácticas de sostenibilidad y sistemas resilientes al clima, de manera que sea, además, económicamente atractivo.

La sexta reposición de fondos del FMAM se ha comprometido a apoyar la intensificación de las medidas y la ambición. Los recursos disponibles para temas de adaptación al cambio climático (que incluyen la resiliencia), estarían cerca de USD\$ 3 mil millones para la financiación durante los próximos cuatro años, pudiendo llegar a una previsión de USD\$ 25 mil millones, considerando el aprovechamiento de otras fuentes.

El FMAM apoya las iniciativas relacionadas al cambio climático con un amplio espectro de áreas de actuación.

Un total de USD\$ 910 millones fueron asignados a distintos países para apoyar las políticas nacionales sobre el cambio climático, estrategias de mitigación de gases de efecto invernadero, suministro de energía renovable mejorada, y eficiencia energética. Además, el FMAM espera programar hasta USD\$ 1.4 mil millones de dólares destinados al incremento de la resiliencia, procesos de adaptación y la reducción del riesgo de desastres.

Con el apoyo de la financiación del FMAM, tanto el PNUD como el PNUMA (entre otros actores multilaterales de la región) ayudan a catalizar la inversión en tecnologías verdes, buenas prácticas de sostenibilidad y sistemas resilientes al clima, de manera que sea, además, económicamente atractivo.

Banco Interamericano de Desarrollo⁵⁷

La visión del BID es la de “asegurar el acceso universal y sostenible a servicios de agua de alta calidad, sanitarios y de manejo de residuos sólidos para contribuir con el crecimiento económico sostenible de los países miembros de América Latina y el Caribe y con el mejoramiento de la calidad de vida de sus ciudadanos”.

Las áreas prioritarias actuales son: 1) expandir el acceso a servicios de calidad para poblaciones de bajos ingresos y vulnerables; 2) mejorar la gobernanza sectorial y la sustentabilidad financiera; 3) incorporar el concepto de seguridad hídrica en el sector, particularmente por mediante el aumento de la cobertura del tratamiento de aguas residuales, protegiendo las cuencas de abastecimiento y reduciendo los riesgos de inundaciones.

La Iniciativa de Agua y Saneamiento del BID ofrece un conjunto de nuevas herramientas y financiamiento flexible para alcanzar este objetivo. Lanzada en el 2007, la iniciativa define líneas estratégicas, un conjunto de metas y productos financieros especiales para apoyar soluciones adaptadas a las necesidades de cada país. Tiene

57. <www.iadb.org/es/sectores/water-and-sanitation/overview,18357.html>.

también varios programas especiales, de los cuales los más relevantes para la mejora de la resiliencia y eficiencia son:

El AquaFund, que otorga donaciones con el fin de contribuir al logro de las metas establecidas en el marco de la Iniciativa de Agua y Saneamiento del BID y de los Objetivos de Desarrollo del Milenio, en lo que respecta a agua y saneamiento⁵⁸.

Fondo Español de Cooperación para Agua y Saneamiento en América Latina y el Caribe - Iniciativa de Agua y Saneamiento⁵⁹

El Fondo Español de Agua y Saneamiento para América Latina y el Caribe es un fondo especial de contribuciones no reembolsables ofrecido por el Gobierno de España a los países de América Latina y el Caribe con el fin de acelerar la expansión de la cobertura de los servicios de agua potable y saneamiento, y apoyar los esfuerzos realizados por los gobiernos de la región para alcanzar las Metas de Desarrollo del Milenio para el sector⁶⁰.

El Gobierno de España se ha asociado con el BID⁶¹ para facilitar la identificación y preparación de proyectos, supervisar la ejecución de los mismos y evaluar sus resultados. Dicha asociación permite capitalizar la presencia del BID en cada uno de los países de la región, el conocimiento de los especialistas sectoriales del BID en sus representaciones, una extensa cartera de proyectos en agua y saneamiento y un riguroso sistema y control de calidad en la evaluación de proyectos.

Pueden acceder a recursos del Fondo todos los países miembros de la Comunidad Iberoamericana de Naciones y Haití. Serán elegibles entidades gubernamentales a nivel nacional, subnacional o local, y empresas, cooperativas u otros tipos de entidades dedicadas a la prestación de servicios públicos de agua y saneamiento.

Corporación Andina de Fomento - CAF⁶²

El apoyo de la CAF en el sector del agua se enfoca en los siguientes temas: agua y saneamiento, gestión del recurso hídrico, irrigación, drenaje y conocimiento.

La CAF apoya a los gobiernos nacionales, regionales y locales en el diseño, estructuración y financiación de proyectos de construcción, optimización y expansión de infraestructura para el acceso

58. <www.iadb.org/es/temas/agua-y-saneamiento/aquafund,1491.html>.

59. <www.fondodelagua.aecid.es/es/fcas>.

60. Para saber cómo aplicar, consulte esta página web: <www.fondodelagua.aecid.es/es/fcas/como-funciona/como-funciona-el-fondo>.

61. <www.iadb.org/es/temas/agua-y-saneamiento/fondo-espanol-de-cooperacion-para-agua-y-saneamiento-en-america-latina-y-el-caribe,1492.html>.

62. <www.caf.com/es/temas/a/agua/>.

universal al agua potable, mediante programas de asistencia técnica que garanticen el mejoramiento progresivo de las condiciones en la prestación de servicios, especialmente para la población más vulnerable.

La CAF impulsa también proyectos y programas en diversos aspectos como construcción y sistematización de procedimientos de planeación, ejecución y supervisión de programas de inversión; modernización de la gestión comercial, contable y financiera, desarrollos tecnológicos, sistemas de información y programas de capacitación, principalmente a través del financiamiento, orientado a fortalecer la autonomía y la capacidad de gestión de las empresas operadoras.

En su enfoque estratégico, la CAF está orientada a movilizar recursos internacionales para apoyar acciones de mitigación de emisiones y medidas de adaptación a escenarios climáticos cambiantes, así como a acompañar a sus países miembros en la formulación de políticas y estrategias climáticas. De hecho, en los últimos 10 años, la CAF ha aportado cerca de USD\$ 1.500 millones, y sólo en 2014, el financiamiento verde de la institución ascendió a USD\$ 2.810 millones, representando una de cada cuatro del total de las aprobaciones totales para ese año⁶³.

Grupo Banco Mundial⁶⁴

El Grupo Banco Mundial busca ayudar a los gobiernos a asegurar el acceso básico a servicios de agua y saneamiento para sus habitantes, particularmente para los más pobres. El Grupo Banco Mundial ayuda a los gobiernos a solucionar desafíos complejos en materia de desarrollo del agua a través de mecanismos transformadores de financiamiento, conocimientos e innovación. El Grupo apoya tanto gobiernos y empresas públicas (Banco Mundial) como a las empresas privadas (la International Finance Corporation, o IFC⁶⁵).

El Energy Sector Management Assistance Program (ESMAP), a través de su iniciativa de Ciudades Eficientes, apoya a los centros urbanos en la identificación de oportunidades de mejora y su implementación. Ha apoyado varias ciudades en mejoras de sus infraestructuras de agua, como Campinas en Brasil (ver estudio de caso en sección 5.3) y Monclova en México⁶⁶.

63. <www.caf.com/es/actualidad/noticias/2015/12/uno-de-cada-cuatro-creditos-aprobados-por-caf-impulsa-el-financiamiento-verde/>.

64. <www.bancomundial.org/es/topic/water/overview>.

65. <www.ifc.org/wps/wcm/connect/Industry_EXT_Content/IFC_External_Corporate_Site/Industries/Infrastructure/WaterAndUtilities/#>.

66. <www.esmap.org/node/231>.

International Finance Corporation - IFC⁶⁷

IFC, a través de su programa de financiación subnacional, financia municipios y gobiernos regionales. También proporciona deuda y la financiación de capital para empresas privadas. A través de su división de capital de riesgo, ofrece financiación a empresas en etapas tempranas que están desarrollando nuevas tecnologías de agua y residuos, y métodos de entrega.

*Programa de agua y saneamiento (Water and Sanitation Program - WSP)*⁶⁸

El Programa de Agua y Saneamiento (PAS) es una asociación de múltiples donantes que forma parte de la Práctica Global del Agua del Grupo Banco Mundial, y que apoya a las personas pobres en la obtención de un acceso asequible, seguro y sostenible a los servicios de agua y saneamiento.

El programa trabaja en los temas básicos siguientes:

- Ampliar la escala de saneamiento rural e higiene.
- Crear de servicios sostenibles a través de la participación del sector privado nacional.
- Apoyar las reformas del sector de suministro de agua y saneamiento que incluyen a las personas que viven en pobreza.
- Mejorar los servicios en las ciudades pequeñas para las personas que viven en pobreza en zonas urbanas.
- Adaptar la entrega del suministro de agua y saneamiento a los impactos del cambio climático⁶⁹.

El Programa de Agua y Saneamiento trabaja directamente con los gobiernos clientes a nivel local y nacional en 25 países a través de oficinas regionales en África, Asia oriental y meridional, América Latina y el Caribe, y en Washington DC.

Programa de Asociación para el Agua (Water Partnership Program - WPP)^{70, 71}

El WPP es una asociación de larga data formada entre el Banco Mundial y los gobiernos de los Países Bajos, el Reino Unido, Dinamarca y Austria. El WPP apoya los esfuerzos del Banco en la reducción de la pobreza, a través del trabajo analítico, en la incorporación de estrategias para lograr el crecimiento económico

67. <www.ifc.org/wps/wcm/connect/Industry_EXT_Content/IFC_External_Corporate_Site/Industries/Infrastructure/WaterAndUtilities/WU_Working+With+Us/>.

68. <www.wsp.org> (solo en inglés).

69. <<http://wsp.org/content/mitigating-and-adapting-water-and-sanitation-service-delivery-climate-change-impacts>>.

70. <<http://water.worldbank.org/wpp>>.

71. <<http://water.worldbank.org/sites/water.worldbank.org/files/WPP-Infographic-Climate-Smart-Tools.pdf>>.

resiliente frente al cambio climático. Considera enfoques pragmáticos en la gestión de los recursos hídricos, de abastecimiento y saneamiento en proyectos de agua del Banco Mundial.

Este programa posiciona al Banco para responder a la demanda en cualquier país y en el subsector del agua, y le permite llevar la innovación y potenciar la inversión en agua para impulsar el cambio en el diálogo político global, y para fortalecer los resultados de sus proyectos.

El WPP financia actividades que fortalecen los proyectos del Banco Mundial a través del trabajo renovador de análisis, desarrollo de capacidades, la innovación y el conocimiento. Se pueden financiar actividades en todos los países clientes del Banco Mundial y en todas las áreas de agua, tales como gestión de recursos de agua, agua potable y saneamiento, riego y drenaje, agua, agua como fuente de energía, y servicios ambientales. En 2012, el Banco Mundial puso en marcha la Fase II, un esfuerzo más audaz y más grande para ayudar a los países a resistir el cambio climático a través de mejores servicios de gestión del agua.

División Agua y Saneamiento de la Agencia Francesa de Desarrollo (AFD)⁷²

Las acciones de la AFD sobre el agua y el saneamiento se centran en cuatro áreas de intervención: 1) apoyar el establecimiento de marcos sectoriales claros, eficaces e inclusivos; 2) preservar los recursos hídricos en un contexto de cambio climático; 3) facilitar el acceso a servicios eficaces y sostenibles para todos; 4) gestionar la ciudad en riesgo de inundación en un contexto de aumento de la variabilidad del clima.

La AFD facilitó dos líneas de créditos a la CAF que fueron utilizadas totalmente. El primer crédito por USD\$ 260 millones fue destinado a financiar proyectos de la CAF en los sectores de energía, transporte y agua y saneamiento en el sector público. Este crédito se orientó a apoyar el financiamiento de proyectos que contribuyan a un crecimiento verde y solidario, y a tener un impacto ambiental y social favorable. El segundo crédito facilitado por € 100 millones fue destinado a financiar proyectos en Ciudades con Futuro y Cambio Climático con reducciones de CO₂⁷³.

Unión Europea⁷⁴

La Unión Europea (UE) apoya varias iniciativas en el sector del agua, principalmente a través de dos programas:

72. <www.afd.fr/lang/en/home/projets_afd/Eau_assainissement>.

73. <www.caf.com/es/inversionistas/otros-productos-de-deuda/>.

74. <<https://ec.europa.eu/europeaid/sites/devco/files/mn0514004esn.pdf>>.

WaterClima

Este programa tiene un presupuesto de € 7 millones (contribución de la UE), y durará cuatro años (2014-2018). Su objetivo general es contribuir a la mejora de la gestión de las cuencas hidrográficas y de las zonas costeras aumentando la resiliencia de los países de América Latina y el Caribe a las consecuencias del cambio climático.

Se han establecido tres objetivos específicos para WaterClima:

1. Combatir la pobreza y la desigualdad mediante la mejora de la gestión ambiental de los recursos hídricos y las zonas costeras para lograr un crecimiento sostenible, eficiente e inclusivo.
2. Reducir los impactos y la vulnerabilidad frente al cambio climático en zonas costeras y en los recursos hídricos mediante el diseño e implementación de medidas de adaptación a dicho cambio.
3. Fortalecer el diálogo común regional a través de la gestión integral de los recursos hídricos y las zonas costeras, y difundir los resultados y métodos empleados.

Latin America Investment Facility (LAIF)

El LAIF tiene un presupuesto € 196,6 millones (2010-2013) por una contribución de la UE. Establecido desde 2010, su objetivo general es la financiación de proyectos clave de infraestructuras en los sectores de transporte, energía, medio ambiente e infraestructura social, así como el apoyo al desarrollo del sector privado en la región de América Latina, en concreto a través del apoyo a las pequeñas y medianas empresas (PYME).

Apoya al Programa de Cambio Climático y al Programa de Inversión en Agua y Saneamiento, ambos financiados por el Banco de Desarrollo Alemán (KfW) y la CAF, mediante la provisión de fondos para asistencia técnica⁷⁵.

Agua y Saneamiento del USAID, agencia de desarrollo de los EE.UU.⁷⁶

Los programas de agua de USAID se enfocan en dos temas clave: el agua para la salud y el agua para la alimentación.

USAID está comprometido con la integración de un enfoque en el agua a través del trabajo hecho en los sectores de la agricultura, la salud y el clima mediante las siguientes acciones:

75. <www.caf.com/es/actualidad/noticias/2014/09/caf-la-union-europea-y-kfw-comprometidos-con-el-financiamiento-de-proyectos-sostenibles-en-america-latina>.

76. <www.usaid.gov/what-we-do/water-and-sanitation>.

1. Ampliar el acceso al suministro de agua y saneamiento para promover una mejor higiene y luchar contra las enfermedades prevenibles, especialmente en las comunidades vulnerables.
2. Aumentar la productividad del agua en la agricultura y la industria para incrementar la producción, mientras que se conserva este precioso recurso.
3. Mejorar la gestión de los recursos hídricos y la reforma de la gobernabilidad y reglamentos para compartir equitativamente el acceso y distender la competencia.
4. Fortalecer la resiliencia y la respuesta a desastres con el fin de ayudar a los países a adaptarse a un clima cambiante.

Programa Global del Agua de SECO, agencia de desarrollo suiza⁷⁷

El apoyo de SECO se enfoca en el suministro sostenible del agua, las aguas residuales y la gestión de residuos. El apoyo financiero y técnico de SECO ayuda a mejorar los sistemas de agua potable y saneamiento y a reforzar los servicios públicos, así como a las condiciones del marco para luchar contra la pobreza.

SECO financia medidas en tres niveles complementarios:

1. Mejora de sistemas centralizados de agua potable municipal y desarrollo de sistemas de aguas residuales y de gestión de residuos. En particular se da importancia a las tecnologías verdes.
2. Reforzamiento de las capacidades de los servicios públicos para crear empresas que son eficientes, transparentes, económicamente viables, ambientalmente amigables y orientadas al cliente.
3. Fortalecimiento del marco legal y del marco regulador para garantizar la suficiente flexibilidad para cumplir su papel a las empresas de servicios públicos.

SECO apoya los proyectos de infraestructura prioritarios para los países socios y que coincidan con su estrategia de desarrollo. Estos son los proyectos que necesitan los conocimientos técnicos, consultoría y/o tecnología de los países desarrollados.

SECO apoya también el programa de las Naciones Unidas para el Agua, el UN-Water⁷⁸.

Banco de Desarrollo Alemán - KfW⁷⁹

Mediante sus proyectos, el KfW está involucrado a varios niveles en la temática del suministro de agua. Su trabajo contribuye al

77. <www.seco-cooperation.admin.ch/themen/infrastruktur/01089/index.html?lang=en>.

78. <www.unwater.org/about/donors/en>.

79. <www.kfw-entwicklungsbank.de/International-financing/KfW-Development-Bank/Topics/Water/#>>.

desarrollo de instituciones sostenibles, como es el caso de las autoridades de supervisión y servicios de agua, así como los sistemas técnicos en plantas de tratamiento de aguas residuales y redes de alcantarillado. El KfW asiste también a socios locales en la reducción de las pérdidas de agua sobre una base sostenible. Su trabajo se desenvuelve, por lo general, en países en vías de desarrollo donde hasta el 40 % del agua potable utilizable se pierde a través de tuberías deterioradas.

El KfW invierte montos considerables en proyectos en este sector. En 2014, KfW comprometió casi € 590 millones para proyectos de agua, aguas residuales y residuos en el mundo. Cuenta con cerca de 460 proyectos en curso en el sector del agua.

Esta institución trabaja solamente con gobiernos o empresas públicas. No hay un programa específico dedicado al sector del agua, pero el KfW cuenta con oficinas en varios países de la región⁸⁰, y se le pueden proponer proyectos de forma directa.

La CAF y el KfW tienen relaciones desde 1977, e impulsan numerosos proyectos para el desarrollo sostenible en la región. En el marco de esta cooperación se tiene un total de USD\$ 755 millones para financiar proyectos en los siguientes sectores: 1) eficiencia energética y energía renovables; 2) infraestructura en general [USD\$ 140 millones]⁸¹; 3) cambio climático [USD\$ 195 millones]; 4) transporte [USD\$ 200 millones]; 5) agua y saneamiento [USD\$ 100 millones]; y 6) eficiencia energética por el lado de la oferta [USD\$ 120 millones]. Todos los créditos se otorgan con énfasis en que los proyectos beneficiados tengan un impacto favorable en el medio ambiente⁸².

Fondo Verde del Clima (FVC) - Green Climate Fund (GCF)

El FVC es un esfuerzo multilateral establecido por 194 gobiernos para responder al cambio climático. Está previsto que el FVC catalice financiación pública y privada, tanto a nivel internacional como nacional, y que proporcione una asignación equilibrada de recursos para la adaptación y la mitigación relativas al cambio climático. Entre otras características únicas del FVC se incluyen una estructura equilibrada de gobernanza, el acceso directo a los recursos a través de entidades nacionales de implementación, y el empleo de enfoques de la financiación basados en los resultados⁸³.

80. <www.kfw-entwicklungsbank.de/International-financing/KfW-Development-Bank/Local-presence/Latin-America-and-the-Caribbean>.

81. <<http://nr.iisd.org/news/caf-kfw-agree-to-finance-latin-american-water-and-sanitation-projects>>.

82. <www.caf.com/es/inversionistas/otros-productos-de-deuda>.

83. <http://unfccc.int/portal_espanol/newsletter/items/6806.php>.

RECUADRO 3

SUMINISTRO DE AGUA Y GESTIÓN DE AGUAS RESIDUALES EN CIUDADES DE FIJI: NOVEDOSA INTERVENCIÓN PARA EL SECTOR DE SUMINISTRO DE AGUA URBANO, CON FINANCIAMIENTO DEL FONDO VERDE DEL CLIMA (FVC) PARA INCREMENTAR SU RESILIENCIA CLIMÁTICA

El FVC proporcionará USD\$ 31 millones para el proyecto, cuyo costo es de USD\$ 222 millones, mientras que el Banco Asiático de Desarrollo financiará USD\$ 67.7 millones. El Banco Europeo de Inversiones también está considerando la financiación del proyecto, que beneficiará a una tercera parte de la población de Fiji.

El desarrollo de la infraestructura y los servicios urbanos en Fiji se ha quedado atrás debido al rápido crecimiento de sus pueblos y ciudades. Fiji se encuentra entre los países con mayor riesgo a los peligros del cambio climático. Como resultado de ello, son cada vez más vulnerables a la sequía, las inundaciones y al aumento del nivel del mar.

El proyecto tiene las siguientes metas:

- Fortalecer la capacidad de resiliencia climática del sistema de suministro de agua, moviendo principalmente el punto de abastecimiento de agua para evitar la intrusión salina.
- El proyecto construirá nueva infraestructura para aumentar el suministro de agua potable en un 20 % y la capacidad de tratamiento de aguas residuales en un 200 % en el centro metropolitano de Fiji. Contempla también el aumento de la producción de 30.000 m³ por día mediante la construcción de una nueva toma de agua del río Rewa, una nueva estación de bombeo, una nueva planta de tratamiento de agua, y un nuevo depósito de agua.
- Aumentar el acceso al suministro de agua fiable y segura mediante la reducción de las pérdidas de agua a través de la sustitución de contadores, mejora de la detección de fugas y reparaciones, establecimiento de áreas de medición y sistemas de gestión de la presión del sistema.
- Fortalecimiento de tuberías para soportar posibles inundaciones.
- La adopción de fuentes alternativas de agua.

El impacto esperado es asegurar que los habitantes de algunas de las zonas más densamente pobladas Fiji tengan acceso a agua corriente de forma regular y segura, con un sistema de alcantarillado favorable al medio ambiente. Esto está en línea con la política del Gobierno para mejorar la prestación de los servicios de abastecimiento de agua y saneamiento, como se establece en la Hoja de Ruta para la Democracia y el Desarrollo Socioeconómico Sostenible de 2010-2014.

La estructura de financiación propuesta combina una financiación máxima de la deuda y un mínimo de la subvención, teniendo en cuenta la carga de la deuda del país, la capacidad de generación de ingresos del proyecto y la urgente necesidad de adoptar soluciones para el cambio climático con el mínimo costo. Los niveles de deuda actuales de Fiji dificultan la capacidad para obtener préstamos para inversiones en agua y alcantarillado.

Los costos adicionales (sobre un presupuesto tradicional de mantenimiento y mejora) que implican las medidas de adaptación y mitigación aumentan sustancialmente el costo de la infraestructura. Mientras que las inversiones en agua y tratamiento de aguas residuales tienen un fuerte retorno social, económico y ambiental para Fiji, los rendimientos financieros son limitados.

El otorgamiento de este financiamiento por parte del FVC permitirá a Fiji, un pequeño estado insular en desarrollo (SIDS*), implementar medidas

de adaptación vitales sin ninguna reducción de fondos para otras necesidades de desarrollo de alta prioridad, o que impliquen aumentar su riesgo de sobreendeudamiento.

- Fondos FVC: USD\$ 31,04 millones (donación)
- Cofinanciamiento de USD\$ 190,96 millones:
 - o Asian Development Bank (ADB): USD\$ 67.7 millones (préstamo)
 - o European Investment Bank (EIB): USD\$ 38.0 millones (préstamo)
- Gobierno de Fiyi: USD\$ 85.26 millones
- Duración: 7 años (enero 2016 – enero 2022).

Apoyo a las comunidades vulnerables en Maldivas para controlar la escasez de agua provocada por el cambio climático

El propósito de este proyecto es llevar agua potable a 105.000 personas en las islas exteriores de las Maldivas, en respuesta a la escasez de agua generada por el climático cambio. Contempla el desarrollo sistemas de agua integrados, suministro descentralizado de agua durante la estación seca, y mejoras a calidad de las aguas subterráneas.

Las Maldivas se componen de 1.190 pequeñas islas coralinas repartidas en 90.000 kilómetros cuadrados.

Hay altos niveles de pobreza en las islas exteriores, las cuales padecen la escasez de agua potable durante la estación seca, originando significativos impactos humanos, ambientales y sociales.

El agua subterránea se convierte cada vez más en solución salina como consecuencia de cambio climático inducido, debido al aumento del nivel del mar (3,1 mm/año), y los patrones de precipitaciones son variables.

El proyecto aumentará un sistema de suministro de agua integrado basado en la recolección de aguas lluvias, aguas subterráneas y agua desalinizada, y en un sistema de entrega de bajo costo para las familias vulnerables. Este proporcionará un suministro ininterrumpido a 49 islas que actualmente dependen de agua de emergencia entregada para tres meses de cada año. También se introducirán sistemas de desalinización de agua en cuatro de las islas más grandes, que contribuirá con la distribución de agua durante la estación seca en la red de atolones exteriores.

Se incluye la capacitación de autoridades gubernamentales locales y centrales para la gestión y eficiencia de estos sistemas.

Se mejorará la calidad del agua subterránea y su resiliencia a largo plazo mediante sistemas de recarga de acuíferos y mejora de la capacidad de gestión de los recursos hídricos, contribuyendo a mejorar la calidad del agua subterránea.

- Fondos FVC: USD\$ 23,6 millones (donación)
- Cofinanciamiento: USD\$ 4.59 millones:
 - o Gobierno de Maldivas: USD\$ 4.49 millones
 - o Programa de Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD): USD\$ 0.1 millones
- Duración: 5 años (febrero 2016 – febrero 2021)

Fuentes:

<https://www.greenclimate.fund/documents/20182/87610/GCF_B.11_04_ADD.08_-_Funding_proposal_package_for_FP008.pdf/bf8d61b0-3e24-4ba5-a43a-9c296c12ffab?version=1.0>. <www.greenclimate.fund/-/project-briefs-2015>. (*) <www.unesco.org/new/en/natural-sciences/priority-areas/sids/about-unesco-and-sids/sids-list>.

En noviembre de 2015, la Junta del FVC aprobó una primera serie de proyectos que cubren medidas de mitigación y de adaptación. Tres de los proyectos están localizados en África, otros tres en Asia-Pacífico y dos en América Latina. Las entidades asociadas en estos proyectos incluyen organismos nacionales, regionales e internacionales, acreditados por el Fondo, tanto en el sector público como privado.

Los ocho proyectos aprobados, las respectivas entidades asociadas y las cantidades financiadas son⁸⁴:

1. Fomento de la resiliencia de zonas húmedas en la provincia de Datem del Marañón en Perú, con el Fondo de Promoción de las Áreas Naturales Protegidas del Perú -PROFANANPE (USD\$ 6,2 millones de financiación del Fondo Verde para el Clima).
2. Aumentar el uso de sistemas modernizados de información climática y alerta temprana en Malawi, con el PNUMA (USD\$ 12,3 millones de financiación del Fondo Verde para el Clima).
3. Incrementar la resiliencia de ecosistemas y comunidades a través de la restauración de las bases productivas de tierras salinizadas en Senegal, con el *Centre de Suivi Ecologique* - CSE (USD\$ 7,6 millones de financiación del Fondo Verde para el Clima).
4. Generalizar las infraestructuras resilientes al clima en Bangladesh, con el KfW (USD\$ 40 millones de financiación del Fondo Verde para el Clima).
5. Fondo KawiSafi Ventures en África del Este, con Acumen (USD\$ 25 millones de financiación del Fondo Verde para el Clima).
6. Bono verde de Eficiencia Energética en América Latina y el Caribe, con el BID (asignados USD\$ 217 millones de financiación del Fondo Verde para el Clima).
7. Apoyo a las comunidades vulnerables para gestionar la escasez de agua causada por el cambio climático en Maldivas, con el PNUD (USD\$ 23,6 millones de financiación del Fondo Verde para el Clima).
8. Suministro de agua y gestión de aguas residuales en ciudades en Fiji con el Asian Development Bank (USD\$ 31 millones de dólares de financiación del Fondo Verde para el Clima).

En el listado anterior destaca claramente la relevancia de proyectos acordes a lo discutido en la presente publicación. Para más detalles, se puede consultar esta dirección: <www.greencclimate.fund/-/project-briefs-2015>.

84. <<http://newsroom.unfccc.int/es/flujos-financieros/el-fondo-verde-para-el-clima-aprueba-sus-primeras-ocho-inversiones/>>.

Fondo para la Promoción del Desarrollo (FONPRODE) y Fondo de Cooperación para Agua y Saneamiento (FACAS) de la Agencia Española de Cooperación Internacional para el Desarrollo (AECID)

FONPRODE es una herramienta que tiene el objetivo fundamental de erradicar la pobreza, reducir las desigualdades e inequidades sociales entre personas y comunidades, y promover la igualdad de género, la defensa de los derechos humanos y el desarrollo humano y sostenible de los países empobrecidos.

El FONPRODE se configura como uno de los principales instrumentos financieros de la Cooperación Española, administrado por la Agencia Española de Cooperación Internacional para el Desarrollo (AECID). Dicho Fondo garantiza la capacidad de respuesta de la Cooperación Española a las necesidades y objetivos fijados por su política de cooperación al desarrollo, convirtiéndolo en uno de sus principales canales de ejecución.

El FONPRODE, en vigor desde 2011, puede financiar operaciones de naturaleza no reembolsable y reembolsable, tanto de deuda como de capital. Su cartera incluye un elevado número de operaciones de carácter no reembolsable y de carácter reembolsable⁸⁵.

Igualmente, existe el Fondo de Cooperación para Agua y Saneamiento⁸⁶, otra herramienta que tiene como principal objetivo asegurar el acceso al agua potable y saneamiento a las poblaciones más necesitadas de América Latina y el Caribe.

MARCO REGULATORIO E INSTITUCIONAL

En esta sección se identifican los criterios del marco regulatorio, legislativo e institucional de la región que caracterizan el escenario para la implementación y financiación de proyectos en el sector, es decir, en empresas de distribución de agua. Como se ha mencionado anteriormente, dado el ámbito público de la mayoría de las empresas de suministro de agua, el contexto de la gobernanza puede llegar a ser tan clave como el contar con fuentes de financiación adecuadas para la implementación de medidas a ser analizadas en el contexto del presente estudio.

85. <www.aecid.es/ES/la-aecid/fonprode>.

86. <www.fondodelagua.aecid.es/es/fcas/que-es-el-fondo/que-es-el-fondo>.

Situación en Latinoamérica

En la mayoría de países latinoamericanos, el marco regulatorio del sector del agua potable y saneamiento es deficiente⁸⁷. En muchos casos, los países han intentado copiar a otros países más desarrollados de Europa o Norteamérica, sin adaptar las normativas al contexto local. En consecuencia, el marco regulatorio carece de bases técnicas y no especifica claramente los incentivos y las sanciones de las partes involucradas. La falta de un marco regulatorio adecuado ha tenido consecuencias negativas, en particular en los temas de desempeño, caracterizándose por un servicio de suministro de agua deficiente por parte de algunos operadores (públicos o privados).

Existen varias estructuras organizacionales que implican, o no, una participación del sector privado. Los diferentes modelos de organización institucional están descritos en la siguiente tabla.

TABLA 1
Modelos de organización
institucional

Modelos	Propiedad de la empresa de distribución y saneamiento	Control
Prestación directa	Empresa pública	
Corporativización	Empresa pública	Corporación pública
Contratos con participación del sector privado	Empresa pública	Corporación privada
Empresa mixta	Inversores públicos y privados	Corporación privada
Empresa privada	Corporación privada	
Cooperativa	Usuarios	

Fuente:
Foster, Vivien (2005). Ten Years of Water Service Reform in Latin America: Towards an Anglo-French Model.

En el sector, las responsabilidades se reparten entre las instituciones reglamentarias, de regulación económica y operativa. La siguiente tabla presenta la situación de la mayoría de los países de la región de LAC.

87. Reunión de trabajo organizada por el Instituto Mexicano de Tecnología del Agua (IMTA) y el Comité de Inversiones de la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE), México, 4-5 septiembre 2008.

TABLA 2
Responsabilidades en el sector por país

País	Institución regulatoria	Institución de regulación económica	Operación del servicio
Argentina	A nivel provincial	14 de las 23 provincias tienen una institución de regulación económica	Varios modelos
Bolivia	Ministerio del Agua	Superintendencia de Saneamiento Básico (SISAB)	<ul style="list-style-type: none"> - Municipios, empresas mixtas, cooperativas - Para las áreas rurales, comités del agua
Brasil	Ministerio de las Ciudades	Municipios y agencias en 14 estados	Municipios y empresas estatales
Chile	Departamento de Programas de Saneamiento	Superintendencia de Servicios Sanitarios (SISS)	<ul style="list-style-type: none"> - Empresas públicas y privadas a nivel estatal - Para las áreas rurales, comités del agua y cooperativas
Colombia	Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial	Comisión de Regulación del Agua (CRA) Superintendencia de Servicios Públicos	<ul style="list-style-type: none"> - Prestación directa, corporativización, empresas mixtas y empresa privada a nivel municipal - Para las áreas rurales, comités del agua
Costa Rica	Ministerio de la Salud	Autoridad Reguladora de los Servicios Públicos (ARESEP)	Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados (AyA), municipalidades, Empresa de Servicios Públicos de Heredia (ESPH, S.A.), comités, asociaciones y empresas privadas
Cuba	Instituto Nacional de Recursos Hidráulicos (INRH) y ministerios	Instituto Nacional de Recursos Hidráulicos (INRH) y ministerios	<ul style="list-style-type: none"> - PSP en La Habana y juntas directivas en provincias y municipios - Para las áreas rurales, 3.220 sistemas rurales
República Dominicana	Secretariado Técnico de la Presidencia	Instituto Nacional de Recursos Hidráulicos (INDRHI)	<ul style="list-style-type: none"> - Instituto Nacional de Aguas Potables y Alcantarillados (INAPA) y empresas regionales - Para las áreas rurales, comités del agua
Ecuador	Subsecretaría de Agua Potable, Saneamiento y Residuos Sólidos (SPASyRS)	ECAPAG en Guayaquil	<ul style="list-style-type: none"> - Prestación directa y corporativización a nivel municipal - Contratos con participación del sector privado en Guayaquil - Para las áreas rurales, más de 5.000 comités del agua
El Salvador	Administración Nacional de Acueductos y Alcantarillados (ANDA)	Administración Nacional de Acueductos y Alcantarillados (ANDA)	<ul style="list-style-type: none"> - Administración Nacional de Acueductos y Alcantarillados (ANDA), municipios, desarrolladores inmobiliarios - Para las áreas rurales, más de 800 instituciones comunitarias
Guatemala	Varias instituciones sin liderato claro	Comité Permanente de Coordinación de Agua y Saneamiento (COPECAS)	<ul style="list-style-type: none"> - Prestación directa, corporativización y empresas privadas a nivel municipal - Para las áreas rurales, instituciones comunitarias
Honduras	Consejo Nacional de Agua Potable y Saneamiento (CONASA)	Ente Regulador de los Servicios de Agua Potable y Saneamiento (ERSAPS) y agencias locales	<ul style="list-style-type: none"> - Prestación directa a nivel municipal, Servicio Autónomo Nacional de Acueductos y Alcantarillados (SANAA), contratos con participación del sector privado en San Pedro Sula - Juntas Administradoras de Agua – JAA en áreas rurales

TABLA 2
Responsabilidades en el sector por país (continuación)

País	Institución regulatoria	Institución de regulación económica	Operación del servicio
Jamaica	Ministry of Water and Housing (MWH)	Office of Utilities Regulation (OUR)	Public National Water Commission (NWC) y tres utilidades privadas
México	Comisión Nacional del Agua (CONAGUA) y comisiones regionales	Comisión Nacional del Agua (CONAGUA) y comisiones regionales	Cooperativas, empresas privadas y públicas a nivel municipal y estatal Juntas en áreas rurales
Nicaragua	Comisión Nacional de Agua Potable y Alcantarillado Sanitario (CONAPAS)	Instituto Nicaragüense de Acueductos y Alcantarillados (INAA)	- Empresa Nicaragüense de Acueductos y Alcantarillados (ENACAL), municipios y empresa departamental en Río Blanco - Para las áreas rurales, comités del agua
Panamá	Ministerio de la Salud	Autoridad Nacional de Servicios Públicos (ANSP)	- Instituto de Acueductos y Alcantarillados Nacional (IDAAN), municipio en Boquete - Juntas Administrativas de Acueductos Rurales (JAAR)
Perú	Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento (VMCS) Dirección Nacional de Saneamiento (DNS)	Superintendencia Nacional de Servicios de Saneamiento (SUNASS)	- Servicio de Agua Potable y Alcantarillado de Lima (SEDAPAL), 53 empresas prestadoras de servicios municipales (EPS), municipios - Para las áreas rurales, comités del agua
Uruguay	Dirección Nacional de Aguas y Saneamiento (DINASA)	Unidad Reguladora de Servicios de Energía y Agua (URSEA)	Obras Sanitarias del Estado (OSE)
Venezuela	Ministerio del Medio Ambiente y de Recursos Naturales	Ministerio del Medio Ambiente y de Recursos Naturales	Compañía Anónima Hidrológica de Venezuela (HIDROVEN), cinco empresas estatales, Corporación Venezolana de Guayana (CVG), municipios y cooperativas

A continuación, se detallan los marcos legislativos e institucionales de los países más representativos de la región de LAC, que son Brasil, México y Colombia.

Brasil

En Brasil, el sector de la distribución y saneamiento del agua tiene una estructura industrial bastante concentrada. Existen 24 compañías mixtas, las Companhias Estaduais de Saneamento Básico (CESB), y 45 empresas privadas que atienden a más de 7 millones de habitantes. Las CESB tienen una participación mayoritariamente estatal, aunque una de ellas, la Companhia de Saneamento do Tocantins (SANEATINS) está mayoritariamente bajo control privado. Algunas de estas empresas (por ejemplo, SABESP y COPASA) cotizan en la bolsa de valores. Una CESB típica atiende en prome-

dio a más de 4 millones habitantes, en algunos casos con áreas de servicio geográficamente fragmentadas.

La ley No. 11.445 de 2007 define con mayor precisión las normas que rigen la prestación de los servicios de distribución y saneamiento. Asimismo, dicha ley mejora la coherencia entre los estatutos de los organismos prestadores, sin imponer una reforma estructural ni una regulación fuerte a nivel nacional. Por ejemplo, la ley regula el ejercicio de la titularidad de los servicios, pero no define a qué entidades corresponde dicha titularidad. Los poderes legales del Gobierno Federal en el sector se limitan fundamentalmente al desarrollo y a la implementación de la política federal para el sector y la provisión de financiamiento. Existen algunas excepciones a esta situación, como la definición de normas mínimas de calidad del agua potable.

El marco normativo del sector integra disposiciones de dos principales leyes:

- la ley No. 8.987 exige competitividad en la asignación de contratos municipales a operadores privados;
- la ley No. 11.107 de 2005, sobre el marco regulatorio de consorcios públicos brasileños, permite la negociación directa de contratos “de programa” (en vez de los “de concesión”) entre los municipios y las CESB, bajo un régimen especial (“gestión asociada”) de convenios de asociación entre estados y municipios.

Existen varias iniciativas para reducir el nivel de pérdidas de aguas y mejorar la eficiencia de los sistemas de agua en Brasil. Sin embargo, el porcentaje de ANC se mantiene bastante alto, en un 39 %, pero es diferente en las distintas regiones de Brasil: los estados del sudeste y del centro-oeste están debajo del promedio nacional, con un índice de 33,4 %, así como el sur (35,1%). Las regiones que tienen las pérdidas más altas están en el norte (50,8 %), seguidas por el nordeste (45 %). Entre las capitales, la variación del índice de pérdidas es grande: la menor en Goiânia, con 21,3 %, y la mayor en Macapá, con 73,6 %⁸⁸.

Se debe hacer notar que las empresas públicas están sujetas a las normas de adquisición pública (ley 8.666). Esto dificulta la obtención del mejor precio por bienes y servicios. El cálculo del costo del ciclo de vida no es viable en las licitaciones públicas. Sin embargo, el entorno regulatorio asegura que las empresas puedan retener los beneficios de cualquier reducción en los costos operativos. Esto proporciona a las empresas un incentivo para emprender programas de eficiencia energética y otros de operación

88. <www.tratabrasil.org.br/datafiles/uploads/perdas-de-agua/book.pdf>.

eficiente, ya que las ganancias se traducen en mayores recursos para inversión en sustitución o expansión, o en un mejor desempeño financiero de las empresas.

Las iniciativas se toman, a menudo, a nivel estatal, como lo demuestra el Programa Reágua⁸⁹ (Programa del Estado de Apoyo a la Recuperación de las Aguas), coordinado por la Secretaría de Saneamiento y Recursos Hídricos, el cual apoya acciones de saneamiento básico que contribuyan a aumentar la disponibilidad y la conservación hídrica en el Estado de Sao Paulo y en áreas de mayor escasez. Los recursos provienen de acuerdos y préstamos entre el Banco Mundial y el Gobierno del Estado, y solamente se efectúan mediante la verificación del resultado de las acciones. El Programa Reágua estimula el uso racional del agua en 100 escuelas públicas de enseñanza preescolar y de enseñanza primaria y secundaria de Campinas, e implantará una nueva estación de tratamiento de aguas residuales (ETE, por su sigla en portugués) en la ciudad. Las acciones se llevan a cabo mediante una asociación entre el Gobierno del Estado y la SANASA (Sociedad de Abastecimiento de Agua y Saneamiento) de Campinas, firmada el 12/12/2013.

La diferencia entre las varias empresas públicas de agua en Brasil ilustra bien el hecho de que el marco regulatorio, por sí solo, no puede lograr resultados positivos. Otros factores deben tenerse en cuenta, como la motivación de la gerencia de las empresas y de los políticos en cambiar las cosas, entre otros, como se demuestra el caso de SANASA (ver también la sección 5.3).

México

Los municipios en México, así como en Colombia, tienen la responsabilidad a nivel constitucional de suministrar los servicios de agua potable y saneamiento en conjunto con los de drenaje, alcantarillado y disposición de aguas residuales. Esa responsabilidad se integró en la Constitución en 1983, por enmienda.

Según la exposición de motivos del proyecto de Ley de Agua Potable y Saneamiento de febrero de 2009⁹⁰, la problemática del sector se caracteriza por varios factores que incluyen la insuficiencia presupuestaria, las tarifas fijadas por factores políticos o la ausencia de tarifas reales, la carencia de modelos organizacionales y administrativos, la falta de planeación a largo plazo, y las asimetrías en los criterios de operación, organización y desempeño de organismos operadores de un mismo Estado.

89. <<http://saopaulo.sp.gov.br/spnoticias/lenoticia.php?id=234816>>.

90. <www.aneas.com.mx/contenido/Propuesta%20de%20Ley.pdf>.

Los operadores municipales disponen de una autonomía para la gestión y la implementación de los servicios de distribución y tratamiento de agua, pero, a nivel financiero, los municipios financian una parte pequeña de su presupuesto. En 2007, según la CONAGUA, los municipios financiaron únicamente el 13 % de sus necesidades presupuestarias; el resto provino del Gobierno Federal, de los Estados y de otras fuentes públicas y privadas.

Para resolver los problemas del sector y, en particular, los malos resultados de los operadores principales, la Comisión de Recursos Hidráulicos del Senado de la República preparó un proyecto de ley en 2009. A continuación se presentan algunos puntos clave de ese proyecto de ley que no está aprobado todavía:

- La creación, a nivel federal, del Instituto Nacional de Agua Potable y Saneamiento (INAPyS) con responsabilidades como: emitir lineamientos y criterios de carácter técnico-normativo para los organismos operadores, proponer los lineamientos y apoyar los procesos bajo los cuales se establezcan los órganos reguladores estatales, emitir las políticas y planes nacionales en materia de los servicios, cumplir y hacer cumplir las disposiciones de la ley, y fungir como autoridad conciliadora en conflictos entre los organismos operadores.
- La creación en cada Estado de nuevos organismos de regulación con poderes significativos.
- El otorgamiento de títulos de concesión de los servicios a todos los operadores, ya sean públicos, mixtos o privados.

Dentro de su plan nacional de desarrollo 2013-2018, el Gobierno de México, a través de la CONAGUA, desarrolló un Programa Nacional Hídrico 2014-2018 que tiene como objetivos, entre otros:

- Fortalecer la gestión integrada y sustentable del agua.
- Incrementar la seguridad hídrica ante sequías e inundaciones.
- Fortalecer el abastecimiento de agua y el acceso a los servicios de agua potable, alcantarillado y saneamiento.
- Asegurar el agua para el riego agrícola, energía, industria, turismo y otras actividades económicas y financieras de manera sustentable.

Asimismo, México tiene un conjunto de Normas Oficiales Mexicanas que asegura un uso racional de la energía en el sector del agua, tanto para la producción como para la distribución de agua, por ejemplo:

- NOM-006-ENER-2015: eficiencia energética electromecánica en sistemas de bombeo para pozo profundo en operación. Límites y método de prueba.

- NOM-001-ENER-2014: eficiencia energética de bombas verticales tipo turbina con motor externo eléctrico vertical. Límites y método de prueba.
- NOM-004-ENER-2008: eficiencia energética de bombas y conjunto motor-bomba para bombeo de agua limpia, en potencias de 0,187 kW a 0,746 kW. Límites, métodos de prueba y etiquetado.
- NOM-010-ENER-2004: eficiencia energética del conjunto motor-bomba sumergible, tipo pozo profundo. Límites y método de prueba.

Finalmente, la Comisión Nacional para el Uso Eficiente de la Energía (CONUEE) capacita a todas las partes interesadas (usuarios, ingenieros, municipios, organismos operadores, etc.) en el tema de la eficiencia energética (EE), tanto de manera tradicional (seminarios en vivo), como a través de seminarios por internet en su canal <www.youtube.com/user/CanalConuee>.

El conjunto de un marco regulatorio fuerte, el fortalecimiento de las capacidades, y la financiación de iniciativas resultó en infraestructuras más resilientes y eficientes en México.

Colombia

Las responsabilidades del sector de agua y saneamiento en Colombia están definidas en la Constitución de 1991, en la ley 142 de 1994 (Ley de Servicios Públicos Domiciliarios), y en la legislación subsiguiente. La responsabilidad directa por la prestación de los servicios recae en los municipios a través de empresas de servicios públicos, excepto en algunos casos específicos en los cuales los municipios pueden prestar estos servicios directamente.

El Viceministerio de Agua y Saneamiento fue creado en octubre de 2006 bajo el Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, y tiene a su cargo el establecimiento de la política sectorial. Estas políticas sectoriales se definen en el marco de políticas nacionales establecidas por el Departamento Nacional de Planeación (DNP).

Algunas de las empresas públicas más exitosas de LAC en el sector público son las Empresas Públicas de Medellín (EPM), empresas municipales que proveen servicios de agua, saneamiento, aseo, electricidad y telecomunicaciones locales. Otras empresas públicas en grandes ciudades del país, como, por ejemplo, la Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá, también presentan buenos indicadores de desempeño en comparación con muchas otras empresas públicas de agua y saneamiento en LAC.

A diferencia de lo sucedido en muchos países en vías de desarrollo, en donde la participación del sector privado en el abastecimiento de agua ha sido y es controversial, resultando con frecuencia en la terminación anticipada de los contratos, dicha participación en Colombia ha sido estable y es considerada por muchos un verdadero éxito con los consumos específicos más bajos de la región y los rendimientos hídricos superficiales más altos del mundo. En 2004, Colombia contaba con 125 empresas de agua privadas y 48 mixtas, incluyendo grandes, medianas y pequeñas empresas.

Conclusión de los marcos regulatorios e institucionales

Cada país tiene un marco regulatorio e institucional del sector del suministro del agua que es difícil de comparar con el de otros países. Algunos países, como los presentados en las secciones anteriores, han obtenido importantes logros, aumentando la resiliencia de sus sistemas de suministro de agua gracias al desarrollo y a la implementación de leyes y normativas adaptadas a sus realidades.

Aparte, se puede notar que tanto empresas con participación privada como empresas completamente públicas, logran implementar iniciativas impulsadas por un marco regulatorio fuerte para gestionar de manera sustentable los recursos hídricos y fortalecer el acceso de la población a los servicios relacionados con el agua.

Finalmente, los marcos regulatorios e institucionales, por sí mismos, no son suficientes para aumentar la resiliencia y la eficiencia de las infraestructuras hídricas. La voluntad política, el conocimiento técnico sobre los riesgos (derivados por el cambio climático, contaminación o crecimiento de la demanda), información técnica (modelos) sobre la disponibilidad de recursos o la disponibilidad de fuentes de financiamiento, entre otros, son también necesarios para lograr resultados.

Identificación de las medidas para el incremento de la resiliencia en sistemas de suministro de agua urbanos

/ Capítulo cuatro

Para el contexto descrito de LAC, en general, se puede establecer una serie de medidas que permitirían mejorar la resiliencia de los sistemas de suministro de agua de manera costo-efectiva. Al pensar en sistemas más resilientes para el sector de suministro de agua potable urbana, es preciso considerar un enfoque amplio sobre las medidas que aplican a cada etapa del ciclo del agua. Esto se presenta de forma esquemática en la figura siguiente.

Por ejemplo, según el Programa de Asistencia a la Gestión del Sector de la Energía (ESMAP) del Banco Mundial, las medidas de eficiencia energética pueden ayudar a las empresas de agua a reducir sus costos de energía de un 5 % hasta un 25 %⁹¹. Cabe señalar que el tener sistemas más eficientes en su demanda de energía constituye un paso importante en la mejora de la resiliencia de los sistemas⁹².



FIGURA 15
Ciclo urbano del agua

- 1 Captación y almacenamiento/ Gestión y manejo de la cuenca
- 2 Suministro y distribución de agua eficientes
- 3 Uso racional y ahorro de agua
- 4 Gestión eficiente, reutilización y reciclaje del agua

91. <www.worldbank.org/en/news/feature/2013/09/03/latin-america-water-loss-energy-efficiency>.

92. Entre las medidas relacionadas con el consumo energético, la reducción del consumo, uso de fuentes de agua múltiples y sostenibles, reutilización de aguas servidas, cosecha de agua. Para el análisis de los costos asociados a su distribución y tratamiento, se presentan únicamente aquellas medidas aplicables en los países de esa región, teniendo en cuenta su diversidad en términos de tecnología implantada y de mercado.

En la Figura 15 se presentan, en secuencia, las diferentes etapas donde se han considerado medidas que permitan incrementar la resiliencia del sector.

Las medidas aplicables a cada etapa del ciclo del agua están detalladas a continuación.

CAPTACIÓN Y ALMACENAMIENTO DEL AGUA / GESTIÓN Y MANEJO DE LA CUENCA

El objetivo de las medidas de aumento de la resiliencia en la captación y almacenamiento del agua está ligado a utilizar, estudiar y proteger las fuentes de agua garantizando su disponibilidad futura en volumen y calidad. Esto considera, en la medida de lo posible, el efecto transversal de la vulnerabilidad ante fenómenos climáticos inusuales, como un nuevo componente que adquiere cada vez más importancia.

El problema es que conocer el potencial de contaminación de acuíferos y realizar caracterizaciones hidrogeológicas de los acuíferos, puede resultar muy costoso para países de escasos recursos. Igualmente, existe la barrera de la formación de profesionales, estudios y bases de datos.

Tradicionalmente, es mucha la literatura que ha descrito ya medidas para la conservación de las fuentes de agua (cuencas), pero es apenas en años recientes que, a consecuencia del incremento de fenómenos de sequías inusuales, el cambio climático se vuelve relevante. Esto es un problema que se suma al hecho de que, ya desde antes, las medidas de protección de cuencas no son totalmente efectivas. Inclusive, hay casos que pueden ser considerados como abandono de cuencas afectadas sin intentar corregirlas, pasando por buscar nuevas fuentes como alternativa.

Por lo general, las fuentes que actualmente están en uso coinciden con aquellas donde la captación masiva del recurso resultaba más fácil en su momento. Esto implica no solo cercanía a los consumidores, sino también bajo consumo energético, buena calidad del agua, baja inversión inicial en términos de costo/m³, etc. Es imperativo, entonces, considerar como alternativa a la inversión de adoptar y habilitar nuevas fuentes, la inversión necesaria para gestionar cuidadosamente las fuentes de agua en servicio, no solo con la suficiente inversión en mantenimiento y protección, sino además incorporando un enfoque multisectorial que puede abarcar la metodología de Pagos por Servicios Ambientales (o PSA) como fuente de financiamiento, para que no deban ser sustituidas por otras que, de seguro, requerirán una complejidad e inversión superiores en términos de costo por m³.

Se deben identificar e inventariar aquellas fuentes aún no explotadas (protegidas o no), con potencial de reemplazar o servir de soporte ante el agotamiento de los actuales reservorios. No es oportuno desatender aquellas fuentes que aún no necesitan un tratamiento complejo y que aún no son utilizadas. Estas no solo

serán eventuales fuentes de suministro en caso de que se presenten efectos combinados derivados del cambio climático⁹³, sino que también son las potenciales alternativas de menor costo ante otros factores, como el aumento de la población, procesos de contaminación, cambio de uso del suelo, etc.

Este es el caso de acuíferos o ríos no contaminados, principalmente. En general, las aguas subterráneas son de excelente calidad natural, tanto química como bacteriológica, y además están disponibles tan cerca como debajo de los potenciales usuarios. Adicionalmente, cuando tienen la calidad requerida, requieren de poco o ningún tratamiento previo a su uso, y pueden ser también objeto de recarga artificial de aguas servidas que no requieran tratamientos químicos avanzados. El problema es que conocer el potencial de contaminación de acuíferos y realizar caracterizaciones hidrogeológicas de los acuíferos, puede resultar muy costoso para países de escasos recursos. Igualmente, existe la barrera de la formación de profesionales, estudios y bases de datos. Es frecuente en la región que, aunque se ha avanzado en el conocimiento de las reservas almacenadas en acuíferos, se mantiene un fuerte rezago en el conocimiento hidrogeológico, y que su aprovechamiento resulte completamente anárquico. Esto, sin duda, resulta en un importante factor de vulnerabilidad ante la combinación de tres factores críticos: aumento de períodos secos inusuales, aumento de la contaminación/cambio de uso del suelo en la cuenca, y aumento de la población (aumento de la demanda).

Un enfoque importante es la asociación de hidroenergía y agua de consumo, como lo sugiere la definición del Decenio Internacional para la Acción “El Agua Fuente de Vida”, por parte de las Naciones Unidas (2005 -2015)⁹⁴: *“El agua y la energía están intrínsecamente interconectadas. Todas las fuentes de energía (incluida la electricidad) requieren del agua en sus procesos de producción: para la extracción de materias primas, la refrigeración de plantas térmicas, los procesos de limpieza, la producción de biocombustibles y para el funcionamiento de las turbinas. Se requiere de la energía para que se pueda disponer de agua para uso y consumo humano (incluyendo el riego) a través del bombeo, transporte, tratamiento y desalación. Las infraestructuras del agua dependen por completo de la energía a lo largo de su cadena de valor, desde el bombeo de aguas subterráneas, el transporte, la purificación del agua,*

93. Algunos de los principales impactos derivados del aumento de la temperatura originarán una disminución de los aportes por precipitación y aumento de la evapotranspiración, que se traducirán en la disminución progresiva de los volúmenes de aportes de agua de las cuencas.

94. <www.un.org/spanish/waterforlifedecade/water_and_energy.shtml>.

la desalación, la distribución del agua a los usos económicos y a la población hasta la recogida, la gestión y el tratamiento de las aguas residuales”.

Esto implica la oportunidad de agregar valor a la conservación de cuencas, no solo como recurso “agua”, pero con el punto de vista de que el agua genera energía (actual o potencial), y que se puede ahorrar/consumir dependiendo de lo eficiente que sea para el suministro urbano. El consumo energético necesario para la distribución y el tratamiento varían mucho según el origen del agua; por ello, es relevante tener en cuenta (también cuantificarlo/difundirlo) las implicaciones energéticas que puede tener el tener que recurrir a nuevas fuentes de agua para el suministro urbano. Se tiene que tener muy presente este aspecto en el análisis de la resiliencia de una empresa de suministro de agua potable y de sus pares energéticas.

Protección, captación y almacenamiento de los recursos hídricos

Es importante poner en primer nivel la adopción de procesos de gestión del agua, en los cuales se integre la gestión del recurso agua, la gestión de los usos sectoriales del agua e, inclusive, la energía (para agregar valor, como referido anteriormente). Si bien se ha ya planteado en la región el concepto de gestión “integrada” de las aguas, persiste un enfoque de adopción de procesos de gestión que separan la gestión del recurso agua de la gestión de los usos sectoriales. Es muy probable que se puedan mejorar las políticas de gestión, favoreciendo aproximaciones unificadas para la gestión del recurso (no siempre unificadas) en una superorganización para el sector hídrico.

Un avance tecnológico muy importante para los procesos de gestión se discute más adelante, en el apartado 4.1.3, en detalle. Se refiere a la capacidad actual de establecer modelos “dinámicos” de cuencas, que permiten representar todos los elementos de “estrés”: marcos regulatorios, políticas, uso del suelo, efectos futuros del cambio climático, aumento de población, entre otros. El uso de este tipo de instrumentos facilita anticipar la reacción de la cuenca, en términos de generación de agua, al ser sometida a los estímulos descritos. Es fácil apreciar su importancia para que los tomadores de decisiones anticipen medidas más eficientes en los planes de manejo. Ciertamente, estos requieren, para ser de utilidad estadística aceptable, el establecimiento de una red de monitoreo y capacidades técnicas importantes pero, una vez logradas, pueden ser una herramienta invaluable para alertar de los potenciales escenarios catastróficos y de sus costos (efectos), así como para simular potenciales planes de mitigación y adap-

tación. Con este tipo de instrumentos de evaluación puede ser mucho más fácil el considerar la viabilidad política y financiera de la protección de los recursos hídricos.

Cabe también destacar la relevancia de la presencia de un marco regulatorio fuerte, que establezca directrices y normas relativas a las aguas potables y residuales y para para el vertido de efluentes industriales y agrícolas, así como de mecanismos interinstitucionales para la creación/gestión de áreas protegidas, como medio para limitar la deforestación y la contaminación de las aguas.

Consumo energético en la captación del agua

Los sistemas con menos consumo de energía pueden ser más resilientes al enfrentar desastres naturales, por ejemplo: el tener planes de mantenimiento adecuados y equipos en condiciones ideales de operatividad reducen el riesgo de afectar el suministro ante amenazas externas no previstas.

La procedencia del agua influye en el consumo energético del abastecimiento de agua potable. La tabla siguiente muestra algunos rangos de consumo en función de la procedencia del agua potable para una región española. Los consumos por metro cúbico de agua potable varían de casi 0 kWh/m³ para un agua superficial captada a menos de 10 km, hasta más de 5 kWh/m³ para el agua de mar desalinizada.

Procedencia del agua potable	Consumo promedio de energía (kwh/m ³)
Superficial (corta distancia < 10 km)	0,0002 – 0,37
Superficial (larga distancia > 10 km)	0,15 – 1,74
Subterránea (acuíferos locales)	0,37 – 0,75
Subterránea (acuíferos lejanos)	0,60 – 1,32
Tratamiento de aguas residuales	0,62 – 0,87
Reutilización de las aguas residuales	1,0 – 2,5
Desalinización (incluso distribución)	2,58 – 8,5

TABLA 3
Consumos energéticos dependiendo de la procedencia del agua potable⁹⁵

Fuente: Guía sobre Hidroeficiencia Energética, Comunidad de Madrid, 2012, y WBSCD Fig. 5, pág. 14, 2009.

95. La tabla no considera la diferencia de altura a vencer, es decir, se sugiere solo como una referencia para una comparación general de la intensidad energética de la extracción sobre diferentes fuentes.

Los procesos de desalinización se encuentran en el máximo nivel en el rango de consumidores de energía (Tabla 3), ya sea la evaporación que consume energía térmica o la ósmosis inversa que consume energía eléctrica. El consumo energético de esas plantas se redujo mucho en comparación con las primeras plantas implantadas en los años 70, que consumían aproximadamente 15 kWh/m³. En 2005, las plantas de desalinización con cámaras isobáricas lograban un consumo de 4 kWh/m³. El consumo energético de la desalinización por ósmosis inversa, que es el proceso más habitual en la desalinización de agua hoy en día, ha bajado hasta alrededor de 3 kWh/m³.

Las medidas de eficiencia aplicables son la mejora de la eficiencia en los equipos de bombeo y auxiliares, la instalación de equipos de recuperación de energía de alto rendimiento, un diseño más adaptado a las necesidades, la instalación de membranas de ósmosis inversa de nueva generación, y la instalación de sistemas de control y seguimiento.

Cuando las instalaciones llegan al final de su vida útil, están tecnológicamente obsoletas desde el punto de vista de la eficiencia energética; es entonces el momento de incorporar en el proceso de reforma las nuevas tecnologías más eficientes.

El uso de modelos climáticos regionales (RCM, por sus siglas en inglés) y modelaje hidrológico de cuencas versus la aproximación tradicional de estimaciones basadas en el período de retorno de eventos climáticos históricos⁹⁶

En virtud del artículo 4.1 y 4.8 de la Convención Marco de las Naciones Unidas para el Cambio Climático (CMNUCC), todas las Partes del acuerdo tienen la obligación de evaluar su vulnerabilidad al cambio climático y presentarlo en sus comunicaciones nacionales. Para cumplir este objetivo, se ha desarrollado un conjunto integrado de métodos que ayudan a los países a desarrollar las evaluaciones de su vulnerabilidad por los efectos del cambio climático. Estos escenarios derivan generalmente de proyecciones del cambio climático basadas en Modelos de Clima Global (GCM, por sus siglas en inglés). Estas proyecciones tienen una resolución espacial de unos cientos de kilómetros más o menos; sin embargo, no captan el detalle local necesario para las evaluaciones de impacto a nivel nacional y regional (cuencas hidrográficas, por ejemplo). Un método ampliamente aplicable para la adición de este nivel de detalle regional o subregional (o de cuencas hidrográficas específicas) se logra al

96. <<https://pielkeclimatesci.wordpress.com/2011/03/29/two-perspectives-on-vulnerability-the-ipcc-view-and-the-bottom-up-perspective>>.

utilizar un RCM⁹⁷. Algunas de estas herramientas han sido desarrolladas como programas de uso libre y que pueden ser accesibles en computadoras personales medianamente capaces. Tal es el caso del sistema PRECIS, desarrollado por el Hadley Center del Reino Unido. También se propone un variado número de métodos estadísticos para representar la variabilidad espacial a una escala más detallada, a partir de la información histórica disponible, y de su interacción con las variables climáticas a gran escala. Estos métodos son conocidos con métodos de *downscaling estocástico*, mientras que los RCM conforman los denominados métodos de *downscaling dinámico*.

Los modelos regionales son extremadamente útiles a nivel local dado que están acoplados a:

- Un escenario de base (datos históricos de la cuenca, datos hidrometeorológicos medidos), que se utiliza como calibración del modelo regional. Los modelos numéricos dependen de las condiciones de borde y de las condiciones iniciales para resolver los sistemas de ecuaciones diferenciales que simulan el comportamiento de la cuenca. Por ejemplo, una vez que se ha propuesto un sistema numérico que represente a la cuenca de interés, se corre el modelo (por ejemplo 1960-1990) para ver cómo va reproduciendo datos ya conocidos. Esto permite asegurar que las ecuaciones y parámetros establecidos representen con cierto grado de exactitud las tendencias estacionales y los balances hídricos de la cuenca estudiada, agregando confiabilidad sobre las proyecciones futuras. En este aspecto es fundamental también referir la utilidad de procesos paralelos que incrementen la red de estaciones meteorológicas, datos de caudales de ríos, niveles de pozos/manantiales que mejoren balances hidrológicos. La disponibilidad de un mayor número de datos meteorológicos y el incremento de la cobertura temporal, ayudará, a su vez, a mejorar los resultados de los modelos RCM, ya que estos necesitan parametrizar los procesos físicos locales (convección, formación de nubes, humedad del suelo, etc.). Con modelos más precisos será posible efectuar simulaciones más ajustadas sobre futuras condiciones de precipitación y temperatura en la cuenca.
- La utilización de las proyecciones basadas en los diferentes escenarios climáticos reportados por el Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC)⁹⁸. Las familias de escenarios

En virtud del artículo 4.1 y 4.8 de la Convención Marco de las Naciones Unidas para el Cambio Climático (CMNUCC), todas las Partes del acuerdo tienen la obligación de evaluar su vulnerabilidad al cambio climático y presentarlo en sus comunicaciones nacionales.

97. Otros métodos como los modelos de circulación general atmosférica y oceánica (AOGCM, AGCM), o la reducción de escala estadística son también aplicables. Se hace referencia a PRECIS como herramienta de uso práctico, asequible y con buenos resultados. Para más información, consultar <www.metoffice.gov.uk/media/pdf/6/5/PRECIS_Handbook.pdf>.

98. <www.ipcc.ch/pdf/assessment-report/ar5/wg2/ar5_wgII_spm_es.pdf>.

“*Special Report on Emissions Scenarios*” (SERES)⁹⁹: A1, A2, B1 y B2, siguen una “historia/argumento” que modela posibles cursos de acción con base en potenciales tendencias futuras de concentraciones de gases de efecto invernadero, acciones de desarrollo económico/social, captura plausible y el rango de las incertidumbres asociadas con las fuerzas de conducción, entre otros factores.

- Un modelo global (GCM) que permite establecer las condiciones de contorno de un modelo de escala regional con una resolución mucho más alta (hasta 10 km). Además, sirve de referencia para determinar si el modelo de escala reducida (RCM) se comporta adecuadamente.
- Finalmente, los RCM permiten incorporar detalles específicos de la cuenca, como montañas, lagos, o cobertura vegetal, que permitirá extraer mucho mayor detalle a partir de la información de los GCM y, por ende, mejorar su utilidad como herramientas de la toma de decisiones oportunas.

Actualmente, con modelos mucho más avanzados, la confiabilidad de las proyecciones ha aumentado considerablemente, si se acompañan de un proceso idóneo de selección de los parámetros e interpretación “a medida”.

Finalmente, una vez que se tiene el modelo climático desarrollado, este puede ser utilizado como parámetro de base para influenciar modelos hidrológicos de la cuenca. Esto permite, a su vez, analizar de forma directa el impacto del cambio climático en la producción futura de agua, incluyendo su variabilidad estacional, anticipación de períodos secos consecutivos o potenciales eventos de lluvia extrema.

Entre los potenciales modelos hidrológicos se encuentran:

- **Modelos hidrológicos (análisis de procesos físicos):** estos son de utilidad para simular procesos hidrológicos de cuenca (balance de agua, lluvia-escorrentía, modelos de calidad del agua, etc.).
- **Modelos de recurso hídrico (análisis de procesos físicos y de gestión):** permiten simular la oferta/demanda actual y futura de una cuenca, impactos ambientales, criterios, reglas y políticas de operación.

99. Con base en el último reporte AR5 del IPCC, ahora se presentan los diferentes escenarios con base en los *Representative Concentration Pathways* (RCP) en lugar de los *Special Report on Emissions Scenarios* (SERES) que se manejaban anteriormente. No obstante, debido a que el mayor trabajo de modelaje hidrológico hasta la fecha se realizó con la base de SERES, se mantiene en esta publicación la referencia a las familias de escenarios SERES: A1, A2, B1 y B2. <www.ipcc.ch/ipccreports/tar/wg1/029.htm>.

Algunos de los modelos hidrológicos que permiten incorporar la variabilidad climática futura son el *Water Evaluation And Planning System*¹⁰⁰ (WEAP); *Soil & Water Assessment Tool*¹⁰¹ (SWAT), y *TOPographic Kinematic APproximation and Integration*¹⁰² (TOPKAPI).

Estos modelos deberían (como una medida estratégica para el aumento de la resiliencia) incorporarse como un estándar para el desarrollo de estrategias por parte de las autoridades nacionales o locales encargadas de gestionar las medidas de protección de la cuenca estudiada, e ir de la mano con simulaciones de la demanda, en coordinación con las empresas de suministro de agua urbana o rural. Del mismo modo que se analizan curvas de crecimiento poblacional o proyectos de desarrollo urbanos futuros, los potenciales escenarios derivados del cambio del clima pueden orientar las políticas de desarrollo sectorial para mantener en niveles adecuados el suministro futuro o mejoras para soportar lluvias extremas (resiliencia), luego de considerar potenciales variaciones climáticas. Por el momento, y generalizando, aún hay una tendencia en la región a responder a los fenómenos de sequías o lluvias intensas cuando estas ocurren. Es por ello que la difusión de la utilidad de estas herramientas es un factor clave para el incremento de la resiliencia del sector.

En el contexto que hemos venido presentando, entre los diferentes retos que enfrenta el suministro de agua urbano, el cambio climático aparece solo como uno más que se agrega a una larga lista. El hecho de agregar estos modelos de variabilidad climática sobre las fuentes actuales que alimentan el sistema permitiría integrar un ajuste más al nivel de riesgo que enfrentan. Esta se puede constituir en una herramienta que sirva de alerta temprana y permita desarrollar procesos de rediseño de sistemas de suministro considerando el modelaje de muchos de los factores que se presentan en esta publicación.

En términos de su resiliencia climática, esto significa que los tomadores de decisiones pueden tener un ajuste mucho más fino sobre las medidas adaptativas que deberán ser consideradas en las políticas sectoriales. Esto será, sin duda, beneficioso en términos, inclusive, de hacer un uso más eficiente del presupuesto que se destine a medidas de adaptación al cambio climático sobre la cuenca.

No obstante, esto será de utilidad solo si es acompañado del entendimiento de todos los otros riesgos que enfrenta el sistema (aumento

100. <<http://www.weap21.org>>

101. <<http://swat.tamu.edu>>

102. <www.progea.net/prodotti.php>

RECUADRO 4

2016: NUEVAMENTE, SEQUÍA EN VENEZUELA

Fuentes:

<www.eluniversal.com/noticias/politica/ministerio-aguas-llover-poco-debemos-prepararnos_5310>.
<www.el-nacional.com/sociedad/Paisi-Sequia-convierte-emergencia-Venezuela_0_779322087.html>.
<www.laprensa.com.ni/2016/04/14/internacionales/2018449-el-salvador-declara-emergencia-por-escasez-de-agua>.
<[www.ucla.edu/ve/bioagro/REV22\(1\)/1.%20Desarrollo%20y%20evaluaci%C3%B3n%20de%20un%20modelo.pdf](http://www.ucla.edu/ve/bioagro/REV22(1)/1.%20Desarrollo%20y%20evaluaci%C3%B3n%20de%20un%20modelo.pdf)>.
<<http://scioteca.caf.com/handle/123456789/677>>.

Durante 2016 Venezuela registra uno de los períodos de sequía más severos en su récord histórico, con menos lluvias de las esperadas en los últimos tres años, y más intensa que la registrada en 2010. Esto ha originado que 18 embalses en el país presenten un descenso crítico en su nivel de aprovechamiento. Esta situación implica la necesidad de acciones radicales para garantizar el suministro de agua. Ante la sequía provocada y ampliada por el fenómeno de El Niño (con modificaciones en su severidad debidas a impactos del cambio climático global), implementa un conjunto de acciones para propiciar el ahorro y la preservación del agua potable.

En Caracas, según fuentes oficiales, el consumo promedio de agua es de 450 litros por habitante, mientras que el promedio mundial es de 250 litros por habitante. Entonces, hay un potencial de reducción del consumo por habitante tremendo, basado en gran medida en muchos de los mecanismos descritos en este documento.

Las acciones propuestas son:

- Un plan extraordinario para corregir las fugas de agua en los acueductos del país, así como en las comunidades y los hogares venezolanos.
- Un plan nacional de erradicación de tomas ilegales de agua, reforzado con una campaña para crear conciencia sobre la importancia de ahorrar agua.
- Planes de contraloría social para detectar fugas y corregir el uso inconsciente del agua.
- Perforación de nuevos pozos de agua en el oriente y occidente del país.

El programa llama también a los ciudadanos a modificar los hábitos de uso del agua en las casas, e insta a tomar medidas que permitan minimizar el consumo del recurso.

Actualmente, en otros países como El Salvador, también hay declaratorias de emergencia hídrica. En este caso, ANDA (Administración Nacional de Acueductos y Alcantarillados) se ha declarado en emergencia.

Este es un caso que hace evidente la urgencia que tiene el incluir el modelaje climático dentro de los planes de manejo, como un componente fundamental para el logro de la resiliencia en el sector. Más allá de la necesidad de desarrollar medidas de reducción de fugas, disminuir los niveles de agua no contabilizada o facturada, mejorar el monitoreo de la red de distribución, entre otros, es importante para la toma de decisiones oportuna contar con modelos que puedan prevenir potenciales fenómenos climáticos atípicos.

Cada una de las acciones que se pueden tomar para incrementar la resiliencia de un sistema requieren de tiempo (años) para su ejecución efectiva, por lo que los resultados positivos no se pueden ver cuando las acciones son tomadas al momento de presentarse una alteración climática significativa.

de población, obsolescencia de equipos, etc.). Adicionalmente, también será de utilidad como herramienta base para modelar políticas de prevención de desastres y planes de recuperación.

De este modo, este tipo de herramientas se constituyen en uno de los pilares fundamentales para justificar y planificar la inversión en sistemas más resilientes, incorporando finanzas climáticas¹⁰³ al proyecto de forma muy precisa. Estos análisis están siendo ya implementados en algunas cuencas de Centroamérica¹⁰⁴ y Sudamérica¹⁰⁵, donde se ha aplicado este tipo de estudios con fines de análisis de impactos sobre la generación de hidroenergía o suministro de agua urbana/rural.

SUMINISTRO Y DISTRIBUCIÓN DEL AGUA EFICIENTES

Eficiencia de los equipos de bombeo

Los sistemas de bombeo de agua son grandes consumidores de energía en la mayoría de los sistemas de distribución de agua, y muchos casos están conformados en Latinoamérica por equipos de muy larga data, con sucesivas reparaciones que los alejan en mucho de valores actuales de eficiencia, así como de confiabilidad ante fallas inesperadas. Por lo tanto, existe un elevado potencial de reducir sustancialmente el gasto de energía en la mayoría de las instalaciones encargadas del suministro de agua. En un estudio realizado por el BID en 2011¹⁰⁶ en varias plantas de distribución y saneamiento del agua, se llegó a la conclusión de que el principal problema detectado es la baja eficiencia electromecánica del equipo, creada por la deficiente especificación de las bombas, la variación de las condiciones de operación y la falta de mantenimiento preventivo.

Pequeñas mejoras en la eficiencia pueden alcanzarse instalando el mejor equipo de bombeo disponible. Sin embargo, más importante es el potencial de ahorro a través de la optimización del sistema completo de bombeo, incluida la bomba, el motor, el transmisor, los mandos, los conductos, las válvulas y todo el equipo auxiliar. Asimismo, existen oportunidades de optimización de las estrategias de control en los grandes sistemas compuestos por varias bombas colocadas en serie o en paralelo. Este tipo de optimización se puede llevar a cabo adoptando el enfoque sistémico.

103. Se refiere al flujo de fondos hacia las actividades que reducen las emisiones de gases de efecto invernadero o ayudan a la sociedad adaptarse a los impactos del cambio climático. Fuente: <www.wri.org/blog/2013/04/why-climate-finance-so-hard-define>.

104. <<http://idbdocs.iadb.org/wsdocs/getdocument.aspx?docnum=35404402>>.

105. ><http://www.scirp.org/journal/PaperInformation.aspx?paperID=62493>>.

106. <<http://idbdocs.iadb.org/wsdocs/getdocument.aspx?docnum=36342910>>.

Las medidas operativas a implementar para mejorar la eficiencia energética de los sistemas de bombeo permiten utilizar una cantidad mínima de energía para distribuir el agua, modificando únicamente la operación de las bombas. Se recomienda que los motores funcionen entre un 70 % y un 80 % de su capacidad, y que las bombas funcionen según los niveles de capacidad previstos en su diseño, y que la presurización de la red sea regulada adecuadamente.

Independientemente del sistema predominante (depósito o bombeo directo), el margen necesario para el mantenimiento de la presión siguiendo una consigna, exige un exceso de energía que no se aprovecha. Dicho exceso puede reducirse al mínimo mediante una regulación adecuada.

Existen opciones que pueden ser implementadas para mitigar este tipo de problemas, como el uso de variadores de velocidad en los motores eléctricos. Estos se usan como alternativa a los sistemas de control convencional de caudal o presión en los sistemas de bombeo, con muy buenos resultados desde el punto de vista de la eficiencia energética (EE).

La EE en los sistemas de distribución de agua se mira desde dos puntos de vista: el desempeño energético de los equipos de bombeo y la reducción de las pérdidas por la red de distribución.

Hasta un 80 % del consumo energético de un sistema de agua potable se da en el bombeo, desde el agua bruta (captación) hasta la distribución y en los procesos de tratamiento¹⁰⁷.

Eficiencia en la red de distribución

Muchos sistemas de distribución de agua urbana en ciudades desarrolladas se instalaron hace más de cincuenta años, y las fugas causadas por la corrosión de las tuberías constituyen otro factor clave que genera ineficiencia debido a la pérdida de cantidades considerables de agua potable. Las pérdidas en los sistemas de distribución aumentan la intensidad energética requerida por el suministro de agua, pues las instalaciones necesitan tratar y transportar un agua que se va a perder. Pero, adicionalmente, afectan su resiliencia demandando agua adicional de calidad, que puede que en un futuro no esté disponible en la fuente.

107. Electric Power Research Institute (2002). Water and Sustainability (Volume 4): U.S. Electricity Consumption for Water Supply and Treatment—The Next Half Century. Technical Report 1006787. Palo Alto: EPRI.

TABLA 4
Medidas de eficiencia energética en los sistemas de distribución

Subsistemas	Medidas	Descripción
Eficiencia energética de los equipos de bombeo	Bombas y motores de alta eficiencia	Pueden alcanzarse pequeñas mejoras en la eficiencia instalando el mejor equipo de bombeo disponible. El rango de mejora es del 3 al 7 % a través de nuevas tecnologías de bombeo, y del 5 al 10 % mediante mejoras en bombas existentes ¹⁰⁸ .
	Evaluación del tamaño, mantenimiento y condiciones de operación	Existen oportunidades de optimización de las estrategias de control en los grandes sistemas compuestos por varias bombas colocadas en serie o en paralelo. Este tipo de optimización se puede llevar a cabo adoptando el enfoque sistémico. Las medidas operativas a implementar para mejorar la eficiencia energética de los sistemas de bombeo permiten utilizar una cantidad mínima de energía para distribuir el agua, modificando únicamente la operación de las bombas. Se recomienda que los motores funcionen entre un 70 % y un 80 % de su capacidad, y que las bombas funcionen según los niveles de capacidad previstos en su diseño, y que la presurización de la red en cabecera sea regulada adecuadamente. Independientemente del sistema predominante (depósito o bombeo directo), el margen necesario para el mantenimiento de la presión siguiendo una consigna, exige un exceso de energía que no se aprovecha. Dicho exceso puede reducirse al mínimo mediante una regulación adecuada. El potencial de eficiencia energética con esas medidas es de hasta un 30 %.
	Instalación de variadores de frecuencia	Los variadores de velocidad se usan como alternativa a los sistemas de control convencional de caudal o presión en los sistemas de bombeo, con muy buenos resultados desde el punto de vista de la eficiencia energética.
Eficiencia en la red de distribución	Optimización del dimensionado de las tuberías	El dimensionado de las tuberías puede llevar a un desperdicio energético. El buen dimensionado de las tuberías reduce las fricciones en las tuberías por las cuales se disipa una parte importante de la energía de bombeo ¹⁰⁹ .
	Reducción de las fugas	Identificar y reparar las fugas reduce el caudal en el sistema de distribución y, por lo tanto, el consumo de los grupos de motores/bombas: <ul style="list-style-type: none"> • Mejorar el control de presiones • Controlar activamente las fugas • Gestionar la red de distribución en microsectores • Renovar las redes de distribución • Mantener adecuadamente las redes de distribución
	Modelización hidráulica	Se modeliza el comportamiento de los sistemas de distribución complejos para predecir la respuesta del sistema a los cambios en las condiciones. Esa herramienta se utiliza para probar varias estrategias de operación y encontrar la configuración óptima del sistema para un desempeño mejorado.

108. Introducción a la Eficiencia Energética en Empresas Municipales de Agua y Saneamiento Urbano. ESMAP, Reporte Técnico 001/12.

109. <http://ecodes.org/articulos-de-opinion/los-peajes-energeticos-en-la-distribucion-y-el-consumo-del-agua-urbana#.VYKYvtgw_wo>.

A este problema se suma el aumento de la demanda utilizando sistemas dimensionados para menor cantidad de población. Esto hace que se quiera hacer circular cada vez mayor caudal por tuberías de diámetros insuficientes. El dimensionado inadecuado (flujo restringido) en las tuberías puede ocasionar un desperdicio energético, dado que se requiere hacer pasar más agua por tuberías diseñadas para menos. Más agua en un mismo volumen (diámetro de tubería) se logra con mayor velocidad de flujo, lo que aumenta la resistencia al avance y, en consecuencia, los requerimientos de energía para impulsarla. Eso implica también un incremento de la presión en ciertas zonas en que la velocidad se reduce, por lo que no solo se traduce en un mayor gasto de energía en el bombeo, sino también en mayores probabilidades de aumento de roturas en las líneas de distribución y aumento de pérdidas.

El buen dimensionado de las tuberías reduce las fricciones en las mismas, por las cuales se disipa una parte importante de la energía de bombeo¹¹⁰. Esto generalmente era así en los sistemas cuando fueron construidos, pero con el paso del tiempo, la densificación de las zonas urbanas cambia drásticamente el patrón y punto óptimo de diseño.

USO RACIONAL Y AHORRO DEL AGUA

El consumo hídrico y energético de las ciudades puede ser reducido desde las primeras etapas de la planificación urbana agrupando las infraestructuras e invirtiendo en sistemas de gestión integrada de agua de ciudad.

Estas medidas están relacionadas con la reducción de la demanda de agua por parte de los usuarios, tanto residenciales y agrícolas como comerciales e industriales.

No obstante, estas medidas son, en general, costosas y difíciles de aplicar masivamente de forma voluntaria. Su dispersión masiva puede requerir programas locales o nacionales estructurados mediante el subsidio de equipos. La medida más efectiva para garantizar el ahorro de agua reside en que esta afecte las finanzas domésticas (una tarifa real sin subsidios), y masiva micromedición del consumo.

110. <http://ecodes.org/articulos-de-opinion/los-peajes-energeticos-en-la-distribucion-y-el-consumo-del-agua-urbana#.VYKYvtgw_wo>.

TABLA 5

Medidas de reducción de consumo de agua

Medidas	Descripción
Suministro alternativo de agua	Un porcentaje importante del consumo de agua potable es utilizado para usos no potables, como la irrigación de jardines, aseos y procesos industriales. Para reducir el consumo de agua de la red que requiere ser potable, se puede utilizar agua de lluvia, sistemas de distribución doble de agua potable y no potable, como la reutilización de aguas grises con tratamiento localizado (descrito más adelante), entre otros.
Instalación de aparatos de bajo consumo de agua	Se pueden instalar duchas, aseos y grifos de bajo consumo de agua. Las tecnologías eficientes son los interruptores de descarga, los reguladores de caudal, las duchas economizadoras, griferías de corte rápido y las lavadoras/lavavajillas de bajo consumo de agua.
Sistemas de riego eficientes	Para el riego, las plantas y el jardín se cuidan mejor con sistemas de control de tiempo, goteo y multigoteo. Los sistemas multigoteo consiguen ahorros de agua de hasta el 90 %. Para la agricultura existen sistemas de riego sostenible que permiten reducir el consumo de agua gracias al uso de sensores y <i>software</i> que programan y ajustan la cantidad de agua de riego necesaria.
Programas de la gestión de la demanda de agua (a nivel municipal, estatal o nacional)	Los programas de gestión de la demanda de agua estimulan a la población y a los sectores productivos (agricultura, industria, etc.) a reducir su consumo de agua. Se informa sobre cómo reducir el consumo de agua potable gracias a consejos sobre el uso de agua y las tecnologías eficientes. Por ejemplo, en los hogares se promueven el uso de tapones, de duchas en lugar del baño, de lavadoras y lavavajillas cuando estén a su máximo de capacidad.

Este proyecto demostrativo, liderado por el World Wildlife Fund (WWF), se desarrolló de octubre de 1998 hasta abril de 2001 en Alcobendas, una ciudad española de la periferia de Madrid. Su meta era disminuir el consumo manteniendo el confort de los usuarios. Los objetivos específicos del proyecto eran el intercambio de información, la organización de jornadas para expertos, el fomento del desarrollo normativo, la estimulación del mercado de tecnología ahorradora de agua gracias a convenios con los actores del mercado (distribuidores, fabricantes, etc.), y la promoción y sensibilización gracias a campañas de información dirigidas a la población local y a organismos públicos y privados. Su costo fue de aproximadamente € 410.000.

En los hogares de la ciudad se instalaron casi 5.000 equipos ahorradores de agua que produjeron un ahorro estimado de 100 millones de litros anuales. Se instalaron sistemas de reducción del consumo de agua en 14 escuelas, mientras que cinco empresas incluyeron un sistema de gestión ambiental. Se implantaron válvulas con reductores de flujo, excusados de bajo consumo y doble circuito de agua reciclada en 1.000 nuevas casas.

RECUADRO 5

ALCOBENDAS, CIUDAD DEL AGUA PARA EL SIGLO 21 (ESPAÑA)

Fuentes:

<assets.panda.org/downloads/Alco-1.pdf>
<http://awsassets.wwf.es/downloads/resultados_del_proyecto.pdf>
<http://www.miliarium.com/Proyectos/Agenda21/Anejos/SectoresClave/Cicloagua3.asp>
<http://awsassets.wwf.es/downloads/manual_de_uso_racional_del_agua_en_nucleos_urbanos.pdf>

RECUADRO 6

ZINNAE

ZARAGOZA INNOVA EN AGUA Y ENERGÍA (ESPAÑA)

Fuente:
<<http://zinnae.org/index.php>>.

En 2012 se creó un *cluster* urbano para el uso eficiente del agua: ZINNAE. Esa asociación reúne a los principales agentes económicos vinculados con el uso eficiente del agua en la ciudad de Zaragoza. La misión de ZINNAE consiste en promover el uso eficiente y sostenible del agua y del consumo de energía asociado en el ámbito urbano. ZINNAE tiene 4 ejes de actuación: los proyectos demostrativos, los proyectos de investigación, desarrollo e innovación, el desarrollo de una agrupación empresarial innovadora y el desarrollo sectorial.

El resultado logrado por ZINNAE se aprecia comparando la ratio de consumo en agua de los habitantes de Zaragoza que es de 104 litros por persona y por día, muy por debajo de la media española que es de 154 litros/persona/día.

GESTIÓN EFICIENTE, REUTILIZACIÓN Y RECICLAJE DEL AGUA

Reutilización de aguas grises

Como lo reporta el WWAP, la mayoría de las ciudades no tienen o no asignan los recursos necesarios para la gestión de las aguas residuales. Se estima que el 90% de las aguas residuales de las ciudades de los países en desarrollo, y el 70% de los desechos industriales se vierten directamente sin tratar en los cursos fluviales¹¹¹.

En América Latina, la cobertura del tratamiento de aguas residuales domésticas era de solo el 14 % en 2002. En LAC, las enfermedades infecciosas son una de las principales causas de mortalidad y morbilidad en la población, especialmente en niños menores de cinco años. Por lo tanto, es importante tener en cuenta el tratamiento de las aguas residuales en una visión sostenible y resiliente del uso del agua.

Muchos países de América Latina, como Brasil o Perú, ya hacen inversiones importantes en el tratamiento de aguas residuales. En Argentina, por ejemplo, se busca limitar la descarga directa

111. <www.unep.org/delc/Portals/119/UNEP_Greening_water_law_spanish.pdf>.

En zonas costeras y cayos con desarrollo urbano y turístico se vierten aguas residuales que son susceptibles de ser tratadas para su posterior reutilización en la recarga de acuíferos costeros. Los procesos de infiltración rápida, también conocidos como sistemas de tratamiento suelo acuífero (SAT), son una solución sostenible para el pulimento de efluentes de plantas de tratamiento de aguas residuales con fines de reutilización en la recarga de acuíferos. Las arenas blancas de playas ubicadas en cayos y zonas de la costa norte de Cuba pudieran ser adecuadas para el tratamiento de estos efluentes. En este trabajo se presenta un estudio a escala de laboratorio de infiltración rápida en arenas, comparando el comportamiento de las arenas sílice y de playa (cayo Guillermo) para verificar la potencialidad de esta última en la remoción de materia orgánica, nutrientes y organismos coliformes presentes en efluentes de una fosa séptica. Esto además conformaría una barrera positiva ante la intrusión salina exacerbada por el aumento del nivel del mar, protegiendo los acuíferos interiores.

La referencia es pertinente, pero acotando que se trata de un trabajo a escala de laboratorio, sin pruebas concluyentes, y es un proceso que está en fase experimental.

RECUADRO 7

ZONAS COSTERAS Y CAYOS EN CUBA

Fuente:

Tratamiento de aguas residuales en zonas costeras mediante infiltración rápida en arenas, Nobel Francisco Roviroso Morell, Instituto Nacional de Recursos Hidráulicos (INRH).

de residuos cloacales en el río Matanza-Riachuelo, con la construcción de un gran tubo colector que conducirá las aguas sucias a plantas de tratamiento. En Colombia se está limpiando y ampliando el río Bogotá, y se está fortaleciendo la capacidad de una planta de tratamiento de aguas residuales con el fin de mejorar la seguridad y el ambiente de los habitantes.

Existen varias maneras de reutilizar las aguas grises a fin de disminuir la demanda de agua potable para usos que no necesitan realmente que el agua sea potable. El principal reto es asegurar que las aguas grises y negras estén realmente separadas para evitar contaminación.

Las principales utilizaciones de aguas grises son: 1) regar jardines cuando los municipios, empresas y particulares recuperan agua de lluvia; 2) para el agua utilizada en inodoros en grandes edificios, parques, etc.; y 3) tratamiento y recarga artificial de acuíferos.

Usar aguas grises implica desarrollar una red de distribución de aguas grises o instalar sistemas específicos para tratamiento parcial a nivel residencial. Las investigaciones económicas realizadas con base en resultados de estos procesos son poco conocidas, fuera posiblemente de experiencias existentes en Israel o California. Se puede utilizar el agua usada o “gris” para irrigación de jardines

o cultivos. Actualmente, en Israel se recicla el 75 % de las aguas residuales municipales para el riego, sobre todo en las zonas áridas del sur, que reciben apenas 100 mm de lluvia por año.

El uso de aguas servidas para riego cuenta con algunas experiencias, unas aparentemente positivas y otras aparentemente negativas; no existe dentro de la bibliografía consultada una línea de investigación sobre los éxitos y fracasos, sus razones o información económica de este tipo de medidas.

Las observaciones empíricas apuntan hacia resultados poco satisfactorios. Existen en la región algunas experiencias que pudieron ser identificadas en México y en Cuba; no obstante, en ambas solo se trata de casos piloto y es preciso hacer seguimiento de los resultados obtenidos.

Diferentes medidas podrían ser más resilientes, inclusive si requieren un mayor uso de energía, y es por ello que se deben analizar costos versus beneficios en su contexto más amplio. Por ejemplo, en el caso de recarga artificial de aguas grises en la zona costera, si bien es más costoso en términos energéticos, correctamente administrada, la recarga genera una barrera positiva que frena la intrusión salina originada en el ascenso del nivel del mar a consecuencia del cambio climático.

Aprovechamiento en autogeneración de energía en sistemas de tratamiento de aguas residuales

En el caso del tratamiento de las aguas residuales, el proceso más importante es el tratamiento biológico, y es el que consume la mayor cantidad de energía eléctrica del proceso. En general, los equipos utilizados para la aireación de los efluentes representan un 50 % del consumo de electricidad de una planta tipo. Las medidas de mejora de eficiencia energética en el proceso del tratamiento de las aguas residuales incluyen sistemas de saneamiento alternativos como vacío y separación en origen, y la valorización de los residuos con recuperación de nitrógeno y fósforos, utilización de aguas residuales para producir algas biocombustibles y utilización de biopilas de combustible.

Los procesos más comunes en LAC (en aproximadamente el 80 % de las plantas de tratamiento) son diseñados con las lagunas de estabilización, así como los reactores anaerobios de flujo ascendente y con lodos activados¹¹². Para mejorar la sostenibilidad de

112. Noyola, Adalberto (2013). *Municipal Wastewater Treatment in Latin-America*. México: Universidad Nacional Autónoma de México.

Los municipios en la región de Austin (Texas) se involucraron en un proyecto de desarrollo comunitario y de planificación resiliente, buscando optimizar el uso de los recursos a nivel local. Como ejemplo de sinergias, una planta eléctrica de la ciudad utiliza las aguas grises de una planta de tratamiento de agua en su sistema de refrigeración. Esta relación permite reducir el consumo de agua potable y, al mismo tiempo, los costos de operación de la planta de producción de electricidad. Los ahorros así obtenidos se convierten en inversiones para los servicios de la comunidad: bomberos, policía, parques y bibliotecas.

RECUADRO 8

SINERGIAS ENTRE EMPRESAS ENERGÉTICAS Y DE AGUA EN AUSTIN (ESTADOS UNIDOS DE AMÉRICA)

Fuente:

<www.johnsonfdn.org/sites/default/files/reports_publications/CNW_ResilientUtilities.pdf>.

las plantas de tratamiento de agua se pueden utilizar las tecnologías anaeróbicas, que permiten reducir el consumo energético y utilizar los efluentes para producir biogás o abono para la agricultura.

Se puede aumentar la producción de biogás consiguiendo una mayor separación en la sedimentación primaria, mejorando el espesado del lodo antes de la digestión anaerobia¹¹³. Esa tecnología se puede implantar en plantas con un caudal superior a 500 l/s¹¹⁴. La información consultada apunta a que esta tecnología aún no está siendo usada extensamente.

Herramientas de gestión energética

Existen numerosas herramientas de gestión y buenas prácticas aplicables a las empresas de distribución, tratamiento y control de aguas para conocer y entender sus consumos energéticos, determinar cuáles son las áreas con una mayor intensidad energética de sus sistemas, definir metas y medidas de EE, y monitorizar sus progresos.

113. Fundación de la Energía de la Comunidad de Madrid (2012). Guía sobre Hidroeficiencia Energética.

114. Noyola, Adalberto (2013). *Municipal Wastewater Treatment in Latin-America*. México: Universidad Nacional Autónoma de México.

TABLA 6

Herramientas de gestión para controlar el consumo energético

Medidas	Descripción
Comparativa de mercado (benchmarking)	Existen herramientas de comparación del uso energético con las cuales cada empresa puede comparar su desempeño energético. En Norteamérica, ENERGY STAR® Portfolio Manager incluye varias herramientas de seguimiento y una base de datos de casi 700 plantas de tratamiento de aguas residuales con una intensidad energética media de 10 kBtu/galón por día.
Auditorías energéticas	Desarrollar una auditoría energética permite identificar áreas de oportunidad para reducir los costos asociados a la operación de la empresa en los sistemas de agua y aguas residuales. Se pueden realizar desde auditorías de alto nivel para identificar áreas con problemas importantes o procesos con una intensidad energética alta, hasta auditorías extensas llamadas auditorías sobre nivel de inversión para asesorar y definir medidas de EE en detalle.
Sistemas de gestión de la energía (EMS, por sus siglas en inglés)	<p>Gracias a los EMS, una empresa de distribución y saneamiento de agua puede controlar su consumo energético y, subsecuentemente, reducir sus costos y usos energéticos. El control y monitoreo puede ser integrado al EMS. El suministro de agua potable se beneficia de procesos de “redes inteligentes” (<i>smart grids</i>) que permiten la monitorización a lo largo de todo el sistema para detectar pérdidas lo más rápidamente posible, para mantener el control sobre la cantidad de agua entregada y, eventualmente, permitir llevar las presiones de la red a no exceder el límite indispensable, contribuyendo a reducir también nuevas roturas. La energía de bombeo suplementaria para compensar pérdidas y mantener presiones por encima de lo requerido es significativa. Los sistemas de tratamiento de agua residual se ven también beneficiados por procesos de instrumentación, control y la automatización.</p> <p>Las redes de agua inteligentes podrían ahorrar USD\$ 12.5 mil millones en un año a la industria de los EE.UU. En Israel, la compañía analítica TaKaDu toma información suministrada por los sensores y medidores de puntos en torno a la red de suministro de la empresa de agua para construir una imagen sofisticada de cómo la red está funcionando. Se pueden detectar anomalías en su comportamiento, desde una pequeña fuga hasta una fuga de una línea principal¹¹⁵.</p>

Medidas de reducción del costo de la energía

Las medidas relacionadas con la reducción del costo de la energía son las que no necesitan una reducción en el consumo de electricidad. Son las medidas relacionadas con una buena gestión de la factura eléctrica, de una adecuación propia a la estructura tarifaria, entre otras. Pueden combinarse con las medidas de ahorro de energía, pues el cambio a nivel del consumo y de la demanda puede requerir una revisión de las condiciones del suministro de electricidad.

116. <www.arup.com/~media/Publications/Files/Publications/F/Future of Urban Water Sydney_July15>.

TABLA 7

Medidas de reducción del costo de la energía

Subsistemas	Medidas	Descripción
Reducción de costo de la energía	Gestión con el proveedor de electricidad	Gestión de los contratos de suministro de electricidad: se pueden reducir los costos de electricidad modificando la gestión de las tarifas y del contrato. Se pueden obtener mejores tarifas agrupando el suministro de electricidad. Siendo el sector del agua un sector con una intensidad energética importante, en los países o regiones donde el mercado de la electricidad es abierto, se recomienda negociar las tarifas contactando a varios proveedores, incluso comprando directamente a las empresas generadoras.
	Corrección del factor de potencia	En algunos países de la zona, la estructura tarifaria incluye cargos por bajo factor de potencia. Estos cargos pueden evitarse fácilmente mediante una compensación del factor de potencia con la instalación de bancos de capacitores en la red eléctrica, lo más cerca posible de los motores. Las inversiones para la adquisición de dichos bancos suelen amortizarse en un período de 6 a 12 meses.
	Gestión eléctrica para reducir los picos de demanda	Para reducir los costos de electricidad, se debería reducir el flujo de las bombas en horas de demanda pico.

Generación propia de electricidad

Además de la generación de electricidad a partir del biogás de las plantas de tratamiento de agua, como ya se mencionó en la sección 4.4.3, las energías renovables permiten producir la energía necesaria para la distribución y el tratamiento del agua.

Se puede generar la electricidad necesaria para los motores gracias a generadores fotovoltaicos y eólicos. Pero esas tecnologías no son necesariamente las más costo-efectivas en el caso de sistemas pequeños.

Asimismo, existen microturbinas que aprovechan la energía en la red de distribución para crear energía eléctrica que se utiliza en modo de autoconsumo por la empresa de tratamiento y distribución.

Estudio de casos

/ Capítulo cinco

Tres estudios de casos específicos fueron seleccionados tras una revisión regional en los países, que abarcó tanto proyectos implementados como otros que se quedaron al nivel de estudios y que nunca fueron implementados. La idea detrás de este ejercicio ha sido determinar qué factores (barreras) permitieron o no la implementación del proyecto analizado. Se evaluaron casos con diferentes tipos de medidas de eficiencia/resiliencia implementadas, así como con mecanismos de financiación distintos. Se incluyeron proyectos implementados tanto a nivel de las empresas de agua (oferta) como a nivel de los consumidores de agua (demanda).

01/ FORTALECIMIENTO DE LA EFICIENCIA EN LA EMPRESA NICARAGÜENSE DE ACUEDUCTOS Y ALCANTARILLADOS (ENACAL) – NICARAGUA

ENACAL es la entidad pública especializada cuya misión es implementar la política de aguas para el consumo humano, el alcantarillado sanitario, y el uso eficiente y racional de las fuentes de aguas subterráneas y superficiales destinadas al agua potable. Fue constituida mediante la ley No. 276 del 20 de enero de 1998 como una entidad estatal de giro comercial, con personalidad jurídica y patrimonio propios, de duración indefinida y con plena capacidad para adquirir derechos y contraer obligaciones. La empresa tiene su domicilio legal en la ciudad de Managua y opera actualmente 166 acueductos y 33 sistemas de alcantarillado en 123 municipios.

Contexto

Las tendencias de los impactos del cambio climático en los recursos hídricos de Nicaragua, considerando proyecciones optimistas y pesimistas, conllevan la necesidad de realizar cambios rápidos en la gobernanza de este recurso.

ENACAL enfrenta una baja eficiencia en sus operaciones, caracterizada por el alto empleo de energía y las pérdidas de agua. La empresa incurrió en altos gastos de energía, especialmente a

Problemática identificada

nivel de las estaciones de bombeo, cuyos gastos representaron alrededor del 40 % de los gastos de operación en 2014. El consumo de energía eléctrica, de 167 GWh, representó un gasto total de USD\$ 24,7 millones en 2014, y un consumo unitario por metro cúbico de agua distribuida de 0,95 kWh/m³.

ENACAL enfrenta un importante reto con relación al volumen de agua no facturada (ANF) debido a pérdidas reales y aparentes, así como al consumo autorizado no facturado (en este orden). En 2014, el ANF representó más del 50 % del volumen del agua producida por día. La relación de empleados frente al número de conexiones es muy alta en comparación con el promedio en América Latina (6 empleados por cada 1.000 conexiones en el caso de ENACAL, frente a un promedio de 3 empleados por cada 1.000 conexiones en América Latina).

Además, hay poca experiencia técnica para el aprovechamiento de aguas superficiales en Nicaragua, ya que el uso de aguas subterráneas ha sido la forma dominante para el abastecimiento.

Finalmente, los ingresos por la venta de agua no cubren los costos de producción del agua, lo que resulta en una situación insostenible.

Objetivos y descripción de distintos proyectos identificados a lo largo de los últimos 8 años

Desde hace varios años, ENACAL recibe el apoyo de diferentes instituciones financieras y organizaciones internacionales para fortalecer su situación financiera, organizacional y energética.

El objetivo de un primer proyecto en 2007, financiado por el BID, fue el de apoyar la integración de medidas de EE en el sector de agua y alcantarillado en Nicaragua, al tiempo que se mitigaban las emisiones de CO₂. El BID, dentro de un programa más amplio, y con el objetivo de apoyar a ENACAL en su programa de modernización, propuso llevar a cabo un programa de EE en varias estaciones de bombeo de agua en Nicaragua, principalmente en Managua. En concreto: 1) se llevó a cabo una evaluación de la situación línea de base, es decir, las condiciones y desempeño de los equipos (de las estaciones de bombeo seleccionadas); 2) se efectuó una evaluación de factibilidad y rentabilidad para aprovechar el metano de lagunas de tratamiento de efluentes para producir energía; 3) se evaluó el plan de mantenimiento de las estaciones de bombeo; y 4) se llevaron a cabo talleres sobre las conclusiones del estudio para el personal de ENACAL.

En 2012, el Banco Mundial encomendó a un equipo de ingenieros y financieros que evaluara la situación energética de ENACAL, que identificara factores que afectan la EE y propusiera soluciones de EE con estimación de costos y beneficios. Además, habían de proyectar la situación de la eficiencia energética para los siguientes cinco años e identificar posibles fuentes de financiamiento.

En 2015, con el apoyo del Banco Mundial nuevamente, se diseñó un Plan Maestro de Eficiencia Operativa (PMEO) con el objetivo de proporcionar un marco estratégico a la Dirección Ejecutiva de ENACAL para coordinar la aplicación de medidas de EE y ANF en Managua. En concreto: 1) se propusieron cambios en la estructura de los recursos humanos para adecuarla a la gestión de la EE y ANF en el largo plazo; 2) se demostró la manera de reducir los gastos operacionales a través del aumento de la EE y de la reducción de ANF, disminuyendo de esta manera la necesidad de aumento de las tarifas a mediano y largo plazo o la necesidad de subsidios gubernamentales adicionales; 3) se confirmó que se puede postergar la inversión en nuevas fuentes de agua adoptando las medidas propuestas; y 4) se demostró la manera de establecer el suministro continuo de agua.

El primer proyecto de 2007:

1. Identificó cuatro principales medidas:
 - > Corrección del factor de potencia
 - > Revisión de procedimientos de mantenimiento
 - > Gestión energética, como la creación de un comité interno de gestión energética y el encuadramiento tarifario para reducir los costos de energía, entre otras
 - > Cambio de motobombas e inversores
2. Calculó los ahorros anuales estimados a un total de USD\$ 1.848.377
3. Estimó la inversión necesaria total en USD\$ 2.317.700; esto, considerando que los ahorros estimados se obtendrían en 1,25 años
4. Revisó el Plan de Mantenimiento con sugerencias y recomendaciones para su fortalecimiento
5. Impartió dos talleres para el equipo de ENACAL

Resultados y recomendaciones de los distintos proyectos

El segundo proyecto de 2012:

1. Propuso medidas de EE en las operaciones de bombeo, que incluyen motores eficientes, bombas, variadores de velocidad, paneles de control y optimización del diseño de tuberías
2. Planteó un cambio de tarifa eléctrica a la tarifa de gran consumidor para reducir los costos de energía
3. Calculó el potencial de ahorro en unos USD\$ 10 millones al año
4. Estimó una inversión inicial del orden de los USD\$ 40 millones
5. Identificó fuentes concretas de financiamiento, específicamente:
 - > Parte de un paquete de financiamiento de la Agencia Española de Cooperación Internacional para el Desarrollo (AECID) de € 250 millones
 - > Financiamiento por parte del Gobierno, dados los altos subsidios
 - > Parte del préstamo del BID para el Programa de Agua Potable para Managua

- > Financiamiento nuevo por negociar con un organismo multilateral

En 2015, para la preparación del PME0 se recolectaron datos técnicos para establecer la línea de base para el ANF y el consumo energético. Fue un trabajo complejo por la falta de información disponible. El PME0 identificó una serie de acciones para la mejora de la eficiencia operativa de ENACAL

- Las acciones para reducir el ANF incluyen el planeamiento y el control operacional, la reducción de pérdidas reales a través de medidas como la mejora del control de presiones, la mejora del control activo de fugas, y la renovación de la infraestructura; también incluyen la reducción de pérdidas aparentes y consumos autorizados no facturados a través de la universalización y actualización permanente de la medición del consumo, entre otras. Tener un equipo capacitado y dedicado al combate de las fugas mejoraría también el control de las mismas.
- Las acciones para incrementar la EE incluyen la implementación de un sistema de gestión de energía, la reconstrucción completa de 53 estaciones de bombeo (incluyendo la implantación de inversores de frecuencia y la utilización de motores eficientes), la corrección del factor de potencia, la reestructuración del sector de electromecánica de ENACAL (que incluye el equipo de mantenimiento), la implementación de medidores SIMEC para facilitar la compra de más energía al generador de electricidad (porque es más barata que la energía del distribuidor eléctrico), y varias acciones en el área de capacitación de la organización de los recursos humanos en general.

El PME0 estimó las inversiones necesarias para los próximos 15 años en USD\$ 76 millones, con un poco más de USD\$ 20 millones como prioritarios, con una recuperación de la inversión simple de menos de 3 años para las acciones de ANF, y de menos de 2 años para las acciones de EE.

Análisis y conclusiones

Un análisis de las medidas y acciones propuestas por los diferentes proyectos muestra que varias propuestas prioritarias fueron identificadas en los últimos 8 años:

- La constitución de un comité interno de la gestión energética
- La modernización completa de las estaciones de bombeo
- La reducción de las pérdidas reales por la mejora del control de presiones y de las fugas, y la renovación de la infraestructura
- la reducción de pérdidas aparentes y consumos autorizados no facturados por la medición permanente del consumo
- La optimización del costo de la energía (cambio de la tarifa eléctrica/compra directa al generador)

A la fecha, ENACAL ha tomado medidas con respecto al costo de la energía. En 2015 el porcentaje de la energía comprada al generador había aumentado al 43 % en comparación al 22 % de 2008; el otro 57 % se compra a la distribuidora. Además, en septiembre de 2015 se reformó la ley 554 e introdujo una cláusula según la cual las empresas distribuidoras de energía a nivel nacional venderán a ENACAL la energía que esta requiera al precio más bajo de los generadores. Sin embargo, el reglamento de aplicación de dicha ley no ha sido aún aprobado.

Las otras propuestas prioritarias están todavía por ser implementadas. El indicador de rentabilidad sobre el patrimonio, con un valor negativo de -25 %, revela la vulnerabilidad financiera de la empresa y sugiere que las inversiones para bajar el ANF e incrementar la EE son necesarias en el corto plazo.

El volumen de la inversión es modesto; el monto de las inversiones prioritarias en EE y ANF de unos USD\$ 20 millones corresponde a menos de la mitad de todas las inversiones presupuestadas para el año 2016 (casi USD\$ 45 millones, 76 % financiadas con donaciones y préstamos de la cooperación internacional).

Si bien se observa un estancamiento en las donaciones (en parte por un deterioro de los indicadores de eficiencia en la implementación de los proyectos de inversión etc.), el problema principal no parece ser la falta de acceso a recursos, sino la priorización en el uso de los recursos, y la gestión en general.

En primer lugar, a pesar de haber sido una recomendación ya en 2007, el comité interno de gestión de la energía no se ha formado hasta hoy. Señala una falta de interés, de voluntad de tratar el tema o de capacidad a organizarse. Y, sobre todo, en su ausencia, le falta a ENACAL la herramienta para gestionar y solucionar el problema del alto nivel de ANF y bajo nivel de EE.

Asimismo, según el actual plan de inversiones públicas (2016-2019) de ENACAL, se observa un enfoque en el mejoramiento y ampliación del sistema de agua potable en varias ciudades y una ausencia total de inversiones en proyectos de ANF y EE, lo cual indica, en vista de los diversos análisis, la dificultad de llevar a cabo estos proyectos tanto por causas de falta de capacidad técnica y organizacional como por el cambio de hábitos que crean.

La capacitación en los temas de EE y ANF de los técnicos es una etapa previa para la comprensión de la situación actual y de los beneficios que pueden llevar las mejoras.

Lecciones aprendidas

La disponibilidad de datos técnicos sobre el ANF y el consumo energético es imprescindible para la identificación de áreas de mejora.

La participación y voluntad de los actores relevantes, gestores y técnicos, son clave para el éxito en la implementación de las recomendaciones.

Fuentes

- Informes elaborados por los consultores Econoler y Sage de diferentes fuentes, en el contexto de consultorías efectuadas para el BM y BID, en 2007, 2012 y 2015 (cabe mencionar que hubo otros proyectos paralelos financiados por otros donantes como JICA y KfW)
- CIRA-UNAM (2010). Los Recursos Hídricos de Nicaragua.

02/ RESILIENCIA DE LOS RECURSOS HÍDRICOS EN CUBA

Alcance del proyecto

El Instituto Nacional de Recursos Hidráulicos (INRH) de Cuba, ante el impacto del cambio climático en los recursos hídricos del país, definió el alcance de las primeras medidas de las acciones sucesivamente en 2007, 2008 y 2009, y se integró en el Programa de Enfrentamiento al Cambio Climático de Cuba. El Consejo de Ministros revisa periódicamente el Programa a fin de actualizarlo.

Las actividades desarrolladas en este proyecto hasta 2012 se integraron a los planes anuales de la institución, orientados a cumplir las cuatro prioridades de la Política Nacional del Agua. Estas son:

1. El uso racional y productivo del agua disponible
2. El uso eficiente de la infraestructura construida
3. La gestión de riesgos asociados a la calidad del agua
4. La gestión de riesgos asociados a eventos extremos del clima

El INRH se encarga de organizar y dirigir, en coordinación con los organismos competentes, la protección de las aguas terrestres, cuencas y cauces naturales, así como las obras e instalaciones hidráulicas contra peligros de contaminación, azolvamiento y otras formas de degradación y deterioro. También tiene a su cargo el control sistemático de la calidad de las aguas.

Problemática identificada

El cambio climático incide en los recursos hídricos en Cuba de manera negativa, según numerosos entes gubernamentales, no gubernamentales e internacionales. Tiene impactos identificados en los siguientes componentes:

- ➔ Disponibilidad reducida del recurso hídrico a causa de: 1) menores precipitaciones, que es la principal fuente sustentable de agua en Cuba; 2) altos niveles de pérdidas de agua debido a redes de suministro muy deterioradas; y 3) un deterioro de la calidad de las aguas subterráneas debido a una modificación en la dinámica de la relación hidráulica de los acuíferos

costeros, llevando a conflictos en el uso de las aguas embalsadas (intrusión salina).

- Aumento de la ocurrencia de los desastres causados por fenómenos naturales, como las sequías y huracanes, que han tenido impacto en la hidrología, la hidráulica, las infraestructuras de protección de la costa, la economía y la sociedad cubana. Esos cambios abruptos en la meteorología modifican la dinámica ambiental de los ecosistemas, aumentando su vulnerabilidad.
- Reducción de la calidad del agua, agravando las condiciones sanitarias y repercutiendo en las costumbres de consumo de agua de los cubanos.

La meta del proyecto fue reducir los impactos del cambio climático sobre los recursos hídricos de Cuba, con soluciones diversas basadas en el Programa de Trabajo de Nairobi (UNFCCC) sobre los efectos, la vulnerabilidad y las medidas de adaptación al cambio climático.

Objetivos del proyecto

- Instituto Nacional de Recursos Hidráulicos (INRH): iniciador del primer paquete de medidas y ejecutor de medidas.
- Ministerio de Ciencia, Tecnología y Medio Ambiente (CITMA): coordinador del proyecto.
- PNUD: desarrollador de proyectos, incluyendo el proyecto PNUD-INRH de Alerta Temprana y Prevención Hidrológica.

Partes interesadas

En 2008, esa cifra era de USD\$ 273 millones, la cual ha ido creciendo paulatinamente. Tal y como se conciben y aplican, las medidas son mucho más que un “proyecto” y forman parte de los costos anuales de la actividad en función del cumplimiento de la política.

Costo del proyecto

- Gobierno de Cuba
- PNUD: inversor y desarrollador de proyectos, incluyendo el proyecto PNUD-INRH de Alerta Temprana y Prevención Hidrológica
- Unión Europea y Consejo Regional y General de Martinica (Francia): inversores a través del proyecto Caribe-HYCOS (Sistema de Observación del Ciclo Hidrológico del Caribe) que ayudó al desarrollo de las competencias técnicas de los Servicios Hidrológicos Nacionales (SHN) de Cuba en la recolección, mantenimiento, análisis, y aplicación de datos hidrológicos fiables y de calidad, a fin de promover una mejor gestión de los recursos hídricos.

Financiadores / cofinanciadores

Se llevaron a cabo varias medidas para lograr reducir los impactos del cambio climático en los recursos hídricos cubanos:

Descripción del proyecto

1. Tecnología para la adaptación
 - > Renovación y rehabilitación de las redes de acueductos
 - > Instalación de contadores y de membranas impermeabilizantes

- para disminuir las pérdidas de agua y reducir las infiltraciones de aguas residuales en las aguas subterráneas
 - > Aumento de la eficiencia en el mantenimiento de las infraestructuras hidráulicas
 - > Aumento de la eficiencia en el uso del agua
- 2. Observaciones de las variables hidrológicas y climáticas
 - > Modernización y aumento de la capacidad de observaciones cualitativas y cuantitativas del ciclo hidrológico, gracias a la ejecución de proyectos: Alerta Temprana y Prevención Hidrológica, y Caribe-HYCOS
- 3. Metodologías e instrumentos para la evaluación
 - > Reevaluación sistemática de los recursos hidráulicos disponibles
 - > Determinación de indicadores sobre la disponibilidad de agua encontrados en la literatura internacional
- 4. Investigaciones
 - > Implementación de proyectos de ciencia e innovación tecnológica
- 5. Planeamiento de medidas y prácticas exitosas
 - > Aplicación de un enfoque ecosistémico a la gestión integrada de los recursos hídricos
 - > Construcción de sistemas de tratamiento y aumento de la reutilización de aguas residuales tratadas para reducir la contaminación en los acuíferos
 - > Mejoramiento y conservación de suelos
 - > Fortalecimiento de las instituciones de inspección estatal de los recursos hidráulicos para aumentar el cumplimiento de la legislación vigente
 - > Promoción de prácticas relacionadas con la captación, almacenamiento y uso directo del agua de lluvia
- 6. Información socioeconómica
 - > Fortalecimiento del rol de los medios en la divulgación de información sobre el recurso hídrico
 - > Aumento de la concientización y educación para el uso sostenible del agua gracias al Programa de Ahorro y Uso Racional del Agua (PAURA)

Anualmente, desde el inicio del proyecto se planifican las actividades a realizar en las seis áreas de medidas descritas anteriormente, siguiendo un proceso de mejora continua.

Resultados y causas del éxito del proyecto

Este proyecto logró atenuar los impactos del cambio climático sobre los recursos hídricos en Cuba gracias a la visión global de las medidas, integrando medidas tecnológicas con medidas de gestión y sociales.

El mayor resultado es la reducción del uso de agua a nivel del país. En 2011, la cantidad de agua aprobada para el plan de uso de las aguas era de 9.000 millones de m³ y en 2015, esa cifra bajó a 7.500 millones de m³, una reducción de más del 15 % en el uso global del agua.

Además, respecto al abastecimiento de agua potable, se redujo el nivel de agua no facturada, es decir, las pérdidas en las redes hidráulicas en los acueductos, en aproximadamente un 12 %, contribuyendo también a la eficiencia en el uso del agua.

Las causas del éxito del proyecto son variadas:

- Proceso continuo de diseño e implementación de medidas
- Programa integrado, que compagina varios tipos de medidas
- Diseño de las medidas basado en metodologías científicas
- Establecimiento del Consejo Nacional de Cuencas Hidrográficas, en el cual participan todas las instituciones relacionadas con la gestión de los recursos hídricos en Cuba, logrando un buen planteamiento institucional.

Una barrera objetiva del proyecto es la insuficiencia de recursos financieros adicionales para elevar los ritmos de ejecución de las medidas de adaptación, las cuales fueron sustentadas hasta 2015 con recursos propios.

Barreras identificadas

Una barrera técnica es la falta de acceso a las tecnologías de punta en Cuba.

Una de las barreras más frecuentes ha sido la falta de reconocimiento de la urgencia de adaptarse ante los impactos negativos del cambio climático y la necesidad de tomar medidas de forma acelerada, debido a la insuficiente cultura del uso sostenible del agua al más alto nivel político y a la falta de concientización de la población en cuanto al consumo sostenible del agua.

Integrar a los expertos locales en las instituciones gubernamentales y no gubernamentales en el desarrollo de soluciones es clave para que un proyecto sea llevado a cabo.

Lecciones aprendidas

Se debe considerar la resiliencia de los sistemas hídricos en su globalidad, tanto desde el punto de vista ambiental, como de infraestructura, social, institucional y económico.

Analizar en detalle las vulnerabilidades de los recursos para desarrollar medidas adaptadas al contexto. Las estimaciones se hicieron a escala de país y regional con modelos de balance hídrico (ecuación general), que tienen coeficientes y estimadores propios

para Cuba. También se han utilizado modelos hidrológicos determinísticos calibrados para Cuba¹¹⁶.

Establecer indicadores de buenas prácticas internacionales para evaluar los impactos de las medidas de adaptación y comparar los indicadores de Cuba con otros países y regiones. Esto es clave para monitorear los resultados y retroalimentar a las partes interesadas para apoyarles en sus decisiones.

Basarse en las nueve áreas de acciones fundamentales dictadas por el Programa de Trabajo de Nairobi (2007), cuyo objetivo es ayudar a los países en desarrollo para mejorar su comprensión y evaluación de los impactos, la vulnerabilidad y la adaptación, y para tomar decisiones informadas sobre las acciones prácticas de adaptación y medidas de respuesta al cambio climático sobre una base sólida, económica, científica, técnica y socioeconómica, teniendo en cuenta el presente y futuro cambio climático y variabilidad. Estas áreas de acciones son:

1. Desarrollo e implementación de metodologías e instrumentos para la evaluación.
2. Mejoramiento de las observaciones del comportamiento de las variables hidrológicas y climáticas, así como de su procesamiento, acceso, intercambio y manejo.
3. Modelamiento del comportamiento del clima según escenarios y reducción de escala a nivel regional y subregional.
4. Riesgos relacionados con el clima y eventos extremos, su comprensión y evaluación de influencias para el desarrollo sostenible.
5. Información socioeconómica y sus relaciones con las evaluaciones del impacto y vulnerabilidades.
6. Planeamiento de medidas de adaptación y empleo de prácticas exitosas.
7. Investigaciones sobre las opciones de adaptación y el desarrollo y difusión de tecnologías, conocimientos y prácticas de adaptación, las prioridades de adaptación basándose en las lecciones aprendidas de los proyectos de adaptación actuales.
8. Introducción de tecnologías, conocimientos y prácticas para la adaptación.
9. Diversificación económica con vistas a aumentar la resiliencia económica y reducir la dependencia de los sectores económicos vulnerables.

116. En Cuba existe un grupo de modelación del clima que trabaja en coordinación con el Hadley Center del Reino Unido y con el Centro de Cambio Climático del CARICON para el Caribe. Este grupo tiene a su cargo la modelación del clima de la región del Caribe con el sistema regional PRECIS, para el cual se ha hecho un *downscaling* hasta 25 km de resolución, para Cuba y el Caribe.

- Impacto del Cambio Climático y Medidas de Adaptación en Cuba, proyecto GEF/PNUD, Instituto de Meteorología, 2013
- Caribe-HYCOS - <www.caraibes-hycos.org>.
- <[www.portalces.org/sites/default/files/migrated/docs/Sobre_las_medidas_de_adaptacion_de_los_recursos_hidricos_cubanos_ante_el_impacto_del_C.C_\(Jorge_Garcia\).pdf](http://www.portalces.org/sites/default/files/migrated/docs/Sobre_las_medidas_de_adaptacion_de_los_recursos_hidricos_cubanos_ante_el_impacto_del_C.C_(Jorge_Garcia).pdf)>.
- Reglamento del Consejo Nacional de los Consejos Territoriales y los Consejos Específicos de Cuencas Hidrográficas - resolución No. 52/2007.
- Planos, E.; Vega, R. y A., Guevara, Editores (2013). *Impacto del Cambio Climático y Medidas de Adaptación en Cuba*. La Habana: Instituto de Meteorología, Agencia de Medio Ambiente, Ministerio de Ciencia, Medio Ambiente y Tecnología, pág. 428.
- Indicadores globales para la evaluación del uso sostenible del recurso agua: caso cubano. Dr. Jorge Mario García Fernández, Ing. Luis Cantero Corrales
- Entrevista con Eduardo Planos del 23 de noviembre de 2015.
- Programa de Trabajo de Nairobi: <http://unfccc.int/adaptation/workstreams/nairobi_work_programme/items/5137.php>.

Fuentes

03/ PROGRAMA DE CONTROL Y REDUCCIÓN DE PÉRDIDAS DE SANASA; CAMPINAS, BRASIL

Campinas, la tercera ciudad más grande en el estado de São Paulo, tiene 1.15 millones de habitantes y es el décimo municipio más rico del Brasil. El consumo de agua per cápita de Campinas, de aproximadamente 220 l/habitante/día, es uno de los más altos de Brasil, lo cual se debe a que la ciudad es uno de los principales centros comerciales e industriales del país. Campinas está ubicada en el centro de la cuenca hídrica de Piracicaba-Capivari-Jundiaí, que es responsable del suministro del 50 % del agua consumida por la región metropolitana de São Paulo.

Contexto del proyecto

La SANASA (Sociedade de Abastecimento de Água e Saneamento, S.A.) suministra servicios de agua potable y de recolección/tratamiento de aguas residuales para la municipalidad de Campinas, y es una empresa del gobierno municipal en su totalidad.

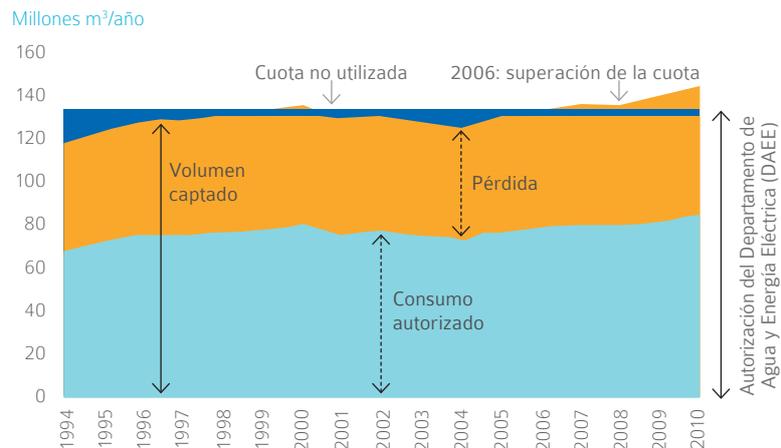
La región de las cuencas de los ríos Piracicaba, Capivari y Jundiaí tiene escasez de agua, especialmente durante la temporada seca. Este hecho, junto con la competencia por el uso del agua en otras áreas (agricultura, generación de electricidad, navegación, entre otras), obligó a SANASA a desplegar e implementar el “Programa de Reducción de Pérdidas”, para reducir el índice de pérdidas en la distribución.

Problemática identificada

SANASA estaba cerca de llegar al máximo de su cuota de captación de agua autorizada por el “Departamento de Água e Energia Elétrica” (del Estado de São Paulo) de 140 millones de m³ por año (establecido en 1994), como se ilustra la simulación del caso “*Business as usual*”, en la figura siguiente.

FIGURA 16

Simulación del comportamiento de la demanda de agua sin programa de reducción de pérdidas



A partir del año 2000, el creciente costo de la electricidad ha impulsado actividades asociadas con la optimización energética. Las tarifas del agua se duplicaron entre 2000 y 2008, lo que generó una presión adicional sobre SANASA para reducir costos (tanto a través de reducciones de ANF como de eficiencia energética), a fin de limitar los aumentos de tarifas.

Como SANASA es una empresa pública, está sujeta a las normas de adquisición pública (ley 8.666). Esto dificulta la obtención del mejor precio por bienes y servicios. Generalmente, el cálculo del costo del ciclo de vida no es viable o aceptable en las licitaciones públicas en la mayoría de los países del mundo. Sin embargo, el entorno regulatorio asegura que la empresa pueda retener los beneficios de cualquier reducción en los costos operativos. Esto proporciona a la empresa un incentivo para emprender programas de eficiencia energética y otros de operación eficiente, ya que las ganancias se traducen en mayores recursos para inversión, sustitución o expansión, o en un mejor desempeño financiero de la empresa.

Objetivos del proyecto

El objetivo del Programa de Control y Reducción de Pérdidas de SANASA fue aumentar su capacidad de suministro sin tener que recurrir a fuentes adicionales, y reducir el índice de pérdidas en la

distribución (IPD) desde un 37,7 % en 1994 hasta un 20 % en 2012; mejorar la eficiencia de las estaciones de bombeo y aumentar la eficiencia operacional de la empresa en general.

TABLA 9

Índices de pérdidas en la distribución previstos y reales

Año	Índice	Previsión	Real
1998	IPD	33.9%	31.4%
1999	IPD	33.1%	27.8%
2000	IPD	32.3%	26.7%
2001	IPD	31.4%	26.6%
2002	IPD	30.6%	26.0%
2003	IPD	29.8%	27.2%
2004	IPD	29.0%	27.1%
2005	IPD	28.1%	25.8%
2006	IPD	27.3%	25.8%
2007	IPD	26.5%	24.2%
2008	IPD	25.0%	21.8%
2009	IPD	25.0%	20.2%
2010	IPD	25.0%	19.5%
2011	IPD	25.0%	19.9%
2012	IPD	20.0%	19.3%
2013	IPD	20.0%	19.2%

Antecedentes

El Programa se inició hace 21 años, en 1994, cuando en la época de verano había escasez de agua, lo cual obligó a SANASA a buscar fondos a través del Banco Mundial y la Caixa Econômica Federal para implementar algunas obras macro en estaciones de tratamiento de agua, en tanques y en la red de distribución de agua con el objetivo de fortalecer el sistema público de agua. A solicitud de los financiadores, una parte de los fondos fueron invertidos en la mejora de la eficiencia mediante la reducción de pérdidas de agua.

En paralelo, SANASA realizó un diagnóstico que reveló una situación crítica en cuanto a la disponibilidad de agua en la cuenca donde se encuentra la ciudad de Campinas. El hecho de que la misma cuenca sirva para cumplir con el 50 % de las necesidades de aguas primarias de la región metropolitana de São Paulo volvió la situación aún más crítica.

Probablemente, el beneficio más importante de la reducción de las pérdidas reales (físicas) fue la reducción de los costos de

Descripción del proyecto

operación y, en particular, una reducción significativa en el gasto en productos químicos y energía (electricidad). Esto se debe a las características de la infraestructura de agua de Campinas, donde se debe bombear agua a depósitos elevados para abastecer zonas altas.

Los resultados positivos de las acciones que se tomaron para reducir las pérdidas llevaron a la alta dirección de SANASA (que es nombrada por el Alcalde) a institucionalizar el programa.

Finanzas

Si bien los fondos iniciales en 1994 provenían del Banco Mundial y de la Caixa Econômica Federal, SANASA disponía también de recursos propios para realizar las inversiones planeadas en el Programa y financió los estudios de mejoras institucionales y operativas, con especial atención en el desarrollo de recursos humanos y la integración entre sus distintos sectores involucrados.

Hoy, el Programa se financia tanto con fondos propios (que son generados por la empresa, en parte gracias a los ahorros de las medidas de reducción de pérdidas) como con fondos externos (deuda y otras fuentes).

Implementación

Algunas medidas para reducir las pérdidas, como por ejemplo el control del nivel de los reservorios para evitar desbordamientos, se llevaron a cabo de inmediato. Sin embargo, para las principales acciones realizadas se requería más tiempo. Su principal objetivo fue asegurar la reducción de los costos operacionales. En la tabla 19 se observan los resultados de acciones que se desarrollaron en tres fases:

1. Reducción de la presión del agua
2. Acciones de EE y Programa de Uso Racional del Agua
3. Reducción por submedición y continuidad de acciones de EE

Cada etapa está descrita a continuación.

1. Reducción de la presión del agua (1994 hasta 1999)

La implementación de medidas de reducción de presión fue una de las acciones más importantes para reducir las pérdidas en la red de distribución. La reducción de la presión en el sistema logró disminuir las interrupciones del suministro y alargar la vida útil de las tuberías. Esta acción fue implementada por primera vez entre 1994 y 1999.

El costo del programa de control de las pérdidas, implementado entre 1994 y 2008, fue de USD\$ 23,5 millones, logrando un beneficio neto de USD\$ 127 millones.

2. Acciones de EE y Programa de Uso Racional del Agua (2000 hasta 2006)

En junio de 2001, debido a la sequía que impactó la generación hidroeléctrica, Brasil declaró el racionamiento de la electricidad que se mantuvo hasta febrero de 2002. Si bien las funciones administrativas tuvieron que reducir el uso de electricidad en un 30 %, las operaciones de servicios básicos, como el suministro de agua, no estuvieron sujetas a racionamiento. Esta experiencia aumentó la concientización sobre la importancia de comenzar a implementar medidas de eficiencia energética. Algunos ejemplos de estas medidas son:

- > *Tanque de almacenamiento de Jambeiro y centros de distribución (inicio en marzo y abril de 2002):* uso de la presión existente en el sistema para dirigir el suministro de los tanques de almacenamiento elevados, evitando bombeo adicional. Los ahorros totales de los dos subproyectos fueron de 334 MWh/año.
- > *Sectores de suministro Leste y Barreiro (inicio en julio de 2003):* automatización y uso de variadores de frecuencia en bombas para llevar la presión al mínimo que necesitaba el sistema. Los resultados incluyeron una reducción de las pérdidas de agua, una reducción del uso de energía en 360 MWh/año (de 0,176 a 0,121 kWh/m³) y una reducción en la demanda de 270 kW a 220 kW. La recolección de datos operativos se inició en 2000, pero fue en 2006 cuando se completó la implementación del *software* para automatización y control en línea.

En paralelo, desde 2004, el sector Micromedición y Uso Racional de SANASA ha llevado a cabo el Programa de Uso Racional del Agua y se ha dedicado al estudio y la investigación de los equipos y los dispositivos eficientes adecuados para los múltiples usos del abastecimiento urbano. Se buscó la participación de la comunidad servida, tratando de inhibir la pérdida de agua mediante la utilización de un enfoque educativo. Sus actividades consistieron en:

- > Acciones educativas contra el desperdicio de agua en el lavado del paseo urbano, que se rige por la ley N° 11.965/04.
- > Acciones preventivas de detección de fugas en instalaciones de agua en los espacios y edificios públicos.
- > Gestión de proyectos para el uso racional del agua con una financiación a fondo perdido, es decir, los recursos son asignados por el Estado y la inversión se dirige a las funciones sociales, como las obras de infraestructura, alcantarillado y construcción de viviendas asequibles.

3. Reducción por submedición y continuidad de acciones de EE (2006 hasta 2012)

Las acciones de submedición se implementaron entre 2006 y 2010. Se destaca el área de Micromedición (“Micromedição”) en el Programa de Mantenimiento Predictivo con la instalación de medidores de agua adicionales, el control de la calidad de los medidores adquiridos y la normalización de las conexiones de agua (que los consumidores pagan las cuentas de agua); con cerca del 83 % de las conexiones con medidores de agua sellados. También se destaca el área de la Secretaría Técnica, que ofrece a las diversas áreas de la empresa una base de registro de los sistemas de agua y alcantarillado gracias a medios digitales que permiten la integración de información en la base de datos corporativa. El Programa de Reducción de Pérdidas también incluye macromedidores para el 100 % del agua captada, producida y distribuida. El sistema de monitoreo y operación del agua está supervisado por el Centro de Control Operativo en tiempo real, e incluye la instrumentación de flujo, presión y nivel de agua en todos los tanques.

Se establecieron procesos de verificación que se siguen utilizando en la actualidad: cada tubería o nueva red, antes de entrar en funcionamiento, se somete a pruebas de fugas, mientras que las tuberías y las redes en funcionamiento se evalúan de manera permanente. Las fugas que no se producen en la superficie del suelo son detectadas por los equipos de investigación que trabajan 24 horas al día. Los tanques son inspeccionados periódicamente y sus fugas, eliminadas.

Con el nivel tecnológico actual alcanzado, SANASA puede, a través del control y del análisis del sistema, determinar el recambio de las redes y/o extensiones solamente cuando sea necesario, reduciendo los costos y las intervenciones que suelen ser inconvenientes para la población.

En cuanto a las medidas de EE, en 2007 y en los años siguientes se instalaron varios motores eficientes, así como variadores de frecuencia, con el fin de reducir el consumo energético por la cantidad de agua distribuida (kWh/m³).

Finalmente, se hizo un análisis de las tarifas eléctricas, para la corrección del factor de potencia por encima de 0,92 (para evitar de pagar multas), y un ajuste de las demandas contratadas para reducir los costos relacionados. Todo ello resultó en una reducción del costo de la energía de USD\$ 445.000,00.

En 2012 se inició el programa “Uso Racional del Proyecto de Agua en las Escuelas Públicas en la Ciudad de Campinas”, a través del programa Reágua. El proyecto incluye la implementación de un

programa de educación ambiental y sanitaria dedicado a las unidades escolares.

SANASA ha sido capaz de expandir los servicios de agua a un mayor número de personas (la población aumentó de 900.000 habitantes en 1996 a 1.15 millones de habitantes en 2014), logrando mantener inalterado el nivel de producción de agua. Esto fue gracias —en gran parte— a los esfuerzos en la reducción del ANF.

Resultados específicos del Programa

El Programa de Reducción de Pérdidas de SANASA ha disminuido el índice de pérdidas en la distribución (IPD) de 37,7 % (1994) a 19,2 % (2013), evitando el racionamiento y permitiendo concentrar sus esfuerzos técnicos y financieros sobre el tratamiento de aguas residuales.

El objetivo de IPD a 20 % se logró un año antes de lo establecido (ver Tabla 9). Además, durante este período, el índice de pérdidas de facturación (IPF) pasó de un 35 % a un 15 %. La eficiencia global del sistema de distribución aumentó de un 60 % a un 80 %.

El volumen de agua ahorrado a la fecha es de 400 millones de m³.

Los resultados de la evolución del IPD desde 1994 se ilustran en la Figura 7.

El análisis de los datos de SANASA indica que los esfuerzos de la empresa para reducir el ANF constituyen la fuente predominante de ahorros energéticos hasta ahora, y corresponden a ahorros anuales de aproximadamente 2 GWh al año de 2003 a 2008 (equivalentes a R\$ 400.000 al año, aproximadamente USD\$ 156.000).

Por las medidas de EE, a final de 2008, la intensidad del consumo de energía era de 0,59 kWh/m³ y el consumo de energía representaba < 10 % de los egresos operacionales (59.900 MWh/año).

El ahorro de la primera inversión fue considerable, ya que se logró reducir la pérdida de distribución a menos del 8 %, además de postergar grandes obras de captación de agua y garantizar la demanda futura.

En general, este programa es un éxito real en el logro de la eficiencia energética en la prestación de servicios de agua.

Costo total de las medidas implementadas entre 1994 y 2014: R\$ 165 millones (aproximadamente USD\$ 66 millones*).

Costo del proyecto

Ahorros: R\$ 770 millones (aproximadamente USD\$ 300 millones*).

* Tasa de cambio promedio de los últimos 20 años (2,5 BRL/USD).

El proyecto fue financiado en gran parte por SANASA con recursos propios, con el apoyo de bancos de desarrollo y bancos públicos de Brasil:

- En 1994, SANASA recibió un préstamo del Banco Mundial
- El Banco Nacional de Desenvolvimento Economico e Social (BNDES) cofinanció con SANASA los medidores de agua
- Parte de la red de distribución fue financiada por el Banco Interamericano de Desarrollo
- Otras medidas fueron financiadas por la Caixa Econômica Federal y el BNDES

La falta de información energética y sobre las pérdidas, así como la falta de capacidad del personal de SANASA fue la primera barrera a superar al inicio del proyecto.

Barreras identificadas

SANASA no contaba con un programa de gestión de la energía corporativa específica para buscar oportunidades de eficiencia energética (por lo tanto, ni una estrategia ni un equipo/comité con un mandato claro para la eficiencia energética). Se veía la gestión energética como parte del control operativo, al menos desde el punto de vista de minimización de costos.

Entonces, se necesitó un cambio de cultura en la gestión de la eficiencia operativa de SANASA para lograr los resultados presentados. Se llevó a cabo a través de capacitaciones al personal y de su participación activa en el proyecto durante todos los años de implementación del Programa.

En el inicio del Programa (concretamente en 1994), la situación crítica por la escasez de agua obligó a SANASA a buscar financiamiento de instituciones como el Banco Mundial y la Caixa Econômica Federal, quienes incluyeron en los términos que una parte de los fondos fueran invertidos en la reducción de pérdidas de agua y, por ende, la mejora de la eficiencia.

Según la apreciación técnica y expertos de la misma empresa SANASA, una de las barreras más importantes fue justamente la falta de recursos financieros para resolver el problema de las pérdidas físicas en la red de distribución de agua. Más de un tercio de las conexiones fueron fabricadas con un cemento de amianto de más de 40 años que se tenía que reemplazar.

Lecciones aprendidas

Con base en la experiencia de SANASA, se puede afirmar que el Programa de Reducción de Pérdidas se tradujo en rendimientos financieros para la empresa. Algunos aspectos clave son:

- El ANF y la eficiencia energética en la prestación del servicio del agua están tan estrechamente relacionadas, que la re-

ducción del ANF es probablemente la estrategia de eficiencia energética más importante y más altamente costo-efectiva de cualquier empresa de agua con problemas de ANF significativos (por ejemplo, con una relación de ANF mayor al 30 %).

- Los aumentos en el precio de la energía pueden proporcionar un importante incentivo para emprender un programa de gestión de la energía (costo), como es el caso de SANASA. Esto, unido a medidas gubernamentales para reducción del consumo.
- La “Reducción de Pérdidas y Política de Residuos” implica que “toda” la empresa, desde la alta gerencia hasta el personal de campo, debe estar implicada para que haya un reconocimiento de los esfuerzos.
- El conocimiento de los empleados (equipo apropiado/vehículos, formación/beca, participación en las ganancias) es importante a ser considerado como pieza clave del proceso. Primero, se tiene que capacitar a los empleados sobre los asuntos de EE y ANF para que entiendan el impacto del Programa sobre la eficiencia de la empresa. Asimismo, los empleados necesitan algunas formas de motivación, que se pueden traducir en términos monetarios, concursos, etc. La capacitación y mejora de las competencias de los equipos técnicos dedicados es un factor clave para lograr el éxito.
- La definición de objetivos de reducción de pérdidas debe realizarse con base en las necesidades y características del municipio, la adecuación entre las necesidades del municipio con su demanda de agua creciente, y los requerimientos adicionales de agua, pero enfocados en metas de reducción de pérdidas para evitar, justamente, la búsqueda (inversión) en nuevas fuentes de agua.
- La elección de un área oficial responsable de la gestión del programa de ANF y EE puede ser una manera eficiente para asegurar un seguimiento periódico de los problemas, proyectos y resultados.
- Presupuesto dedicado a un programa ANF y EE definido anualmente, sin influencia política, para asegurar que se pueden mejorar siempre las operaciones de la empresa y una estabilidad en este presupuesto.
- Contar con la base de datos histórica. Esto asegura que se puede determinar, de manera medible, el potencial de ahorros e identificar las medidas de reducción de ANF, etc.
- Tener macromedición permanente, al menos en la salida de plantas de tratamiento de agua, para monitorear los volúmenes de agua que se producen.
- Reducción de las presiones en las redes, manteniendo los puntos críticos con una presión mínima. Esto implica también el incremento de control e instrumentación del sistema, evitando sobrepresiones “por defecto”.

El resultado general fue el suministro de agua al 100% de la población, con contadores de agua adecuados en funcionamiento, con

Breve conclusión

la lectura periódica, manteniendo el límite máximo de uso de las fuentes existentes.

SANASA está continuando otras acciones en este campo, como su programa de uso racional del agua en general, y en escuelas públicas¹¹⁷ en particular, apoyada por el Banco Mundial a través de la Secretaría de Saneamiento e Recursos Hídricos.

Fuentes

- Presentación “Agua No Facturada y Eficiencia Energética - Casos en Brasil y LAC”, presentada en el taller ENACAL/Banco Mundial, en Managua, 21 de septiembre de 2015.
- Página web de SANASA, consultada el 25 de octubre de 2015: <www.sanasa.com.br/conteudo/conteudo1.aspx?f=I&flag=TF>.
- Presentación “Eficiência Energética Praticas SANASA Campinas”. Claudio T. Rubio, Quito, mayo de 2009.
- SANASA – Campinas, Sao Paulo State, Brazil case study prepared. Alan D. Poole, Caroline Van Den Berg, y Feng Liu, con contribuciones de Elvira Morella y Pedro Paulo da Silva Filho: <www.esmap.org/sites/esmap.org/files/SANASA%20Case%20Study.pdf>.
- Entrevista con Lina Cabral Adani, Gerente do Controle de Perdas e Sistemas, SANASA

04/ LECCIONES APRENDIDAS

Analizando las estrategias implementadas en los proyectos exitosos y las razones por las cuales no se implementaron otros proyectos, se pueden identificar algunas lecciones aprendidas gracias a estas experiencias:

- La capacitación y la mejora de las competencias del personal técnico, principalmente en los temas de EE y ANF, se debe empezar antes de la recolección de los datos relevantes, el entendimiento de la situación actual, la identificación de las mejoras y la comprensión de los beneficios que pueden llevar las mejoras.
- La disponibilidad de datos técnicos sobre la disponibilidad de agua, la demanda de agua, el nivel de pérdidas en la red de distribución, el consumo y del costo energético asociados a la distribución de agua, es imprescindible para la identificación de áreas de mejora, tanto a nivel de resiliencia como de eficiencia.

117. <www.sanasa.com.br/conteudo/conteudo2.aspx?f=G&par_nrod=1851>.

- La participación y voluntad de los actores relevantes, desde la alta gerencia hasta el personal de campo, son clave para el éxito en la implementación de las mejoras. Deben estar implicados para que haya un reconocimiento de los esfuerzos.
- En muchos casos, se desarrollan e implementan proyectos de EE o resiliencia porque se enfrentaban problemas en la reducción del abastecimiento de agua o aumento del costo de energía.
- El ANF y la eficiencia energética en la prestación del servicio del agua están tan estrechamente relacionadas, que la reducción del ANF es probablemente la estrategia de eficiencia energética más importante y altamente costo-efectiva de cualquier empresa de agua con problemas de ANF significativos (por ejemplo, con una relación de ANF mayor al 30 %).
- La definición de objetivos de reducción de pérdidas debe realizarse con base en las necesidades y características del municipio o de la empresa de agua, la adecuación entre las necesidades con su demanda de agua creciente, y los requerimientos adicionales de agua, pero enfocados en metas de reducción de pérdidas para evitar, justamente, la búsqueda (inversión) en nuevas fuentes de agua.
- Tener un presupuesto dedicado a un programa de mejora de la resiliencia, ANF y EE definido anualmente, sin influencia política. Esto, para que permita asegurar una estabilidad financiera, para que se puedan mejorar de manera continua las operaciones de la empresa.
- Establecer indicadores de buenas prácticas internacionales para evaluar los impactos de las medidas y compararlos con otros países y regiones. Es clave para monitorear los resultados y retroalimentar a las partes interesadas para apoyarles en sus decisiones.

Hallazgos

/ Capítulo seis

Examinando los diversos indicadores ilustrados en la sección 1.1, los marcos regulatorios presentados en la sección 1.2, que son más o menos favorables al desarrollo de iniciativas eficientes y resilientes según los países, y especialmente analizando los estudios de casos de la sección 3, se puede destacar que no hay una situación parecida de un país al otro, o de una empresa a la otra.

Cada país, región y empresa tiene un contexto particular que le motiva o no a implementar proyectos de resiliencia y/o de eficiencia en el sector del agua. Existe siempre un conjunto de barreras que impiden a las empresas del agua implementar dichos proyectos. Como se vio en los estudios de casos, algunas empresas fueron capaces de traspasar las barreras que enfrentaban y otras no.

Se presentan a continuación las barreras identificadas por parte de las empresas del agua, así como los mecanismos de implementación y financiación utilizados por algunas empresas de manera exitosa.

IDENTIFICACIÓN DE LAS BARRERAS

Las barreras identificadas están basadas en el análisis del contexto del sector del agua en LAC (sección 1) y en los estudios de casos (sección 3). Se presentan en forma de tabla a continuación, para una mejor lectura.

No todas las barreras se aplican a todas las empresas de suministro de agua, pero, en general, las empresas enfrentan un conjunto de barreras que impiden la implementación de medidas de eficiencia y resiliencia. La relevancia de cada barrera depende del contexto específico de cada empresa, y solo se presentan como premisa general para favorecer su análisis.

INSTITUCIONALES, LEGISLATIVAS Y REGULATORIAS

Barrera	Descripción de la problemática
Falta de liderazgo entre las instituciones involucradas (ministerios, municipios, empresas...)	El hecho de que no exista una institución encargada del manejo del agua ocasiona que la responsabilidad administrativa y técnica esté dispersa y que se presenten enormes vacíos en la planificación y en la investigación.
Falta de visión a largo plazo	Los gobiernos piden a las empresas de distribución de agua resultados anuales sin tener en cuenta, necesariamente, los esfuerzos a largo plazo para mejorar la eficiencia y la resiliencia.
Falta de coordinación y comunicación entre los diferentes actores	Falta de separación entre los diferentes roles del sector que son el suministro de servicio, la supervisión, la regulación y la formulación de políticas públicas. Cuando existe esa separación, muchas veces los mecanismos de coordinación y de canales de comunicación no son apropiados.
Falta de apoyo político	La gestión eficiente del agua no es, para la mayoría de los países, un tema prioritario a nivel político. Habitualmente hay objetivos de porcentaje de cobertura, pero no importa la manera de llegar a este objetivo. Sin embargo, se debe notar que algunos países han empezado una reforma a gran escala de sus instituciones de gestión del agua: México, Chile y Brasil.
Limitaciones debidas al proceso de licitación	Las empresas públicas de agua deben ajustarse a la jurisdicción local en términos de licitaciones y otorgación de contratos a privados. Cada país tiene sus propias reglas en este tema, y esas reglas pueden limitar el uso de mecanismos de implementación o financiación; por ejemplo, el modelo ESCO (<i>Energy Service Companies</i> , o empresas de servicio energético) no se puede aplicar a licitaciones públicas en la mayoría de los países de la región de LAC.
Falta de objetivos y obligaciones en EE y reducciones de pérdidas	Actualmente no existen obligaciones de desempeño de las empresas de distribución de agua, tanto en eficiencia energética (limitaciones al consumo de energía) como en reducción del ANF.
Falta de mecanismos regulatorios que favorezcan a las empresas al promover la EE y las reducciones de pérdidas de agua	Los ingresos de las empresas de agua están directamente ligados a las cantidades de agua facturada a los consumidores. Por lo tanto, si se reduce esa cantidad, los ingresos de la empresa se reducen. En cuanto a la reducción del ANF y del consumo de energía, los ahorros conseguidos gracias a la implementación de medidas de EE y ANF no se dedican, generalmente, a otras medidas o a la mejora del servicio.

DE CONOCIMIENTO

Barrera	Descripción de la problemática
Falta de conocimiento y competencias en general	Se nota una falta de conocimiento a todos los niveles del sector del agua: <ul style="list-style-type: none"> • Consumidores: si bien hay muchas campañas, aún se mantiene cierto nivel de desconocimiento sobre el uso racional el agua y cómo reducir el consumo de agua potable. • Las instituciones involucradas en el sector del agua: no se dan cuenta del impacto que pueden tener las regulaciones para mejorar la eficiencia de las empresas de agua. • Bancos comerciales: desconocen las particularidades y los beneficios de los proyectos. • Expertos en eficiencia y resiliencia: Hay nuevas alternativas relacionadas con el cambio climático o procesos adaptativos, y los proyectos deben “alinearse” los requerimientos novedosos del sector financiero con lo que la empresa de distribución del agua necesita.

DE CONOCIMIENTO (CONTINUACIÓN)

Barrera	Descripción de la problemática
Falta de conocimiento y competencias en empresas de agua	<p>Se nota una falta de conocimiento a todos los niveles en las empresas de suministro del agua:</p> <ul style="list-style-type: none"> • No se cuenta con departamentos técnicos especializados en resiliencia, EE o ANF. No tienen recursos humanos, financieros ni tiempo suficiente para recolectar los datos de bases, ni tampoco para desarrollar ellos mismos los proyectos. • Los técnicos desconocen las tecnologías y metodologías a emplear en esos proyectos. Los empleados no reciben capacitaciones en los temas de eficiencia y resiliencia. • Se desconocen los impactos a largo plazo de suministrar agua a partir de cuencas o acuíferos ya al máximo de sus capacidades.
Falta de confianza	<ul style="list-style-type: none"> • Los actores del sector del agua no creen que las medidas de eficiencia y resiliencia puedan alcanzar los resultados previstos y tener el desempeño y la rentabilidad estimados. • Además, existe una desconfianza de la calidad y rendimiento de las nuevas tecnologías eficientes, por lo que los resultados que puedan basarse en estos equipos generen desconfianza. • Los actores relacionados con el suministro de agua no incorporan aún en sus proyecciones la variable climática (modelización futura en aporte de cuencas) y, de tenerlo, hay poca credibilidad de la veracidad de la ocurrencia de estos escenarios “anormales”. También se habla de períodos de baja prioridad política, dado el tiempo de ocurrencia previsto.

TÉCNICO-ECONÓMICAS

Barrera	Descripción de la problemática
Falta de datos fiables	<p>Las empresas no conocen los niveles de desempeño de sus instalaciones, tanto a nivel de las pérdidas como a nivel energético. Existe un desconocimiento de los datos de consumo energético y costos asociados por parte de las empresas. Tampoco hay procedimientos implementados para el seguimiento y monitoreo de datos energéticos o de pérdidas de agua.</p> <p>El diseño de medidas se tiene que basar en datos correctos para dimensionar los sistemas y establecer objetivos.</p>
Tarifas de agua no representativas de las operaciones	<p>El precio del agua se ve profundamente afectado por las decisiones políticas y los subsidios de sectores importantes como la agricultura y la industria, subsidios que a menudo distorsionan la verdadera relación económica entre el agua y la energía. El precio rara vez refleja el costo real, y con frecuencia es incluso menor al costo de suministro.</p> <p>Por otra parte, la tarifa no puede incluir todos los gastos operativos cuando las tasas de ANF son muy altas, y eso genera pérdidas económicas para la empresa, lo que lleva a que muchas empresas no sean rentables. Esto también desmotiva al desarrollo de programas de eficiencia descritos, tanto del lado del suministro como del lado de los usuarios.</p> <p>Esta es, con mucha probabilidad, una de las barreras más relevantes hacia escenarios más resilientes-eficientes.</p>
Falta de expertos en medición y verificación de los ahorros energéticos y en agua	<p>Además de la falta de capacidad interna de las empresas, pocas empresas utilizan una metodología precisa para validar los ahorros energéticos y de agua de sus proyectos.</p> <p>No existen protocolos de medición y verificación validados por los entes públicos o reconocidos a nivel regional.</p>

TÉCNICO-ECONÓMICAS (CONTINUACIÓN)

Barrera	Descripción de la problemática
Falta de tecnologías de bajo costo	<p>Las tecnologías necesarias para la implementación de las medidas no son necesariamente muy conocidas ni empleadas, ya que no se implementan muchos proyectos en la región de LAC; además, en general, son tecnologías de punta manufacturadas fuera de la región, en Norteamérica y en Europa, y, por lo tanto, con la importación y el cambio de divisa, los precios aumentan.</p> <p>Esta situación no se aplica al mercado mexicano por su proximidad con EE.UU. ni tampoco a Brasil, que fabrica muchas tecnologías eficientes, como motores y variadores de frecuencia.</p>

FINANCIERAS

Barrera	Descripción de la problemática
Falta de ayuda e incentivos	<p>En general, existe poca ayuda a la implementación de medidas, tanto fiscales como en forma de subvenciones. Además, los procesos administrativos para obtener ayudas o subvenciones pueden ser demasiado burocráticos.</p> <p>Por ejemplo, en los casos descritos en el apartado 3.2.2, existen recursos novedosos como el Fondo Verde del Clima o el Fondo Mundial del Medio Ambiente, que aportan recursos estructurados de manera específica para sobrellevar este tipo de barreras. No obstante, la preparación de propuestas no escapa a un intenso proceso burocrático y competitivo que requiere de preparación y tiempo.</p>
Falta de capacidad crediticia de las empresas	<p>En general, los bancos analizan los riesgos crediticios de los proyectos de eficiencia y resiliencia como proyectos de mejora de la productividad, sin tener en cuenta que el préstamo o el <i>leasing</i> se podrían repagar gracias a la reducción de costos para su cliente. Se otorga el financiamiento en función de la evaluación crediticia del cliente, sin evaluar la rentabilidad del proyecto. Por lo tanto, muchos proyectos muy rentables no encuentran financiamiento.</p> <p>Las empresas de distribución de agua tienen, en general, un conocimiento limitado del mercado crediticio. Suelen trabajar con pocos bancos, que no necesariamente les van a proponer el financiamiento más adecuado y ventajoso para sus proyectos.</p> <p>Las empresas no suelen tener un capital propio muy elevado; por lo tanto, la financiación mediante capital propio es muy limitada, en particular para los proyectos que no se dedican a suministrar nuevas conexiones.</p>
Falta de productos financieros específicos y estructurados para el mercado de la EE y de la reducción de pérdida de agua	<p>Hoy en día, en LAC existen muy pocos instrumentos financieros especializados en los proyectos de eficiencia o resiliencia en el sector del agua desarrollados por instituciones financieras locales o internacionales.</p>
Proyectos de eficiencia en el sector del agua considerados proyectos de alto riesgo	<p>Este tipo de proyectos son evaluados por los bancos con niveles de riesgos técnicos y financieros altos; por ello, las tasas de interés resultan elevadas.</p> <p>Adicionalmente, los equipos y materiales que son adquiridos para los proyectos, por lo general, no se pueden utilizar como garantías o colaterales en los préstamos, complicando aún más la obtención de líneas de crédito.</p>

Las diferentes barreras se entrelazan para crear un contexto poco propicio. La falta de información hace que la regulación sea menos eficaz e impide que los responsables de políticas públicas y los reguladores fijen objetivos apropiados y alcanzables para el sector, lo que a su vez conlleva un deterioro en la confianza de la población hacia la administración pública.

Lo que se destaca de nuestro análisis es que deben existir determinadas condiciones favorables para que se implementen proyectos de resiliencia y eficiencia hídrica. Se ilustran a continuación:



FIGURA 17

Condiciones favorables a la resiliencia y la eficiencia

MECANISMOS DE IMPLEMENTACIÓN Y DE FINANCIACIÓN

Se examinaron los mecanismos de implementación y de financiación de los proyectos que existen en la región de LAC. Se buscaron los mecanismos ya implementados en países de LAC y los mecanismos de mejor práctica en programas existentes y finalizados con éxito.

Se analizaron los roles de las instituciones involucradas en la implementación y la financiación, incluyendo las instituciones financieras internacionales (IFI) y los diferentes niveles de gobiernos (municipal, estatal, federal), extrayendo las mejores prácticas y adaptándolas, si era necesario, al contexto de la región.

Mecanismos de financiación

Como ya se presentó en la sección 3.2, existe un abanico de fuentes y mecanismos de financiamiento para empresas de distribución y tratamiento de agua en América Latina, aunque la fuente principal sigue siendo los gobiernos, complementados con fondos de instituciones multi y bilaterales como el BID, BM, KfW, etc.

La disponibilidad y el uso de fuentes alternativas depende de la madurez del mercado (financiero y de capitales), y de la empresa de distribución y tratamiento de agua. Podemos enumerar los siguientes tipos:

- Sector bancario, principalmente bancos comerciales y bancos nacionales de desarrollo
- Fondos privados de pensiones
- Aseguradoras
- Fondos de capital privado (u otros fondos de inversión)
- *Special purpose vehicles* (SPV) o fondos de fideicomiso: como mecanismo de financiamiento solo o en combinación con uno de los mecanismos para mitigar los riesgos anteriormente mencionados

Se realizó un análisis de los diferentes mecanismos. Se enumeran, explican y resumen de manera no exhaustiva los diferentes mecanismos posibles.

TABLA 10
Posibles mecanismos e instrumentos de financiamiento

Fuente o mecanismo	Instrumento o tipo de financiamiento	Características	Ventajas y desventajas	Ejemplos
Banca comercial	Deuda e instrumentos afines Financiamiento de proyecto	Si los bancos pueden ofrecer deuda o no, y de qué condiciones depende su liquidez (es decir su disponibilidad de fondos), su disposición a ofrecer deuda a largo plazo (> años) y a tasas atractivas, es decir, a asumir riesgo. El financiamiento de bancos para proyectos requiere un cierto nivel de desarrollo y sofisticación por parte del sector bancario y de la empresa de agua, y depende del tamaño de las inversiones, entre otros aspectos	Ventajas: › Términos y condiciones del mercado competitivos › Requisitos estándares y procesos relativamente ágiles (en general) Desventaja: Disponibilidad limitada (percepción alta de riesgo de empresas de agua, en particular)	1
Banca de desarrollo	Deuda e instrumentos afines Financiamiento de proyecto (?) Garantías parciales de crédito (GPC) Donaciones	La banca de desarrollo puede financiar inversiones de empresas de agua a través de deuda, generalmente a largo plazo, y tasas favorables. También puede invertir capital en (proyectos de inversión de) empresas de agua (o directamente, o a través de fondos, etc.). Puede ofrecer GPC y otros tipos de garantías para posibilitar y complementar un financiamiento de la banca comercial y otros inversionistas privados.	Ventajas: Términos y condiciones financieras atractivas, en muchos casos, blandas Procesos largos Desventaja: Condiciones estrictas en términos de estándares sociales y ambientales, por ejemplo	CONAGUA, México ENACAL, Nicaragua SANASA, Campinas, Brasil

TABLA 10 (CONTINUACIÓN)

Fuente o mecanismo	Instrumento o tipo de financiamiento	Características	Ventajas y desventajas	Ejemplos
		Por último, puede apoyar a empresas de agua y sus proyectos de inversión con donaciones o en forma de fondos perdidos y/o asistencia técnica, etc.		
Fondos de pensiones privados (FPP)	<ul style="list-style-type: none"> › Bonos (emitidos por la empresa de agua en el mercado de capitales local) › Financiamiento de proyecto › Capital 	En muchos países de la región existen FPP que pueden invertir una parte de sus fondos en proyectos de inversión de infraestructura. Su disposición a invertir depende de la solvencia del acreedor (empresa de agua) y/o proyecto, y de los instrumentos de mitigación de riesgo disponibles. Pueden invertir en deuda (bonos y otros instrumentos de deuda) que las empresas emiten, o directamente en los proyectos.	<p>Ventaja:</p> <p>Perspectiva y financiamiento a largo plazo</p> <p>Desventajas:</p> <ul style="list-style-type: none"> › Requisitos y criterios de solvencia altos (calificación de riesgo alta (AAA) por ley, en muchos casos) › Participación accionaria activa e influencia sobre gobierno corporativo (en caso de ofrecer capital) 	<p>Agua Azul Consorcio, Perú</p> <p>Acueducto Bogotá, Colombia</p>
Aseguradoras	Bonos u otros instrumentos de deuda ¹¹⁸ Financiamiento de proyecto	En ciertos países actúan como inversionistas en los mercados de capitales, de manera parecida a los FPP (ver anteriormente FPP)	(Ver anteriormente FPP)	
Fondos de capital (privado)	Capital	Existen fondos de capital privado que invierten en proyectos de infraestructura, es decir, participan en el capital del proyecto	<p>Ventajas:</p> <ul style="list-style-type: none"> › El capital reduce el apalancamiento y permite acceder a financiamiento o aumentar el nivel de endeudamiento › Perspectiva a largo plazo <p>Desventajas:</p> <ul style="list-style-type: none"> › Financiamiento más caro (que deuda, por ejemplo, por las expectativas de rendimiento de los inversionistas) › Participación en el accionariado con la influencia sobre el gobierno corporativo y el proyecto (dependiendo del nivel de participación) 	

118. Emitidos por la empresa de agua en el mercado de capitales local.

TABLA 10 (CONTINUACIÓN)

Fuente o mecanismo	Instrumento o tipo de financiamiento	Características	Ventajas y desventajas	Ejemplos
SPV y fondos de fideicomisos	Principalmente deuda	Muchas veces se establecen SPV y fondos de fideicomiso que se usan para proyectos de inversión de infraestructura o como mecanismo principal, o como instrumento de mitigación de riesgo para asegurar que los flujos generados por el proyecto se usen para pagar a los acreedores, por ejemplo	<p>Ventajas:</p> <ul style="list-style-type: none"> › Un SPV o fideicomiso permite separar el riesgo del acreedor (es decir, de la empresa de agua) del riesgo del proyecto de inversión › Permite mitigar el riesgo y, en algunos casos, acceder a financiamiento más barato <p>Desventaja:</p> <p>La constitución de un SPV o fondo de fideicomiso puede ser complicada, requiere cierto nivel de sofisticación</p>	

Mecanismos de implementación

No obstante el origen de los fondos para la implementación de proyectos de mejora de la eficiencia o resiliencia, existen varios mecanismos para implementar dichos proyectos, que pueden estar relacionados o no con el financiamiento.

Proceso de implementación

Todos los proyectos de mejora de la eficiencia o de la resiliencia deben seguir el mismo proceso de implementación, es decir, las etapas cronológicas de la identificación, desarrollo e implementación de los proyectos de mejora de la eficiencia y/o resiliencia, que pueden resumirse en la gráfica que aparece a continuación. Este proceso es muy genérico, pero ofrece un marco adaptable a los diversos contextos que se encuentran en Latinoamérica en el sector del agua.

FIGURA 18
Etapas para aumentar la resiliencia y la eficiencia



Para comenzar cualquier iniciativa para mejorar la eficiencia y la resiliencia, una empresa de suministro de agua debería haber analizado las barreras, mencionadas anteriormente, que se aplicasen a su caso particular. Esto, como parte del análisis de la situación actual.

Implementación con recursos propios

Las empresas de distribución del agua que tienen las capacidades internas, tanto a nivel de recursos humanos calificados como de gestión de proyecto, pueden implementar medidas de EE y de resiliencia ellas mismas. Un buen ejemplo de este modo de implementación es el de SANASA en Brasil.

En general, para la selección y la implementación de las primeras medidas, una ayuda exterior, en particular para definir y diseñar las medidas prioritarias, puede ser necesaria, tanto a nivel técnico como financiero. Varios tipos de organizaciones pueden ayudar a la empresa de distribución de agua en esas primeras fases: consultores, firmas de ingeniería, proveedores de tecnologías, acuerdos de cooperación con otras empresas de distribución de agua que ya tengan experiencia, instituciones públicas especializadas, etc. Existen programas de cooperación entre los actores del sector del agua, como la Red de Empresas Hermanas¹¹⁹ del BID, que promueve la colaboración técnica entre operadores a través del intercambio de buenas prácticas y la integración de alianzas estratégicas. Existe también el Fondo Español de Cooperación para Agua y Saneamiento en América Latina y el Caribe¹²⁰, un fondo especial de contribuciones no reembolsables ofrecido por el Gobierno de España a los países de LAC con el fin de acelerar la expansión de la cobertura de los servicios de agua potable y saneamiento, para apoyar los esfuerzos realizados por los gobiernos de la región para alcanzar las Metas de Desarrollo del Milenio del sector.

Un plan de operaciones que indique las medidas a implementar y los recursos humanos y financieros a movilizar se puede utilizar para presentar la visión de la empresa a mediano plazo al gobierno y otros actores de su mercado, y también para convencer a los inversores de financiar las medidas.

La implementación de las medidas suele estar acompañada por varios procesos de licitación, ya que la empresa de distribución de agua es pública y tiene que respetar el marco legislativo en vigor. En general, se licitan la compra de los equipos y los trabajos externos puntuales, como la ingeniería de detalle del proyecto.

119. <www.iadb.org/es/temas/agua-y-saneamiento/red-de-empresas-hermanas,1493.html>.

120. <www.fondodelagua.aecid.es/es/fcas>.

Durante la implementación de las primeras medidas, la empresa de distribución adquiere los conocimientos necesarios para poder implementar por sí sola las siguientes.

El desarrollo de mecanismos de gestión que acompaña la implementación de las medidas forma parte del mecanismo de implementación global de las medidas. Internamente, se deben crear protocolos para asignar fondos, priorizar los proyectos, verificar los resultados, involucrar a los directivos y cualquier otra acción necesaria para la buena implementación de las medidas. Una vez que una empresa de distribución de agua tenga esos protocolos en funcionamiento, tendrá en su mano todas las cartas para mejorar su resiliencia y su eficiencia.

Incluso si la empresa se encarga de la implementación de las medidas, los mecanismos de licitación pública de cada país se tienen que aplicar para la compra del material necesario.

Asociaciones público-privadas (APP)

Según el Banco Mundial, América Latina es la segunda región más activa en términos de cantidad de APP en el área del agua, lo cual, durante la década pasada, ha implicado la realización de 113 proyectos e inversiones del orden de los USD\$ 9.700 millones en 17 países. La mayoría de los proyectos se ubica en Brasil (45), Chile (12), Colombia (29), y México (9). Estos proyectos son concesiones de abastecimiento de agua (79), seguidas por plantas de tratamiento del agua y de aguas residuales (17) con la modalidad de construcción, operación y transferencia. En ellos, la participación privada es fundamental y prominente para el servicio de agua potable. La Corporación Financiera Internacional sostiene: “Durante la década pasada, más del 55 % de APP del agua fueron firmadas por empresas internacionales privadas en países de niveles de renta media y baja”.

El porcentaje de operadores privados se incrementó significativamente desde el comienzo de la década de los noventa en el sector de la distribución y saneamiento del agua. Hubo fracasos, como por ejemplo en Argentina, que dejaron una percepción negativa sobre este tipo de APP, a pesar de los muchos beneficios que procura este modelo.

Los operadores privados han contribuido con un aumento de la eficiencia de los sistemas de distribución y saneamiento del agua, en particular, gracias a la reducción de los niveles de ANF.

Las lecciones aprendidas de las experiencias mundiales y en LAC en contratos de APP en el sector hídrico con el objetivo de implementar medidas de eficiencia y resiliencia incluyen las siguientes:

- Los operadores privados pueden contribuir con el incremento de la eficiencia y la calidad de servicios; para asegurarse ese beneficio, se deben incluir los incentivos adecuados en los contratos.
- Es importante desarrollar y acordar un contrato sólido que sea factible de ser implementado e integrar obligaciones de mejora del desempeño de las instalaciones.

Existen varios modelos de negocios de APP: exploramos aquí el de las concesiones y de las empresas de servicios energéticos, las ESCO, por sus siglas en inglés.

El modelo de concesión

La distribución de responsabilidades de este modelo de asociación público-privada deja la financiación, la gerencia, la ejecución de las obras, la operación y mantenimiento y el riesgo comercial al socio privado. El ente público únicamente guarda la propiedad de los activos. Esos contratos cubren el desarrollo de nuevos activos, incluyendo la implementación de medidas de eficiencia y resiliencia.

En este modelo, la empresa privada se encarga de la implementación de medidas con fondos privados y/o públicos. Las instituciones públicas pueden decidir apoyar el desarrollo de esas medidas aportando financiación según los acuerdos contractuales.

Firmado en el año 2001, el contrato de concesión contempla la operación, mantenimiento, y financiación de la expansión de los servicios de agua potable y alcantarillado en Guayaquil, Ecuador. El contrato de 30 años de concesión se celebró entre la Empresa Cantonal de Agua Potable y Alcantarillado de Guayaquil (ECAPAG) y la firma International Water Services of Guayaquil (Interagua), empresa filial de FCC y Viola. El concesionario opera en una zona de 5.200 km² y 2,5 millones de usuarios. Las obras y sus mejoras se devuelven al Estado al finalizar la concesión. ECAPAG pasó de ser operador a ser el ente regulador. El contrato de concesión identifica metas de niveles de servicio y el desarrollo de un plan de expansión de conexiones. El proyecto contempla subcontratación local con un sistema de incentivos y penalidades, y de control de calidad de las obras.

En cuanto al control de la eficiencia, el contrato requiere un plan de análisis y reducción de pérdidas, así como una serie de planes cada cinco años para mejoras del sistema e inversión en el mismo. El contrato también cubre un plan de promoción para lograr aceptación pública de un operador privado y enfatizar transparencia y calidad del servicio.

RECUADRO 9

INTERAGUA ECUADOR CONTRATO DE CONCESIÓN

Fuente:
Banco Mundial: <<http://ppp.worldbank.org/public-private-partnership/library/interagua-ecuador-contrato-de-concesion-concession-agreement>>.

Existen otros ejemplos de proyectos de concesión en el sector del agua:

- México: concesión integral en Aguascalientes, Cancún y Saltillo
- Perú
- Salta, Argentina

El modelo con una empresa de servicio energético (ESCO)

Típicamente, una ESCO se encarga de la identificación de oportunidades de ahorro a través de un diagnóstico energético, y de todas las etapas de la implementación de un proyecto, es decir, auditoría energética detallada, ingeniería de detalle, adquisición de los equipos, instalación, puesta en marcha y, finalmente, medición y verificación de los ahorros. Algunas ESCO pueden ofrecer el financiamiento.

RECUADRO 10

**CASO PRÁCTICO
SOBRE UN CONTRATO
POR DESEMPEÑO
REALIZADO POR SABESP
EN EL SECTOR VILA
DO ENCONTRO DEL
MUNICIPIO DE SÃO
PAULO¹²⁴**

El contrato tenía una duración de cuatro años (marzo de 2010 a febrero de 2014) y tres fases: 1) diagnóstico, auditoría, ingeniería e implementación (18 meses); 2) determinar el rendimiento (6 meses); y 3) la retribución fija (24 meses).

En este caso, el ámbito de trabajo propuesto incluyó lo siguiente:

- Evaluación inicial: análisis de las condiciones de macromedición y de micromedición.
- Diagnóstico operativo: permite la recopilación de información, las mediciones de presión, simulación hidráulica del suministro; desarrollo de la subsectorización del sector a través de la implementación de distritos de medición de control (DMC)
- Búsqueda de las fugas: geolocalización de las fugas en la red
- Las reparaciones de fugas: reparación de todas las fugas no visibles detectadas

El índice de pérdidas, medido en litros por día por conexión, pasa de aproximadamente un poco más de 900 en julio de 2008 a menos de 400 en enero de 2012. En términos porcentuales, el índice de pérdidas pasó de aproximadamente un 51 % en julio de 2008 a menos de un 30 % en enero de 2012.

121. <www.conagua.gob.mx/CONAGUA07/Contenido/Documentos/PSPVersionEspanol.pdf>.

122. <http://publications.arup.com/publications/f/future_of_urban_water>.

123. <http://siteresources.worldbank.org/INTENBREVE/Newsletters/21455620/Feb07_102_Salta_EN.pdf>.

124. <www.ifc.org/wps/wcm/connect/17ea5580404766b5ba3bba82455ae521/WaterUtilityBrazilPortuguese.pdf?MOD=AJPERES>.

Los contratos que se firman entre una ESCO y su cliente se definen como contrato por desempeño, en el cual la ESCO garantiza que los ahorros económicos que se obtienen a través de las medidas implementadas repagan la inversión en un tiempo determinado. La ESCO asume el riesgo operativo por completo.

No obstante, la naturaleza pública de muchas empresas de distribución y tratamiento de agua y su dependencia de presupuestos anuales por parte del gobierno (central y/o local) es una de las principales barreras que impide el uso más masivo del mecanismo, así como que los contratos tienden de tener una duración mayor a un año.

Recomendaciones

/ Capítulo siete

Las recomendaciones elaboradas en esta sección resultan del análisis de la situación actual de las empresas de agua en LAC, de los estudios de caso y de las barreras que todavía impiden la implementación de oportunidades de mejora identificadas, aunque sean beneficiosas para las empresas y la sociedad en general.

Las recomendaciones incluyen los elementos y herramientas necesarios para identificar, estructurar, financiar e implementar proyectos de reducción de consumo energético, proyectos de reducción de consumo de agua, así como proyectos para mejorar la resiliencia en empresas de distribución y tratamiento de agua. Se presentan las recomendaciones para cada etapa típica de un proyecto, desde la detección del potencial hasta el mantenimiento de los sistemas instalados, presentados de nuevo en la figura siguiente.



FIGURA 19. Etapas para aumentar la resiliencia y la eficiencia

Una empresa de agua puede necesitar apoyo técnico, por parte de consultores, y apoyo financiero, por parte de instituciones financieras internacionales, programas u otros donantes, para llevar a cabo algunas de las etapas mencionada en la Figura10.

Sin embargo, antes de iniciar este proceso, es recomendable mejorar las capacidades de los empleados de las empresas de agua y su gestión operativa.

ORGANIZACIÓN INTERNA DE LAS EMPRESAS DE AGUA

Como ya se mencionó en la sección 6.1, Identificación de las Barreras, existe una falta de conocimiento y competencias en las empresas de agua, así como una falta de liderazgo gerencial en los temas de resiliencia y eficiencia.

Entonces, una etapa previa y primordial para el éxito del proceso de mejora de la eficiencia y la resiliencia de las operaciones de la empresa de distribución del agua es el fortalecimiento de las capacidades de los empleados y la puesta en marcha de una gestión integrada de este proceso, apoyado por el compromiso gerencial.

Fortalecimiento de las capacidades

Se recomienda desarrollar un plan de capacitación específico para los temas de EE, ANF y resiliencia. La primera etapa es el asesoramiento de las capacidades actuales del personal técnico de operación y mantenimiento (O&M) y Proyectos en estos temas, y la identificación de las brechas de conocimiento.

Este plan incluirá la creación y consolidaciones de capacidades académicas del personal técnico de O&M y Proyectos.

Es importante también sensibilizar a los gestores y tomadores de decisiones de la empresa sobre los beneficios económicos y técnicos a mejorar, la eficiencia y resiliencia de la empresa en lugar de buscar nuevas fuentes de agua.

Existen varias herramientas y documentación para capacitar tanto al personal técnico como a los tomadores de decisión. Se presentan algunas a continuación:

- **Página web de UN-Water¹²⁵:** es el mecanismo de coordinación entre organismos de las Naciones Unidas para todas las cuestiones relacionadas con el agua dulce, incluyendo el saneamiento. Sobre la base de una larga historia de coordinación en el Sistema de Naciones Unidas, UN-Water fue formalizado en 2003 por el Comité de Alto Nivel de las Naciones Unidas sobre Programas. Proporciona una plataforma para hacer frente a la naturaleza transversal del agua y maximizar la acción coordinada y la coherencia de todo el Sistema de Naciones Unidas, destinada a la aplicación de la agenda sobre el Desarrollo Sostenible.

125. <www.unwater.org/home/en>.

126. <www.iadb.org/es/temas/agua-y-saneamiento/eficiencia-energetica-operadores,4492.html>.

- **BID/Eficiencia Energética en Operadores:** para la Evaluación de Sistemas de Bombeo de Agua. Se ha desarrollado una serie de manuales y herramientas para empresas de agua y saneamiento. El BID puede apoyar empresas en el uso de estos manuales¹²⁶.

Gestión integrada y compromiso gerencial

La gestión integrada inicia con la identificación de personas responsables del desarrollo del proceso a través de un comité y/o del nombramiento de un encargado.

Se propone la designación de un responsable (comité y/o encargado) por tema: EE, ANF, fuentes de agua, etc., debido al elevado nivel técnico de cada tema, y que responda directamente a la alta gerencia de la empresa. Este comité integra todas las áreas de gestiones involucradas, incluyendo las áreas operativas, de recursos humanos, de compras, financiera, de medio ambiente, de calidad, etc.

Otro elemento crucial para alcanzar los objetivos definidos es el involucramiento de los directivos y de los empleados en el proceso para entender y apoyar las modificaciones necesarias en la gestión y la operación de la empresa.

ANÁLISIS DE LA SITUACIÓN ACTUAL

Se necesitan urgentemente nuevos enfoques para llevar a cabo evaluaciones exhaustivas de los recursos hídricos, para apoyar la toma de decisiones complejas que involucran presupuestos considerables. Las evaluaciones requieren datos sobre las condiciones de las cuencas hidrológicas, el uso actual de recursos, incluyendo el uso de aguas subterráneas, junto con los indicadores correspondientes a la demanda hídrica, las extracciones, el consumo y las descargas de agua por parte de la mayor cantidad de usuarios posible¹²⁷.

Como se describió en el apartado 4.1.3, se recomienda la construcción de modelos dinámicos para permitir la comprensión de la situación futura de vulnerabilidad ante fenómenos externos (como el cambio climático o el crecimiento poblacional) y obtener simulaciones de respuesta ante estrategias que se pueden ir considerando actualmente.

127. WWAP (2015). *The United Nations, World Water Development Report 2015: Water for a Sustainable World*. United Nations World Water Assessment Programme. París: UNESCO.

La primera etapa del proceso consiste en analizar la situación en la cual se encuentra la empresa y el recurso hídrico.

Para definir el estado actual de la empresa, deben formularse las siguientes preguntas sobre los diferentes temas:

➤ **Estados financieros:**

- › ¿Cuál es la situación financiera de la empresa?
- › ¿Cómo se financia? ¿Con donaciones, financiamiento comercial, con deuda o capital propio?
- › ¿Cuál es su capacidad de endeudarse (desde un punto de vista financiero)?
- › ¿Tienen la posibilidad de contratar préstamos de bancos públicos o privados, u obtener financiamiento a través de otros mecanismos de financiamiento?
- › ¿Cuál es la sustentabilidad financiera de la empresa? ¿Las tarifas del agua cubren los gastos operativos y en qué porcentaje?

➤ **Datos técnicos:**

- › Eficiencia energética
 - ¿Cuáles son los costos energéticos de la empresa?
 - ¿Qué porcentaje representan con relación a los costos operacionales?
 - ¿Se tiene un plano detallado de las instalaciones?
 - ¿Qué niveles de pérdidas reales y aparentes tienen los sectores?
 - ¿El mantenimiento es adecuado en términos de recursos humanos? ¿Y de recursos financieros?
 - ¿Qué se hace con las aguas grises?
- › Resiliencia
 - ¿Son sustentables y suficientes las fuentes de agua potable en función de qué proyecciones de crecimiento?
 - ¿Cuál es la cantidad de agua captada autorizada por las autoridades?
 - ¿Qué modelos se utilizan (existen) para identificar potenciales impactos en las cuencas hidrográficas que abastecen al sistema?
 - ¿Cuáles son los impactos observados o pronosticados del cambio climático?
 - ¿Cuáles son los riesgos asociados al cambio climático?
 - ¿Se tiene alguna información del nivel de vulnerabilidad climática del sistema de abastecimiento del agua potable?
 - ¿Cómo se describen en las políticas nacionales y planes de adaptación nacional o regional, los temas relativos al abastecimiento de agua?

> Gobernanza:

- › ¿Quién toma las decisiones en cuanto a eficiencia y resiliencia para la empresa o en la empresa?
- › ¿Quién está a cargo de la implementación de medidas?
- › ¿Se tienen en cuenta la eficiencia y la resiliencia en las decisiones?

> Capacidades técnicas de los recursos humanos:

- › ¿Existen en la empresa personas expertas en EE, en pérdidas de agua, herramientas de gestión técnica, el uso racional del agua, etc.?
- › ¿Qué capacitaciones se dan a los empleados en cuanto a medidas de eficiencia y resiliencia?
- › ¿Qué conocimientos y capacidades necesarios para la implementación de medidas no están presentes en la empresa?

Para ayudar las empresas a definir su estado actual, se definen indicadores temáticos, como los presentados en el anexo I.

Las instituciones financieras internacionales (IFI) suelen tener fondos para realizar esta etapa y así, lanzar a las empresas hacia el buen camino. Los programas de las IFI ya presentados en la sección 3.2.2 pueden apoyar a las empresas de agua.

IDENTIFICACIÓN DE LOS PROBLEMAS MAYORES Y SELECCIÓN DE LAS PRIORIDADES

Una vez se ha establecido claramente la situación actual de la empresa de distribución de agua, se tienen que seleccionar las medidas prioritarias a implementar. Para establecer una clasificación de las medidas, se identifican los problemas mayores del ciclo del agua según el contexto interno y externo a la empresa.

Internamente: en esa etapa, la empresa de saneamiento del agua define metas de reducción de consumo energético, de ANF y de su huella hídrica, así como metas de adaptación al cambio climático. Se puede utilizar la tabla de indicadores presentada en Apéndice I.

Externamente: los factores que influyen en la clasificación de las medidas incluyen la regulación existente y prevista en el sector del agua, las instituciones gubernamentales que tienen un poder de administrar, regular, controlar, establecer lineamientos, etc., los datos de consumo de agua de los clientes de la empresa, y los efectos del cambio climático.

Con base en los trabajos realizados en la etapa anterior, la empresa establece la lista de medidas prioritarias. Las prioridades se establecen según las problemáticas que enfrenta cada empresa, y

se procede a diseñar los proyectos que permitirán la implementación gradual de esas medidas.

Este diseño incluye los aspectos siguientes: 1) la identificación de las tecnologías a implementar; 2) la estimación de los beneficios técnicos (ahorros energéticos, reducción de las pérdidas, disminución de la demanda de agua, aumento de la calidad de agua, etc.) y económicos; 3) la estimación de los costos para la implementación de las medidas, incluyendo los costos de la ingeniería, la adquisición de las tecnologías, la instalación y la construcción, la puesta en marcha, y el monitoreo y la verificación de los resultados; y 4) la evaluación de la relación costo/beneficio de cada medida. Otros costos que pueden ser considerados son los costos de las licitaciones, los impuestos y los costos de financiamiento.

IDENTIFICACIÓN DE LOS RECURSOS FINANCIEROS Y DE LOS MECANISMOS DE IMPLEMENTACIÓN

Una vez seleccionadas las medidas prioritarias a implementar, la empresa necesita dinero para su implementación.

En general, se financian las medidas gracias a un conjunto de recursos financieros:

➤ Capacidad financiera interna:

- › Beneficios de los años anteriores
- › Monto asignado en el presupuesto anual
- › Previsiones a medio y largo plazo del presupuesto para las medidas

➤ Fuentes externas de fondos:

- › Las IFI financian equipos, capacitaciones, apoyo técnico, etc. (ver los programas de IFI ya presentados en la sección 3.2.2)
- › Fondos públicos específicos para proyectos de EE y de resiliencia
- › Gobierno, con préstamos reembolsables o no-reembolsables (en general, capitalizados): subvenciones o préstamos
- › Bancos comerciales (según la capacidad crediticia de la empresa)
- › Mercados de capital, tanto para emisiones de bonos como capital propio
- › Financiamiento fuera del balance para proyectos de infraestructura en particular

➤ **Bajo modelo de asociación público-privada como el modelo ESCO o el modelo de concesión:**

Para identificar los recursos financieros, se tienen que conocer los costos asociados con la implementación de cada medida y del conjunto de medidas seleccionadas. Estos costos ya están definidos en la etapa anterior.

Se presenta a los posibles financiadores un plan de inversión, incluyendo las proyecciones a corto, mediano y largo plazo. El plan debe demostrar los ahorros generados por las inversiones. En caso de contraer deuda, estos mismos ahorros servirán para pagar la deuda. Además, se recomienda determinar los indicadores financieros de los proyectos a realizar: el valor presente neto (VPN), la tasa interna de rendimiento (TIR), los ahorros anuales en el ciclo de vida, la relación costo-beneficio, etc., y realizar un análisis de riesgo y presentarlos de manera contundente.

IMPLEMENTACIÓN DE LAS MEDIDAS

En esta etapa se implementan las medidas seleccionadas según la prioridad establecida. Se lanzan los procesos de licitaciones necesarios y las contrataciones de los subcontratistas.

Se nombra un encargado del proyecto, quien sigue los avances de la instalación y del uso de la medida implementada.

El personal de la empresa involucrado en la implementación de las medidas debería recibir una capacitación inicial para poder diseñar, instalar, operar y gestionar las nuevas instalaciones correctamente.

Es importante seguir el control financiero a lo largo de la implementación, ya que sirve para verificar los ahorros energéticos y dar más visibilidad e importancia a las medidas de EE dentro de la empresa.

Además, el control financiero es importante para mantener la salud financiera de la empresa y la buena relación con los financiadores. Asimismo, el buen manejo de la relación con los financiadores, en conexión con medidas de EE, puede ayudar a que los inversionistas aprecien la rentabilidad de estas medidas y, por ende, a que aumente su disponibilidad a financiarlas en el futuro, así como financiar medidas de resiliencia necesarias para reducir la vulnerabilidad al cambio climático.

VERIFICACIÓN DE LOS RESULTADOS

En esta etapa se verifican los alcances de los proyectos implementados gracias al cálculo de los indicadores definidos en la primera etapa. Se valida que los resultados están según lo previsto y, en el caso de no obtener los alcances esperados, se identifican las causas para no repetir los mismos errores en futuras implementaciones, e intentar remediar los problemas en los que se ha incurrido.

Una vez se calculen las mejoras conseguidas, se determinan los ahorros logrados, tanto energéticos como financieros, para utilizarlos como financiación de los siguientes proyectos, según la lista prioridades establecidas.

RESUMEN DE UN PROCESO EXITOSO

La estrategia recomendada para implementar las medidas de eficiencia y resiliencia en empresas de distribución de agua está constituida por una espiral de mejora continua, presentada en la Figura 20.

FIGURA 20
Resumen del proceso de implementación de las medidas



Una vez se implementa una medida, se verifica que los resultados están a la altura de lo esperado. Después, con base en las conclusiones de la verificación de los resultados, se retroalimenta para mejorar la medida implementada en la fase de planificación y las otras medidas, gracias a una gestión integrada.

Para lograr los resultados esperados, es relevante la comunicación de los resultados y de los avances en el proceso de mejora, tanto interna como externamente. Esto permite animar a los empleados a que vean los logros conseguidos gracias a sus esfuerzos, y mostrar a los organismos públicos y privados que la empresa está enfrentando los retos relacionados con el cambio climático y desarrollando una estrategia sostenible.

Anexos

ANEXO 1/ INDICADORES DE DESEMPEÑO

Área	Indicador
Clima/energía	<ul style="list-style-type: none"> Consumo específico (kWh/m³ producida) Costo específico total (USD\$/kWh) Emisiones de CO₂ (kgCO₂e/m³ producida) Representatividad del Gasto en Energía en los Costos Operativos (%) Profundidad del acuífero (m) Vulnerabilidad al cambio climático
Eficiencia del agua	<ul style="list-style-type: none"> Dependencia de las fuentes locales (% fuentes locales/total) Consumo per cápita (l/hab/día) Rendimiento de la red de distribución (%) Índice lineal de ANF (m³/día/km) Índice de roturas de redes con fugas visibles (fugas/100 km de redes/año) Índice de roturas en conexiones con fugas visibles (fugas/1000 conexiones/año) Detección de fugas (km de tuberías sondeadas/año) Demora en arreglar las fugas (% arreglado en 24h y 72h) Reemplazo de medidores (% reemplazados según diámetro y antigüedad por año)
Calidad del agua	<ul style="list-style-type: none"> Cumplimiento de los estándares bacteriológicos (%) Cumplimiento de los estándares físico-químicos (%)
Calidad del servicio	<ul style="list-style-type: none"> Satisfacción de los clientes (cantidad de quejas/año/1000 clientes) Cobro de facturas (%) Interrupciones del servicio (horas/cliente)
Empleados	<ul style="list-style-type: none"> Conversión de aprendiz en empleado permanente (%) Capacitación (% de empleados que han recibido una capacitación) Presupuesto para la capacitación de empleados (% de los gastos corrientes) Empleados por 1000 conexiones
Económico / financiero	<ul style="list-style-type: none"> Endeudamiento (deuda/patrimonio) Ratio de liquidez (% de los activos corrientes/pasivos corrientes) Rentabilidad financiera (% del beneficio económico por los recursos necesarios para obtener ese lucro) Costo de la energía (% de los gastos operativos)

Bibliografía

- Alborta, Guillermo R.; Stevenson, Claudia; Triana, Sergio (2011). Asociaciones público-privadas para la prestación de servicios, Banco Interamericano de Desarrollo, División de Mercados de Capital e Instituciones Financieras. Recuperado de <<http://idbdocs.iadb.org/wsdocs/getdocument.aspx?docnum=37809306>>.
- Alliance to Save Energy (ASE) (2006). "Municipal Water Infrastructure Efficiency as the Least Cost Alternative". Inter-American Development Bank, Washington, D.C., Pro. RS-T1087. Recuperado de: <<http://idbdocs.iadb.org/wsdocs/getdocument.aspx?docnum=958274>>.
- Alliance to Save Energy (ASE) (2013). *Watergy*. Recuperado de: <<https://www.ase.org/projects/watergy>>.
- Ambientum.com. *El consumo de agua en porcentajes*. Recuperado de: <www.ambientum.com/enciclopedia_medioambiental/aguas/el-consumo-de-agua-en-porcentajes.asp#>.
- Banco Mundial (2013). *América Latina: ¿Por qué las empresas de agua y saneamiento intentan ahorrar energía?* Recuperado de: <www.bancomundial.org/es/news/feature/2013/09/03/latin-america-water-loss-energy-efficiency>.
- Barry, J.A. (2007). "WATERGY: Energy and Water Efficiency in Municipal Water - Supply and Wastewater Treatment - Cost-Effective Savings of Water and Energy". The Alliance to Save Energy: Washington, D.C.
- BID (2011). *Evaluación para sistemas de bombeo de agua - Manual de eficiencia energética*, primera edición, Banco Interamericano de Desarrollo, Washington, D.C. Recuperado de <<http://idbdocs.iadb.org/wsdocs/getdocument.aspx?docnum=36338596>>.

Casais Jr, E. y Casais Sr., E. (2014). *Areppim*. Página web. Recuperado de: <http://stats.areppim.com/stats/stats_watercons.htm>.

Cashman, A. (2014). "Water Security and Services in the Caribbean" *Water* 6, no. 5: 1187-1203. Recuperado de: <www.mdpi.com/2073-4441/6/5/1187/htm>.

CONAGUA (2015). "El Agua hace ruido en la Cumbre del Clima COP21". Recuperado de: <www.conagua.gob.mx/conagua07/contenido/documentos/Conagua_ANEAS_COP21_dic15.pdf>.

Conferencia de las Partes, 21er período de sesiones (2015). Tema 4 b) del programa, Plataforma de Durban para una Acción Reforzada (decisión 1/CP.17): Aprobación de un protocolo, otro instrumento jurídico o una conclusión acordada con fuerza legal en el marco de la Convención que sea aplicable a todas las Partes; Aprobación del Acuerdo de París, Propuesta del Presidente, Proyecto de decisión -/CP.21. Recuperado de: <<http://unfccc.int/resource/docs/2015/cop21/spa/l09r01s.pdf>>.

Corton, M.L. y Berg, S.V. (2007). "Benchmarking Central American Water Utilities – Final Report". Public Utility Research Center, University of Florida, RS-T1271. Recuperado de: <http://warrington.ufl.edu/centers/purc/purcdocs/papers/0729_Berg_Benchmarking_Central.pdf>.

Dávila, C.C. (2011). "Water and the green economy in Latin America and the Caribbean: regional context and lessons learnt", en UN-Water International Conference – Water in the Green Economy in Practice: Towards Rio+20. Zaragoza, España. Recuperado de: <www.un.org/waterforlifedecade/green_economy_2011/pdf/session_7_lac.pdf>.

FAO (2000). AQUASTAT website, Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO) - General summary Latin America and the Caribbean – Water withdrawal. Recuperado de: <www.fao.org/nr/water/aquastat/countries_regions/lac/index4.stm>.

FAO (2014). *FAO statistical yearbook – 2014 - Latin America and the Caribbean Food and Agriculture*, Food and Agriculture Organization of the United Nations Regional Office for the Latin America and the Caribbean, Santiago, Chile. Recuperado de: <www.fao.org/docrep/019/i3592e/i3592e.pdf>.

FAO (2015). *AQUASTAT database*, Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO). [Página web en línea]. Re-

cuperado de: <www.fao.org/nr/water/aquastat/data/query/index.html>.

Ferro, G. y Lentini, E.J. (2015). *Eficiencia energética y regulación económica en los servicios de agua potable y alcantarillado*. Santiago de Chile: Naciones Unidas. Recuperado de: <http://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/37630/S1421127_es.pdf>.

Foster, V. y Yepes, T. (2006). "Is Cost Recovery a Feasible Objective for Water and Electricity? - The Latin American Experience". The World Bank, WPS 3943. Recuperado de: <<https://openknowledge.worldbank.org/bitstream/handle/10986/8421/wps3943.pdf?sequence=1>>.

IFC Advisory Services in Latin America and the Caribbean (2013). *Manual for Performance-Based Contracting by Water Utility Companies in Brazil*. Recuperado de <www.ifc.org/wps/wcm/connect/2cdb7900404762b0b98bbb82455ae521/WaterUtilityBrazilEnglish.pdf?MOD=AJPERES>.

Informe de las Naciones Unidas sobre el Desarrollo de los Recursos Hídricos en el Mundo; Agua y Energía – Resumen Ejecutivo (2014). Recuperado de: <<http://reliefweb.int/report/world/informe-de-las-naciones-unidas-sobre-el-desarrollo-de-los-recursos-h-dricos-en-el-mundo>>.

Kabat, P., Claussen, M., Dirmeyer, P.A., J.H.C. Gash, L. Bravo de Guenni, M. Meybeck, R.A. Pielke Sr., C.J. Vorosmarty, R.W.A. Hutjes, and S. Lutkemeier, (Eds), (2004): *Vegetation, water, humans and the climate: A new perspective on an interactive system*. Springer, Berlin. Global Change – The IGBP Series, p. 566.

Kingdom, B. et al. (2006). "The Challenge of Reducing Non-Revenue Water (NRW) in Developing Countries - How the Private Sector Can Help: A Look at Performance-Based Service Contracting", The World Bank, Washington, DC, Paper No.8. Recuperado de: <<http://siteresources.worldbank.org/INT-WSS/Resources/WSS8fin4.pdf>>.

Knoema (2015). *Prélèvements d'eau - Prélèvements totaux d'eau par habitant*. Recuperado de: <<http://knoema.fr/atlas/topics/Eau/Pr%C3%A9l%C3%A8vements-deau/Pr%C3%A9l%C3%A8vements-totaux-deau-par-habitant?type=maps>>.

Liu, F. et al. 2012). "A Primer on Energy Efficiency for Municipal Water and Wastewater Utilities". Energy Sector Management Assistance Program (ESMAP), Washington, DC,

Technical Report 001/12. Recuperado de: <www.ifc.org/wps/wcm/connect/da52df004aabaace9784d79e0dc67fc6/ESMAP+EE+WASTEWATER.pdf?MOD=AJPERES>.

Mejía, A. et al. (2012). *Agua Potable y Saneamiento en América Latina y el Caribe: metas realistas y soluciones sostenibles - Propuestas para el 6to Foro Mundial del Agua*, Ciudad de Panamá: CAF, Banco de Desarrollo de América Latina. Recuperado de: <<http://omu.caf.com/media/32163/agua%20potable-am%C3%A9rica%20latina%20y%20el%20caribe-soluciones.-%20abel%20mej%C3%ADa.pdf>>.

Moya, R.R. (2011). “La eficiencia energética en empresas de agua y saneamiento en países de América Latina y El Caribe (*Mejores prácticas y lecciones aprendidas*)”. Banco Interamericano de Desarrollo, Sector de Infraestructura y Medio Ambiente, Nota técnica. Número 328. Recuperado de <<http://idbdocs.iadb.org/wsdocs/getdocument.aspx?docnum=36342910>>.

Saladié, Ò y Oliveras, J. *El agua: un recurso natural imprescindible – Consumo de agua y competencia entre sectores*. Recuperado de: <www.desenvolupamentsostenible.org/index.php?option=com_content&view=article&id=4518&Itemid=518&lang=es>.

Savedoff, W.D. y Spiller, P.T. (1999). *Spilled Water: Institutional Commitment in the Provision of Water Services*. Washington, D.C.: Inter-American Development Bank.

Sharma, S. (2008). “Performance Indicators of Water Losses in Distribution System”, UNESCO-IHE (Institute for Water Education), Delft, Netherlands. Recuperado de: <www.swit-churbanwater.eu/outputs/pdfs/GEN_PRS_PI_of_Water_Losses_AC_Apr08.pdf>.

SIWI World Water Week. (2014) *Energy and Water Efficiency from national to community level in Latin America*. Recuperado de: <<http://programme.worldwaterweek.org/event/energy-and-water-3528>>.

Tábora, F. et al. (2011). *Situación de los recursos hídricos en Centroamérica: hacia una gestión integrada*. Tegucigalpa, Honduras: Asociación Mundial para el Agua, capítulo Centroamérica (GWP Centroamérica). Recuperado de: <www.gwp.org/Global/GWP-CAm_Files/SituaciondelosRecursosHidricos.pdf>.

UN-Water Global Annual Assessment of sanitation and Drinking-Water (GLAAS) 2012 Report: The Challenge of Extending and

Sustaining Services. Recuperado de: <www.un.org/waterforlifedecade/pdf/glaas_report_2012_eng.pdf>.

UNEP (2010). El reverdecimiento del derecho de aguas. Recuperado de <www.unep.org/delc/Portals/119/UNEP_Greening_water_law_spanish.pdf>.

Wikipedia (2015). *Non-revenue water*. Recuperado de: <https://en.wikipedia.org/wiki/Non-revenue_water>.

Wikipedia (2015). *Water supply and sanitation in Latin America*. Recuperado de: <https://en.wikipedia.org/wiki/Water_supply_and_sanitation_in_Latin_America>.

World Bank (2010). Climate Finance in the Urban Context. Issues Brief No. 4. Washington, D.C., Recuperado de: <<http://wbi.worldbank.org/wbi/Data/wbi/wbicms/files/drupal-acquia/wbi/578590revised0101Public10DCFIB0141A.pdf>>.

World Bank (2010). Economics of Adaptation to Climate Change: Synthesis Report. Washington, DC. Recuperado de: <www.wds.worldbank.org/external/default/WDSContentServer/WDSP/IB/2012/06/27/000425970_20120627163039/Rended/PDF/702670ESWOP10800EACCSynthesisReport.pdf>.

World Water Assessment Programme (WWAP) (2014). “Eau et énergie – Faits et chiffres – Rapport mondial des Nations Unies sur la mise en valeur des ressources en eau 2014”, Programme mondial des Nations Unies pour l'évaluation des ressources en eau, Colombella, Pérouse, Italie. Recuperado de: <<http://unesdoc.unesco.org/images/0022/002269/226961F.pdf>>.

WWAP (2015). *The United Nations World Water Development Report 2015: Water for a Sustainable World*. United Nations World Water Assessment Programme. París: UNESCO. Recuperado de: <<http://unesdoc.unesco.org/images/0023/002318/231823E.pdf>>.

RETOS DE LAS EMPRESAS PÚBLICAS DE AGUA EN AMÉRICA LATINA PARA EL FINANCIAMIENTO DE INFRAESTRUCTURAS EFICIENTES Y RESILIENTES

El estudio espera reafirmar la viabilidad y conveniencia de implementar medidas de modernización en empresas del servicio público del agua, mejorar su resiliencia frente al cambio climático, tomando en cuenta el asegurar los requerimientos de poblaciones y economías en crecimiento y las mejoras en los servicios para la población que carece de acceso al agua potable, así como la disminución, en general, de su huella energética. Se focaliza el análisis detallado de estudios de casos, seleccionados luego de un análisis regional, y se proporciona un panorama general del trabajo que se ha realizado hasta la fecha, los recursos técnicos existentes, y las barreras y nociones de las opciones de financiamiento disponibles.



REGATTA
Portal Regional para la Transferencia de Tecnología y la Acción
frente al Cambio Climático en América Latina y el Caribe



**Cooperación
Española**



Al servicio
de las personas
y las naciones