

# La gestión integral del agua en zonas urbanas: caso de estudio Zacatecas-Guadalupe, México

• Patricia Rivera\* •

*Colegio de la Frontera Norte, México*

\*Autor de correspondencia

• Adrián Guillermo Aguilar •

*Universidad Nacional Autónoma de México*

## Resumen

Rivera, P., & Aguilar, A. G. (mayo-junio, 2015). La gestión integral del agua en zonas urbanas: caso de estudio Zacatecas-Guadalupe, México. *Tecnología y Ciencias del Agua*, 6(3), 125-142.

Este estudio analiza los servicios de agua en la zona conurbada Zacatecas-Guadalupe desde una perspectiva de gestión integral. Los resultados encuentran factores críticos que impiden avanzar hacia una planeación sustentable; señalan al crecimiento poblacional como elemento que detona el aumento en la demanda del recurso; reconocen la sobreexplotación de los acuíferos y su vinculación con costos de extracción superiores, disminución de la calidad del agua y altos porcentajes de pérdidas por fugas. Asimismo, el artículo apunta la inequidad social en las formas de abastecimiento y pone de manifiesto que los indicadores de cobertura del organismo operador están sobredimensionados.

**Palabras clave:** zona conurbada, gestión integral del agua, Zacatecas-Guadalupe.

## Abstract

Rivera, P., & Aguilar, A. G. (May-June, 2015). *Comprehensive Water Management in Urban Areas: Case Study of Zacatecas-Guadalupe, Mexico*. *Water Technology and Sciences (in Spanish)*, 6(3), 125-142.

This study analyzes water services in the metropolitan area of Zacatecas-Guadalupe from a comprehensive perspective. The results identify factors that impede progress in sustainable management. They indicate population growth as triggering an increase in the demand for the resource and recognize the overexploitation of aquifers and its connection with higher extractions costs, as well as decreases in water quality and high percentages of loss from leaks. The article also indicates social inequities in the supply of water and shows that the operating entity's indicators of coverage are overestimated.

**Keywords:** Conurbation zone, water integrated management, unequal water supply, Zacatecas-Guadalupe.

---

Recibido: 09/04/2014

Aceptado: 29/01/2015

---

## Introducción

La prestación de los servicios de agua en la zona conurbada Zacatecas-Guadalupe ha seguido el modelo de manejo tradicional que plantea el aumento de las coberturas como respuesta al contexto de escasez y a la falta de acceso a los servicios de agua. Es decir, con el incremento de su infraestructura de abasto trata de paliar los requerimientos de su creciente demanda.

En el mundo existe la crítica y reconocimiento de las constantes fallas de este manejo; se exige ver la crisis del agua no sólo como una escasez que busca satisfacer las demandas, sino como

un problema de gestión integral que incorpore el uso racional del recurso, su protección y otro tipo de valores sociales, como los culturales y generacionales relacionados, así como factores ecosistémicos. Es decir, se sigue una tendencia hacia un enfoque más incluyente.

En la revisión sobre perspectivas y estudios de manejo del recurso agua, los autores concuerdan en que para solucionar los problemas de las ciudades relacionadas con los servicios de agua es necesaria una gestión integral del agua que incorpore planes a largo plazo que se elaboren con base en diagnósticos contextuales de manejo del recurso.

Para abordar los problemas de los servicios de agua en la zona conurbada Zacatecas-Guadalupe se propone, por tanto, visualizar el tema en sus tres fases: extracción, conducción-abastecimiento y eliminación-reúso. Se incluye además las interrelaciones de los aspectos ambientales —características físicas, como aridez de la zona, relieve, sobreexplotación— con factores sociales, económicos y político-institucionales, que repercuten o impactan en el manejo del recurso agua. Por tanto, bajo tal marco, en este trabajo se propone analizar el manejo de los servicios de agua en la zona conurbada Zacatecas-Guadalupe bajo la perspectiva de un enfoque de gestión integral.

Este trabajo se divide en cinco apartados. El primero centrado en la conceptualización teórica que ayuda a explicar el caso de estudio. El segundo que desarrolla brevemente los elementos metodológicos utilizados. En el tercer apartado se realiza un diagnóstico de las fases de prestación de los servicios de la zona conurbada Zacatecas-Guadalupe, que aunque coincide con problemáticas similares tendientes a la insustentabilidad en otras ciudades en el país, su aportación radica en los datos concretos de la zona de estudio. En el cuarto se muestra un análisis institucional centrado en mayor medida en el organismo operador. El quinto, por último, brinda algunas reflexiones finales.

### Algunas precisiones conceptuales para efectuar el análisis

Para entender el tránsito que ha tenido la conceptualización de la problemática de agua de un enfoque tradicional de corte más *administrativo* que contempla cuestiones políticas, institucionales, financieras, estructurales y técnico operativas a un enfoque *sistémico integral* que plantea una visión integradora y multidimensional donde interrelacionan aspectos sociales, económicos y ambientales en el manejo de los servicios de agua, en este apartado se hará un breve recuento sobre el avance de perspectiva.

Los problemas de los recursos hídricos cobran especial importancia desde mediados del siglo XX. El crecimiento poblacional contrastó

con las deficiencias en infraestructura derivadas de las crecientes demandas. Los enfoques administrativos abanderados por la Organización de las Naciones Unidas (ONU) en los diferentes países del mundo plantearon como soluciones la construcción de infraestructuras hidráulicas y desarrollo tecnológico para el aumento de la oferta de los servicios de agua, es decir, proponían soluciones extractivas y tecnocéntricas contra la escasez del agua. Esta gestión de perspectiva política y administrativa, si bien ha logrado reconocimiento de avance en los indicadores de acceso y abastecimiento a los servicios públicos del agua, no ha conseguido reducir problemas sociales y ambientales, como la inequidad en la distribución y el incremento en el deterioro de los recursos hídricos.

Para Anton (1996: 195), la falta de sustentabilidad de los sistemas hídricos “de las ciudades de América Latina está totalmente relacionada con los modelos de desarrollo que han prevalecido y prevalecen. Si se considera sus tamaños y tasas de crecimiento, resulta claro que las megaciudades de América Latina no son modelos sostenibles a largo plazo”. De ahí que las políticas de los organismos como el Banco Mundial (2013) y el Fondo Monetario Internacional, con su enfoque en la privatización de servicios de agua y aumento de tarifas como mecanismos para cumplir por parte de los países beneficiados los préstamos económicos, no logran impedir que los problemas de agua continúen de manera crítica.

Es decir, permanece la concepción mundial de crisis del agua y surge la necesidad de un enfoque *sistémico*, que replante la base del problema centrado en la escasez de las fuentes de agua. El viraje en el entendimiento de la problemática del agua por parte de los organismos públicos del orden internacional tiene un poco más de una década. Ya en el informe de la ONU “El agua, una responsabilidad compartida” se reconoce la Gestión Integral de Recursos Hídricos (GIRH) como “un proceso que promueve el desarrollo y la gestión coordinados del agua, la tierra y los recursos relacionados a fin de maximizar el bienestar económico y social resultante

de una manera equitativa sin comprometer la sostenibilidad de los ecosistemas vitales” (ONU, 2007: 46), concepto tomado de la Organización Mundial del Agua (ONU, 2003).

Sin embargo, en el avance de las estrategias y política prevalecen dos grandes críticas: la retórica discursiva y las soluciones genéricas; en el primero predomina un direccionamiento institucional que se enfoca al logro de los Objetivos de Desarrollo del Milenio (ODM) de reducir las personas sin acceso a fuentes de abastecimiento de agua y alcantarillado (2009). Esto demuestra avances de reconocimiento de la problemática de manera conceptual y ataduras al modelo de gestión. Y en la segunda crítica se plantean soluciones homogéneas a diferentes regiones con condiciones diferentes de recursos naturales y de capacidades institucionales. Los casos de estudio demuestran que las soluciones son tan variadas como las propias particularidades de cada ciudad y dependen de condiciones locales específicas (Anton, 1996; Schteingart & Torres, 2002; Morales-Novelo & Rodríguez-Tapia, 2007; Navarro, 2010).

En este enfoque de gestión sistémico se reconocen dos derivaciones relevantes: la gestión adaptativa e integral, caracterizada por la toma de decisiones en torno a los recursos hídricos, fuertemente relacionada con las condiciones del contexto social y ambiental (topográfico, atmosférico, hídrico, etcétera); y, por otra, el modelo de gestión Nueva Cultura de Agua (NCA), el cual surgió como un movimiento social hacia el cambio radical en la dinámica de la gestión del agua, mediante la vinculación del hombre (cultura, intereses intrageneracionales, etc.) con los ciclos hidrológicos.

La gestión adaptativa e integral señalados por Geldof y Stahre (2004), Wang y Li (2007), y Furumai (2008) promueve como componente esencial la planificación de elementos temporales, espaciales y culturales particulares. Proponen el reúso de aguas captadas de lluvia y residuales para reintegrar el ciclo urbano.

Por otra parte, la Nueva Cultura del Agua, expuesta por Jiménez-Torrecilla y Martínez (2003) y Arrojo (2005), propone que el agua,

además de sus fines productivos que proporcionan bienestar económico al ser humano, tiene valores como la representación cultural y espiritual de una comunidad. Estos autores integran elementos físico-químicos y ecosistémicos al manejo del agua. Sin embargo, en su propia amplitud de visión —incorporación de las funciones ambientales y sus valores intangibles— se encuentra la dificultad en su aplicabilidad. Este modelo de gestión contempla aspectos como educación ambiental, participación de la sociedad, aspectos administrativos (mejoramiento de redes, uso eficiente y gestión en la demanda), aspectos políticos como normatividades, aspectos éticos, integración de minorías y análisis intergeneracional.

A pesar de este avance conceptual, autores como Barkin (2006) en México señalan como inalcanzables los enfoques como la NCA, porque en la realidad no se ha logrado un manejo eficiente de los servicios de agua potable. Autores como Schteingart y Torres (2002), Breña-Puyol (2007), y Morales-Novelo y Rodríguez-Tapia (2007) corroboran la incapacidad del actual modelo de ajustarse a criterios sustentables, al analizar el caso de la Ciudad de México y su zona conurbada. El mismo resultado de no sustentabilidad se analiza por Navarro (2010) en la ciudad fronteriza de Tijuana; sin embargo, su particularidad radica en que la reducción de los niveles de consumo como un factor decisivo para orientar el modelo de gestión hacia la sustentabilidad no es viable, pues el análisis de su distribución espacial señaló que la población tijuana muestra una reducción en el consumo *per cápita* y que aproximadamente 90% de la población tiene niveles de consumo medio-bajos.

A manera de recapitulación, las críticas al manejo de agua en las ciudades señalan que no sólo se relacionen las demandas del crecimiento poblacional (Anton, 1996: 177; Schteingart & Torres, 2002: 163; Morales-Novelo & Rodríguez-Tapia, 2007: 55) y la creciente urbanización (Breña-Puyol, 2007: 70; Furomai, 2008) como causantes del desequilibrio hídrico —sobrexplotación y contaminación del recurso—, sino

que también interfieren las deficiencias institucionales: administrativas y económicas (que tienen que ver con la inequitativa dotación de agua a la población y/o servicio intermitente (Drakakis-Smith, 1995; Anton, 1996: 182-191; Schteingart & Torres, 2002: 143-145; Graizbord, 2004: 73; Breña-Puyol, 2007: 74), los deficientes sistemas de tarifas, el exceso de personal, los procesos burocráticos) y las enormes fugas de agua (Breña-Puyol, 2007: 70; López & Aguilar, 2007: 79). Coinciden además en fallas en los subsidios y hasta en la necesidad de modificación del propio comportamiento social (Jouravlev, 2004: 27; López & Aguilar, 2007: 79; Muller, 2008: 70).

### Estrategia metodológica

Siguiendo la necesidad de apegarse a los contextos específico, la estrategia para desarrollar este trabajo se centró en cuatro aspectos:

1. Se efectuaron entrevistas con funcionarios clave involucrados en el proceso de manejo de agua en la zona, como Conagua, CEAPA y JIAPAZ; entrevistas con funcionarios de la Conagua, dirección local Zacatecas, dependencia normativa de nivel federal; una entrevista a un funcionario de la CEAPA del estado de Zacatecas, dependencia normativa a nivel estatal; y el resto a funcionarios de la JIAPAZ, dependencia intermunicipal encargada de la operación, mantenimiento y cobro del sistema de agua (una a la dirección de Captación, dos a la Dirección de Distribución y Alcantarillado, una al director comercial y, por último, una a la encargada del Departamento de Lectura).
2. Se realizó una revisión hemerográfica de enero de 2008 a febrero de 2009 de los dos diarios más relevantes de la zona: *Imagen* y *El Sol de Zacatecas*, con la finalidad de corroborar los problemas expuestos por los funcionarios y detectar conflictos o información relevante no identificada.
3. Se aplicó una encuesta a dos colonias de la zona de estudio con problemas de tandeo—

y sugeridas por el personal de JIAPAZ— a fin de indagar sobre la inequidad en la distribución. La encuesta se dividió en cuatro apartados: cinco preguntas sobre el perfil socioeconómico del hogar encuestado; siete sobre la administración del servicio enfocadas a la calidad; 13 sobre el consumo y el aumento de tarifa, y las cinco últimas indagan sobre la organización y participación de la población en la problemática del agua.

4. Finalmente, se hizo un análisis institucional de la zona de estudio considerando tres aspectos: las instituciones involucradas en el manejo, sus funciones y sus limitaciones (Banco Mundial, 2013).

### Las fases de prestación de servicios de la zona conurbada Zacatecas-Guadalupe

La zona de estudio se conforma con la unión espacial de la capital del estado de Zacatecas y su vecina Guadalupe (figura 1). El clima de esta zona se caracteriza por ser semiseco templado y árido, con una temperatura media de 16 °C y alrededor de 450 mm anuales de precipitación. El abastecimiento de agua en esta zona depende

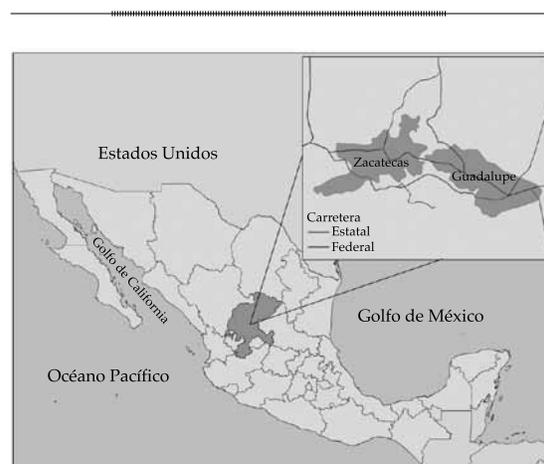


Figura 1. Ubicación de la zona conurbada Zacatecas-Guadalupe. Elaboración propia con base en la cartografía del INEGI (2005).

en su gran mayoría de la explotación de acuíferos, pues sus aguas superficiales son escasas.

Datos del INEGI (1995, 1999, 2001, 2007) muestran el crecimiento de los municipios Zacatecas y Guadalupe. Sobresale Guadalupe como el municipio con el crecimiento más pronunciado en el último periodo tanto de zona de estudio como en el ámbito estatal, con 3.3% y una población de 159 991 habitantes (INEGI, 2011) (figura 2). El municipio de Zacatecas, por su parte, tuvo una tasa de crecimiento de 1.1%, con una población de 138 176 (INEGI, 2011). Para contextualizar estas tasas, es necesario mencionar que la tasa de crecimiento promedio de la entidad es de 0.9% (INEGI, 2011).

La zona de estudio ha tenido un proceso de periurbanización de sus estratos sociales en fases diferenciadas; los grupos sociales de ingresos más bajos se trasladaron a zonas periféricas debido a los menores costos de la tierra y de la construcción; mientras grupos de ingresos medios y altos se ubicaron en otras zonas periurbanas dotadas de infraestructura urbana (accesos viales y espacios comerciales) (González-Hernández, 2009). De forma paulatina, la integración del municipio de Guadalupe a la zona metropolitana de Zacatecas ha provo-

cado tanto la expansión de la mancha urbana como la integración funcional de estos municipios, generando con ello una mayor demanda de servicios.

En relación con la cobertura estatal de viviendas particulares que cuentan con agua de red pública o agua entubada, se tiene un 94.40%. Para la zona de estudio, los niveles son mayores, Zacatecas cubre un 99.08% de sus viviendas y Guadalupe un 98.56%. Aunque estos porcentajes son muy alentadores, es necesario retomar el argumento de López y Aguilar (2007) en cuanto a la sobredimensión de las estadísticas sobre agua potable y alcantarillado. Se corrobora, además, el direccionamiento de la política institucional, centrado en la reducción de personas que no tienen acceso al agua. Sin embargo, las estadísticas no integran en sus datos el servicio inadecuado, como los tandeos y la baja calidad del recurso. Es importante señalar que la calidad de agua de un acuífero se mantiene constante en términos generales, el problema surge cuando es necesario extraer agua de niveles diferentes del acuífero (por ejemplo, cuando se sobreexplota y se obtiene agua de niveles inferiores), los cuales pueden tener mayor carga de minerales, lo que los convierte algunas veces en aguas no aptas

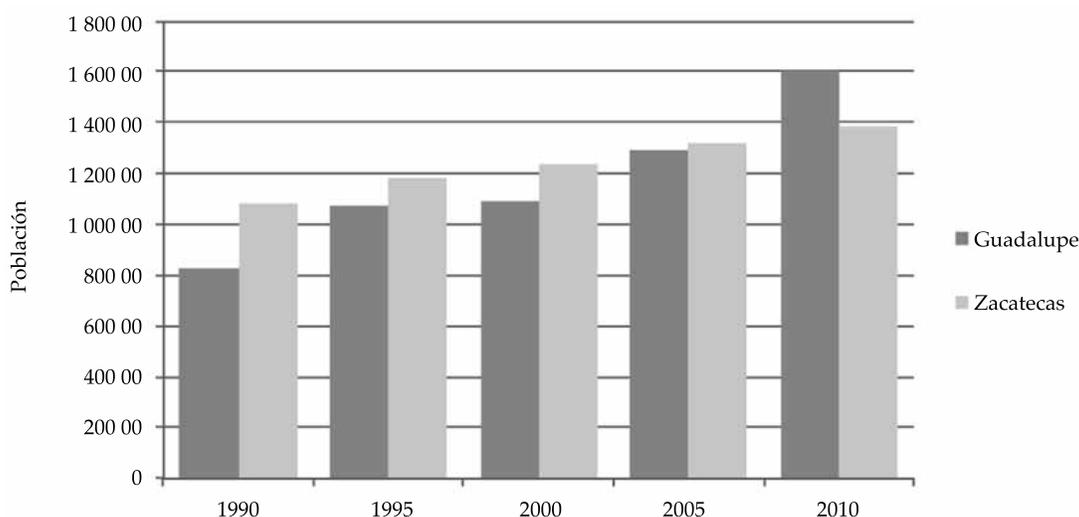


Figura 2. Crecimiento poblacional de los municipios de Zacatecas y Guadalupe 1990-2010. Elaboración propia con datos de INEGI (1995, 1999, 2001, 2007, 2011).

o con calidad deficiente para consumo humano. Además, los datos de 2011 (cifras de 2010) excluyen las viviendas que no especificaron si disponen del servicio.

Estos rezagos en los servicios y la calidad de cobertura son reconocidos por el director del organismo operador, el cual menciona que es un problema de rezago de 20 años, porque autoridades gubernamentales anteriores lo ignoraron (Torres, 11 de junio de 2013). Por tanto, aunque se realizan acciones urgentes, como la reparación-rehabilitación de líneas de agua potable (*El Sol de Zacatecas-Redacción*, 15 de abril de 2013; julio 9, 2013) y de drenaje (*NTR Periodismo Crítico-Redacción*, 2013), persisten problemas para mejorar la condición de suministro, como los tandeos frecuentes (Torres, 30 de mayo de 2013). Estos servicios intermitentes se vuelven problemas comunes de las zonas urbanas (Drakakis-Smith, 1995; Anton, 1996: 182-191; Graizbord, 2004).

### Extracción

En relación con la extracción de agua, la zona de estudio se abastece por tres sistemas, con una carga hidráulica de 32 pozos. Estos sistemas de abastecimiento son relativamente recientes y más que seguir una política de planeación de crecimiento urbano y disponibilidad del recurso, responden sólo al crecimiento paulatino de la población, tal como se señala en la crítica conceptual. Se agrupan en tres sistemas: el sistema la Joya o Calera, que incluye un pozo del sistema Pimienta y al sistema Morelos; el sistema Benito Juárez, que incluye tres de los pozos del sistema Pimienta, y por último el sistema Bañuelos-San Ramón, que integra al sistema Hormigueros (figura 3).

Si los sistemas se clasifican de acuerdo con el volumen extraído para uso urbano, en primer lugar se encuentra el sistema Benito Juárez, que produce 280.77 lps (40%); seguido por el

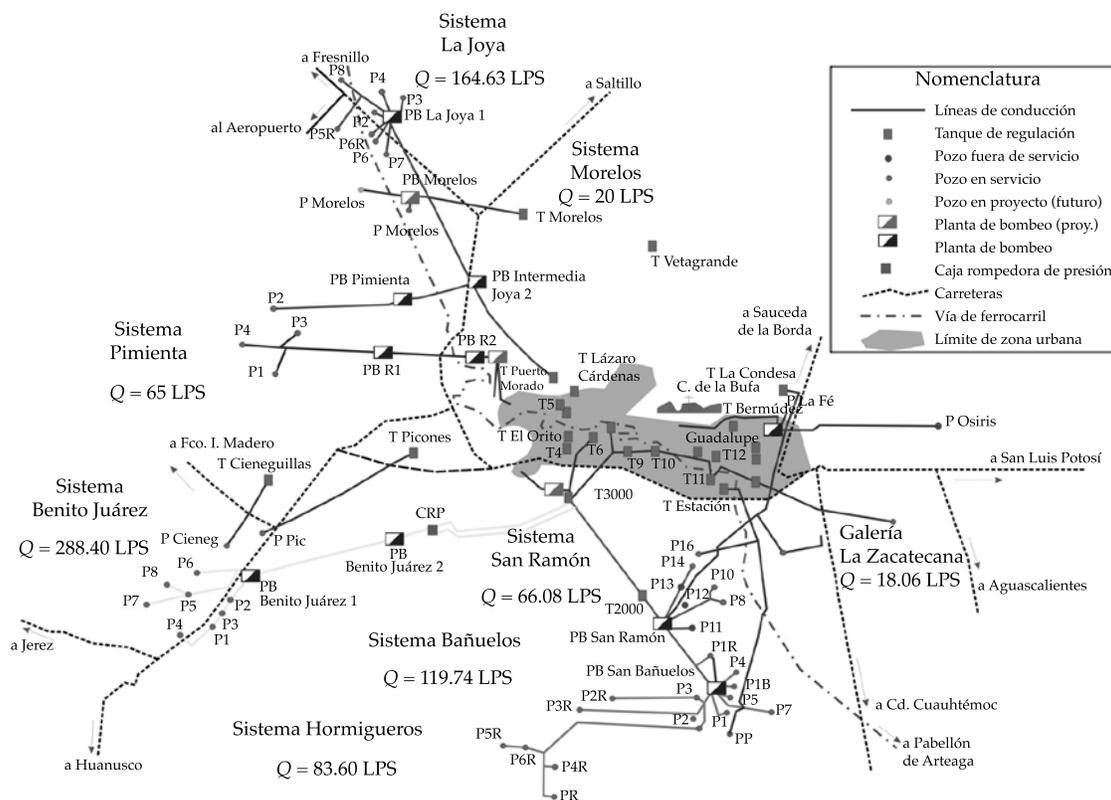


Figura 3. Sistemas de abastecimiento de agua Zacatecas-Guadalupe. Fuente: JIAPAZ (2008).

sistema Bañuelos-San Ramón, que produce 254.84 lps (37%) y, finalmente, el sistema La Joya, que produce 161.46 l/s (23%). Estos sistemas operan las 24 horas del día (Conagua, 2007: 2 y 3). No obstante, de acuerdo con datos de Conagua (2010), es importante señalar que del agua total extraída de estos tres acuíferos, 71.1% va al sector agrícola, 20.9% lo absorbe el sector público urbano y el restante 6.5% va al sector industrial, de tal manera que en este trabajo nos referimos al 20.9%.

Este gasto total producido de acuerdo con las tomas para uso urbano, se reparte de la siguiente manera, considerando los usos: el uso doméstico integra un 94%, con 68 377 tomas, seguido del comercial con un 4%, que agrupa 3 138 tomas, y en menor medida los rubros de servicios, con 893 tomas, e industrial con 639 tomas, es decir, 1%.

Aunque un dato contundente sobre los sistemas de abastecimiento es que se encuentran sobreexplotados, no existe información precisa y única sobre los grados de sobreexplotación de los acuíferos; si se quiere comparar los diferentes datos sobre sobreexplotación consultar a Tetreault y McCullough (2012). De acuerdo con los estudios más recientes elaborados por Conagua sobre la disponibilidad media anual de agua subterránea que compara el volumen de agua concesionada contra el volumen de recarga, el acuífero Benito Juárez tiene un déficit de -21.24 Mm<sup>3</sup>/año; el acuífero Guadalupe-Bañuelos un déficit de 1.14 Mm<sup>3</sup>/año, y por último el acuífero Calera tiene el mayor déficit, con 67.75 Mm<sup>3</sup>/año (Tetreault & McCullough, 2012, con datos de 2009). El déficit de disponibilidad de agua en el acuífero de Calera es significativamente mayor que los otros dos sistemas. Una explicación puede colocar la causa en la empresa cervecera instalada en esta área, ya que tiene elevados índices de consumo de agua: nueve hectolitros de agua por cada hectolitro de cerveza; si consideramos que la media mundial para producir cerveza oscila entre 6 y 7 hectolitros, se aprecia que funciona con índices de consumo de agua mayores.

En suma, la sobreexplotación de los acuíferos que abastecen la zona conurbada Zacatecas-

Guadalupe sigue el modelo tradicional, el cual utiliza los recursos buscando fuentes disponibles para cubrir necesidades a corto plazo; este enfoque cortoplacista coincide con otros casos como el de la Ciudad de México y el de Tijuana (Schteingart & Torres, 2002; Navarro, 2010). Es decir, no se integra en su planeación que la conducción de agua de lugares más alejados conlleve un aumento de precios en el proceso.

### *Distribución y consumo*

En relación con la distribución y consumo, de acuerdo con los cálculos efectuados por Tetreault y McCullough (2012), la población de la zona conurbada consume en promedio 230.82 litros, diarios de agua por habitante (l/d/h). Su cálculo se basó en un caudal de 825 lps y una población total de 308 821 de los cuatro municipios atendidos por JIAPAZ. Este consumo es alto si se considera el estándar internacional de 150 litros diarios para las ciudades sustentables.

A la par de este alto consumo, se habla de un porcentaje de desperdicio de agua por el concepto de fugas que oscila entre un 40 y 60%. Estas pérdidas derivan de las fugas que se explican por la deteriorada infraestructura de las redes de abastecimiento y, en menor medida, de tomas clandestinas. De acuerdo con la información obtenida del organismo operador, la pérdida es de alrededor de 50% y engloba tres conceptos: el agua no cobrada (cuota fija, fugas clandestinas y fallas en las mediciones); la pérdida física en las redes de distribución, y la pérdida en las líneas de conducción. Este último concepto es un porcentaje muy pequeño, alrededor de 2% y deriva del propio funcionamiento de las líneas.

Otro elemento que agrava el problema de las fugas en las redes es que la infraestructura hidráulica de redes de distribución y conducción de agua potable rebasa su vida útil, ya que presupuestalmente se garantiza la vida operativa de la infraestructura por 30 años. Aunado a ello, la existencia de heterogeneidad en los materiales de las redes hidráulicas empeora el problema; estas necesidades no se consideran en la planeación (Conagua, 2007: 4).

Tales fallas técnicas se agravan con factores naturales, como las cantidades de sales en el agua, pues incrementan el problema de las infraestructuras obsoletas. En este caso se encuentra el sistema Bañuelos-San Ramón —acuífero considerado como el de menor calidad— que abastece principalmente al municipio de Guadalupe, y que contiene grandes concentraciones de sales en su agua, que pueden llegar a tapan un 90% de las redes, lo que produce mayor deterioro y reducción del área hidráulica. También es necesario mencionar la topografía accidentada que caracteriza en mayor medida a la zona del municipio de Zacatecas, la cual provoca que el abasto de agua a ciertas colonias sea intermitente o por tandeo, lo cual contribuye al impacto en la disminución de la calidad del servicio. De acuerdo con el relieve de la zona, la ciudad de Zacatecas se asienta en un terreno montañoso, su elevación promedio es de 2.440 m sobre el nivel del mar; sin embargo, las montañas circundantes, como el Cerro de la Virgen, el Grillo y el del La Bufa, rozan los 2 700 m.

Los medidores son otra limitante técnica que afecta la planeación. De un total de 73 048 tomas con servicio continuo, 80.04% tiene medidor funcionando (58 474); 9.20% tiene medidor, pero no funciona (6 720); y el restante 10.75% se trata de tomas sin medidor, que se cataloga como cuota fija (7 854) (Conagua, 2007: 4). Si tomamos datos más recientes, las cifras pueden empeorar, pues la dirección local de Conagua para mediados de 2012 (Tetreault & McCullingh, 2012) señala que sólo entre un 50 y 75% de los usuarios que tiene concesiones cuenta con medidor. Además, hay una enorme incertidumbre sobre los pozos clandestinos. Por ello, sin información contundente no es posible precisar las cantidades de agua consumidas, lo cual obliga a mostrar la necesidad de generación de información precisa.

A pesar de las dificultades físicas, las zonas y colonias más afectadas son las de ingresos medios y bajos. Este es un problema recurrente de los estudios de caso analizados (Schteingart & Torres, 2002; Navarro, 2010). La inequidad en el abastecimiento se corroboró en este estudio

al observar que población con menos recursos y localizada en zonas más vulnerables paga más y recibe un servicio de menor calidad y cantidad de agua. Se aplicaron dos encuestas a dos colonias en la zona de estudio: una a la colonia Toma de Zacatecas, en el municipio de Zacatecas, y otra a la colonia que lleva el mismo nombre, pero en el municipio de Guadalupe. Ambas colonias tienen problemas de abastecimiento de agua; sin embargo, cuentan con características estructurales diferentes. La primera es una colonia antigua y consolidada, donde sólo parte de la población tiene problemas de tandeos y poca presión; este problema se relaciona con la topografía, por encontrarse en las partes altas de la colonia, pues la población de la parte baja no tiene problemas de tandeo y califica el servicio como bueno. La segunda es una colonia más pequeña, que se encuentra en formación, el tandeo es generalizado —utilizan tambos de 200 litros y tinacos para almacenar agua—, 90% de sus habitantes no cuenta con medidor y por lo tanto tiene una cuota fija de pago; la topografía de la zona también afecta, ya que en la parte alta de la colonia el problema es más agudo; en general, en esta colonia el abastecimiento de agua es deficiente; sin embargo, se deduce que por ser una colonia de nueva creación no se percibe una insatisfacción por la forma de obtener el servicio y, en general, están de acuerdo en pagar una cuota fija; las colonias con menores recursos se ubican en la tarifa de la zona I, pagan una cantidad menor de agua; empero, esta colonia, por no contar con medidores, paga una tarifa fija, que en algunos casos puede resultar superior a la tarifa, aunque esto les permite beneficiar a otras personas de la colonia, al pasarle agua sin pagos extra.

Es importante mencionar que en ambas colonias encuestadas, gran parte de la población que tiene servicio de tandeo utiliza de manera más eficiente el recurso agua, por ejemplo, se fomenta el reúso: el agua usada para lavar ropa se utiliza además para regar plantas, lavar la banqueta, etcétera. La organización de las actividades domésticas gira en torno a los días de disponibilidad del recurso: se prevé el llenado

de sus tinacos y tambos y, por lo regular, no les falta agua. Sin embargo, es necesario aclarar que esta actitud de cuidado del agua deriva de hacer rendir *su recurso*, y no de una actitud consciente de conservación o sustentabilidad.

### *Eliminación*

En relación con las viviendas que cuentan con drenaje, el Estado cubre un 88.07% de las viviendas y la zona de estudio también tiene coberturas mayores: Zacatecas, con un 96.06%, y Guadalupe, con un 95.84% (INEGI, 2011). No obstante, el tratamiento que se efectuaba de esas aguas captadas hasta años recientes era mínimo.

Son dos las descargas principales en la zona conurbada Zacatecas-Guadalupe. La primera se conduce hacia el arroyo de La Plata y capta un 80% del volumen total descargado; el restante 20% se descarga en la planta de tratamiento El Orito y Peñoles (Conagua, 2007: 5). Hasta 2012 sólo se trataba la mitad de la capacidad de la planta el Orito, es decir, alrededor de 10% del agua residual total generada. No obstante, en marzo de 2012, se inauguró la Planta Tratadora de Aguas Residuales ubicada en la comunidad Noria de Gringos, la cual tiene una capacidad de tratamiento del 17%, incrementando el volumen de aguas tratadas.

Finalmente, en septiembre de 2013, se inaugura la planta de tratamiento Osiris, ubicada al oriente de la zona conurbada de Guadalupe, planta de mayor capacidad de operación en el estado. De acuerdo con la información periódica, esta obra tiene la capacidad de tratar hasta 600 litros de aguas negras cada segundo y saneará un 80% de las aguas residuales de Zacatecas y la totalidad de las aguas de Guadalupe; por lo tanto, tratará la parte faltante de aguas residuales de la zona conurbada (*El Sol de Zacatecas-Redacción*, 7 de septiembre de 2013). Este tratamiento era vital e impostergable debido a que el agua que se conduce al arroyo de La Plata y que llega a la zona de la Zacatecana (80%) era utilizada para riego de cultivos, lo que conducía a problemas de contaminación de

los productos agrícolas, generación de efectos negativos en los ecosistemas de la zona y riesgos para la salud de la población.

De acuerdo con información del personal de Conagua (2003), la zona de la Zacatecana era regada con las aguas residuales, como ya se mencionó, lo que le facilitó extender su área agrícola. El agua que se trata en el Orito también era utilizada para fines de riego, y aunque de esta agua sólo se trata la mitad, la ventaja es que al juntar el agua tratada y no tratada se reducía la carga contaminante, por lo tanto, los cultivos eran afectados en menor medida. Esta realidad puede ser cambiada con la puesta en marcha de la planta Osiris, ya que de su agua tratada se han comprometido reutilizar 25% del agua que será destinada a uso agrícola para el riego de cultivos de tallo alto (Ollaquindia, 2013). A pesar de señalar la contaminación como un problema constante de largo plazo, es necesario reconocer los grandes avances en la construcción de infraestructura para el tratamiento de agua.

En suma, en las fases de prestación de los servicios de agua se observa el tránsito de los factores que contribuyen al mal manejo del recurso: sobreexplotación de los acuíferos; riesgos naturales de salinización; desperdicio del recurso tanto por infraestructuras obsoletas como por tomas clandestinas; fallas en los medidores instalados y sin servicio; inequidad en el abastecimiento de agua, y hasta hace muy poco tiempo, contaminación provocada por las aguas residuales sin tratamiento. Sin embargo, para tener un panorama de gestión integral, es necesario señalar los problemas institucionales, administrativos y políticos que agravan este contexto.

### **Aspectos institucionales en la prestación de los servicios de agua**

#### *Instituciones involucradas en el manejo*

Las tres dependencias relacionadas con el manejo, operación y normatividad del agua son la Comisión Nacional del Agua (Conagua), de-

pendencia federal, cuya visión es ser un órgano normativo y de autoridad con calidad técnica, y promotor de la participación de la sociedad y de los órdenes de gobierno en la administración del agua; la Comisión Estatal de Agua Potable y Alcantarillado (CEAPA), que era hasta el año 2012 la dependencia normativa estatal, cuya función es ejecutar diversos programas en todo el estado —obras de administración, conservación, mantenimiento y desarrollo de los sistemas de agua potable y alcantarillado— con recursos federales, estatales, municipales y de los propios beneficiarios de las obras; a partir del 1° de enero de 2013, por decreto gubernamental, desaparece esta Comisión para dar paso a la Secretaría de Agua y Medio Ambiente del Estado de Zacatecas (esta nueva dependencia fusiona dos instituciones clave para el estado, la CEAPA y el Instituto Estatal de Medio Ambiente de Zacatecas (IEMAZ), que tenía como función el cuidado ambiental); y, por último, la JIAPAZ, que es un organismo operador descentralizado e intermunicipal, que tiene el compromiso de proporcionar el servicio de agua potable a los usuarios en cantidad y calidad. Este último desarrolla procesos tales como extracción, potabilidad, conducción, comercialización y tratamiento de aguas residuales y su reúso (JIAPAZ, 2005: 11) (Ver figura 4). La JIAPAZ se conforma por seis direcciones: la Dirección General, que integra los departamentos de Asuntos Jurídicos, Auditoría Interna, Atención a Usuarios y Comunicación Social; la Dirección Técnica, subdividida en los departamentos de Estudios y Proyectos, Construcción, y Fraccionamientos; la Dirección de Captación, integrada por los departamentos Captación Zacatecas y Captación Guadalupe; la Dirección de Distribución y Alcantarillado, constituida por los departamentos de Distribución y Alcantarillado Zacatecas, Distribución y Alcantarillado Guadalupe, Oficinas Foráneas Zacatecas, Oficinas Foráneas Guadalupe y Calidad del Agua; la Dirección Comercial, que aglutina los departamentos de Informática, Comercial Zacatecas, Lectura y Notificación Zacatecas, Comercial Foráneo Zacatecas, Comercial

Guadalupe, Lectura y Notificación Guadalupe y Comercial Foráneo Guadalupe; finalmente, la Dirección Administrativa, compuesta por los departamentos de Finanzas, Recursos Humanos, Servicios Generales, y Operación y Mantenimiento de Sistemas de Red (*Periódico Oficial del Gobierno del Estado de Zacatecas*, 2 de julio de 2005).

Aunque las tres dependencias mencionadas repercuten en el uso y manejo del recurso agua, el enfoque del caso de estudio fue, en mayor medida, en la JIAPAZ, por ser el organismo operador local del que se obtuvo mayor información.

### *Aspectos financieros*

Los problemas más relevantes del organismo operador de agua son no ser autosuficiente ni financiera ni políticamente. Para Jouravlev (2004), Garrocho (2004), y López y Aguilar (2007), este organismo tiene una debilidad institucional. Respecto al plano económico, el cobro del agua está por debajo de su costo real y es subsidiado por el gobierno. Con base en la información de Conagua (2007: 6 y 7), JIAPAZ factura un total de 73 848 507 pesos, que provienen de 73 048 tomas con servicio continuo (7 854 tomas de cuota fija y 65 194 de servicio medido) y recauda de esta agua facturada 68 226 290, lo que representa un 92% de eficiencia de cobranza; esto indica que un 8% del agua facturada no es recaudada.

Si se compara la eficiencia de cobranza con organismos operadores de las ciudades fronterizas, como Tijuana o Nuevo Laredo (Comisión Estatal de Servicios Públicos de Tijuana, Baja California o la Comisión Municipal de Agua Potable y Alcantarillado de Nuevo Laredo, Tamaulipas), que tienen una eficiencia de cobranza de 69 y 68%, respectivamente (de acuerdo con el artículo 121 de la Ley General de Salud protegen al usuario al no permitir el corte del abastecimiento de agua; Flores, 2008: 22), se puede afirmar que la medida de *suspensión del servicio* utilizada en el cobro de los servicios es exitosa en la zona de estudio. A pesar de ello, sus ingresos quedan por debajo de la

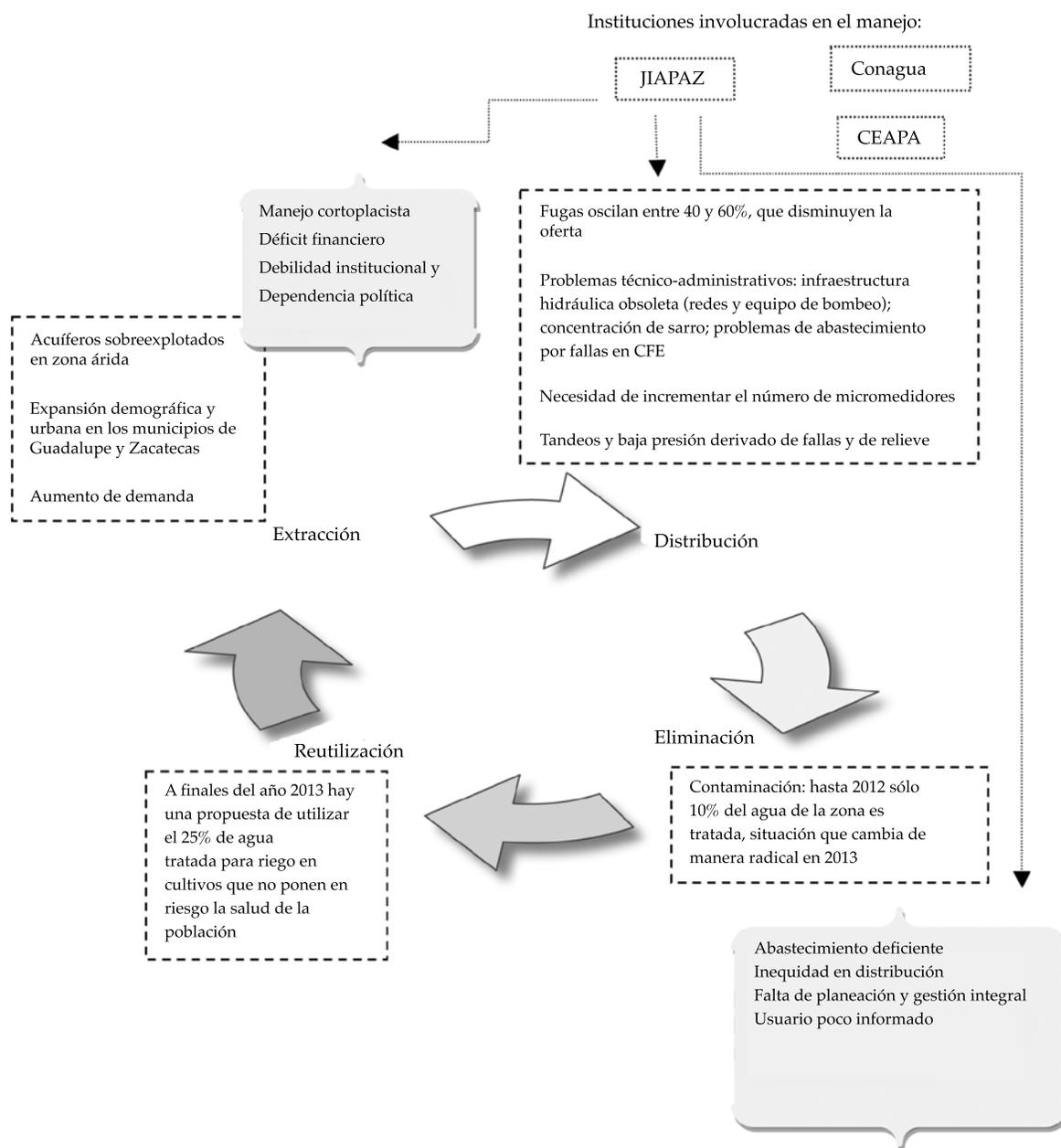


Figura 4. Problemas en el manejo hídrico urbano de la zona Zacatecas-Guadalupe. Elaboración propia.

cifra de sus egresos, lo que indica problemas económicos y, por consiguiente, repercusiones en su funcionamiento.

De acuerdo con información obtenida para el año 2007, el déficit financiero de operación del organismo era de 16% (cuadro 1). Este déficit financiero es un problema constante de los orga-

nismos operadores; en mayor o menor medida sus bajas autonomías financieras son evidentes (Schteingart & Torres, 2002; Navarro, 2010). Los rubros principales del ingreso eran los servicios de agua y los derechos de desarrollos. Por su parte, los gastos más significativos son la energía eléctrica y los servicios personales o

Cuadro 1. Déficit en el gasto corriente de JIAPAZ.

Ingresos (46%)		Egresos (54%)	
Concepto	Pesos	Concepto	Pesos
Servicio de agua	68 226 929	Servicios personales	48 823 232
Derechos de desarrollo	20 516 291	Energía eléctrica	46 045 671
Otros	8 678 876	Otros	12 169 728
Derechos de conexión	1 155 566	Derechos por uso o explotación de aguas y descargas de agua residual	8 195 361
Venta de aguas residuales tratadas	119 137	Materiales y suministros	2 860 452
Servicio de alcantarillado	83 726		
<b>Total</b>	<b>98 780 525</b>		<b>118 094 444</b>
<b>Déficit</b>			<b>19 313 919</b>

Fuente: elaboración propia con datos de Conagua (2007: 6 y 7).

sueldos. Este déficit empeora si se considera que en los gastos operativos o de funcionamiento no se incluyen los costos de mantenimiento y reparación de las infraestructuras obsoletas y dañadas, ni tampoco se incorpora la deuda atrasada que se tiene con la Comisión Federal de Electricidad (CFE). Este problema pendiente con la CFE se relaciona con aspectos administrativos y financieros, pues cuando esta red tiene fallas provocadas por ventarrones y descargas eléctricas y en la temporada de lluvias (Amador, 2008; Castro, 2008), el bombeo del agua en los pozos se detiene. Por lo tanto, para la Dirección de Captación de JIAPAZ, estos problemas están fuera de su control.

Estos datos muestran cómo las autoridades del organismo operador tienen una actitud cortoplacista en la resolución de sus problemas; es decir, hay una saturación en sus funciones específicas y se busca solucionar de manera inmediata, lo que provoca conflictos más profundos en el largo plazo (Anton, 1996). A pesar de este manejo, en las entrevistas a los funcionarios se percibe el amplio conocimiento de los problemas que se tienen en cada dirección que conforma dicho organismo, tal es el caso de la Dirección de Captación, de la Dirección de Distribución y Alcantarillado, y de la Dirección Comercial, por mencionar sólo algunas. Sin embargo, sus actividades cotidianas no permiten la existencia de un análisis integral que proponga

una solución propositiva a los problemas del organismo.

### Tarifas

Si nos centramos en las tarifas, JIAPAZ está estratificado en tres niveles o zonas domésticas de acuerdo con el nivel socioeconómico. Hasta octubre de 2008 se manejaba por el acuerdo a la *Modificación de tarifas de agua potable y alcantarillado* de 1999, es decir, las tarifas se conservaron estáticas por nueve años, mientras los gastos de operación incrementaban. La tarifa mensual mínima para los usuarios en la zona I era de 45 pesos, pagando el usuario 30 y gobierno del estado 15 pesos; en la zona II, la tarifa era de 49 pesos; finalmente, en la zona III, 59 pesos (*Periódico Oficial del Gobierno del Estado de Zacatecas*, 9 de junio de 1999). Se especulaba que la razón de que no incrementaran las tarifas era debido a *costos políticos* o, como señala Aguilera (2006: 4), debido a “una administración pública que inhibía sus responsabilidades con el fin de no enfrentarse a determinados conflictos y grupos de interés”.

Como resultado de este déficit financiero, el sistema tarifario del organismo operador de agua potable inició un proceso de ajustes para solventar los costos de operación. El 25 de octubre de 2008 se publicó un cambio tarifario; lo más destacado de él fue que el consumo mí-

nimo transitó de 15 a 10 m<sup>3</sup> (*Periódico Oficial del Gobierno del Estado de Zacatecas*, 25 de octubre de 2008). De tal manera que si la zona I consumía de 0 a 10 m<sup>3</sup> pagaba 47 pesos y si este consumo mínimo saltaba 1 m<sup>3</sup>, el pago era de 98 pesos, por situarse ya en el rango que oscilaba entre 11 y 20 m<sup>3</sup>. En la zona II, por el rango de 0 a 10 m<sup>3</sup> se pagaban 78.40 pesos y 172.20 pesos si se situaba en el siguiente rango. Por último, en la zona III, por el consumo de 0 a 10 m<sup>3</sup> se pagaban 94.40 pesos y si se transitaba al siguiente rango, el pago ascendía 205.20 pesos. En síntesis, se puede argumentar que el incremento se justificó por dos razones: los problemas económicos por los que atravesaba el organismo operador y por ser una zona árida que necesita integrar en su planeación el ahorro del recurso agua. Sin embargo, el problema fue que no existió información dirigida a la población, como no se

efectuó una campaña de concientización, donde se le expusieran los objetivos del incremento y los problemas que se resolverían con él, la población no se explicaba el porqué del aumento ni la necesidad de bajar el consumo de agua para situarse en el primer rango y pagar solamente el consumo mínimo. Para analizar a detalle las tarifas y los cambios propuestos, ver el cuadro 2. Como lo mencionan Ridder y Wostl (2005), al incluirse el conocimiento e información hacia la localidad, se sustenta la transparencia en el proceso y la representatividad de los grupos. Es vital que la ciudadanía tenga información para generar una concientización sobre el recurso y de esta manera se produzca una mayor autonomía y responsabilidad de su parte.

El resultado de este aumento fue un desacuerdo generalizado por parte de los usuarios, por lo que esta tarifa se mantuvo sólo por cuatro

Cuadro 2. Tarifas del organismo operador.

**Tarifa mantenida por nueve años**

1999-2009	Zona 1		Zona 2		Zona 3	
	0-15 m <sup>3</sup>		0-15 m <sup>3</sup>		0-15 m <sup>3</sup>	
	\$45.00		\$49.00		\$59.00	
Paga usuario	\$30.00					
Subsidio del Estado	\$15.00					

**Tarifa mantenida por cuatro meses**

De octubre 2008 a enero 2009	Zona 1		Zona 2		Zona 3	
	0-10 m <sup>3</sup>	11-20 m <sup>3</sup>	0-10 m <sup>3</sup>	11-20 m <sup>3</sup>	0-10 m <sup>3</sup>	11-20 m <sup>3</sup>
	\$47.00	\$98.00	\$78.40	\$172.20	\$94.40	\$202.20

**Tarifa actual (ajustada)**

De 2009 a la fecha	Zona 1		Zona 2		Zona 3	
	0-10 m <sup>3</sup>		0-10 m <sup>3</sup>		0-10 m <sup>3</sup>	
	\$48.00*		\$63.70		\$76.70	
Propuesta menos tarifa anterior			\$78.40 - \$49.00		\$94.40 - \$59.00	
Diferencia			\$29.40		\$35.40	
50% de la diferencia			\$17.70		\$17.70	
Suma de tarifa anterior más incremento de 50%			(\$49.00 + \$17.70) = \$63.70		(\$59.00 + \$17.70) = \$76.70	

\* Se le incrementó sólo la inflación del periodo.

Fuente: elaboración propia con datos del *Periódico Oficial del Gobierno del Estado* (1999 y 2008).

meses (de octubre de 2008 a enero de 2009). El argumento para el cambio de tarifa fue “el apoyo en etapa de crisis financiera a la población de la zona conurbada”, señalando al gobierno como protector de esta negociación, el Consejo Consultivo de la JIAPAZ acordó una reducción de 50% sobre el aumento aplicado en octubre, que iniciaría en febrero de 2009 (*Periódico Oficial del Gobierno del Estado de Zacatecas*, 7 de febrero de 2009). Por ejemplo, si en la zona II se pagaban 49 pesos antes del 25 de octubre del 2008, en el periodo de octubre 2008 a febrero 2009 se pagaba 78.40 pesos (29.40 pesos más). A partir de la modificación de febrero de 2009 se pagará la mitad del incremento, es decir los 49 pesos más 14.70, que ascienden a 64 pesos. Así, con este acuerdo, los 66 mil usuarios que tienen la tarifa doméstica de la zona II pagarán 64 pesos, es decir 15 pesos más que años anteriores. Los tres mil usuarios de la zona doméstica III pagarán 78 y los casi veinte mil usuarios de la zona I de colonias pobres y sectores vulnerables pagarán sólo 48 pesos; el aumento se mantendrá proporcional a la inflación. Este cobro se mantendrá para usuarios que no rebasen los 10 m<sup>3</sup> (López, 2009; Ibarra, 2009).

Esta modificación en la tarifa muestra el poder de la presión política y el poco seguimiento de un plan a largo plazo que introduzca medidas de ajuste eficientes. Hasta que la situación se vuelve insostenible se realizan modificaciones y éstas no están debidamente fortalecidas.

La información de la zona conurbada Zacatecas-Guadalupe nos muestra el proceso de manejo de agua urbana ineficiente (figura 4). Se relacionan elementos *ambientales* (contexto desértico, relieve accidentado de algunas zonas, sobreexplotación de sus pozos) con aspectos *sociales* (crecimiento de la población urbana que genera un desequilibrio hídrico, inequidad en la distribución, desconocimiento generalizado de la problemática del agua por parte del usuario) y factores *institucionales* (debilidad económica y manejo cortoplacista del organismo, infraestructura hidráulica obsoleta, sistema tarifario sujeto a intereses políticos), que en su conjunto demandan una planeación integral para la mejora del manejo del recurso.

## Reflexiones finales

El avance y reconocimiento de una gestión integral en los recursos hídricos en el mundo es innegable, sin embargo las evidencias muestran que los progresos en este análisis integral son más conceptuales que aplicados. Los casos de estudio centrados en el manejo de los servicios en zonas urbanas coinciden en problemáticas similares y manejos no sostenibles, pero al mismo tiempo se alcanzan a ver particularidades o contextos, lo que permite buscar soluciones más adecuadas.

Los problemas de manejo hídrico urbano que se manifiestan en la figura 4 son el resultado de una variedad de interacciones ambientales, sociales, administrativas y económicas, que dan cuenta de un manejo ineficiente del recurso agua en la zona de estudio. Evidencian un modelo de gestión cortoplacista y carente de un manejo integral, que puede llegar incluso a condicionar el desarrollo socioeconómico de la zona conurbada.

Generalmente se plantean soluciones homogéneas dirigidas desde el ámbito nacional; estas políticas de carácter mayoritariamente técnico se traducen en alternativas como la perforación profunda de pozos para abastecer a más población, la búsqueda de nuevos acuíferos, el uso de instrumentos restauradores del ambiente o la innovación tecnológica. No obstante, no contextualizan los espacios y recursos, por lo que sólo palean el problema de forma parcial y con el transcurso del tiempo se conduce a problemas más agudos.

Si analizamos las fases de la prestación de los servicios de agua y alcantarillado, se observa que en cada una de ellas se arrastran deficiencias que van magnificando el problema general. Por ejemplo, al resolver las demandas de agua por el incremento poblacional, se sobreexplotan los acuíferos; se extrae agua más profunda que conduce a una disminución de la calidad del líquido; se extrae de lugares más alejados, lo cual conlleva un incremento de recursos para infraestructura, entre otros costos necesarios.

En la fase de distribución y consumo, pero involucrando al organismo operador de la zona de estudio, se constata que resuelven conflictos que se presentan de forma cotidiana, como solventar su gasto corriente con los ingresos disponibles; pero a cambio se descuida la inversión real requerida para mantenimiento de las redes o plantas de tratamiento, o pago de gastos viales, como los de la CFE, lo que conduce a compromisos económicos actuales y su agudización en el futuro. Aunque por supuesto es necesario reconocer el amplio trabajo que desarrolla el organismo en áreas de mejora y reparación de fugas en diferentes tramos, se sigue esta tendencia emergente que no resuelve en la totalidad los problemas.

El estudio también revela la existencia de inequidad social en la distribución y acceso a los servicios de agua, lo cual se traduce en que los altos indicadores de cobertura y eficiencia del organismo operador del servicio están sobredimensionados, pues no contemplan que la población con menos recursos y localizada en zonas más vulnerables paga más y recibe un servicio de menor calidad y cantidad de agua.

En relación con las tarifas, es necesaria una actualización constante de las mismas, que conlleve a que se recuperen los costos *reales* implicados en la producción del agua. Ello incentivaría dos aspectos primordiales: primero el uso eficiente de los servicios por parte de los usuarios, donde la participación conjunta y la concientización de la problemática es determinante, porque como se observó si no hay una comunicación adecuada entre las autoridades que prestan el servicio y el usuario, los cambios tarifarios son rechazados y no tienen futuros prometedores; segundo, la estabilidad financiera del operador, aspecto prioritario en la planeación y autonomía del organismo. De lo contrario, se continuará con la tendencia de ser rebasado en su manejo administrativo, económico y político.

En la fase de eliminación es necesario dar continuidad a los adelantos en la infraestructura del tratamiento de aguas residuales; es imprescindible pensar en el reúso del agua

tratada como un recurso de primera mano. Por ello, en zonas desérticas, los estudios sobre factibilidad de uso de aguas tratadas son urgentes. Más que continuar con el enfoque de escasez de agua, es prioritario el uso eficiente de las fuentes existentes. Si hay un avance técnico relacionados con la eficiencia en la operación de las plantas de tratamiento de aguas residuales que se vincula con el cumplimiento adecuado de las normas de descontaminación, le sigue fomentar un compromiso social que oriente hacia la aceptación y el control del reúso, por supuesto cubriendo las implicaciones de salud pública que conlleva, así como un replanteamiento de corte económico que integre la planeación de sistemas efectivos de reúso, y por último y el más importante, el compromiso político para continuar con esta iniciativa.

Por otra parte, en un contexto como el de la zona de estudio, es inaceptable que se continúe con un modelo de gestión lineal en el que se compromete la estabilidad hídrica de las ciudades. La zona tiene como punto de partida una situación histórica de aridez, que constituye una limitante para la mayor parte del estado de Zacatecas. Por tanto, el uso sustentable del agua debe contemplar la reducción de las pérdidas físicas y comerciales del organismo operador, la equidad social en las formas de distribución, la gestión responsable entre los organismos administradores—instituciones—, operadores y usuarios del servicio, y fundamentalmente la efectividad en el reúso. Todo ello da cuenta de la necesidad de planeación y aplicación de una política más integral que contemple diferentes ejes del problema para resolverlo en su conjunto.

Por último, como temas clave a futuro destacan la generación de indicadores públicos y actualizados, que permitan tener certidumbre de la información y el estado actual de la gestión del agua y la proyección de su tendencia hacia escenarios futuros, así como la búsqueda de formas precisas de concientización de la población sobre el recurso agua en una zona árida y el conocimiento de los ciclos del agua.

## Referencias

- Aguilera, F. (2006). Hacia una nueva economía del agua: cuestiones fundamentales. *Polis, Revista de la Universidad Bolivariana*, 5(14), 1-13. Consultado el 26 de abril de 2008. Recuperado de <http://polis.revues.org/5044>.
- Amador, J. (20 de marzo de 2008). *Ventarrones dejan sin agua a gran parte de Zacatecas* (imagen). Consultado en enero de 2009. Recuperado de <http://hemeroteca.imagenzac.com.mx/>.
- Anton, J. D. (1996). *Ciudades sedientas. Agua y ambientes urbanos en América Latina*. Ottawa: Coedición del Centro Internacional de Investigaciones para el Desarrollo, UNESCO y Editorial NORDAN-Comunidad.
- Arrojo, P. (2005). *Los retos éticos de la nueva cultura del agua* (p. 6). Encuentro por una Nueva Cultura del Agua en América Latina, España. Consultado el 10 de noviembre de 2009. Fundación Nueva Cultura del Agua. Recuperado de <http://www.fnca.eu/fnca/america/docu/pedroarrojo.pdf>.
- Banco Mundial (2013). *Estudio para el mejoramiento del marco institucional para la gestión del agua*. Consultado el 20 de enero de 2015. Chile: Banco Mundial. Recuperado de <http://www.dga.cl/Documents/Chile%20DGA%20Estudio%20para%20el%20Mejoramiento%20del%20Marco%20Institucional%20para%20la%20Gestion%20del%20Agua.pdf>
- Barkin, D. (2006). Las contradicciones de la gestión del agua urbana en México (pp. 44-71). En D. Soares, V. Vázquez, A. Serrano, & A. R. Regalado (Coords.). *Gestión y Cultura del Agua*. Tomo I. México, DF: Instituto Mexicano de Tecnología del Agua.
- Breña-Puyol, A. F. (2007). La problemática del agua en zonas urbanas (pp. 69-89). En J. A. Morales-Novelo & L. Rodríguez-Tapia (Coord.). *Economía del agua. Escasez del agua y su demanda doméstica e industrial en áreas urbanas*. México, DF: Miguel Ángel Porrúa.
- Castro, J. (4 de marzo de 2008). *Se quedan sin agua diez colonias debido al fuerte viento*. Consultado el 28 de enero de 2009. Recuperado de <http://www.oem.com.mx/elsoldezacatecas/notas/n616580.htm>.
- Conagua (2010). *Resumen del número de aprovechamientos y volumen concesionado por uso (m<sup>3</sup>), y por acuíferos*. Zacatecas, México: Comisión Nacional del Agua, Dirección Local Zacatecas, Coordinación del Área Técnica, Departamento de Aguas Subterráneas.
- Conagua (2007). *Reporte de la Subdirección General de Infraestructura Hidráulica Urbana*. Zacatecas, México: Comisión Nacional del Agua, Mimeo.
- Conagua (2003). *Calidad del Agua*. Zacatecas, México: Comisión Nacional del Agua, Gerencia Estatal de Zacatecas, Subgerencia de Ingeniería, Saneamiento y Calidad del Agua, Mimeo.
- Tetreault, D. & McCulligh, C. (2012). *Alternativas para el abastecimiento de agua para la Zona Conurbada de Zacatecas y Guadalupe*. Primer Seminario Nacional Las Ciudades y sus Retos del Milenio. Los Problemas Sociourbanos Regionales de las Ciudades Mexicanas, Zacatecas, Zacatecas, del 21 al 23 de noviembre.
- Drakakis-Smith, D. (1995). Third World Cities: Sustainable Urban Development. *Urban Studies*, 32(4-5), 659-677.
- El Sol de Zacatecas-Redacción (7 de septiembre de 2013). En Zacatecas inauguran planta de tratamiento de aguas residuales Osiris. *El Sol de Zacatecas*. Consultado el 7 de noviembre de 2013. Recuperado de <http://www.oem.com.mx/elsoldezacatecas/notas/n3115354.htm>.
- El Sol de Zacatecas-Redacción (15 de abril de 2013). Rehabilita JIAPAZ red de agua potable. *El Sol de Zacatecas*. Consultado el 6 de febrero de 2013. Recuperado de <http://www.oem.com.mx/elsoldezacatecas/notas/n2950106.htm>.
- Flores, J. I. (2008). *Las políticas de reforzamiento del pago y su impacto en la provisión de los servicios de dos organismos operadores de agua en el norte de México*. Tesis de grado. Maestría en Administración Integral del Ambiente. Tijuana, México: El Colegio de la Frontera Norte.
- Furomai, H. (2008). Urban Water Use and Multifunctional Sewerage Systems as Urban Infrastructure (pp. 29-46). In: K. Hanaki (Ed.). *Urban Environmental Management and Technology*. Earth and Environmental Science Collection. Tokio: Springer Japan.
- Garrocho, C. (2004). Diez reflexiones sobre el agua (pp. 45-62). En B. Graizbord & J. Arroyo-Alejandre (Coords.). *El futuro del agua en México*. México, DF: Centro Cultural S.A. de C.V.
- Geldof, G. & Stahre, P. (2004). The Interaction between Water and Society, a New Approach to Sustainable Stormwater Management (pp. 381-394). In J. Marsalek, D. Sztruhar, M. Giulianelli, & B. Urbonas (Coords.). *Enhancing Urban Environment by Environmental Upgrading and Restoration*. Netherlands: Kluwer Academic Publishers.
- González-Hernández, M. (2009). La revitalización del Centro Histórico de Zacatecas y la conciencia social. *Economía, Sociedad y Territorio*, 9(30), 473-513.
- Graizbord, B. (2004). Los umbrales del agua: preguntas y desafíos (pp. 63-86). En B. Graizbord & J. Arroyo-Alejandre (Coords.). *El futuro del agua en México*. México, DF: Centro Cultural S.A. de C.V.
- Ibarra, F. (28 de enero de 2009). Reducirán 30% las tarifas del agua potable en cuatro municipios. *El Sol de Zacatecas*. Consultado el 28 de enero de 2009. Recuperado de <http://www.oem.com.mx/elsoldezacatecas/notas/n1024550.htm>.
- INEGI (2011). *Perspectiva estadística de Zacatecas*. Instituto Nacional de Estadística y Geografía. Consultado el 29 de diciembre de 2011. Recuperado de <http://www.inegi.org.mx>

- inegi.org.mx/est/contenidos/espanol/sistemas/perspectivas/perspectiva-zac.pdf.
- INEGI (2007). *Anuario estadístico del estado de Zacatecas*. Instituto Nacional de Estadística y Geografía. Consultado el 11 de septiembre de 2008. Recuperado de <http://www.inegi.org.mx/est/contenidos/espanol/sistemas/Aee07/estatal/zac/index.htm>.
- INEGI (2001). *Anuario estadístico del estado de Zacatecas*. Instituto Nacional de Estadística y Geografía. Consultado el 11 de septiembre de 2008. Recuperado de <http://www.inegi.org.mx/est/contenidos/espanol/Sistemas/aee01/estatal/zac/index.htm>.
- INEGI (1999). *Anuario estadístico del estado de Zacatecas*. Instituto Nacional de Estadística y Geografía. Consultado el 11 de septiembre de 2008. Recuperado de <http://www.inegi.org.mx/est/contenidos/espanol/sistemas/Aee99/estatal/zac/index.htm>.
- INEGI (1995). *Anuario estadístico del estado de Zacatecas*. Instituto Nacional de Estadística y Geografía. Consultado el 11 de septiembre de 2008. Recuperado de <http://www.inegi.org.mx/est/contenidos/espanol/sistemas/Aee95/estatal/zac/index.htm>.
- INEGI (2005). Marco geoestadístico municipal, escala 1:250 000 (disco compacto). México, DF: Instituto Nacional de Estadística y Geografía.
- JIAPAZ (2005). *Manual de Organización de la Junta Intermunicipal de Agua Potable y Alcantarillado de Zacatecas*. Junta Intermunicipal de Agua Potable y Alcantarillado de Zacatecas. Consultado el 8 de agosto de 2008. Recuperado de <http://transparencia.zacatecas.gob.mx/pordependencias/acuerdosmanuales.php?dependencia=jiapaz>.
- JIAPAZ (2008). *Mapa*. Comunicación personal. Zacatecas, México: Junta Intermunicipal de Agua Potable y Alcantarillado de Zacatecas.
- Jiménez-Torrecilla, N. & Martínez, G. (2003). La nueva cultura del agua: hacia un modelo de gestión hídrica. *ROLDE: Revista de Cultura Aragonesa, España*, 105-106, 17-32.
- Jouravlev, A. (julio, 2004). *Los servicios de agua potable y saneamiento en el umbral del siglo XXI* (pp. 1-69). Núm. 74. Serie Recursos Naturales e Infraestructura. Santiago de Chile: CEPAL.
- López, F. M. & Aguilar, A. G. (2007). Urbanización periférica y gestión del agua en la ciudad de México (pp. 77-88). En A. García & Ma. L. García (Coords.). *Un mundo de ciudades. Procesos de urbanización en México en tiempos de globalización*. España: Geo Forum.
- López, M. (28 de enero de 2009). Disminuyen tarifas del agua potable. El aumento aplicado en octubre se reduce 50%. Consultado el 28 de enero de 2009. *Periódico Imagen*. Recuperado de <http://www.imagenzac.com.mx/2009/01/28/capital1.htm>.
- Morales-Novelo, J. A. & Rodríguez-Tapia, L. (2007). Retos y perspectivas de una gestión no sustentable del agua en el área metropolitana del valle de México. En J. A. Morales-Novelo & L. Rodríguez-Tapia (Coords.). *Economía del agua. Escasez del agua y su demanda doméstica e industrial en áreas urbanas* (pp.15-68). México, DF: Miguel Ángel Porrúa.
- Muller, M. (2008). Free Basic Water a Sustainable Instrument for a Sustainable Future. *South Africa, Environment and Urbanization*, 20(1), 67-87.
- Navarro, S. K. (2010). La problemática de agua urbana en la ciudad de Tijuana, Baja California, y algunas alternativas para una gestión sustentable. Tesis de grado. Maestría en Administración Integral del Ambiente. Tijuana, México: El Colegio de la Frontera Norte.
- NTR Periodismo Crítico-Redacción (8 de octubre de 2013). Limpia JIAPAZ alcantarillas y drenajes: previene encharcamientos. *NTR Periodismo Crítico*. Consultado el 6 de febrero de 2014. Recuperado de <http://ntrzacatecas.com/2013/10/08/limpia-jiapaz-alcantarillas-y-drenajes-previene-encharcamientos/>.
- Ollaquindia, R. (8 de septiembre de 2013). Inauguran la planta de tratamiento Osiris; inicialmente sólo se usará 25 % del agua tratada. *La Jornada Zacatecas*. Consultado el 7 de noviembre de 2013. Recuperado de <http://www.ljz.mx/2013/09/08/0025-osiris.html>.
- ONU (2007). *El agua una responsabilidad compartida. Informe de las Naciones Unidas sobre el desarrollo de los recursos hídricos en el mundo* (587 pp.). París: Organización de las Naciones Unidas.
- ONU (2009). *Objetivos de Desarrollo del Milenio. Informe 2009* (60 pp.). New York: Organización de las Naciones Unidas.
- Periódico Oficial del Gobierno del Estado de Zacatecas (25 de octubre de 2008). *Acuerdo para la implementación de medidas en apoyo a la economía de las familias de Guadalupe, Morelos, Vetagrande y Zacatecas, en relación a las tarifas acordadas y publicadas en el periódico oficial de gobierno del estado*. Periódico Oficial del Gobierno del Estado de Zacatecas (25 de octubre 2008). *Ajuste y actualización de las tarifas de agua potable de JIAPAZ*.
- Periódico Oficial del Gobierno del Estado de Zacatecas (2 de julio 2005). *Manual de organización de la Junta Intermunicipal de Agua Potable y Alcantarillado de Zacatecas*.
- Periódico Oficial del Gobierno del Estado de Zacatecas (9 de junio 1999). *Acuerdo. Modificación de tarifas de agua potable y alcantarillado*.
- Ridder, D., & Wostl, C. P. (2005). Participatory Integrated Assessment in local Level Planning. *Regional Environmental Change*, 5(4), 188-196.
- Schteingart, M., & Torres, M. T. (2002). Políticas de agua y drenaje en la ciudad de México, y su aplicación en las colonias estudiadas (pp. 129-188). En M. Schteingart (Coord.). *Pobreza, condiciones de vida y salud en la Ciudad de México*. México, DF: El Colegio de México.
- Torres, A. (11 de junio de 2013). Enfrenta JIAPAZ rezago de 20 años en infraestructura hidráulica. *NTR Periodismo Crítico*. Consultado el 5 de febrero de 2014. Recuperado de

<http://ntrzacatecas.com/2013/06/11/enfrenta-jiapaz-rezago-de-20-anos-en-infraestructura-hidraulica/>.

Torres, A. (30 de mayo de 2013). Tandeá JIAPAZ el 80% de los usuarios. *NTR Periodismo Crítico*. Consultado el 6 de febrero de 2014. Recuperado de <http://ntrzacatecas.com/2013/05/30/tandea-jiapaz-el-agua-a-80-de-los-usuarios/>.

Wang, R. & Li, F. (2007). Eco-Complexity and Sustainability in China's Water Management (pp. 23-38). In C. Pahl-Wostl, P. Kabat, & J. Moltgen (Eds.). *Adaptive and Integrated Water Management*. Berlin, Heidelberg: Springer-Verlag.

## Dirección institucional de los autores

*Patricia Rivera*

Profesor investigador  
Departamento de Economía  
El Colegio de la Frontera Norte  
Teléfono: +52 (664) 6316 300, extensión 3419  
Km. 18.5 carretera escénica Tijuana-Ensenada, San Antonio del Mar  
22560 Tijuana, Baja California, MÉXICO  
privera@colef.mx

*Adrián Guillermo Aguilar*

Investigador  
Instituto de Geografía  
UNAM  
Teléfono: +52 (55) 5622 4330  
adrian@unam.mx