



Estudios Fronterizos

ISSN: 0187-6961

ref@uabc.edu.mx

Universidad Autónoma de Baja California  
México

Navarro-Chaparro, Karina; Rivera, Patricia; Sánchez, Roberto  
Análisis del manejo de agua en la ciudad de Tijuana, Baja California: Factores críticos y  
retos  
Estudios Fronterizos, vol. 17, núm. 33, enero-junio, 2016, pp. 53-82  
Universidad Autónoma de Baja California  
Mexicali, México

Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=53043185003>

- Cómo citar el artículo
- Número completo
- Más información del artículo
- Página de la revista en redalyc.org

redalyc.org

Sistema de Información Científica  
Red de Revistas Científicas de América Latina, el Caribe, España y Portugal  
Proyecto académico sin fines de lucro, desarrollado bajo la iniciativa de acceso abierto

## **Análisis del manejo de agua en la ciudad de Tijuana, Baja California: Factores críticos y retos**

### **Water management analysis of the city of Tijuana, Baja California: Critical factors and challenges**

*Karina Navarro-Chaparro\**, *Patricia Rivera\*\** y *Roberto Sánchez\*\**

#### **Resumen**

Este artículo tiene por objetivo analizar la problemática de la gestión del agua en el contexto urbano de la ciudad de Tijuana en el periodo de 1991 a 2009. Se utilizó como marco teórico la gestión integral y sistémica; y en el marco metodológico se construyeron bases de datos robustas a través de la investigación documental, se efectuaron entrevistas semiestructuradas y se construyó un SIG para la distribución espacial del consumo de agua. Los resultados ponen de manifiesto que la gestión de los recursos hídricos se realiza bajo un proceso lineal, que no considera un diagnóstico amplio de elementos sociales del manejo del agua. Los resultados de la investigación muestran inequidad en la distribución espacial de los servicios hídricos, así como el casi nulo proceso de reciclaje del alcantarillado sanitario tratado y la necesidad de una planeación de largo plazo para asegurar el abasto y consumo de agua después del 2020.

*Palabras clave:* agua, gestión integral y sistémica del agua, insustentabilidad, balance hídrico.

#### **Abstract**

This article analyzes water management issues in the urban area of Tijuana for the period from 1991 to 2009. A comprehensive systematic management system was used as a theoretical framework. For the methodological framework, robust databases were compiled through documentary research, semi-structured interviews were conducted, and Geographical Information Systems (GIS) were used to visualize the spatial distribution of water use. The results reveal that water resource management is conducted under a linear process that does not consider a broad assessment of social elements in water management. The research results show also inequality in the spatial distribution of water services, and little reuse of treated wastewater and the need for long-term planning to secure water supply and consumption after 2020.

*Keywords:* water, comprehensive and systematic water management, unsustainability, water balance.

Recibido: 22 de enero de 2014.

Aprobado: 10 de febrero de 2015.

\* Contraloría General de la República de Colombia, Gerencia Departamental Colegiada Amazonas, Grupo de Vigilancia Fiscal. Dirección: Calle 9, núm. 10-49, Leticia, Amazonas, Colombia. Correo electrónico: shirleyk.navarro@contraloria.gov.co

\*\* Colegio de la Frontera Norte, Tijuana, Baja California, México. Correos electrónicos: privera@colef.mx, robsan@colef.mx

## Introducción

Desde principios del siglo xx, el enfoque de gestión de los servicios de agua orientado en la oferta se ha mantenido en la esfera mundial, en gran medida, por los importantes resultados obtenidos en torno al bienestar social que han proporcionado,<sup>1</sup> y aunque se presentan avances constantes en cobertura y saneamiento, el modelo de gestión del agua no ha logrado reducir la inequidad en la distribución (Organización Mundial de la Salud [OMS], 2010; OMS y Fondo de las Naciones Unidas para la Infancia [Unicef], 2006, 2008).

A nivel mundial se advierte que la escasez de los recursos hídricos se transforma cada día más en una amenaza para los países que han llegado al límite de sus fuentes propias de agua. Cerca de 2 800 millones de personas se enfrentan a algún tipo de escasez de agua (Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo [PNUD], 2006) y los escenarios son menos alentadores al señalar que para el 2030 más de la mitad de la población se encontrará asentada en áreas con estrés hídrico (Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura [Unesco], 2009). Por otra parte, en los últimos 50 años se han incrementado los índices de explotación y contaminación de las fuentes de agua subterránea y superficial.<sup>2</sup> La ciudad de Tijuana<sup>3</sup> es un caso particularmente intere-

<sup>1</sup> Para profundizar sobre el crecimiento de la población mundial y el avance de coberturas y saneamiento, consultar el reporte de la OMS y Unicef (2006), en el cual se plantea que el acceso a fuentes de agua mejorada para la población mundial se incrementó en el periodo de 1990 al 2006 de 78% a 87%, lo que representa una reducción en el desabastecimiento para 600 millones de habitantes. En cuanto a la cobertura de saneamiento, aunque presenta un mayor rezago, también ha reportado incremento de 54% a 62% para el 2006 (OMS y Unicef, 2006).

<sup>2</sup> El uso de agua subterránea se ha incrementado sustancialmente llegando a ser la fuente de agua que abastece 70% de la demanda del sector agrícola (Unesco, 2009). En cuanto a las fuentes de agua superficiales, aproximadamente 75% de los ríos son sacados de su cauce natural para el abastecimiento de diferentes demandas (ONU, 2009).

<sup>3</sup> La ciudad de Tijuana se localiza en la región noroeste del estado de Baja California, limitando al norte con Estados Unidos y el municipio de Tecate, al sur con el municipio de Ensenada y Playas de Rosarito, al este con el municipio de Tecate y Ensenada y al oeste con el municipio de Playas de Rosarito, el Océano Pacífico y los Estados Unidos. Su extensión representa 1.57% de la superficie total del estado (Instituto Nacional de Estadística y Geografía [INEGI], 2005). En términos hidrológicos, la ciudad

sante de esta problemática ya que se enfrenta a dos grandes retos que condicionan el manejo sustentable de sus recursos hídricos. En primera instancia, Tijuana es una de las ciudades del estado de Baja California con mayor dinamismo en el crecimiento poblacional y económico, lo que genera una alta demanda de los servicios urbanos de agua (Consejo Nacional de Población [Conapo], 2009 e INEGI, 2005 y 2006) y por ende en el incremento en uso de agua potable y en la generación de aguas residuales. En segunda medida, la ciudad tiene una limitada disponibilidad natural de las fuentes de agua debido a los escasos recursos hídricos propios, tanto superficiales como subterráneos,<sup>4</sup> característica natural que la condiciona a una dependencia de abasto de agua del Río Colorado (Bernal, 2005; Marcus, 2000).

Para abarcar estas problemáticas se tomó como marco teórico el *enfoque sistémico-integral* el que plantea una perspectiva multidimensional en la que se interrelacionan los aspectos sociales, económicos y ambientales<sup>5</sup> implicados en el manejo de los recursos hídricos, además de su relación sistémica con el bienestar social y ambiental, presente y futuro.

Dentro de esta visión se ubica la propuesta de Girardet (1999), que plantea el estudio de la problemática del agua en el marco de la ciudad como un organismo que tiene un metabolismo definido, aportando una concepción socioespacial a la investigación del tema que no había sido abordada de manera clara en otros estudios hasta este momento. Este planteamiento permite hacer la crítica sobre cómo el manejo de los recursos, en este caso el agua, dentro de una ciudad es esencialmente lineal en contraste con un sistema ambiental cíclico.

---

está ubicada en el punto más bajo de la Cuenca del río Tijuana, unidad morfológica situada en el oeste de la frontera México-Estados Unidos, que permite la escorrentía del agua lluvia y aguas residuales de la mancha urbana de Tijuana y Tecate por el cauce del río Tijuana. Su drenaje natural fluye a través de la frontera estadounidense hacia el suroeste del Condado de San Diego, desembocando en el “Estuario del río Tijuana”, el cual descarga finalmente en el Océano Pacífico.

<sup>4</sup> En la ciudad existen fuentes de agua subterránea como el acuífero del río Tijuana y los pozos de la Misión; sin embargo, sus niveles de contaminación y reducción de la capacidad de abastecimiento, son tales, que su uso es prácticamente improductivo.

<sup>5</sup> A pesar de que teóricamente se podría considerar que lo ambiental incluye los aspectos sociales, para integrar en nuestro análisis los tres ejes de la sustentabilidad este trabajo separa los aspectos económicos, sociales y ambientales o ecosistémicos.

Paralelamente al desarrollo de este enfoque sistémico, Brooks (2005) y Wolff y Gleick (2002) plantean la necesidad de un nuevo paradigma de gestión con orientación integral, a través del uso eficiente del recurso, así como de la prestación de los servicios del agua de acuerdo a los requerimientos de los usuarios finales.

Desde este enfoque teórico, se define para esta investigación a la gestión sustentable del agua como un proceso en el que se interrelaciona la gestión de la demanda,<sup>6</sup> el uso eficiente del agua, y la corresponsabilidad en el manejo que conduzca a la conservación y protección de las fuentes de abastecimiento de agua, para satisfacer no sólo las necesidades actuales de la población sino de igual forma, el prever los requerimientos sociales y ambientales futuros.

Los resultados de esta investigación se presentan a través de cinco apartados. En el primero se expone brevemente el marco metodológico. En el segundo se muestran los principales hallazgos en la prestación de servicios de agua en Tijuana: el abasto, la distribución y el consumo, el alcantarillado, el saneamiento y el reúso de las aguas residuales tratadas. En el tercero se presenta la planeación y estructura financiera de la Comisión Estatal de Servicios Públicos de Tijuana (CESPT). En el cuarto apartado se integra una discusión y análisis sobre los ejes y factores críticos de insustentabilidad en el manejo del agua en Tijuana y por último, se presentan las conclusiones finales, propuestas y retos hacia una gestión sustentable.

## Algunas precisiones metodológicas para efectuar este análisis

En materia metodológica este estudio se desarrolló en cuatro etapas. En la primera se revisó información de fuentes secundarias sobre el caso de estudio y los planteamientos teóricos. En la segunda, se determinó como

<sup>6</sup> Cuando se efectuó la revisión teórica sobre el tema, la gestión de la demanda era un elemento muy importante en la discusión y propuesta, sin embargo, las condiciones del contexto de la ciudad de Tijuana, condujeron a determinar que esta perspectiva de la gestión del agua no es viable, debido a que los consumos de la población son muy bajos, por lo que propuestas bajo este enfoque podrían ser contrarias al bienestar de la población.

unidad central de análisis a la CESPT y como áreas de análisis: el abasto de agua potable, el alcantarillado, el reúso y la estructura financiera del organismo, temáticas sobre las cuales, se construyó una base documental robusta para analizar el servicio de agua en Tijuana en las últimas dos décadas (1991-2009). En la tercera etapa se desarrolló el trabajo de campo que comprendió una estancia de tres meses en la CESPT, el recorrido por los sistemas de potabilización y tratamiento de aguas residuales y la aplicación de 34 entrevistas semiestructuradas<sup>7</sup> de las cuales 20 fueron realizadas a funcionarios claves de los organismos operadores y administradores del recurso hídrico con incidencia local y, se aplicaron 14 entrevistas a proveedores y usuarios ubicados en el asentamiento irregular Valle Redondo,<sup>8</sup> ubicado al extremo este de la ciudad de Tijuana, con el objetivo de determinar las características de oferta y demanda del servicio, así como costos y calidad del agua. Finalmente, en la cuarta etapa se procesó y analizó la información recopilada en Sistemas de Información Geográfica (SIG).

Dentro del procesamiento y análisis de información, es importante mencionar que la clasificación del comportamiento del consumo de los usuarios del sector residencial se realizó a las 495 684 cuentas activas del sector residencial para el año 2009 (de acuerdo al padrón de usuarios de la CESPT), equivalentes a 93.9% del total de usuarios, sobre las cuales se construyó un parámetro denominado “Rango de Consumo Residencial” (RCR), en el cual se establecieron 17 rangos que aumentan progresivamente en 5 m<sup>3</sup>/usuario-mes. El consumo per cápita se calculó con base en el índice habitacional de la ciudad, establecido por el INEGI (2005) en 3.8 habitantes por vivienda. Para categorizar el consumo se utilizaron los parámetros establecidos por la OMS (2003) sobre el nivel de afectación a la salud de acuerdo al nivel de abastecimiento. Esta clasificación por rangos permitió

<sup>7</sup> El listado de entrevistados y guión de la entrevista puede consultarse en Navarro, (2010).

<sup>8</sup> Se tomó como área de estudio, la delegación Valle Redondo, ubicada al extremo este de la ciudad de Tijuana, porque los funcionarios del organismo operador destacaron su relevancia por su tamaño, rápido crecimiento poblacional y el restringido avance de cobertura del servicio de agua. De esta área se abarcaron las colonias El Niño, Ojo de Agua y Maclovio Rojas para la aplicación de las entrevistas a los habitantes que por su condición irregular acceden al agua a través del servicio de las pipas.

determinar que el mayor número de usuarios se concentra en los rangos RCR 1 al RCR 5, representando 92% del total de cuentas del servicio de agua potable con nivel de consumo de 0 a 25 m<sup>3</sup>/usuario-mes, seguido por los rangos del RCR 6 al RCR 10, con 7% con nivel de consumo de 26 a 50 m<sup>3</sup>/usuario-mes. Por otra parte, con el propósito de tener un marco de referencia para categorizar el nivel de consumo, se utilizó el estudio de la OMS (2003) “Cantidad de agua doméstica, niveles de servicio y salud”, en el que se establecen los niveles de afectación al bienestar social de acuerdo con la dotación per cápita de agua. Con base en estos parámetros se reagruparon los rangos de consumo, arrojando así la población que está por debajo y por encima de los consumos sugeridos por este organismo.

En cuanto al cumplimiento de los lineamientos de descontaminación de las aguas residuales, es relevante señalar que fueron analizados a través de los datos de las características del afluente y el efluente aportado por los análisis de laboratorio mensuales de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales de San Antonio de los Buenos (PSAB), para el periodo 1996 al 2008, los cuales fueron contrastados con los Límites Máximos Permisibles (LMP) establecidos por la *Norma Oficial Mexicana NOM-001-ECOL-1996, Que establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales en aguas y bienes nacionales* (Semarnat, 1996) y los LMP de los contaminantes para el reúso de las aguas residuales de la *Norma Oficial Mexicana NOM-003-ECOL-1997, Que establece los Límites Máximos Permisibles de contaminantes para las aguas residuales tratadas que se reúsen en servicios al público* (Semarnat, 1998).

## Hallazgos en la prestación de servicios de agua en Tijuana

### *El abasto*

El periodo de 1950 a 1980 representó un lapso crítico de escasez de agua en la ciudad de Tijuana. Debido a múltiples factores, principalmente migratorios y de crecimiento industrial, la población aumentó ocho veces su tamaño (pasando de 65 364 a 514 583 habitantes), lo que presionó el rápido incremento de la infraestructura hídrica. Para 1987, a tan sólo

cinco años de la apertura del Acueducto Río Colorado Tijuana (ARCT),<sup>9</sup> fue necesario ampliar su capacidad de 1 500 a 2 660 l/seg, y para 1993 a 4 000 l/seg. En 1999 nuevamente se aumentó la capacidad a 5 300 l/seg esperando cubrir los requerimientos hasta el año 2017. Estos datos demuestran que Tijuana ha seguido un modelo tradicional lineal enfocado en oferta-consumo.

Bajo este “modelo de expansión”, en las últimas tres décadas, el sistema de abasto y distribución de agua potable ha sido ampliado cuatro veces, al igual que los volúmenes de extracción. El último incremento utiliza el máximo de agua que le corresponde a la ciudad por parte de la cuota del Río Colorado.<sup>10</sup> Los datos anteriores advierten que para demandas más allá del 2017, la ciudad deberá enfrentarse a la negociación y compra de bloques adicionales de agua;<sup>11</sup> o analizar las alternativas económicas de desalar el agua de mar. Estas proyecciones conducen a reflexionar sobre la urgencia del planear a largo plazo, y de esta forma incorporar el principio intergeneracional en la gestión del agua. Porque de continuar con la tendencia establecida, la negociación y compra implicará mayor presión,

<sup>9</sup> El Acueducto Río Colorado-Tijuana tiene como punto de partida la presa binacional Morelos, posteriormente transita por el Valle de Mexicali, pasando por la Rumorosa hasta llegar a la presa El Carrizo, para finalizar en la potabilizadora El Florido. En su recorrido cubre una distancia de 135.3 km y vence, además, en la zona de la Rumorosa, una altura de aproximadamente 1 061 metros. Esta línea de transporte de agua hasta la ciudad de Tijuana, implica, la operación de diferentes sistemas de bombeo a lo largo de la tubería, con la generación de altos costos por consumo energético, mantenimiento y operación del sistema.

<sup>10</sup> El agua del Río Colorado que abastece al ARCT está legalizada a través del Tratado de Límites y Aguas firmado en el año 1944. El acuerdo establece que Estados Unidos transferirá a México una cuota anual de 1 850 hm<sup>3</sup> de agua (CESPT, 2006). Este recurso es ampliamente competido en el orden nacional e internacional. En México es la fuente de agua superficial más importante utilizada en todo el estado de Baja California y parte de Sonora. Por otra parte, tanto la cantidad como la calidad del recurso dependen en gran medida de la demanda y tipos de usos realizados en los estados de Utah, Arizona, Nevada y California en Estados Unidos.

<sup>11</sup> A pesar de que la propuesta de reúso de agua conlleva un sentido más positivo de un análisis sistémico y autosuficiente con beneficios ecológicos claros, desde un punto de vista meramente económico se tendría que hacer un análisis para comparar la factibilidad económica de la compra de agua en bloques, los altos costos que implicará el desarrollo de la propia infraestructura de reúso y las alternativas de desalinización posibles.



deterioro y aumento en su precio, así como la clara competencia por un mismo recurso que igualmente es finito en las posibilidades de distribución.

Bajo este panorama, consumidores tanto locales como internacionales con iguales, o similares problemáticas de crecimiento acelerado de las demandas y manejo ineficiente de las fuentes de agua, entrarán a negociar un recurso cada vez más escaso y costoso. Situación que podrá representar desventajas para México si se consideran las históricas desigualdades económicas y políticas en relación con su vecino país del norte.

Actualmente Tijuana tiene una alta dependencia del Río Colorado, misma que es planteada por Clausen y Hafkesbrink (2005), Gleick et al. (2009), Larsen y Gujer (1997) y Sharma y Vairavamoorthy (2008) como uno de los grandes retos para hablar de gestión sustentable del agua.<sup>12</sup> El abasto a la ciudad se realiza con 96.2% del agua proveniente de esta fuente externa. No obstante, esta cantidad corresponde a 5.3% del volumen total asignado a México ya que la mayor parte, cerca de 87%, es utilizado en el Valle de Mexicali (CESPT, 2006).<sup>13</sup> Estos datos son muy importantes para entender que la gestión del agua tiene dimensiones regionales e incluso transfronterizas en la corresponsabilidad de su uso eficiente.

La CESPT, órgano descentralizado encargado de la operación de los servicios de agua a nivel local, logró incrementar de manera constante, durante el periodo de 1991 a 2009, la producción de agua potable en 3% promedio anual. Para los usuarios del sector doméstico esto ha representado el incremento de la cobertura de 82.6% en 1991 a 98.4% en 2009, valores que son superiores a la media nacional (90.3%) estimada por la Conagua, (2010) para el año 2008 y una continuidad del servicio las veinticuatro horas del día. Sin embargo, este incremento de cobertura está totalmente relacionado con una gestión centrada en la construcción

<sup>12</sup> Estos autores además de promover el minimizar la dependencia a los recursos hídricos externos, señalan una atención especial a la conservación de fuentes hídricas y a la reducción de los niveles de contaminación, para ellos, estos tres elementos son esenciales para hablar de una gestión sustentable del agua urbana.

<sup>13</sup> Las necesidades más relevantes a cubrir son la producción agrícola y la preservación ambiental de la desembocadura del Colorado, por lo que es importante considerar la discusión de Wolff y Gleick (2002) cuando plantean que un agricultor no demanda agua potable como tal, sino un insumo hídrico que ayude al crecimiento de sus cultivos. Desde esta visión, el agua de abasto puede tener distintas calidades y formas de pago diferenciado de acuerdo a los fines de su aprovechamiento (Jiménez y Martínez, 2003).

de nuevas infraestructuras. Autores como Brooks (2005) y Wolff y Gleick (2002) proponen cambiar este enfoque de gestión y señalan el uso eficiente bajo el concepto “*Soft path*” el cual reconoce que el agua es un recurso que debe ser distribuido de acuerdo a las necesidades de cada usuario lo que pretende conducir a la reducción de costos de tratamiento y al mayor aprovechamiento de agua residual tratada.

Aunque no se desconocen los beneficios sociales generados por niveles de cobertura tan satisfactorios como los obtenidos por la CESPT, también se debe considerar que la medición de la eficiencia del abasto, en razón al aumento de los volúmenes de producción, incentiva prácticas como la sobredemanda de las fuentes y desconoce la problemática social de las 8 100 viviendas locales que aún no tienen acceso al servicio. Esto hace evidente la necesidad de diseñar y aplicar indicadores nacionales más orientados a medir el uso eficiente del agua, las prácticas encaminadas hacia la gestión de su demanda y el contexto específico de cada localidad; no se puede continuar evaluando la eficiencia del uso del agua a través de indicadores generalizados, cuando el país presenta gran disparidad en la disponibilidad y demanda de los recursos hídricos. Asimismo, se encuentra la condición de calidad de las fuentes. Cada vez son más altos los niveles de salinidad del Río Colorado y los límites de contaminación de las aguas residuales tratadas incumplen los estándares establecidos por la norma (Navarro, 2010).

### *La distribución y el consumo*

Por otra parte, analizando los indicadores de medición y facturación en los últimos veinte años, se logró determinar que a pesar de sus incrementos positivos —de 2% y 4% promedio anual, respectivamente— las pérdidas de agua sólo se han reducido en 1%. En el año 2009, cerca de 20% del total de la producción de agua potable en Tijuana se perdió en el sistema de transporte y distribución.<sup>14</sup>

<sup>14</sup> De acuerdo a Larsen y Gujer (1997) la reducción de pérdida por fugas es una medida trascendental para las regiones, por lo que antes de implementar nuevas acciones constructivas se debe procurar la eficiencia de las existentes y fomentar el mayor aprovechamiento de las aguas residuales como señalan Girardet (2006) y, Sharma y Vairavamoorthy (2008).

Si bien este porcentaje de pérdida es inferior respecto de la media nacional, determinada por el Instituto Mexicano de Tecnología del Agua (IMTA, 2003) en 25%, su eficiencia para el caso específico de Tijuana es cuestionable. Desde el punto de vista económico se debe contemplar que las pérdidas contribuyen al incremento en los costos de producción y de manera directa al precio de venta del servicio. Por la parte física, la ciudad está ubicada en una región hidrológico-administrativa de disponibilidad natural muy baja y presión fuerte sobre sus recursos hídricos (Semarnat, 2008), lo que aunado a la dependencia de Tijuana a un recurso externo, le imprime un mayor grado de relevancia a las pérdidas de agua.

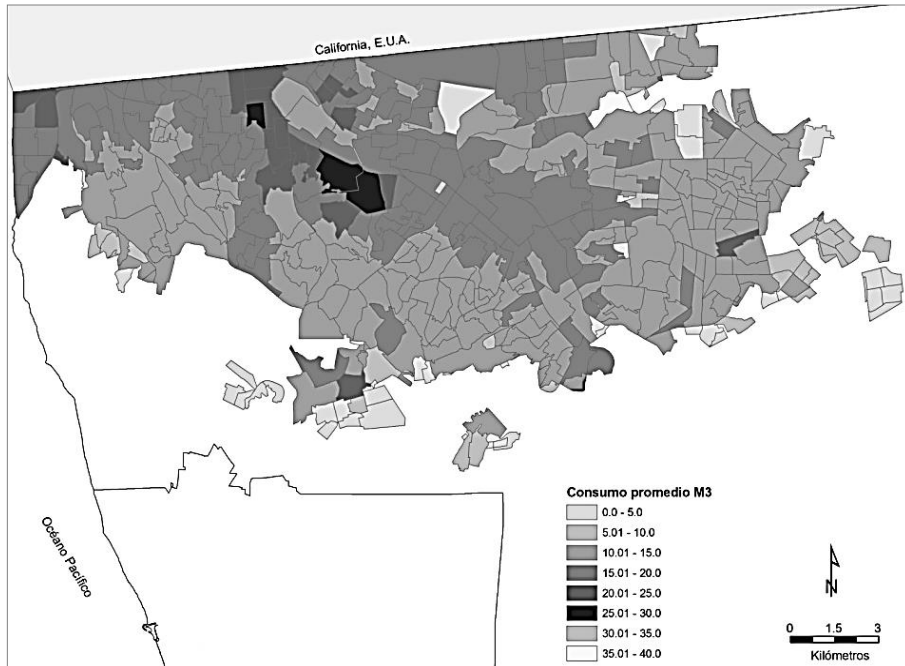
Por otra parte, las pérdidas reducen de forma directa los ingresos al organismo por 54.4 millones de pesos anuales —promedio calculado con base en datos obtenidos de los años 2008, 2009 y 2010—. En otras palabras, la inclusión de aspectos económicos como el aumento de costos de producción, la disminución de ingresos del organismo y el aumento de precios de venta, se relaciona totalmente con la dependencia del recurso. Y por ello es trascendental incluir proyecciones a largo plazo que analicen costos, beneficios, efectividad y expectativa de los usuarios.

Desde el aspecto social, los volúmenes perdidos y la falta de infraestructura limitan el posible abastecimiento de la totalidad de las necesidades de los usuarios existentes que carecen del servicio —dato obtenido de la relación entre las pérdidas y el consumo promedio anual—. Las ineficiencias en el sistema de distribución también afectan la estabilidad ambiental por la extracción masiva del recurso hídrico de su ecosistema natural y se están dejando de conservar reservas importantes para las generaciones futuras.

Estos datos sobre la relación de los usuarios que carecen del servicio y las pérdidas de agua, apoyan el argumento de que no es posible hablar exclusivamente de políticas de conservación y sustentabilidad en el manejo de los recursos hídricos, si en los planes no se incluyen a las minorías necesitadas y a las futuras generaciones (Jiménez y Martínez, 2003).

Por otra parte, si se analiza la distribución espacial del servicio de agua potable en Tijuana (figura 1), se encuentra que en el área céntrica de la ciudad se dan los mayores volúmenes de consumo per cápita, y desde ésta hacia las periferias, se reduce a niveles sumamente básicos.

**Figura 1. Distribución espacial del consumo de agua potable en la ciudad de Tijuana en el año 2009. Datos en m<sup>3</sup> diarios por habitante**



Fuente: Elaboración propia.

Ya en los estudios de Bustillos (2009), Sánchez (1988, 1993) y Sánchez, Ganster y Bachelor (1999), se planteaba como método de investigación la vinculación de los aspectos sociales y espaciales en la distribución del servicio. Esta relación entre localización y tendencia se atribuye al desarrollo centralizado de la infraestructura hídrica y su crecimiento lento en la década del 2000 al 2010 hacia el sur y este de la ciudad, así como a la condición económica de la población. Es decir, para el caso de Tijuana, la comunidad con menores recursos económicos tiene un acceso más limitado al servicio de abasto y aquéllos que cuentan con este servicio, tienen bajos niveles de consumo.

Otro factor asociado con la desigual distribución espacial del agua es su mayor impacto sobre las comunidades ubicadas en los asentamientos irregulares (Pombo, 2004). Estas áreas no cuentan con legalización en la tenencia de la tierra lo que limita la prestación directa de los servicios de agua por parte de la CESPT. El sistema de servicio para esta población consiste en una cadena de intermediarios compuesta por el concesionario, quien compra el agua a la CESPT —este punto de abasto es conocido como “garza”—, el transportador y vendedor que distribuye el agua en carros cisternas —denominados “pipa”—.

Si bien la ley de ingresos del Estado de Baja California estipula anualmente las tarifas a cobrar por parte de la CESPT a los concesionarios de las garzas, que implica una regulación anual del precio con una variación razonable en su aumento, no ocurre lo mismo con el precio final de venta a los usuarios irregulares. De acuerdo a los datos obtenidos en esta investigación, en el transcurso de sólo cinco años (2005 a 2010) el precio de compra por parte de los usuarios de estas áreas aumentó de \$ 30 a \$ 100 por  $\text{m}^3$  (aumento de 233%). Continuando con la información obtenida en el desarrollo de las entrevistas, acceder a un metro cúbico de agua por parte de los usuarios de las “pipas”, representa pagar hasta ocho veces más que un usuario de la CESPT. Mientras que el primero paga por cada metro cúbico \$ 100, al segundo sólo se le facturan \$ 12.19 por el mismo volumen —en un rango de consumo mínimo de 0 a 5  $\text{m}^3$ —. La presión que ejercen estos precios a la economía de la población se ve reflejada en la reducción del consumo en su mínima posibilidad. En estas comunidades se compra mensualmente sólo 1  $\text{m}^3$  de agua por vivienda, que representa una dotación de 8 l/hab-día. Este volumen puede tener implicación sanitaria de riesgo (OMS, 2003) y más aún si se considera que esta población también carece de sistema de drenaje. Tal como señala Ávila (2009, p. 156) “al interior de las ciudades, la escasez de agua se explica por la segregación socio-espacial, se da un proceso de diferenciación del espacio urbano como resultado de desigualdades sociales”.

En síntesis, en la población ubicada en los asentamientos no legalizados se reproducen de manera clara factores de inequidad social como el acceso irregular, los sobrecostos y el bajo consumo. La gestión del servicio de agua potable para que sea sustentable deberá estar encaminada a atender estas problemáticas sociales ya que es insuficiente contar con altos indicadores de cobertura cuando estos ocultan altos índices de marginación.

La variable de consumo, por su parte, contribuye con elementos decisivos sobre el comportamiento del usuario en el manejo del servicio de agua, lo que permite tener un punto de referencia para la dirección de estrategias orientadas a la gestión de la demanda. En términos generales la tendencia del consumo evidencia que 51% de la población tiene un consumo per cápita de 47 l/hab-día, que de acuerdo con lineamientos establecidos por la OMS (2003) es una cantidad baja que puede comprometer el confort sanitario, con potenciales implicaciones negativas para la salud pública; lo cual puede representar un riesgo mayor si se considera que es altamente probable que en los usuarios ubicados en los asentamientos irregulares, el número de habitantes por vivienda sea mucho mayor al índice poblacional establecido por el INEGI (Véase cuadro 1).

**Cuadro 1. Categorización del consumo de los usuarios del sector residencial**

<i>Rango de Consumo Residencial (RCR)</i>	<i>Porcentaje de la población en cada rango (%)</i>	<i>Promedio de consumo por vivienda (m<sup>3</sup>/usuario-mes)</i>	<i>Consumo per cápita (lit/hab-día)</i>	<i>Categorización del consumo</i>
RCR1 a RCR2	51	5	47	Bajo
RCR3 a RCR5	41	18	155	Normal
RCR6 a RCR10	7	34	299	Medio
RCR11 a RCR14	1	128	1122	Alto

Fuente: Elaboración propia.

Este fenómeno particular de la tendencia hacia la reducción del consumo de agua potable podría estar justificado, de acuerdo al análisis realizado, en la autorregulación de los usuarios frente a los altos costos del servicio. Dicha afirmación se sustenta en la dinámica inversa evidenciada entre la tarifa<sup>15</sup> y el consumo per cápita, ya que mientras la primera se ha

<sup>15</sup> Para profundizar en aspectos tarifarios del operador del servicio de agua en Tijuana consultar el trabajo de Navarro (2010) sobre la incidencia de la tarifa en el nivel de consumo por parte de los usuarios domésticos, así como a Quiroz (2004) y Flores

incrementado a un ritmo de 9%, el consumo se ha reducido en 7% promedio anual de la década 2000 al 2010.

Estos resultados sugieren que el nivel de consumo es influenciado de manera directa por la tarifa. Pero también advierte que implementar políticas de aumento, de manera generalizadas, seguramente presionará a los usuarios con bajos consumos, que son más de la mitad de la población, a reducirlos aún más, causando inminentes afectaciones negativas al bienestar social; lo que hace necesario abordar el tema de la equidad social, como un factor inmerso en el análisis de la variable de distribución espacial del consumo de agua potable. Además, como señala la Resolución 64/292 (ONU, 2010) el acceso al agua potable y al saneamiento es reconocido como un derecho humano donde la gestión administrativa debe garantizar el volumen indispensable para la población en riesgo cuyo costo debe ser asumido por la sociedad en su conjunto.

### *El alcantarillado, saneamiento y reúso de las aguas residuales tratadas*

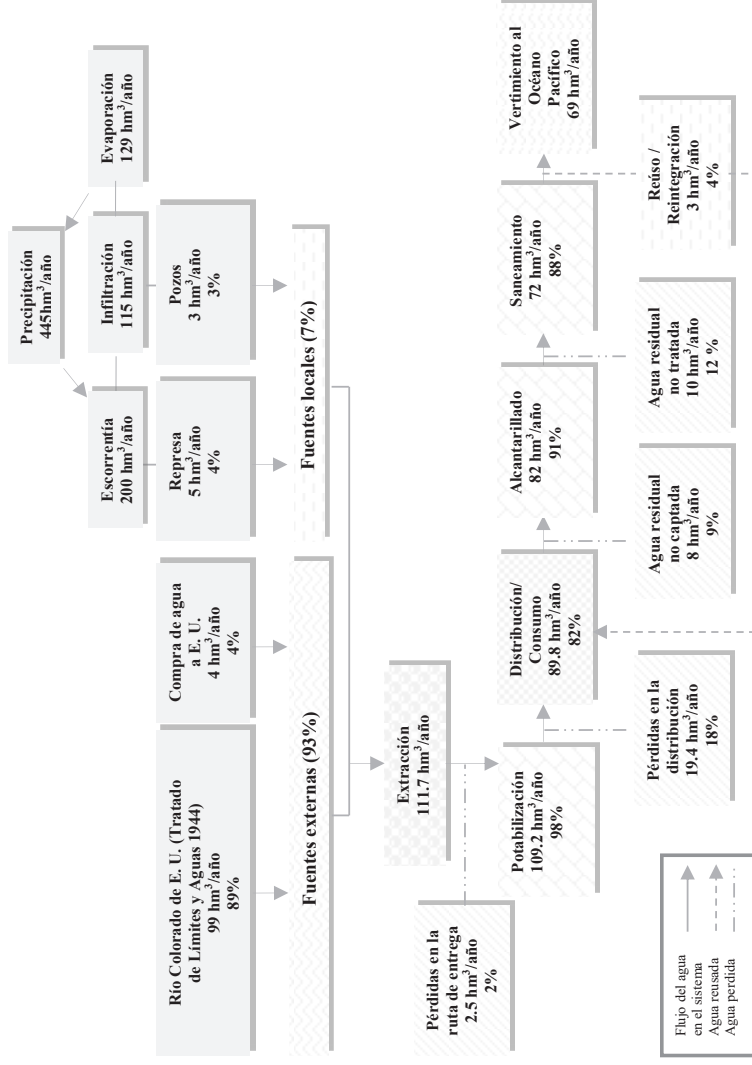
Transcurrido más de medio siglo, desde el inicio del primer sistema de alcantarillado, diferentes tratados binacionales han sido firmados y construidas una gran variedad de infraestructuras, principalmente, bajo la presión de solucionar los derrames de aguas residuales sobre la zona transfronteriza. La lógica reactiva sobre la que se estructuró la mayor parte de esta historia ha hecho énfasis en la recolección y alejamiento, postergando la necesidad del saneamiento eficiente y, más aún, del reúso de las aguas tratadas. Girardet (2006) y Sharma y Vairavamoorthy (2008) proponen una revisión y enfoque sobre la eficiencia de las acciones existentes, antes de implementar nuevas acciones constructivas, y entre éstas soluciones, por supuesto el aprovechamiento de aguas residuales (Larsen y Gujer, 1997).

De esta forma, a pesar de la tendencia creciente del servicio de alcantarillado (1.7% promedio anual), su desarrollo no ha sido satisfactorio en atender las necesidades sociales y ambientales. Son dos los factores sobre

---

(2008) que tratan la estructura tarifaria de Tijuana y su afectación a los aspectos ambientales como la conservación del recurso hídrico.

**Figura 2. Balance hídrico de la ciudad de Tijuana, periodo 2007-2009**



Nota: Los porcentajes de precipitación, evaporación y escorrentía fueron estimados con base en datos de la Conagua (2010). Se tomó como precipitación anual para Tijuana el volumen de 250 mm (Winckell, Le Page y González, 2005) y para su conversión a metros cúbicos anuales se aplicó la relación de 1 mm = 1.78 hm³/año, por otra parte, 1 hm³ (hectómetro cúbico) equivale a 1 millón de m³. Los porcentajes de extracción, potabilización, saneamiento y vertimiento son cálculos de esta investigación.

Fuente: Elaboración propia.



los que se sustenta esta afirmación: el primero es el rezago en la prestación del servicio para 12% de los usuarios. La distribución espacial de la infraestructura, centralizada geográficamente en la zona centro y norte de la ciudad, ha conducido a que la población ubicada en el extremo sur y este de la periferia sea la principal afectada por el rezago en la cobertura, situación a la que se suma la falta de acceso de este servicio en los asentamientos irregulares ubicados en su mayor parte en esta misma área. Por otra parte, la descarga de aguas residuales de esta población es un factor contaminante al entorno, que también contribuye a impactar negativamente la salud y bienestar social. Estas deficiencias en la distribución de los servicios de alcantarillado vuelven a hacer evidente la problemática del abasto de servicios por el crecimiento poblacional desordenado y la inequidad social.

El segundo es la ineficiencia en la operación del sistema ya que contribuye a mantener índices de vertimiento de aguas residuales sobre los cañones y cauces naturales de la ciudad. Cerca de 46% de la red de drenaje es obsoleta ya que ha cumplido su vida útil, lo que genera un mayor riesgo de contaminación y desestabilización de terrenos por fugas y derrames. Además, de acuerdo al análisis de los datos obtenidos, a causa de la falta de mantenimiento y reposición de las tuberías, la eficiencia del sistema es sólo de 79%, por lo que, 21% de las aguas servidas, equivalentes a 18 hm<sup>3</sup> promedio anual, se continúan descargando de manera directa al ambiente (figura 2). Las problemáticas planteadas en torno al sistema de alcantarillado corresponden principalmente a que la CESPT no ha podido dar respuesta al rápido crecimiento poblacional en gran medida por el déficit financiero presentado por el organismo desde el año 2004.

El sistema de saneamiento aunque reciente —inició en 1987 con la operación de la primera planta—, tuvo un acelerado crecimiento proyectando una capacidad instalada en esta década de 96%.<sup>16</sup>

No obstante, de acuerdo a cálculos y trabajo de campo realizado en esta investigación, se logró determinar que se realiza el saneamiento efectivo a sólo 70.85% del agua residual generada en la ciudad. Esto debido, principalmente, a la falta de cobertura del sistema de alcantarillado y que

<sup>16</sup> La capacidad total del sistema de saneamiento de Tijuana es de aproximadamente 3.060 lit/seg, siendo tratado 90% de este volumen por parte de la CESPT. Con la entrada en operación de las plantas que están proyectadas y en construcción se tendría 96% de tratamiento de las aguas residuales generadas en Tijuana.

las plantas de tratamiento no trabajan al máximo de su capacidad de diseño o tienen fallas en el mantenimiento y operación.

Por otra parte, la Planta San Antonio de Los Buenos (PSAB) junto con la Planta Internacional de Tratamiento de Aguas Residuales (PITAR), que procesan la mayor parte de las aguas residuales generadas en la ciudad (63%), no cumplen con los lineamientos de descontaminación que hacen permisible su descarga al ambiente.<sup>17</sup>

Es evidente que a pesar de los beneficios sociales y ambientales que representa aumentar la capacidad del saneamiento, se debe tener presente que tanto la variable de los volúmenes tratados como el nivel de calidad de su descontaminación, en conjunto, condicionarán los reaprovechamientos potenciales que se puedan hacer de este recurso.

En Tijuana no se tienen volúmenes de reintegración del agua tratada que hagan del reúso una práctica sustentable. De acuerdo a los resultados de este estudio la iniciativa del “Proyecto Morado” que planeaba el aprovechamiento de 20% del agua residual tratada, para el 2010 sólo había logrado el reúso de 4% (figura 2) con la consecuente descarga en el Océano Pacífico de los volúmenes no utilizados. Lo que conduce a que los recursos hídricos en sus condiciones naturales sean sobreexplotados y los recursos de agua residual tratada sean totalmente desaprovechados. Contribuyendo a la pérdida de importantes recursos económicos por los desperdicios de agua y los costos de inversión en saneamiento.

El limitado reúso en la ciudad se debe a que el tema no ha sido prioritario dentro de la planeación del agua y, en consecuencia, no se ha realizado de manera efectiva ni continua en la operación de los organismos responsables de su manejo en el ámbito local. No obstante, el tema presenta como principales oportunidades el apoyo actual de la CESPT y el potencial interés de algunos sectores privados.<sup>18</sup>

<sup>17</sup> Estos planteamientos se presentan con base en la evaluación realizada a las características del afluente y el efluente aportado por los análisis de laboratorio mensuales de la PSAB para el periodo 1996 al 2008.

<sup>18</sup> En la ciudad existe demanda de agua cruda, es decir sin tratamiento previo, por parte de “... los constructores, para las actividades de movimiento de tierras, estabilización de taludes, control de emisiones, compactación de terraplenes. También hacen uso de este servicio el Club Campestre, el Aeropuerto, Real del Mar y el Parque Morelos, los cuales compran el agua cruda y la reinyectan a su PTAR privada para hacer riego de sus áreas verdes. De esta forma se abre una oportunidad para fomentar

Estos son aspectos que le pueden imprimir al reúso factibilidad económica y técnica en términos futuros, siempre y cuando se vincule la reintegración como una de las etapas de la prestación de los servicios de agua.

## Planeación y estructura financiera de la CESPT

En Tijuana la planificación de los recursos hídricos se estructura de manera directa con la política de los planes de desarrollo del orden estatal y municipal. Esto ha conducido a que la CESPT, en los últimos años, opere bajo la corta temporalidad de un mandato de gobierno y con constante orientación hacia el aumento de la infraestructura hídrica. A pesar de que el organismo operador cuenta con un “Plan Maestro de Acueducto y Alcantarillado” en el que se planifican estrategias de largo plazo, éste es más utilizado como un diagnóstico de la problemática que como una guía de gestión para atender las necesidades futuras.

La relación interinstitucional entre la CESPT y los organismos administradores (Comisión Estatal del Agua [CEA], Comisión Nacional del Agua [Conagua]) se ha enfocado en la planificación y desarrollo de la infraestructura hídrica. Contrario a esto, temas como la elaboración conjunta de diagnósticos, el seguimiento a los planes hidráulicos y la planificación futura, se manejan de forma desarticulada desde el ámbito de cada organismo. Por lo tanto, la gestión ambiental del recurso hídrico no tiene aún un compromiso interinstitucional común para su logro.

El usuario actualmente no es dimensionado como un agente responsable a través del cual se pueda innovar el estilo de gestión del agua. El proceso de culturalización de la sociedad para su participación directa en el manejo eficiente del agua, es un tema priorizado en modelos de gestión sustentable como la “Nueva Cultura del Agua” propuesta por autores como Arrojo (2005) y Jiménez y Martínez (2003). No obstante, requiere una configuración política y social que limita su aplicación. Barkin (2006), señala que en contextos como el de México estos temas de gestión son

---

nuevos grupos de usuarios de diferentes calidades de agua” (Navarro, 2010, p. 133). Esta alternativa de mercados potenciales de agua residual para Tijuana ya se está explorando, consultar González (2012).

inalcanzables, considerando que aún no se ha logrado el manejo eficiente en el orden social y ecológico.

La CESPT cuenta con un Departamento de Cultura del Agua, un programa operativo bajo el mismo nombre y diferentes campañas publicitarias, sin embargo, hasta el momento se han limitado a procesos informativos, que si bien son un importante paso para la concientización, es necesario que trasciendan hacia la culturización y participación activa del usuario en la conservación y la aceptación de programas futuros de reúso.

Por otra parte, en relación con los aspectos financieros de la CESPT se evidenció, con base en el análisis de la información aportada por el organismo, que los ingresos desde el año 2004 al 2009 se redujeron significativamente.<sup>19</sup> Esta situación se debió a la disminución por venta de agua ya que paradójicamente durante estos años a pesar de haberse incrementado el número de cuentas, paralelamente se redujo el volumen de agua consumida por usuario. De igual forma, las cuentas por cobrar aumentaron,<sup>20</sup> alcanzando 16% de incremento anual, lo que redujo la eficiencia en la recaudación de dinero —sólo se recuperó 55% de lo facturado—. El proceso de descapitalización progresivo del organismo representa, en los últimos cuatro años, un rezago superior a los dos mil millones de pesos. Este déficit financiero puede afectar de manera negativa el manejo eficiente del agua y la atención de las futuras demandas.

El costo de producción de agua de la CESPT, en el periodo 2005-2009, para abastecer un metro cúbico de agua potable fue de \$ 27.52,<sup>21</sup> sin

<sup>19</sup> Se efectuó un análisis detallado sobre la tendencia de los ingresos y egresos del Sistema CESPT para el periodo 1991-2009 que puede ser consultado en (Navarro, 2010, pp. 154-166).

<sup>20</sup> La tendencia de las cuentas por cobrar para el período 1991-2009 fue creciente a pesar del esfuerzo por parte del organismo operador en el incremento de la instalación de medidores (su número se ha incrementado en 2% anual llegando a tener una cobertura de 90%) lo cual evidencia que además de los medidores es necesario buscar alternativas que incentiven a la población a realizar los pagos y a mejorar la eficiencia del recaudo que podría estar además asociado con la *Ley de Salud Pública para el Estado de California* de 2001 que prohíbe la suspensión del servicio (Navarro, 2010, pp. 162-163).

<sup>21</sup> La CESPT contempla en sus costos de producción la extracción (incluidos los pagos por derecho a agua), la conducción y la potabilización de agua. Estos costos son calculados al interior del organismo como el cociente del total de egresos de producción entre el volumen de agua total producido. Así mismo, en el servicio de agua potable

embargo, el cobro realizado fue \$ 16.24. De esta manera, la tarifa del agua potable representa 60% del costo de su producción. Indudablemente la venta de agua por debajo de su costo conduce a una carencia de fondos en el largo plazo que repercute directamente en la expansión y mantenimiento del sistema (Stern, 2008), y tal como lo evidencia el caso de Tijuana los individuos con menores recursos económicos terminan pagando más por el agua. Por otra parte, la estructura tarifaria<sup>22</sup> no incluye los costos totales por el servicio de saneamiento, no contempla criterios de conservación de las fuentes de abasto, así como tampoco las diferencias socioeconómicas de la población. Por consiguiente, la CESPT cobra una tarifa que está lejos de ser representativa del precio “real” de los servicios de agua, pero más lejos aún de reflejar el nivel de escasez del recurso, así como las características de sus usuarios.

## Discusión de resultados: Análisis de los ejes y factores críticos de insustentabilidad en el manejo del agua en Tijuana

El manejo de los servicios de agua en Tijuana evidencia ser un sistema insustentable. La ciudad, como se muestra en el balance hídrico (figura 2), depende del abasto limitado de una fuente externa, situación que se complica con las pérdidas y la falta de reutilización de los “flujos de salida” o agua residual tratada. Esta postura permite hacer una crítica al

---

está implícito el servicio de alcantarillado y saneamiento (recolección, alejamiento, tratamiento y disposición final de las aguas residuales) debido a que la CESPT maneja una tarifa única. Por ello el organismo no hace distinción del costo de cada uno de estos servicios en la factura de cobro entregada al usuario, pero estima dentro del esquema tarifario que 40% corresponde a los costos de operación del servicio de saneamiento (Navarro, 2010, pp. 167-173).

<sup>22</sup> La estructura tarifaria de la CESPT está diseñada en base a rangos de consumo, para los cuales se tienen determinados los límites del volumen de agua a consumir, así como, los precios base e incrementales para cada rango. Este tipo de tarifa es conocido como *de bloque creciente o escalonado* por el efecto incremental en el monto de la factura, paralelo al aumento en los volúmenes de consumo. Los usuarios son clasificados en el servicio doméstico y no doméstico, incluyéndose dentro de esta última clasificación los usuarios industriales, comerciales y gubernamentales para la prestación de los servicios de agua potable y alcantarillado.

manejo de agua que se ha desarrollado bajo la perspectiva de un proceso de aprovechamiento lineal, a pesar de ser naturalmente cíclico y, aunque renovable, se ha llevado a límites en el que su capacidad de regeneración es superada por la demanda. Esta problemática se enmarca en cinco ejes centrales (figura 3):

El primero de los ejes es la planificación en términos cortoplacistas y carente de una visión integradora de los objetivos sociales y ambientales relacionados con el manejo del agua. La administración y operación del servicio de agua en Tijuana se ha estructurado desde sus inicios sobre la gestión de la oferta. Este estilo de gestión ha conducido al desarrollo de infraestructura hídrica ineficiente, en la cual la capacidad instalada es rápidamente rebasada por la demanda. Lo cual si bien ha generado beneficios sociales por el aumento de cobertura en la prestación del servicio, también ha conducido a la mayor presión hídrica en la región por el aumento de los volúmenes de extracción de agua hasta la máxima capacidad disponible. Lo anterior implicaría, bajo el actual modelo de gestión, mayores construcciones y por tanto la búsqueda de más fuentes hídricas.

El segundo es el uso ineficiente del agua. A pesar de que en la ciudad se han incrementado anualmente los indicadores de medición y facturación, las pérdidas de agua en los últimos veinte años se mantienen en un promedio de 24%.<sup>23</sup> Frente a las demandas altamente crecientes de la expansión urbana, las pérdidas de estos recursos hídricos son un detrimento importante en términos sociales, económicos y ambientales.

El tercero es la falta de trabajo coordinado y estratégico entre los organismos a nivel local, así como la escasa corresponsabilidad del usuario en la gestión del agua. Entre el operador del servicio y los diferentes agentes locales implicados en el manejo de los recursos el direccionamiento común es muy débil y no se desarrollan en conjunto proyectos futuros alrededor de la gestión del agua.

<sup>23</sup> Los datos sobre las pérdidas de agua de 1991 a 2009 analizados en este trabajo se pueden ver a detalle en Navarro (2010, pp. 63-65), en donde se especifica que 92% de las pérdidas se presentan en el sistema de distribución (transporte y distribución del abasto a los usuarios) y 8% en la ruta de entrega (desde la captación del agua hasta su entrega a las potabilizadoras) y que las pérdidas de agua del sistema se redujeron en 1% anual mientras que el número de medidores en funcionamiento se incrementó en 2%.

Ejes centrales de la problemática	Procesos del sistema urbano
Planificación corporatista, reactiva y carente de una visión integral	Extracción
Falta de correspondencia interfuncional y social	Potabilización
Deterioro, uso ineficiente y contaminación del agua	Distribución
Inequidad social en el acceso y consumo de los servicios de agua	Consumo
Reintegración ineffectiva del agua tratada al sistema urbano	Saneamiento
	Ventimiento / Retos
Factores de la problemática	
Escasa o nula disponibilidad de fuentes de agua propia.	Incremento constante de la infraestructura que atiende
Sobreexplotación de las fuentes naturales propias.	problemáticas de corto plazo convirtiéndose rápidamente en fuente ineficiente.
Gestión enfocada en la oferta.	No se sigue de manera efectiva una guía de planeación de largo plazo.
Dependencia total a una fuente de agua externa.	Alta dependencia regional por la distribución del agua.
Competencia	Altos costos de producción.
	Tarifas del servicio inferior a los costos de producción.
Se carece de relaciones interfuncional para atender la integridad del problema en términos de largo plazo.	Incremento de las cuentas por cobrar.
	Alto déficit financiero.
	Marginalización social en la distribución del servicio de agua.
	Obsolescencia del 46% de las tuberías de la red de distribución.
	Priorización de la oferta sobre el agua potable. No se ofrece de manera directa a los usuarios otras calidades de agua para usos alternativos.
	Falla de vinculación del usuario como un agente responsable en el manejo del agua.
	Crecimiento urbano e industrial no planificado.
	Inequidad social en el consumo per cápita de agua.
	Falta vincular de manera comprometida la descarga de aguas residuales de la población irregular en la planificación del servicio.
	Conflicto de competencias en el control de descargas de aguas residuales, CESPT.
	No puede actuar de manera directa porque se está una función del orden estatal.
	Falta desarrollar en la ciudadanía una cultura hacia el reúso de agua tratada.
	No se ha logrado avanzar efectivamente en generar la demanda hacia el reúso a gran escala.
	Cerca de 70% del agua vertida al Océano Pacífico aún tiene alta carga contaminante.
	Aprovechamiento.
	Se vierte 96% del agua tratada sin ningún aprovechamiento.
	Sobre la calidad de las descargas.
	No existe una política del operador del servicio para el reúso.
	Las principales plantas de tratamiento no cumplen con las normas mexicanas (NOM-001 y 003) sobre la calidad de las descargas.
	En los últimos 3 años sólo se ha reusado 4% del agua tratada.

El cuarto es la inequidad en la distribución espacial de los servicios urbanos de agua debido a la deficiente cobertura para la población localizada en los asentamientos irregulares, así como la falta de planeación para la corrección de esta problemática.

El quinto es la falta de reintegración efectiva de las aguas residuales al interior de la ciudad. La dinámica del flujo del agua, hasta el momento expuesta, hace evidente que el sistema de alcantarillado sanitario interactúa de forma directa con el sistema de abasto de agua potable, sin embargo, su desarrollo en la ciudad no se ha proyectado ni desarrollado de esta forma. El agua tratada no cumple los estándares normativos de descontaminación y los proyectos de reúso no tienen la capacidad de incorporar volúmenes significativos de agua tratada al sistema de la ciudad.

Las diversas relaciones de cada uno de estos ejes con los diferentes procesos que surte el agua al interior del sistema urbano (extracción, potabilización, distribución, consumo, alcantarillado, saneamiento y reúso) advierten una gran variedad de factores críticos que contribuyen a la insustentabilidad en el manejo del agua en la ciudad de Tijuana.

## Conclusiones, propuestas y retos hacia una gestión sustentable

El flujo del agua al interior de un sistema urbano, como se presenta en la figura 3, es el reflejo de una gran variedad de conexiones ecológicas, sociales, administrativas y económicas que a su vez cumplen un papel condicionante en su manejo sustentable. Por lo tanto, bajo modelos de gestión cortoplacistas y carentes de un manejo integral, también se manifiesta como un factor limitante para el desarrollo socioeconómico de la ciudad; incluso, se puede llegar a vislumbrar como un elemento central de futuros conflictos políticos binacionales, así como de competencia entre usuarios del ámbito regional.

La distribución espacial del servicio de agua potable y alcantarillado refleja inequidad social hacia los extremos de la periferia sur y sur este de la ciudad de Tijuana, donde los usuarios con menores recursos económicos pagan más por un servicio de menor cobertura y calidad. Lo que



ayuda en parte a la conformación de un cordón de segregación social por el acceso al agua en este sector.

El estudio reveló la existencia de factores de inequidad social en la distribución y acceso a los servicios de agua, y puso de manifiesto que los altos indicadores de cobertura y eficiencia del organismo operador del servicio están sobredimensionados, por lo que es necesario desarrollar indicadores eficaces y oportunos para medir el rezago del servicio en las poblaciones marginales, las variables de escasez y la dependencia a fuentes externas de tal forma que sirvan de instrumentos para que la gestión del recurso hídrico esté más ajustada a la realidad socioambiental de la región. Por otra parte, el balance hídrico muestra pérdidas, que deben ser consideradas inaceptables para ciudades con ecosistemas áridos en los que el agua es sumamente valiosa, así como la falta de recirculación de los “flujos de salida” (agua residual tratada), lo que configura un modelo de gestión lineal en el que se compromete la estabilidad hídrica de la ciudad.

Por tanto, el uso sustentable del agua debe contemplar la reducción de las pérdidas físicas y comerciales del organismo operador, la equidad social en la distribución, la gestión corresponsable entre los organismos administradores, operadores y usuarios del servicio y, fundamentalmente, el incremento efectivo del reúso.

Es importante señalar que no se incluye la reducción de los niveles de consumo como un factor decisivo para orientar el modelo de gestión hacia la sustentabilidad, ya que el análisis de la distribución espacial señaló que la población tijuanense muestra una reducción en el consumo per cápita y que aproximadamente 90% de la población tiene niveles de consumo medio-bajos. Por lo tanto, en Tijuana, más que la reducción en los volúmenes de disponibilidad se debe buscar la creación de una nueva cultura del uso de recursos hídricos, en la que factores como la concientización social hacia la escasez del agua, su alto valor y las implicaciones futuras de la contaminación y deterioro jueguen un papel importante para un nuevo estilo de vida en torno a su uso.

Para el caso de Tijuana, el paradigma de la gestión debe transitar desde una perspectiva basada en la escasez del recurso hídrico a una perspectiva que se enfoque en el uso eficiente de las fuentes existentes. La propuesta de esta investigación sugiere concebir al agua tratada como la principal “fuente propia” de la ciudad. Este propósito tendría

múltiples retos sociales, por el proceso que se debería desarrollar hacia su aceptación y el control de las implicaciones de salud pública así como económicos, por la necesidad de planear sistemas efectivos de reúso; técnicos, relacionados con la eficiencia en la operación de las plantas de tratamiento de aguas residuales para el cumplimiento de las normas de descontaminación; y finalmente, compromisos políticos que deben ir dirigidos a la construcción de políticas públicas que incentiven el uso de agua residual tratada, y con ello promuevan la generación de “clientes” y el incremento de la demanda de este recurso. En estos aspectos es muy poco lo que se ha avanzado a nivel local, representando así un desafío que debe tener como fin último el reducir la necesidad de extraer mayores volúmenes de las fuentes naturales y con esto mitigar la sobrepresión hídrica de la región.

En la ciudad, no se cobra el precio “real” del agua, se recauda menos de la mitad de lo facturado, se continúa con las pérdidas de agua y su avance hacia procesos de corresponsabilidad y planeación integral es muy incipiente. Por tanto, el organismo operador debe integrar a la planificación de la infraestructura de los servicios de agua, aspectos ambientales como, la reducción de las fuentes de agua bajo escenarios de cambios climáticos, períodos críticos de escasez, la conservación de las fuentes de agua y el estudio de fuentes alternativas. Así como, aspectos sociales relativos al comportamiento de la demanda y la percepción ciudadana en torno al uso eficiente del agua. Se debe contar con un panorama del estado actual de la gestión del agua y la proyección de su tendencia hacia escenarios futuros.

Para esto se propone construir la estructura tarifaria interrelacionando el criterio de estratificación económica de la población con las características del rango escalonado de consumo para los diferentes tipos de usuarios. Para la caracterización económica de los usuarios se sugiere que la CESPT utilice la clasificación de los predios, establecida por el ayuntamiento municipal para hacer el cobro del impuesto predial. Entonces, bajo el supuesto de que esta clasificación es cercana a las condiciones económicas de pago de la población, la estratificación de la tarifa podría estar más cercana a lograr la equidad social al considerar las condiciones de los usuarios domésticos ubicados en periferias con consumos bajos así como los grandes consumidores ubicados en estas u otras áreas de la ciudad, propendiendo así hacia la sustentabilidad en la prestación del servicio de agua.

Se plantea además, que la tarifa por estratos o rangos de condición social económica contribuiría a los objetivos de recuperación de los costos “reales” implicados en la producción del agua. Al tiempo que incentivaría el uso eficiente de los servicios por parte de los usuarios y la estabilidad financiera del operador. No obstante, la reestructuración tarifaria requeriría llevar a cabo un estudio prospectivo sobre su repercusión en el consumo doméstico y las finanzas del organismo.

Derivado de lo anterior, se considera conveniente proponer el establecimiento de una oficina de enlace entre el Departamento de Planeación de la CESPT y el Instituto Municipal de Planeación (IMPLAN) en busca de una comunicación constante y en tiempo real sobre los cambios relevantes en las autorizaciones otorgadas hacia nuevos desarrollos urbanos. Por consiguiente, es posible que este trabajo conjunto contribuya a mejorar la eficiencia y priorización de la inversión en obra domiciliaria, acueducto y alcantarillado sanitario.

Asimismo, sería conveniente que la CESPT y la CEA además de proporcionar la información necesaria para hacer consciente al usuario de la importancia de cuidar el agua, trasciendan de la mera educación —etapa en la que se ha fundamentado el programa de cultura de agua de la CESPT— a la corresponsabilidad, en la que el objetivo sería hacer del usuario un agente consciente de la problemática y participante activo en su solución, lo cual podría incidir, por ejemplo, en hacer viables los proyectos de reúso del agua residual tratada y en el aumento de la cultura de pago de los servicios.

Como estrategia complementaria a esta propuesta, se sugiere que la CESPT modifique la presentación del recibo de cobro al usuario. Es necesario que la factura deje de ser solamente un documento de cobro para que se complemente como un medio importante de comunicación y acercamiento entre el organismo y sus usuarios. Para tal efecto, se propone que en la factura se integren: 1) aspectos económicos —estructura tarifaria, pago a realizar, subsidio recibido o aportado—, descuentos y precios de los diferentes tipos de agua (potable, residual, tratada); 2) aspectos naturales —estado de la calidad y cantidad de las fuentes de agua utilizada para potabilización— y 3) aspectos socioculturales —que tiendan a motivar la conciencia hacia el ahorro y uso eficiente—.

Para la equidad social en la distribución del agua se considera que también es prioritaria la vinculación de las necesidades de la población

irregular, su crecimiento y tendencia en la demanda de los servicios de agua potable y alcantarillado. Aunque no se desconocen las limitantes legales que condicionan la prestación del servicio exclusivamente a áreas regulares, es también claro que el ignorar a estos usuarios podría tener implicaciones negativas para la salud y calidad de vida de esta población, así como la contaminación ambiental y las pérdidas económicas que representa para el organismo operador. En este último aspecto es necesario puntualizar que la misma política social de la administración pública necesita un cambio paradigmático donde visualice que el hacerse cargo de los costos (para los sectores sociales vulnerables) no es una ineficiencia económica sino una inversión a largo plazo, que redundará en un beneficio a la comunidad en general.

Finalmente, es importante hacer hincapié en que la CESPT carece de un estimado “real” de la demanda potencial que representaría la regularización y por tanto la dotación normal del servicio para la población irregular. Por tanto, un análisis de los escenarios futuros de proyección de la demanda de esta población permitiría al organismo planificar a largo plazo las directrices de producción y uso eficiente del agua y la infraestructura necesaria para el área geográfica en que se está presentando la expansión de este desarrollo urbano, para así evitar escenarios críticos de falta de cobertura.

## Referencias

- Arrojo, P. (2005). *Los Retos Éticos de la Nueva Cultura del Agua*. Ponencia presentada en el Encuentro por una Nueva Cultura del Agua en América Latina, Fundación Nueva Cultura del Agua. Recuperado de <http://www.fnca.eu/fnca/america/docu/pedroarrojo.pdf>
- Ávila, P. (2009). El agua y la ciudad: Nuevos enfoques para su estudio. En D. Soares, S. Vargas, M. R. Nuño (Eds.), *La gestión de los recursos hídricos: realidades y perspectivas* (Tomo 1, pp. 151-190). Guadalajara: Universidad de Guadalajara.
- Barkin, D. (2006). Las contradicciones de la gestión del agua urbana en México. En D. Soares, V. Vázquez, A. Serrano, A. de la Rosa (Coords.), *Gestión y Cultura del Agua* (Tomo 1, pp. 44-71). México: Instituto Mexicano de Tecnología del Agua, Colegio de Postgraduados en Ciencias Agrícolas.
- Bernal, F. (2005). Retos internacionales para el manejo del agua del bajo río Colorado. En A. Cortez, S. Lara y M. Chávez (Coords.), *Seguridad, agua y*

- desarrollo. *El futuro de la frontera México-Estados Unidos* (pp. 365-415). México: El Colegio de la Frontera Norte.
- Brooks, D. (2005). Beyond Greater Efficiency: The Concept of Water Soft Paths. *Canadian Water Resources Journal*, 30(1), 83-92.
- Bustillos, S. (2009). *Juárez, La ciudad y el reto del agua*. Ciudad Juárez, México: Universidad Autónoma de Juárez.
- Clausen, H. y Hafkesbrink, J. (2005). Water Management Towards Sustainability-An Indicator System to Assess Innovations. En J. Horbach (Ed.), *Indicador systems for sustainable innovation* (pp. 179-203). Nueva York: Physica-Verlag Heidelberg.
- Comisión Estatal de Servicios Públicos de Tijuana (CESPT). (2006). *40 años CESPT, tu futuro en buenas manos: un testimonio de esfuerzo*. Tijuana, Baja California: Autor.
- Comisión Nacional del Agua (Conagua). (2010). *Estadísticas de Agua en México 2010*. México: Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales.
- Consejo Nacional de Población (CONAPO). (2009). Perfil sociodemográfico de Tijuana. En *Apuntes de población de Baja California*. Recuperado de [http://www.bajacalifornia.gob.mx/portal/nuestro\\_estado/situacion\\_dem/demografico.jsp#L](http://www.bajacalifornia.gob.mx/portal/nuestro_estado/situacion_dem/demografico.jsp#L)
- Flores, J. (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 maestría). El Colegio de la Frontera Norte, Tijuana, Baja California, México.
- Girardet, H. (1999). The Metabolism of Cities from creating sustainable cities. En S. Wheeler, T. Beatley (Eds.), *The Sustainable Urban Development Reader* (pp. 157-164). Estados Unidos: Routledge.
- Girardet, H. (2006). *Urban Metabolism: London Sustainability Scenarios, Factor 10: Engineering for Sustainable Cities*, 28. Cambridge: International Association for Bridge and Structural Engineering (IABSE) Henderson Colloquium.
- Gleick, P., Cooley, H., Cohen, M., Morikawa, M., Morrison, J. y Palaniappan, M. (2009). *The world's water 2008-2009: The Biennial of Freshwater Resources*. Washington, Distrito de Columbia: Island Press.
- González, R. (2012). *Mercados potenciales y beneficios del uso de agua residual tratada en la ciudad de Tijuana, Baja California* (Tesis de maestría). El Colegio de la Frontera Norte, Tijuana, Baja California, México.
- Instituto Mexicano de Tecnologías del Agua (IMTA). (2003). *Diseño de estructuras de tarifas para empresas de agua*. México: Material tecnológico.
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). (2005). *II conteo de población y vivienda, 2005*. Recuperado de <http://www.inegi.org.mx/est/contenidos/proyectos/ccpv/cpv2005/>
- Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI). (2006). *Resultados definitivos del II conteo de población y vivienda 2005 para el Estado de Baja California* (Comunicado número 089/06). Baja California, México: Autor.

- Jiménez, T. y Martínez, N. (2003). La Nueva Cultura del Agua: hacia un modelo de gestión hídrica. *ROLDE: Revista de Cultura Aragonesa* (105-106), 17-32.
- Larsen, T. y Gujer, W. (1997). The concept of sustainable urban water management. *Water Science and Technology*, 35(9), 3-10.
- Marcus, F. (2000). ¡Agua en la frontera! Situación y tendencias. En *El medio ambiente y la economía en la frontera entre México y Estados Unidos: Llamamiento a la Acción para convertir la Región de la Frontera entre México y Estados Unidos en un Modelo de Cooperación Binacional para la Sustentabilidad* (pp. 49-66). Estados Unidos: Aspen Institute.
- 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 maestría). El Colegio de la Frontera Norte, Tijuana, Baja California, México.
- Organización de las Naciones Unidas (ONU). (2009). *Objetivos de Desarrollo del Milenio, Informe de 2009*. Nueva York, Estados Unidos: Autor.
- Organización de las Naciones Unidas (ONU). (2010). *Resolución 64/292. El derecho humano al agua y el saneamiento*. Asamblea General de las Naciones Unidas.
- Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (Unesco). (2009). *The United Nations World Water Development Report 3. Water in a Changing World*. París: UNESCO, UN-Water.
- Organización Mundial de la Salud (OMS), Fondo de las Naciones Unidas para la Infancia (Unicef). (2006). *Meeting the MDG drinking water and sanitation target: the urban and rural challenge of the decade*. Recuperado de [http://www.who.int/water\\_sanitation\\_health/monitoring/jmpfinal.pdf](http://www.who.int/water_sanitation_health/monitoring/jmpfinal.pdf)
- Organización Mundial de la Salud (OMS), Fondo de las Naciones Unidas para la Infancia (Unicef). (2008). *Programa conjunto de vigilancia del abastecimiento de agua y el saneamiento. Progresos en materia de agua y saneamiento: Enfoque especial en el saneamiento*. Recuperado de [http://www.wssinfo.org/pdf/JMP\\_08\\_sp.pdf](http://www.wssinfo.org/pdf/JMP_08_sp.pdf)
- Organización Mundial de la Salud (OMS). (2003). *Domestic Water Quantity, Service, Level and Health*. Ginebra, Suiza: Autor.
- Organización Mundial de la Salud (OMS). (2010). *UN-Water Global Annual Assessment of Sanitation and Drinking-Water. Targetin resources for better results*. Suiza: UN-Water.
- Pombo, A. (2004). *Tijuana: Agua y salud ambiental (sus estrategias)*. Tijuana: El Colegio de la Frontera Norte.
- Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD). (2006). *Informe sobre Desarrollo Humano: Más allá de la escasez: Poder, pobreza y crisis mundial del agua*. Nueva York, Estados Unidos: Autor.
- Quiroz, J. (2004). *Determinantes de la tarifa de agua en el sector doméstico de Tijuana, Baja California (1999-2003)* (Tesis de maestría). El Colegio de la Frontera Norte, Tijuana, Baja California, México.

- Sánchez, R. (1988). El problema del drenaje en Tijuana y San Diego: una fuente de conflicto binacional entre México y Estados Unidos. *Estudios demográficos y urbanos*, IV(1), 479-506.
- Sánchez, R. (1993). Una alternativa para mejorar el manejo ambiental en México en el marco del T.L.C. *Frontera Norte*, V(10), 149-165.
- Sánchez, R., Ganster, P. y Bachelor, S. (1999). *El Desarrollo Sustentable en la región Tijuana-San Diego, Estados Unidos de Norteamérica*. California, Estados Unidos: Center for U.S.-Mexican Studies, University of California San Diego.
- Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (Semarnat). (1996). *Norma Oficial Mexicana NOM-001-ECOL-1996, Que establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales en aguas y bienes nacionales*. México, Distrito Federal: Secretaría de Gobernación.
- Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (Semarnat). (1998). *Norma Oficial Mexicana NOM-003-ECOL-1997, Que establece los Límites Máximos Permisibles de contaminantes para las aguas residuales tratadas que se reúsen en servicios al público*. México, Distrito Federal: Secretaría de Gobernación.
- Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (Semarnat). (2008). *Estadísticas del agua en México*. México, Distrito Federal: Comisión Nacional del Agua.
- Sharma, S. y Vairavamoorthy, K. (2008). Urban water demand management: prospects and challenges for the developing countries. *Water and Environment Journal*, 23(3), 210-218.
- Sterner, T. (2008). *Instrumentos de política económica para el manejo del ambiente y los recursos naturales*. Turrialba, Costa Rica: CATIE.
- Winckell, A. Le Page, M. y González, V. (2005). *Cincuenta años en la historia pluviométrica en Tijuana*. Tijuana: El Colegio de la Frontera Norte, Institut de Recherche pour le Développement.
- Wolff, G. y Gleick, P. (2002). The Soft Path for Water. En P. Gleick (Ed.), *The World's Water 2002-2003 The Biennial Report On Freshwater Resources* (pp. 1-32). Washington, Distrito de Columbia: Island Press.