

El abastecimiento y consumo de agua en la zona conurbada Zacatecas-Guadalupe

Patricia Rivera Castañeda¹

El agua es un recurso de enorme importancia en zonas semidesérticas, siempre ha sido un problema para la mayor parte de la región de Zacatecas. Desde la fundación de las minas y la ciudad de Zacatecas el área se caracterizó por tener problemas de abastecimiento de agua; se obtenía agua de pilas, aljibes y cisternas que eran llenados con agua de lluvia. También de manantiales cortos que nacían en el cerro de la Bufa, de norias y de tiros de mina. Las acequias representan una muestra de la construcción de grandes infraestructuras que eran necesarias para el abastecimiento de agua.

En el presente, este recurso no ha sido cuidadosamente administrado. Son las actividades productivas, en particular la agricultura y la industria cervecera² —en el área de Calera—, las responsables por el desperdicio y riesgo de agotamiento y/o de mineralización.

I. La ruptura metabólica en el caso del sistema hidrológico

El concepto de ruptura del metabolismo con la naturaleza externa fue planteado por Marx en *El capital*. Foster (2000) detalla cómo desde fines del siglo XVIII, economistas de la talla de Anderson, en Inglaterra, venían reflexionando sobre la viabilidad de la explotación agrícola bajo relaciones capitalistas. El problema radicaba en que, en Inglaterra, muchos de los suelos eran rentados, por lo tanto el arrendatario buscaba obtener el mayor rendimiento posible en el plazo de vigencia de su contrato, despreocupándose por la fertilidad a largo plazo; antes bien, su objetivo era “traspasar” lo más rápidamente posible la fertilidad de los suelos a los productos, con lo cual necesariamente se los expoliaba. Esta lógica llevaría, según Anderson, a la pérdida de fertilidad de los suelos y a la ruina de la agricultura capitalista inglesa. Además, Anderson compartía la preocupación, ya en boga en esos tiempos, de que los productos de la agricultura terminaban en las ciudades, de manera que el desperdicio de ellos también lo hacía. De esa forma, los nutrientes integrados a los productos, en lugar de regresar en la forma de desechos al suelo, se perdían en el Támesis.

¹ aire_tierra11@yahoo.com.mx

² La empresa cervecera instalada en el estado también contribuye a la insustentabilidad; ésta tiene elevados índices de consumo de agua, 9 hectolitros de agua por cada hectolitro de cerveza, si reflexionamos que la media mundial es de 6 a 7, podemos observar la diferencia. Además, este factor es aun más delicado si se considera que la planta está instalada sobre un acuífero vedado para la perforación de nuevos pozos.

Anderson fue tal vez el primero en señalar la conexión histórica entre las relaciones capitalistas (la renta capitalista en este caso) y la tendencia a la fertilidad decreciente en la agricultura. Para explicar el proceso de degradación del suelo (ruptura del metabolismo natural), Liebig importó el término de metabolismo de los fisiólogos; y a mediados del siglo XIX, el uso del concepto de metabolismo ligado al movimiento de energía y materiales entre organismos y ambiente ya era común (Foster, 2000). Marx retomó a Anderson, Liebig, Carey, y otros, y también utilizó el concepto de ruptura del metabolismo. Pero, en lugar de restringirse al metabolismo natural de nutrientes, como lo hacía Liebig, habló de la ruptura que la sociedad humana ejercía sobre la naturaleza externa, y explicó cómo las leyes de funcionamiento de la economía capitalista provocaban, forzosamente, lo que hoy se llamaría insustentabilidad (Foladori, 2001a).

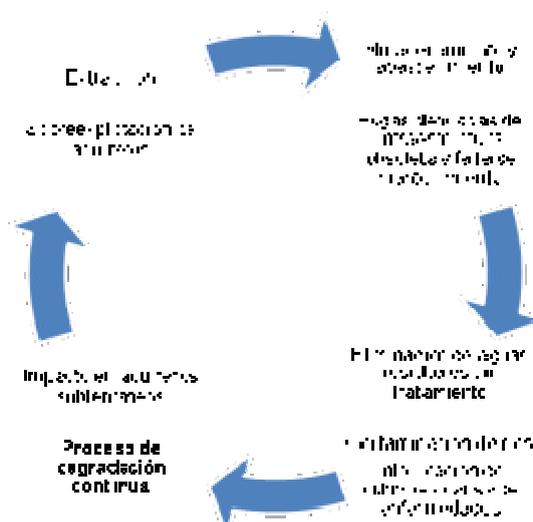
Retomando los problemas identificados por los diversos autores tales como Breña 2007; López & Aguilar, 2007; Morales & Rodríguez, 2007; Aguilera, 2006, Aboites, 2004; Aguirre, 2004; Garrocho, 2004; Graizbord, 2004; Jouravlev, 2004; Lezama, 2004; Anton, 1996, podríamos señalar que en la problemática del agua se da esta ruptura metabólica. Este concepto es ejemplificado generalmente con la actividad agrícola, señala que nutrientes y materias primas extraídas en el suelo rural se desplazan, en el cuerpo de los productos agrícolas, a las ciudades y centros productivos impidiendo la refertilización natural del suelo, lo que provoca un proceso de degradación continua de éstos (Foster, 2000; Moore, 2000). En nuestro caso, se utilizará el concepto de ruptura metabólica en el proceso de abastecimiento, consumo y eliminación del agua. Para ejemplificar este proceso nos apoyaremos en lo señalado por Anton (1996) referente a las necesidades de las ciudades en materia de agua:

“«importar» agua para satisfacer las necesidades de sus respectivas poblaciones. El agua es traída desde cauces, lagos o pozos cercanos, luego se trata, almacena y conduce a las zonas de consumo para ser utilizada con varios fines y finalmente eliminada como aguas servidas. Dicha eliminación se realiza por medio de otros sistemas de conducción. En casi todos los casos el agua es devuelta, con o sin tratamiento, al sistema hidrológico «natural» en un estado muy diferente a aquél en que originalmente fue extraída” (Anton, 1996, 165).

“Tales procesos implican cambios ambientales radicales en las zonas urbanas. Los ríos son canalizados o entubados, sus volúmenes y regímenes de flujo son substancialmente modificados, y sus aguas son cargadas con sustancias producidas artificialmente y naturales «relocalizadas». También se modifican los niveles de agua subterránea y flujo subterráneo. En algunas ciudades estos niveles tienden a descender debido a sobrebombeo o descargas inducidas, en otras pueden subir debido al aumento de la infiltración (por riego o pérdidas de los sistemas) u obstrucciones al flujo (subterráneo o superficial)” (Anton, 1996, 165).

En otras palabras, la ruptura metabólica en modelo hidrológico se da al extraer agua de lugares externos al área urbana ? desplazamiento de recursos a las ciudades y centros productivos? , los cuales en su mayoría son sobreexplotados impactando directamente los ecosistemas locales; en el proceso de abastecimiento de agua se genera un alto porcentaje de fugas que derivan del mal manejo administrativo, técnico y financiero ? infraestructura obsoletas y con falta de mantenimiento? ; además esta ruptura se agrava ya que la gran mayoría de agua residual no cuenta con ningún tipo de tratamiento, lo que genera la contaminación de ríos e impacto a regiones aledañas dedicadas a la agricultura que utilizan dichas aguas, provocando un proceso de degradación continua.

Figura 1. La ruptura metabólica en el modelo hidrológico



Fuente: Elaboración propia

Esta ruptura metabólica de la figura 1 puede ser explicada con el trabajo de Morales & Rodríguez (2007) sobre el problema del agua en el Valle de México:

“La presión demográfica y el crecimiento económico han conducido al uso dispendioso del agua en la cuenca del Valle de México, de tal forma que a la fecha sus propios recursos hídricos son insuficientes para sus necesidades y se ha tenido que recurrir a la interacción con las cuencas aledañas para proveer agua y para descargar los cuantiosos volúmenes de agua residual, de tal suerte que su sistema de abastecimiento de agua de primer uso y sus descargas de aguas residuales son altamente complejas, tanto desde el punto de vista técnico, administrativo, como de funcionalidad. Estos problemas definen a la cuenca del Valle de México como la más compleja del país, tanto por las características de su territorio como porque alberga el cuarto asentamiento humano más grande del mundo” (Morales & Rodríguez, 2007, 18 y 20).

Estos autores encuentran que la región del Valle de México tiene elevados índices de presión que la ubican en relación a la problemática del agua como de extrema gravedad, por

ser una de las zonas con mayores problemas en la explotación del recurso (Morales y Rodríguez, 2007). La conclusión general es que el actual modelo hidráulico del Área Metropolitana del Valle de México (AMVM) es insostenible a largo plazo. El espacio urbano es demasiado amplio para el sistema natural hídrico, la sobreexplotación de la zona frena su recarga, los ecosistemas locales han sido destruidos o dañados críticamente y los suelos se han degradado debido a la presión de la urbanización.

Para corroborar esta insustentabilidad del modelo hidrológico se efectuó una sistematización de la problemática actual del agua de acuerdo a los autores ya mencionados, y en base a ello se corrobora que el problema es esta ruptura metabólica. Es decir, el problema del agua es visto de manera parcial, nunca como un "ciclo hidrológico" que al afectar uno de sus elementos repercute en el resto. Si se analizan los tres momentos del agua, su extracción, su consumo y su eliminación podemos observar que se sigue este proceso de insustentabilidad, por ejemplo, la problemática del agua en zonas urbanas inicia al momento de la extracción del agua, donde el crecimiento de la población y de la estructura urbana generan aumentos en los servicios de agua potable y alcantarillado, si se enfoca sólo en la necesidad de agua, se da un incremento continuo en la demanda de agua, lo que provoca una disminución en la oferta hasta llegar a puntos críticos donde es necesario realizar tandeos por la poca disponibilidad de agua existente, que van a la par con la disminución de la calidad del agua. Esta demanda incesante, provoca la sobreexplotación de acuíferos, tanto superficiales como subterráneos, si se puntualiza en esta sobreexplotación podemos reconocer otros problemas relacionados, por ejemplo los daños irreversibles a las zonas y ecosistemas cercanos, o si se considera que la sobreexplotación es grave y que es necesario trasladar el agua de zonas lejanas para abastecer las zonas urbanas hay un aumento en los costos de traslado, fugas en el traslado de la fuente de agua a la infraestructura de almacenamiento, y, por supuesto la consiguiente afectación del sitio explotado (cuadro 1).

Cuadro 1. La insustentabilidad del modelo hidrológico

<i>Fases</i>	<i>Procesos que la motivan</i>	<i>Efectos</i>	
Extracción	Expansión demográfica Expansión de la estructura urbana	Aumento en la demanda Disminución en la oferta Sobreexplotación	Aumento de costos de perforación y traslado Tandeos Disminución de la calidad del agua Daños irreversibles a zonas sobreexplotadas y a ecosistemas locales Salinización
Abastecimiento	Deterioro en la infraestructura de las redes Existencia de tomas clandestinas	Fugas en redes de abastecimiento	
Eliminación	Eliminación de aguas residuales sin tratamiento	Contaminación de ríos, lagos y mantos freáticos	Riego de cultivos con aguas contaminadas Contaminación de alimentos y riesgo de enfermedades

Elaboración propia con información de Breña 2007; López & Aguilar, 2007; Morales & Rodríguez, 2007; Aguilera, 2006, Aboites, 2004; Aguirre, 2004; Garrocho, 2004; Graizbord, 2004; Jouravlev, 2004; Lezama, 2004; Anton, 1996.

Por otra parte, al momento del abastecimiento para el consumo también existen serios problemas como las fugas en redes de abastecimiento que son el resultado del deterioro de las mismas y también la existencia de tomas clandestinas.

Por último, al eliminar el agua utilizada se encuentra uno de los problemas más graves, la contaminación de agua, la mayor parte de las aguas residuales no tienen tratamiento alguno, por lo tanto, contaminan ríos, lagos y mantos freáticos. Además, esta agua es usada en gran medida para el riego de cultivo lo que provoca contaminación de alimentos y por consiguiente enfermedades. En suma, este proceso representa la insustentabilidad del ciclo hidrológico.

Este problema de ruptura metabólica del modelo hidrológico se agrava con otro tipo de problemas administrativos, normativos y gubernamentales que se relacionan con el abastecimiento de agua (cuadro 2).

Cuadro 2. Problemas administrativos y gubernamentales relacionados con el agua

<i>Fases</i>	<i>Procesos que la motivan</i>	<i>Efectos</i>
Debilidad gubernamental y administración ineficiente	Poca coordinación entre órganos y niveles de gobierno	Administración deficiente
	Cotos de poder e incorrecta dotación	Inequidad y servicios intermitentes Aumento de gasto
	Exceso de personal y procedimientos burocráticos	
	Bajo financiamiento	Problemas de infraestructura deteriorada (fugas)
	Deficiencias en el sistema de tarifas (urbano)	Precios del agua por debajo de los costos de abastecimiento
	Subsidios mal enfocados	Incentivos incorrectos, como el sector agrícola

Elaboración propia en base a información de Breña 2007; López & Aguilar, 2007; Morales & Rodríguez, 2007; Aguilera, 2006; Aboites, 2004; Aguirre, 2004; Garrocho, 2004; Graizbord, 2004; Jouravlev, 2004; Lezama, 2004; Anton, 1996.

Se puede afirmar que existe una administración deficiente y débil consolidación institucional de los gobiernos locales que regulan el abastecimiento de agua, este sector no es autosuficiente y por lo general necesita de mayor financiamiento, lo que conduce a tener infraestructura y redes deterioradas por falta de mantenimiento que conducen a significativos porcentajes de fugas de agua. El manejo del agua crea cotos de poder que impiden un uso administrativo adecuado por ejemplo el mantener cierta cuota o tarifas baja por no enfrentarse a un conflicto o grupo de interés. Por otra parte, la regulación en materia del agua concede prerrogativas y subsidios que desincentivan un uso adecuado de agua y el pago de derechos, por ejemplo el sector agrícola es el que se encuentra más subsidiado y es el sector que consume y desperdicia el mayor porcentaje de agua.

En suma, podemos afirmar que la presión actual por el agua no es sólo un concepto relacionado con la escasez del agua, sino que está ligado a disparidades sociales, económicas y a temas de gobernabilidad (Graizboard, 2004). Además, se puede señalar que el sistema económico es el factor que determina la extracción del agua, hasta el momento en que el sistema natural muestra sus límites y amenaza con desestabilizar la continuidad del propio sistema económico.

II. Diagnóstico del agua potable en la zona Zacatecas-Guadalupe

En base a la discusión sobre la problemática actual del agua y la ruptura metabólica del sistema hidrológico, podemos identificar tres ejes o problemas del área urbana de estudio Zacatecas-Guadalupe en los que se profundizará:

- a) El crecimiento demográfico del área que conlleva un crecimiento urbano y un aumento en la demanda del consumo de agua.
- b) Su sistema tarifario obsoleto que provoca una administración deficiente.
- c) Los problemas administrativos y gubernamentales de las tres dependencias relacionadas con el manejo del agua en la zona: la CONAGUA; la CEAPA y la JIAPAZ, lo que nos indicará el papel de los actores locales involucrados en el proceso de consumo de agua en la zona.

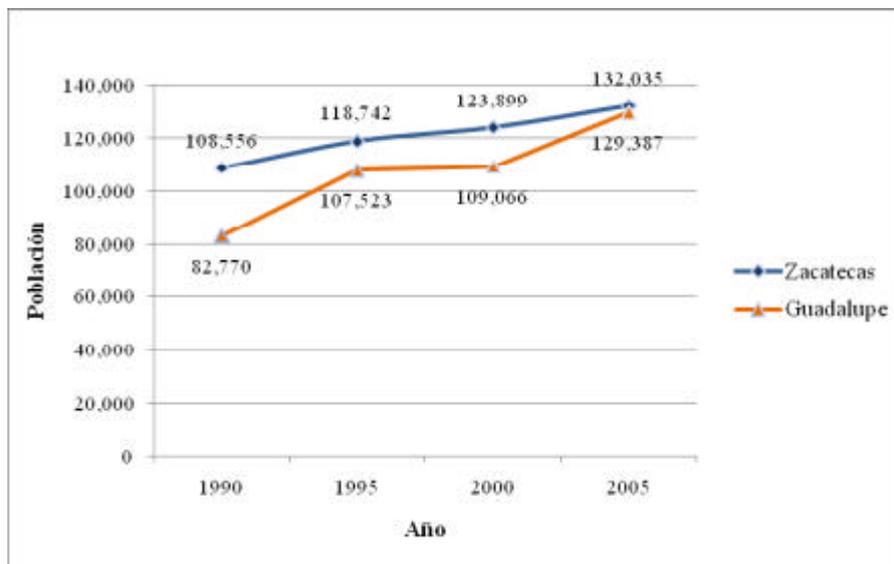
El análisis de estos tres ejes nos permitirá conocer el proceso de abastecimiento y consumo de agua potable en la zona urbana Zacatecas-Guadalupe.

A pesar de que al hablar de la ruptura metabólica del modelo hidrológico mencionamos que es necesario ver el proceso del agua de manera completa para entender la relación entre sus elementos ? extracción, abastecimiento y eliminación? en nuestro trabajo se realiza esta selección de ejes que sólo integran las etapas de extracción y abastecimiento del modelo hidrológico dejando fuera el análisis de la eliminación del agua no por restarle importancia a las aguas residuales sino por restricciones en tiempo y recursos

a. Crecimiento demográfico y urbano

La zona urbana Zacatecas-Guadalupe ha mostrado un incremento poblacional relevante, los datos del INEGI de 2000-2005 (2005) nos señalan a Guadalupe como el municipio que tuvo la mayor tasa de crecimiento en el estado con un 3.3 y una población de 129, 387 (figura 3). El municipio de Zacatecas por su parte tuvo una tasa de crecimiento de 1.13 con una población de 132, 035. Para contextualizar estas tasas es necesario mencionar que 44 de sus 56 municipios presentan tasas de crecimiento decrecientes y que la tasa de crecimiento general del estado es de 0.18.

Figura 3. Crecimiento poblacional de los municipios de Zacatecas y Guadalupe 1990-2005



Elaboración propia con datos de INEGI, 1995, 1999, 2001 y 2007.

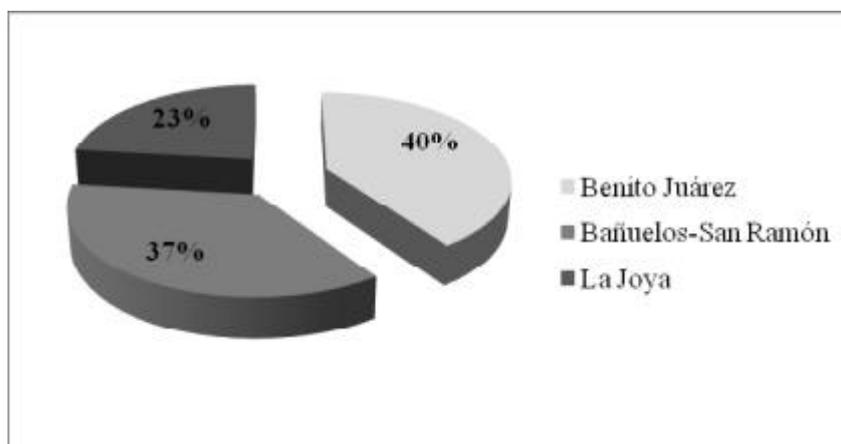
Como resultado de este crecimiento poblacional en la zona urbana Zacatecas-Guadalupe se genera un aumento en la demanda de agua potable provocando la consiguiente sobreexplotación de sus acuíferos subterráneos.³ Esta zona se abastece por tres sistemas o zonas hidrogeológicas con una carga hidráulica de 32 pozos. De manera cronológica el primer sistema de abastecimiento de agua fue el de Calera también conocido como La Joya que data de 1966; el segundo sistema fue el Guadalupe Bañuelos también llamado Bañuelos-San Ramón que surge en 1982, por último el sistema Benito Juárez inicia en 1991. El sistema Pimienta es el más reciente data del 2000-2001, sin embargo, este sistema forma parte del sistema Benito Juárez ? con 3 de sus pozos? y del Sistema Calera ? con 1 pozo? .

En relación a la capacidad instalada en operación, en primer lugar se encuentra el sistema Benito Juárez con una capacidad de 364.2 litros por segundo de sus ocho pozos; el segundo lugar el sistema Bañuelos-San Ramón con una capacidad de 363.32 litros por segundo de 17 pozos; y, por último, el sistema La Joya con una capacidad de 227.79 litros por segundo de sus 11 pozos (CONAGUA, 2007). El caudal producido sigue el mismo orden, el sistema Benito Juárez produce el 280.77 litros por segundo; el sistema Bañuelos-San Ramón 254.84

³ Es importante señalar que la zona de estudio se abastece solamente de acuíferos subterráneos.

litros por segundo y finalmente, el sistema La Joya produce 161.46 litros por segundo (figura 2). Estos sistemas operan las 24 horas del día (CONAGUA, 2007).

Figura 2. Caudal producido de los sistemas que abastecen la zona Zacatecas-Guadalupe



Elaboración propia con datos de CONAGUA, 2007.

Como se observa en la figura 2 la principal fuente de abastecimiento proviene del acuífero Benito Juárez. La CNA (2002, 17) en su trabajo "Determinación de la disponibilidad de agua en el acuífero Benito Juárez" señala que el acuífero tiene un déficit de disponibilidad⁴, ya que el volumen de recarga que recibe el acuífero (20.07 Mm³/año), es inferior al volumen de agua concesionado (21.08 Mm³/año), lo que provoca un desequilibrio en el sistema acuífero del orden de 1.01 Mm³/año⁵ (cuadro 3).

En el documento "Determinación de la disponibilidad de agua en el acuífero Guadalupe-Bañuelos, estado de Zacatecas" la CNA (2002 a) muestra que el acuífero tiene un déficit de 1.98 Mm³/año, ya que su volumen anual de extracción es de 12.68 Mm³/año y su recarga total media anual de sólo 10.70 Mm³/año. Por último, el acuífero de Calera cuenta con un déficit en su disponibilidad de agua subterránea de 60.69 Mm³/año, ya que su volumen de agua concesionada es de 143.31 Mm³/año, la recarga total media anual de 83.88 Mm³/año,

⁴ La Norma oficial Mexicana NOM-011-CNA-2000 define la Disponibilidad de Aguas Subterráneas como el volumen medio anual de agua que puede ser extraído de una unidad hidrológica para diversos usos adicional a la extracción ya concesionada y a la descarga natural comprometida, sin poner en peligro el equilibrio de los ecosistemas" (Arreguín & Chávez, 2003, 2-3).

⁵ De las extracciones totales de este acuífero un 74.10% (17.044 Mm³/año) es utilizado para fines agrícolas, el 24.79% (5.701 Mm³/año) es para uso público urbano? para este uso se le asignó a cada habitante una dotación de 150 litros por día? , el 0.02% (0.005 Mm³/año) se destina en actividades doméstico-pecuarias, y el 1.09% (0.250 Mm³/año) restante es utilizado en usos industriales (CNA, 2002).

una descarga natural comprometida⁶ de 1.26 Mm³/año. Este déficit se estableció en el trabajo “Determinación de la disponibilidad de agua en el acuífero Calera, estado de Zacatecas” (CNA, 2002 b) (cuadro 3).

El déficit de disponibilidad de agua en el sistema Calera es significativamente mayor que los otros dos sistemas. Una posible explicación puede ser la empresa cervecera instalada en esta área, ya que tiene elevados índices de consumo de agua, 9 hectolitros de agua por cada hectolitro de cerveza, si se considera que la media mundial es de 6 a 7, se aprecia la diferencia. Además, es necesario considerar que este acuífero se encuentra vedado para la perforación de nuevos pozos.⁷

Cuadro 3. Los déficits de los sistemas de abastecimiento de la zona urbana Zacatecas-Guadalupe

<i>Sistema</i>	<i>Volumen de agua concesionada</i>	<i>Recarga total media anual</i>	<i>Descarga natural comprometida</i>	<i>Déficit</i>
Benito Juárez	21.08 Mm ³ /año	20.07 Mm ³ /año		1.01 Mm ³ /año
Guadalupe-Bañuelos	12.68 Mm ³ /año	10.70 Mm ³ /año		1.98 Mm ³ /año
Calera	143.31 Mm ³ /año	83.88 Mm ³ /año	1.26 Mm ³ /año	60.69 Mm ³ /año

Elaboración propia con datos de CNA, 2000; CNA 2000a; CNA, 2000b.

Como se puede observar en el cuadro 3 los acuíferos que abastecen la zona conurbada Zacatecas-Guadalupe se encuentran sobreexplotados, al respecto, el titular de la JIAPAZ Lic. Cuauhtémoc Alcalá Gallegos señala para el periódico *Imagen* lo siguiente:

“Los pozos que se perforan para dar abasto al área conurbada son cada vez más profundos debido al abatimiento de los mantos freáticos”. “...las profundidades para encontrar el líquido son de alrededor de 250 metros en el sistema Bañuelos-San Ramón, cuando hace 26 años eran de unos 150 metros, lo que refleja el abatimiento del manto acuífero”. “Además de los costos más elevados para extraer agua, agregó, otra complicación es la calidad del líquido

⁶ “La descarga natural comprometida, se cuantifica mediante medición de los volúmenes de agua procedentes de manantiales o de caudal base de los ríos alimentados por el acuífero, que son aprovechados y concesionados como agua superficial, así como las salidas subterráneas que deben de ser sostenidas para no afectar a las unidades hidrogeológicas adyacentes. Para el acuífero Calera la descarga natural comprometida es de 1.26 Mm³/año”, (CNA, 2002 b, 21).

⁷ A pesar de que en proyecto se encuentra la perforación de seis pozos en la zona conurbada Zacatecas-Guadalupe ? con una inversión estimada de 9 millones de pesos? con el objetivo es dar abasto a nuevos asentamientos urbanos, es necesario mencionar que estos seis nuevos pozos sustituirán algunos que se encuentran abatidos, ya que la CONAGUA desde el año 2002 no ha otorgado nuevas concesiones para la explotación de pozos (López, abril 28, 2008).

que se obtiene, toda vez que se corre más riesgo que no sea apta para el consumo humano” (López, abril 28, 2008).

Además de esta sobreexplotación de los acuíferos subterráneos del área, se habla de un porcentaje de desperdicio de agua por el concepto de fugas que oscila entre un 40 a un 60 %. Estas pérdidas derivan de las fugas de la infraestructura deteriorada de las redes de abastecimiento en mayor medida, y de fugas por tomas clandestinas.⁸ También es necesario considerar el relieve accidentado que caracteriza principalmente a la zona de Zacatecas. JIAPAZ (en CONAGUA, 2007) señala que la infraestructura hidráulica de redes de distribución y conducción de agua potable tiene una vida útil de acuerdo a su construcción de 12 años, este lapso de tiempo no es considerado en la planeación, de ahí que se genere el problema de las fugas en las redes. Adicionalmente, este organismo operador se ve en la necesidad de reponer tuberías en diferentes colonias debido a las grandes concentraciones de sales (sarro) que deteriora la tubería y reduce su área hidráulica, un ejemplo de estas fallas ocurre principalmente en el sistema Bañuelos-San Ramón que abastece principalmente al municipio de Guadalupe ya que contiene grandes cantidades de sales y carbonatos en su agua, que puede llegar a tapar un 90 % de las redes, por consiguiente es considerado el acuífero de menor calidad.

Es importante señalar que los problemas graves de abastecimiento de agua dependen en gran medida de los problemas de la Comisión Federal de Electricidad (CFE), ya que como consecuencia de fallas en la electricidad el bombeo de agua en los pozos se detiene (Valdez, enero 15, 2008). Estos problemas derivan tanto de los ventarrones (Amador, marzo 20, 2008; Castro, marzo 4, 2008) como de las descargas eléctricas de la temporada de lluvias (Valdez, enero 15, 2008), por lo tanto, se caracterizan por ser imponderables e impredecibles para la Dirección de Captación de JIAPAZ.

Los medidores son otra limitante que dificulta la operación del organismo operador. De un total de 73, 048 tomas con servicio continuo, el 80.04 % tienen medidor funcionando, 9.20 % tiene medidor pero no funciona y el restante 10.75 % son tomas sin medidor (CONAGUA, 2007) (cuadro 4).

⁸ En la Dirección de Distribución y Alcantarillado de la JIAPAZ señalaron que la pérdida es de alrededor del 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 (Dirección de Distribución y Alcantarillado, comunicación personal, agosto 14, 2008). Este último concepto es un porcentaje muy pequeño, alrededor del 2 % y deriva del propio funcionamiento de las líneas de conducción (Dirección de Captación, comunicación personal, agosto 19, 2008).

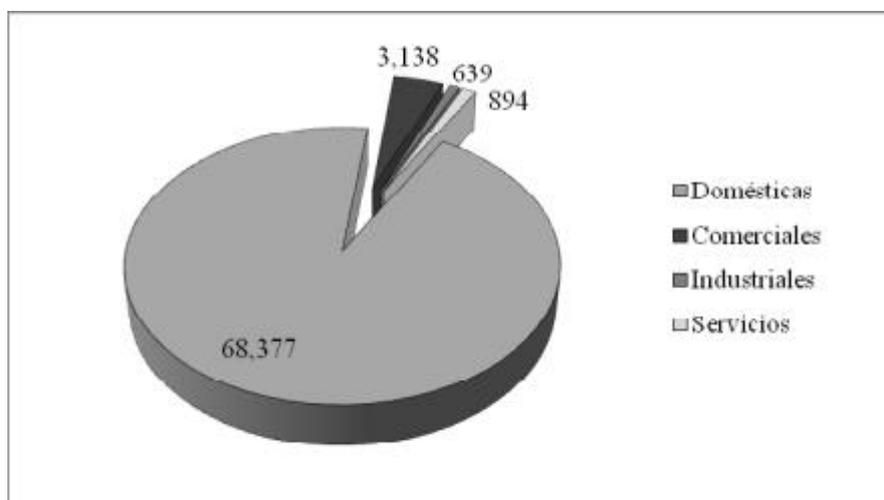
Cuadro 4. Tomas de agua potable instaladas

Tipo de servicio	Con medidor		Sin medidor	Tomas con servicio continuo
	Funcionando	Sin funcionar		
Domésticas	54,531	6,442	7,404	68,377
Comerciales	2,580	223	335	3,138
Industriales	550	34	55	639
Servicios	813	21	60	894
Total	58,474	6,720	7,854	73,048

Fuente: CONAGUA, 2007.

La figura 4 muestra la clasificación de los servicios de agua potable. Encontramos que las tomas domésticas representan un 93.60 %, las comerciales un 4.29 %, las industriales un 0.87 % y finalmente, las de servicios un 1.22 %.

Figura 4. Clasificación de las tomas de agua potable



Elaboración propia con datos de CONAGUA, 2007.

b) Sistema tarifario obsoleto

A pesar de los problemas mencionados a que se enfrenta el organismo operador de agua potable, JIAPAZ (cuadro 5), la principal deficiencia es que su sistema no es autosuficiente económicamente ya que el cobro del agua se encuentra por debajo de su costo real. La última actualización de su sistema tarifario fue en el año de 1999 en el acuerdo “Modificación de tarifas de agua potable y alcantarillado”:

“Se autoriza al organismo operador la aplicación del ajuste a las tarifas vigentes únicamente a los usuarios domésticos este se aplicará tomando como base el rango de consumo mínimo para las tres zonas de 0 a 15 m³, la tarifa mínima para los usuarios domésticos. En la zona I \$ 45.00 pagando el usuario \$ 30.00 y gobierno del estado \$ 15.00. En la zona II \$ 49.00. Y en la zona III \$ 59.00” (Periódico Oficial del Gobierno del Estado de Zacatecas, Tomo CIX Núm, 46. Zacatecas, Zac., miércoles 9 de junio de 1999).

Cuadro 5. Problemática a que se enfrenta el organismo operador de agua potable, JIAPAZ

<i>Problema</i>	<i>Consecuencia del problema</i>
El crecimiento poblacional de la zona conurbada Zacatecas-Guadalupe	Aumento en la demanda de agua Sobreexplotación de acuíferos
Sobreexplotación de sus tres acuíferos: Benito Juárez, Guadalupe-Bañuelos y Calera	Abatimiento de los mantos acuíferos Aumento de costos para extraer el agua porque es necesario perforar a mayor profundidad los pozos Disminución en la calidad del líquido
Fugas que oscilan entre un 40 y 60 %	Deficiencias en la oferta de agua
Infraestructura hidráulica obsoleta: redes, equipo de bombeo	No hay suficiente presupuesto para cubrir los rubros de mejora de infraestructura. La infraestructura tiene una vida útil de 12 años que no es considerada en la planeación
Concentración de sales (sarro) principalmente en el acuífero Bañuelos-San Ramón	Abastecimiento deficiente, necesidad de cambio de redes
Problemas de fallas de electricidad	Falta de abastecimiento por no contar con planta de energía propia
Necesidad de incrementar el número de micromedidores, se tiene una deficiencia de 20 %	No hay un cobro eficiente del agua
No es autosuficiente económicamente	El gasto que debería ser destinado al mantenimiento de infraestructuras se destina a otros rubros prioritarios

Elaboración propia.

Se especula que la razón del porque las tarifas no incrementan es debido a “costos políticos” o como señala Aguilera (2006, 4) “una administración pública que inhibe sus responsabilidades con el fin de no enfrentarse a determinados conflictos y grupos de interés”. La tarifa se ha mantenido mientras los gastos de operación incrementan, entre ellos

el pago a la CFE y el pago de sueldos que absorben gran parte de los ingresos que la dependencia recibe por parte de los usuarios (López, julio 1, 2008).

De acuerdo a la información obtenida de los funcionarios de la JIAPAZ este porcentaje cobrado por el consumo doméstico sólo cubre aproximadamente un 50 % de los costos necesarios para el funcionamiento del sistema.⁹ Sin embargo, este porcentaje aumenta a un 66 % en la siguiente nota del periódico *Imagen*:

“A la Junta intermunicipal de Agua Potable y Alcantarillado de Zacatecas (JIAPAZ) le cuesta 9 pesos llevar mil litros de agua potable a los usuarios, sin embargo, el cobro es de 3 pesos, de forma que hay un subsidio de 66 por ciento.” “El organismo recibe ingresos de 330 pesos por cada mil que ofrece en el servicio, lo que le impide hacer frente a los riesgos de mantenimiento y operación” (López, julio 2, 2008).

“Se estima que una persona gasta 150 litros al día, que en una familia de tres integrantes significa un gasto mensual de 13 mil 500 pesos, por los que paga menos de 50 pesos, cuando el costo real es de 121 pesos; la diferencia, de 70 pesos, la paga la JIAPAZ” (López, julio 2, 2008).

Esta falta de solvencia financiera de la JIAPAZ se agravará cuando se enfrenten los costos de operación de la planta de tratamiento de aguas residuales para las ciudades de Zacatecas-Guadalupe que se encuentra en construcción.¹⁰

c) Papel de los actores locales

Son tres las dependencias relacionadas con el manejo, operación y normatividad del agua: CONAGUA dependencia 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” (CONAGUA, 2006). CEAPA es la dependencia normativa a nivel estatal cuya función es ejecutar diversos programas en todo el estado ¿realización de obras de administración, conservación, mantenimiento y desarrollo de los sistemas de agua potable y alcantarillado? con recursos federales, estatales, municipales y de los propios

⁹ Los costos de funcionamiento del sistema a los que se hacen referencia no incluyen los costos de mantenimiento y reparación de las infraestructuras obsoletas y dañadas simplemente se hace referencia a que se alcanza a pagar los gastos operativos o de funcionamiento. Estos costos de mantenimiento debería ser cubiertos por la cantidad que se cobra por concepto de “incorporación” \$ 4,500 pesos al momento de realizar el contrato que el contrato tiene un costo de \$ 600 pesos? que deberían ser destinados en teoría a el mejoramiento y mantenimiento de redes. Sin embargo, este concepto de “incorporación” funge como un subsidio para que el sistema pague su operación.

¹⁰ El convenio para la prestación de servicios para la construcción de la planta de tratamiento de aguas residuales de la zona conurbada Zacatecas-Guadalupe de la colonia Osiris se firmó por la JIAPAZ y la empresa “Tecnología en Sistemas Ambientales”. El titular de la JIAPAZ señala que la construcción tendrá una duración aproximada de 18 meses. En relación a la inversión necesaria se aportará 62 millones 22 mil 280 pesos del sector privado; 57 millones 113 mil 39 pesos por parte de la federación; 2 millones 258 mil 226 pesos por parte del gobierno del estado, y, 36 millones de pesos entre los municipios de Zacatecas y Guadalupe (Castro, junio 17, 2008).

beneficiarios de las obras (CEAPA, 2004). Por último, la JIAPAZ es un “organismo operador descentralizado de la administración pública municipal con el compromiso de proporcionar el servicio de agua potable a los usuarios, en cantidad, calidad, procesos como son extracción, potabilidad, conducción, y comercialización y los que sean necesarios; así como el tratamiento de aguas residuales y su reutilización” (JIAPAZ, 2005).

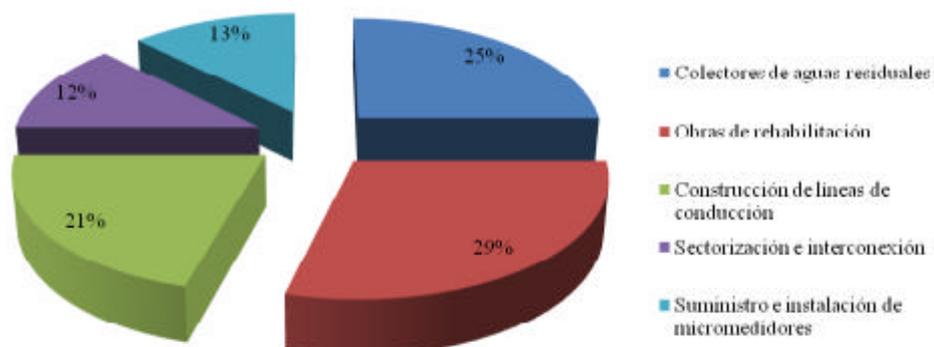
En el actual periodo de gobierno se está canalizando un alto porcentaje de recursos destinados a agua potable y alcantarillado. Se gestionaron 200 millones de pesos y con sus respectivas participaciones gubernamentales se convirtieron en 700 millones, representando un avance importante en la materia que no es comparable con otros sexenios gubernamentales. Este amplio presupuesto del sexenio se enfoca al “mejoramiento de agua potable y alcantarillado en todo el estado”, pero ya que los municipios no tienen suficiente capacidad de elaborar y gestionar proyectos, JIAPAZ¹¹ que opera el sistema de cuatro municipios ? Zacatecas, Guadalupe Morelos y Vetagrande? absorbe en mayor medida los recursos (CEAPA, 2008), lo que indica la centralidad de los recursos. Las obras que representan un avance son la adquisición de macromedidores para todos los pozos de abastecimiento lo cual permite tener un mayor control del agua que se extrae, la construcción de una planta de tratamiento y nuevos tramos de conducción para proyectos de nuevas zonas de abastecimiento. Sin embargo, debido a las deficiencias económicas de la JIAPAZ, un 29 % de las obras es destinado a la rehabilitación de las redes abastecimiento (figura 5) (CEAPA, 2008).

De acuerdo a la información proporcionada por la CEAPA (2008) encontramos que de un total de 24 obras licitadas.¹² Siete de ellas se destinan a obras de rehabilitación; seis a la construcción de colectores, cinco a la construcción de líneas de conducción, tres a obras de sectorización de redes y tanques; y las restantes tres al suministro e instalación de micromedidores (figura 5).

¹¹ Este organismo cuenta con un departamento técnico que elabora sus propios proyectos de acuerdo a sus necesidades prioritarias, lo cual lo coloca como organismo que encabeza la obtención de recursos.

¹² El monto total de las obras APAZU es de 172,683, 604. Estas representan sólo una parte de esos 700 millones de pesos gestionados para todo el estado. Además, es necesario puntualizar que en estas obras no se integra la instalación de los macromedidores proyectados para todos los pozos del estado, ni los costos de las nuevas plantas de tratamiento.

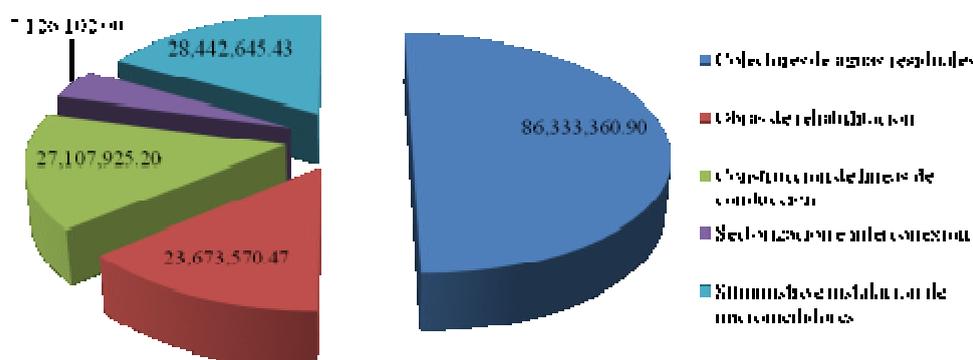
Figura 5. Obras coordinadas por la CEAPA para JIAPAZ en el Programa de Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento en Zonas Urbanas (APAZU) 2008 (número de obras)



Elaboración propia con datos de CEAPA, 2008.

Si nos enfocamos en montos de las obras (figura 6), encontramos que un 50 % del presupuesto se destina a los colectores de aguas residuales. Un 16 % al suministro e instalación de micromedidores y construcción de líneas de conducción respectivamente. Un 14 % obras de rehabilitación. Y finalmente, un 4 % a la sectorización e interconexión de redes y tanques.

Figura 6. Obras coordinadas por la CEAPA para JIAPAZ en el Programa de Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento en Zonas Urbanas (APAZU) 2008 (pesos)



Elaboración propia con datos de CEAPA, 2008.

Otro elemento a señalar es la centralidad en la política de CONAGUA, la perspectiva que sigue este organismo es cuidar del “agua doméstica”, en otras palabras, la prioridad es el abastecimiento humano. No obstante, es necesario señalar que el sector agrícola es el que consume y desperdicia más altos porcentajes de agua, por ejemplo en la zona aledaña al acuífero Benito Juárez que aporta la mayor cantidad de agua a la zona conurbada Zacatecas-Guadalupe existe cultivos de riego de chile, cebolla por gravedad, sin ningún tipo de tecnificación de ahí que la cantidad de agua que se desperdicia por infiltración es alarmante.

Figura 6. Riego en el acuífero Benito Juárez



Acuífero Benito Juárez, Riego de cultivos sin tecnificación. Junio 3, 2008. Foto: Patricia Rivera

Bibliografía

- Aboites Aguilar, Luis (2004). De bastión a amenaza. Agua, políticas públicas y cambio institucional en México, 1947-2001. En Boris Graizbord & Jesús Arroyo Alejandre (Coordinadores), *El futuro del agua en México* (pp. 89-113). México, D. F.: Centro Cultural S. A. de C. V.
- Aguilera, Federico (2006). Hacia una nueva economía del agua: cuestiones fundamentales. *Polis Revista de la Universidad Bolivariana*. 5 (14), 1-13 Fecha de consulta: 26 abril de 2008. Disponible en: <http://redalyc.uaemex.mx/redalyc/src/inicio/ArtPdfRed.jsp?iCve=30551402>
- Aguirre Jiménez, Alma Alicia (2004). Mecanismos e instrumentos económicos de la gestión del agua en México. En Boris Graizbord & Jesús Arroyo Alejandre (Coordinadores), *El futuro del agua en México* (pp. 325-350). México, D. F.: Centro Cultural S. A. de C. V.
- Amador, Julia (marzo 20, 2008). Ventarrones dejan sin agua a gran parte de Zacatecas Periódico *Imagen*. Disponible en: <http://201.120.149.127/2008/03/20/capital3.htm> Fecha de consulta 19 de agosto de 2008
- Anton J. Danilo (1996). Ciudades sedientas. Agua y ambientes urbanos en América Latina. Uruguay: Coedición del Centro Internacional de Investigaciones para el Desarrollo (CIID), UNESCO y Editorial NORDAN-Comunidad
- Arreguín, Feipe & Chávez, Rubén (2003). Disponibilidad de las aguas nacionales subterráneas.
- Bocanegra Aguilar, María Antonieta (2008, marzo 31). ¿Quién define el futuro del codiciado recurso agua? *La Jornada, Ecológica*
- Breña Puyol, Agustín Felipe (2007). *La problemática del agua en zonas urbanas*. En Jorge A. Morales Novelo & Lilia Rodríguez Tapia (Coord.), *Economía del agua. Escasez del agua y su demanda doméstica e industrial en áreas urbanas* (69-89). Ciudad de México: Miguel Ángel Porrúa.
- Castro Ruiz, José Luis & Sánchez Munguía, Vicente (2004). Desafíos y oportunidades en la gestión fronteriza del agua: hacía una política binacional entre México y Estados Unidos. En Boris Graizbord & Jesús Arroyo Alejandre (Coordinadores), *El futuro del agua en México* (pp. 133-166). México, D. F.: Centro Cultural S. A. de C. V.
- Castro, Juan (marzo 4, 2008). Se quedan sin agua diez colonias, debido al fuerte viento. Periódico *El Sol de Zacatecas*. Disponible en: <http://www.oem.com.mx/elsoldezacatecas/notas/n616580.htm> Fecha de consulta: 24 de agosto de 2008.
- Castro, Juan (junio 17, 2008). Construirán planta de tratamiento en zona conurbada Zacatecas-Guadalupe. Periódico *El Sol de Zacatecas*. Disponible en: <http://www.oem.com.mx/elsoldezacatecas/notas/n737752.htm> Fecha de consulta: 19 de agosto de 2008.
- CEAPA (2004). Manual de Organización General de la Comisión Estatal de Agua Potable y Alcantarillado. Fecha de consulta: agosto 11, 2008. Disponible en: <http://transparencia.zacatecas.gob.mx/pordependencias/acuerdosmanuales.php?dependencia=ceapa>
- CEAPA (2008). Comunicación personal con el Ing. Arturo Rodríguez. Agosto 12, 2008.
- Comisión Nacional del Agua (2002). *Determinación de la disponibilidad de agua en el acuífero Benito Juárez, estado de Zacatecas*. Fecha de consulta: agosto 15, 2008. Disponible en: http://www.conagua.gob.mx/CONAGUA07/Noticias/DR_3210.pdf

- Comisión Nacional del Agua (2002a). *Determinación de la disponibilidad de agua en el acuífero Guadalupe-Bañuelos, estado de Zacatecas*. Fecha de consulta: agosto 15, 2008. Disponible en: http://www.conagua.gob.mx/CONAGUA07/Noticias/DR_3227.pdf
- Comisión Nacional del Agua (2002b). *Determinación de la disponibilidad de agua en el acuífero Calera, estado de Zacatecas*.
- Comisión Nacional del Agua (2007). Reporte de la Subdirección General de infraestructura Hidráulica Urbana.
- Dirección de Captación (JIAPAZ) (agosto 19, 2008). Comunicación personal
- Dirección de Distribución y Alcantarillado (JIAPAZ) (agosto 14, 2008). Comunicación personal
- Foladori, G. (2001a). Controversias sobre sustentabilidad. La coevolución sociedad-naturaleza. México: Miguel Ángel Porrúa y Universidad Autónoma de Zacatecas.
- Foster, J. (2000). Marx's ecology. Materialism and nature. New York : Monthly Review Press.
- Frías Núñez, Belinda (2008, marzo 31). Qué significó el IV Foro Mundial del Agua en México en Agua: conservación, distribución y consumo La Jornada, Ecológica
- Garduño, René L. (2004). Ciencia y conciencia del agua. En Boris Graizbord & Jesús Arroyo Alejandre (Coordinadores), *El futuro del agua en México* (pp. 29-43). México, D. F.: Centro Cultural S. A. de C. V.
- Garrocho, Carlos (2004). Diez reflexiones sobre el agua. En Boris Graizbord & Jesús Arroyo Alejandre (Coordinadores), *El futuro del agua en México* (pp. 45-62). México, D. F.: Centro Cultural S. A. de C. V.
- Graizbord, Boris (2004). Los umbrales del agua: preguntas y desafíos. En Boris Graizbord & Jesús Arroyo Alejandre (Coordinadores), *El futuro del agua en México* (pp. 63-86). México, D. F.: Centro Cultural S. A. de C. V.
- INEGI (2007). Anuario Estadístico del Estado de Zacatecas.
- INEGI (2005). Anuario Estadístico del Estado de Zacatecas.
- INEGI (2001). Anuario Estadístico del Estado de Zacatecas.
- INEGI (1999). Anuario Estadístico del Estado de Zacatecas.
- INEGI (1995). Anuario Estadístico del Estado de Zacatecas.
- JIAPAZ (2005). Manual de Organización de la Junta Intermunicipal de Agua Potable y Alcantarillado de Zacatecas. Fecha de consulta: agosto 8 de 2008. Disponible en: <http://transparencia.zacatecas.gob.mx/pordependencias/acuerdosmanuales.php?dependencia=jiapaz>
- Jouravlev, Andrei (2004). Los servicios de agua potable y saneamiento en el umbral del siglo XXI. En CEPAL, serie Recursos Naturales e Infraestructura, núm. 74, Santiago de Chile, julio, pp. 1-69.
- La Jornada, Ecológica (2008, marzo 31). Agua: conservación, distribución y consumo.

- Lezama Escalante, Cecilia (2004). El manejo industrial del agua en Jalisco. En Boris Graizbord & Jesús Arroyo Alejandro (Coordinadores), *El futuro del agua en México* (pp. 255-268). México, D. F.: Centro Cultural S. A. de C. V.
- López, Flor M. (2006). Niveles de dotación de agua y drenaje en la Zona Metropolitana de la Ciudad de México. En Aguilar, Adrián Guillermo (Coordinador). *Las grandes aglomeraciones y su periferia regional. Experiencias en Latinoamérica y España*. pp. 143-179.
- López, Flor M. & Aguilar, Adrián Guillermo (2007). Urbanización periférica y gestión del agua en la ciudad de México. En Aurora García & Ma. Luisa García (Coordinadoras), en *Un mundo de ciudades. Procesos de urbanización en México en tiempos de globalización* (pp. 77-88). España: Geo Forum.
- López, Manuel (abril 28, 2008). Alertan por abatimiento de mantos acuíferos. Periódico *Imagen*. Disponible en: <http://201.120.149.127/2008/04/28/capital5.htm> Fecha de consulta: 19 de agosto de 2008
- López, Manuel (julio 1, 2008). JIAPAZ, ahorcada en sus finanzas. Periódico *Imagen*. Disponible en: <http://201.120.149.127/2008/07/01/capital5.htm> Fecha de consulta: 19 de agosto de 2008.
- López, Manuel (julio 2, 2008). Subsidia la JIAPAZ con 70% a usuarios. Periódico *Imagen*. Disponible en: <http://201.120.149.127/2008/07/02/capital4.htm> Fecha de consulta: 19 de agosto de 2008.
- Martínez Austria, Polioptro F. (2004). Recursos hidráulicos en la frontera de México con Estados Unidos. En Boris Graizbord & Jesús Arroyo Alejandro (Coordinadores), *El futuro del agua en México* (pp. 117-132). México, D. F.: Centro Cultural S. A. de C. V.
- Moore, J. (2000). Environmental crises and the metabolic rift in world-historical perspective. En *Organization & Environment*, 13 (123), 123-157.
- Morales Novelo Jorge A. & Rodríguez Tapia, Lilia (2007). Retos y perspectivas de una gestión no sustentable del agua en el Área Metropolitana del Valle de México En Jorge A. Morales Novelo & Lilia Rodríguez Tapia (Coord.), *Economía del agua. Escasez del agua y su demanda doméstica e industrial en áreas urbanas* (15-68). Ciudad de México: Miguel Ángel Porrúa.
- Periódico Oficial del Gobierno del Estado de Zacatecas (junio 9, 1999).
- Rodríguez Tapia, Lilia & Morales Novelo Jorge A. (2007). *Economía del agua. Escasez del agua y su demanda doméstica e industrial en áreas urbanas*. Ciudad de México: Miguel Ángel Porrúa.
- Valdez, Rubén (enero 15, 2008). Agua a Tratar. Periódico *El Sol de Zacatecas*. Disponible en: <http://www.oem.com.mx/elsoldezacatecas/notas/n558880.htm> Fecha de consulta 24 de agosto de 2008.