

O R T E

O P E R

C

E

S

O

P

## LA CRISIS DEL AGUA

- 1 **Introducción**  
Francisco J. Sales Heredia
- 5 **El estado de las cuencas en México**  
Carlos Vázquez Hernández
- 11 **Agua y energía: implicaciones energéticas de su aprovechamiento y manejo**  
Odón de Buen Rodríguez
- 18 **Agua y agricultura en México**  
Liliam Flores
- 27 **Inversión, agua potable y bienestar social**  
Héctor Manuel Bravo Pérez y Juan Carlos Castro Ramírez
- 31 **Hacia una mejor gestión del agua en México: tendencias actuales y posibles soluciones**  
Rebeca Cecilia de Buen Kalman
- 40 **Los problemas de abastecimiento de agua en la Ciudad de México**  
Salvador Moreno Pérez
- 47 **Propuestas y estrategias para solucionar el problema del agua en la Ciudad de México**  
Manuel Perló Cohen

### SECCIÓN DE ENTREVISTAS Y OPINIÓN

- 53 **Agua y productividad en el campo, entrevista al Dip. Armando Ríos Piter**
- 57 **Abastecimiento y aprovechamiento del agua, entrevista al Ing. José Luis Luege Tamargo**
- 64 **El fin del agua (¿?). Gabriel Quadri de la Torre**

NUMERALIA

Reporte CESOP

Número 28

Octubre de 2009



LXI LEGISLATURA  
CÁMARA DE DIPUTADOS

Mtro. Carlos Enrique Casillas Ortega  
*Director General*

Francisco J. Sales Heredia  
*Director de Estudios Sociales*

Gustavo Meixueiro Nájera  
*Director de Desarrollo Regional*

César Augusto Rodríguez Gómez  
*Director de Opinión Pública*

Saúl Munguía Ortiz  
*Director de Vinculación y Gestión*

Ernesto Caveró Pérez  
*Subdirector de Análisis y Procesamiento de Datos*

Josué Jijón León  
*Coordinador Técnico*

Juan Carlos Amador Hernández  
Efrén Arellano Trejo  
José Alonso Contreras Macías  
Liliam Mara Flores Ortega Rodríguez  
Gilberto Fuentes Durán  
José de Jesús González Rodríguez  
Dunia Ludlow Deloya  
Jesús Mendoza Mendoza  
Salvador Moreno Pérez  
Iván H. Pliego Moreno  
Octavio Ruiz Chávez  
Roberto Vallín Medina  
Carlos Agustín Vázquez Hernández  
*Investigadores*

Alejandra Aguilar Jiménez  
Elizabeth Cabrera Robles  
Luz García San Vicente  
Matilde Gómez Vega  
Roberto Ocampo Hurtado  
*Apoyo en Investigación*

Francisco J. Sales Heredia  
*Director del Reporte CESOP*

Alejandro López Morcillo  
Roberto Vallín Medina  
*Editores*

José Olalde Montes de Oca  
*Asistencia editorial*



# Introducción

*Francisco J. Sales Heredia\**

En este año de múltiples crisis, una más es la del agua. Hemos llegado a una situación tal, que nuestros recursos de agua dulce empiezan a no ser suficientes para garantizar el abasto para satisfacer sus distintos usos.

Los problemas se acumulan en todos los ámbitos, a pesar de los avances en años recientes: la tala inmoderada propicia la desertificación y el azolve de los cuerpos de agua; las cuencas están contaminadas por las aguas residuales no tratadas; los mantos freáticos se agotan por la sobreexplotación para uso agrícola, industrial y doméstico; y el consumo energético para mover mayores volúmenes de agua cada vez a mayor distancia aumenta cada año. Las soluciones a estos graves problemas, así como los costos correspondientes, son conocidos por todos, pero requieren tales cambios estructurales en nuestra sociedad, para financiar y distribuir adecuadamente tales responsabilidades entre el gobierno y los ciudadanos, que será necesario un gran acuerdo nacional para lograrlo.

\* Doctor en Filosofía Política por la Universidad de Warwick, Inglaterra. Director del área de Estudios Sociales del CESOP. Líneas de investigación: filosofía política, justicia distributiva, energía y pobreza. Correo electrónico: francisco.sales@congreso.gob.mx

El primero de los problemas, el de la deforestación, dista mucho de haber sido resuelto. A pesar de que existen programas específicos que promueven la reforestación y conservación de bosques y selvas, sus pérdidas siguen siendo mayores que su preservación. En este rubro, el problema se ve acentuado por la actividad agrícola que reclama nuevas tierras cada año para una actividad intensiva en recursos hídricos y no necesariamente con altas tasas de productividad. Ambos problemas requieren cambios sustanciales en la forma en que son abordados, tanto en el fomento financiero de actividades de silvicultura, en el secuestro de bióxido de carbono y en la tecnificación de la actividad agrícola.

El segundo de los problemas de igual modo requiere cambios sociales amplios, desde la aceptación de que es necesario pagar para que las aguas residuales sean tratadas, hasta la concientización de que ríos, lagunas, vados y costas son propiedades comunales que deben ser rescatados. Hasta el momento, los ciudadanos vierten desechos y contaminan las aguas residuales sin ninguna conciencia de los impactos de sus acciones. Por ejemplo, el 78% de los hogares descarga sus aguas residuales en el

sistema de drenaje público, pero sólo el 38% de esta agua es tratada.<sup>1</sup>

El tercer problema radica en las reservas de agua dulce. Hasta ahora el costo del agua para consumo doméstico, agrícola e industrial virtualmente se ha reducido al de perforar un pozo y extraer el líquido, sin tomar en cuenta las externalidades negativas vinculadas al agotamiento de los mantos freáticos y a la disminución de las zonas de recarga. La solución involucra una estricta veda, definición estricta de zonas de recarga, consumo moderado a un costo realista y modificación de costumbres de uso. Los acuerdos entre grupos de usuarios y el fortalecimiento de las instituciones supervisoras, son tareas que se llevan a cabo, pero que son difíciles de implementar en un sistema administrativamente fragmentado como el nuestro. De igual modo, los datos muestran que si bien el 90% de los hogares recibe agua de una red pública, sólo el 15% la bebe de la llave, poniendo en duda el gran esfuerzo público de potabilización. El hecho de que el 67% de los

hogares beban agua de garrafón o botella habla de un sistema dual: agua para uso doméstico y agua para beber (tablas 1 y 2).

Uno de los problemas que no son usualmente considerados es el costo en el que incurrimos por las deficiencias de los sistemas de distribución y las inherentes al uso del agua. Costos que pueden ser estimados en términos del consumo energético para mover el agua, calentarla y tratarla. Costos que podrían ser evitados si los sistemas de reserva, distribución, tratamiento y calentamiento funcionaran de mejor manera.

Finalmente, la crisis del agua se agudiza por el calentamiento global. Hay datos que permiten afirmar que los ciclos de las temporadas de secas y lluvia han empezado a cambiar, además de que los glaciares empiezan a desaparecer, la desertificación se agudiza y la fuerza de las tormentas aumenta.

En el presente *Reporte CESOP* se tratan algunos de estos temas, aportando datos y reflexiones sobre la situación de las cuencas y su distribución en nuestro país.

<sup>1</sup> Encuesta Nacional de Gasto e Ingreso (ENGI), INEGI, 2008. Cálculos propios.

**Tabla 1. Porcentaje de hogares que reciben agua de distintas fuentes en municipios ordenados por su índice de marginación**

| <i>Índice de Marginación</i> |               | <i>Red pública dentro de vivienda</i> | <i>Red pública fuera de vivienda, pero dentro de terreno</i> | <i>Red pública de otra vivienda</i> | <i>Llave pública o hidrante</i> | <i>Pipa</i> | <i>Pozo</i> | <i>Río, arroyo, lago u otro</i> |            |
|------------------------------|---------------|---------------------------------------|--|-------------------------------------|---------------------------------|-------------|-------------|---------------------------------|------------|
| Muy bajo                     | Recuento      | 13,319,967                            | 1,741,502  | 136,276                             | 39,255                          | 201,849     | 183,039     | 33,701                          | 15,655,589 |
|                              | % de ind marg | 85.08                                 | 11.12  | 0.87                                | 0.25                            | 1.29        | 1.17        | 0.22                            | 100        |
| Bajo                         | Recuento      | 2,498,823                             | 840,072  | 72,460                              | 4,868                           | 98,100      | 256,853     | 25,684                          | 3,796,860  |
|                              | % de ind marg | 65.81                                 | 22.13  | 1.91                                | 0.13                            | 2.58        | 6.76        | 0.68                            | 100        |
| Medio                        | Recuento      | 1,542,461                             | 844,558  | 45,891                              | 7,652                           | 29,499      | 355,695     | 46,478                          | 2,872,234  |
|                              | % de ind marg | 53.70                                 | 29.40  | 1.60                                | 0.27                            | 1.03        | 12.38       | 1.62                            | 100        |
| Alto                         | Recuento      | 749,957                               | 1,174,533  | 74,096                              | 16,666                          | 62,864      | 621,093     | 207,767                         | 2,906,976  |
|                              | % de ind marg | 25.80                                 | 40.40  | 2.55                                | 0.57                            | 2.16        | 21.37       | 7.15                            | 100        |
| Muy alto                     | Recuento      | 163,915                               | 355,901  | 15,162                              | 11,326                          | 2,323       | 212,630     | 206,196                         | 967,453    |
|                              | % de ind marg | 16.94                                 | 36.79  | 1.57                                | 1.17                            | 0.24        | 21.98       | 21.31                           | 100        |
| Total                        | Recuento      | 18,275,123                            | 4,956,566  | 343,885                             | 79,767                          | 394,635     | 1,629,310   | 519,826                         | 26,199,112 |
|                              | % de ind marg | 69.75                                 | 18.92  | 1.31                                | 0.30                            | 1.51        | 6.22        | 1.98                            | 100        |

Nota: Cálculos propios a partir de los microdatos de la Encuesta Nacional de Ingreso Gasto de los Hogares 2008. El índice de marginación toma en cuenta una serie de indicadores socioeconómicos y ordena los municipios en base a ellos. Muy bajo se refiere a los mejores situados y muy alto a los peores situados.

**Tabla 2. Porcentaje de hogares en el país que manifiestan cómo beben el agua que obtienen, 2008**

| <i>Índice de Marginación</i> |               | <i>La toman como la obtienen</i> | <i>La hierven</i> | <i>Le echan cloro o gotas</i> | <i>La filtran o purifican por otro método</i> | <i>La compran en garrafón o botella</i> | <i>Total</i> |
|------------------------------|---------------|----------------------------------|-------------------|-------------------------------|---|---|--------------|
| Muy bajo                     | Recuento      | 1,825,187                        | 971,000           | 235,178                       | 581,955                                       | 12,042,269                              | 15,655,589   |
|                              | % de ind marg | 11.66                            | 6.20              | 1.50                          | 3.72  | 76.92                                   | 100.00       |
| Bajo                         | Recuento      | 698,832                          | 357,651           | 90,113                        | 47,704  | 2,602,560                               | 3,796,860    |
|                              | % de ind marg | 18.41                            | 9.42              | 2.37                          | 1.26  | 68.55                                   | 100.00       |
| Medio                        | Recuento      | 744,953                          | 398,215           | 168,613                       | 18,496  | 1,541,957                               | 2,872,234    |
|                              | % de ind marg | 25.94                            | 13.86             | 5.87                          | 0.64  | 53.68                                   | 100.00       |
| Alto                         | Recuento      | 524,987                          | 888,205           | 264,642                       | 28,912  | 1,200,230                               | 2,906,976    |
|                              | % de ind marg | 18.06                            | 30.55             | 9.10                          | 0.99  | 41.29                                   | 100.00       |
| Muy alto                     | Recuento      | 184,129                          | 528,278           | 103,507                       | 5,878   | 145,661                                 | 967,453      |
|                              | % de ind marg | 19.03                            | 54.61             | 10.70                         | 0.61  | 15.06                                   | 100.00       |
|                              | Recuento      | 3,978,088                        | 3,143,349         | 862,053                       | 682,945                                       | 17,532,677                              | 26,199,112   |
|                              | % de ind marg | 15.18                            | 12.00             | 3.29                          | 2.61  | 66.92                                   | 100.00       |

Nota: Cálculos propios a partir de los microdatos de la Encuesta Nacional de Ingreso Gasto de los Hogares 2008. El índice de marginación toma en cuenta una serie de indicadores socioeconómicos y ordena los municipios en base a ellos. Muy bajo se refiere a los mejores situados y muy alto a los peores situados.

# El estado de las cuencas en México

*Carlos Vázquez Hernández*

El objetivo de este documento es conocer el estado actual de las cuencas en México. Para ello se expone la información presentada por el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA), la Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales (Semarnat), así como la de otros organismos gubernamentales, particularmente la Comisión Nacional del Agua (Conagua) y datos de organizaciones de la sociedad civil; asimismo, se presentan los del Fondo para la Educación y la Comunicación Ambiental A.C.

Seguidamente, este trabajo resume en forma breve las diferentes opiniones sobre la situación actual de las cuencas en México. El documento tiene un carácter descriptivo, y su propósito es servir como guía para futuras referencias con respecto al tema del vital recurso natural.

\* Doctorante en Economía por la UNAM, Maestro en política internacional por la Universidad de Melbourne, Australia e investigador del CESOP. Líneas de investigación: economía política internacional; institucionalismo y medio ambiente.

## **El estado de las cuencas**

De acuerdo al reporte sobre indicadores de seguimiento en México, el PNUMA nos muestra cómo la disponibilidad de agua natural media per cápita anual ha presentado una tendencia a la baja de 1990 a 2004.<sup>1</sup> Dicha información ha sido elaborada en colaboración con la Conagua, que ha realizado diversos estudios y estadísticas del agua en nuestro país.

La disponibilidad del agua difiere en todas las regiones de México. Así lo señalan el PNUMA y la Conagua al indicarnos que en la región norte, la región de aguas del Valle de México y el Sistema Cutzamala, la disponibilidad del líquido es mayor al 40 por ciento de sus recursos totales. En el caso de la región del Pacífico sur, Golfo centro y de la frontera sur, no rebasa el 5 por ciento.<sup>2</sup> La diferencia entre los datos se explica por la diferente climatología en cada región. Es decir, donde es más árido (región norte) se requiere de una mayor

<sup>1</sup> PNUMA, "Iniciativa Latinoamericana y Caribeña para el Desarrollo Sostenible. Indicadores de Seguimiento: México 2005", p. 22.

<sup>2</sup> *Idem.*

disponibilidad de agua que donde la tierra es más húmeda (región sur).

La disponibilidad del agua por medio de las cuencas nacionales es fundamental para el suministro del líquido en el país. Las cuencas son fallas geográficas en las que se acumula y drena naturalmente el agua y las hay de tipo exorreico, arreico y endorreico.<sup>3</sup> El reporte de indicadores del PNUMA señala que 104 de más de 1,400 cuencas nacionales se encuentran explotadas desmedidamente y nos muestra que las más afectadas son las de la región Lerma-Santiago-Pacífico, así como las Cuencas Centrales del Norte.<sup>4</sup>

En lo que refiere al tema de suministro del agua (que es posible en parte por el agua de los ríos principales de las cuencas), el reporte del PNUMA enseña una tendencia a la alza entre el 2000 y el 2003. Por otro lado, la cobertura y el consumo de agua para servicio doméstico se ha incrementado de 1990 a 2005 de 78.4 a 89.5 por ciento, respectivamente, en las viviendas urbanas.<sup>5</sup>

El manejo de cuencas ha sido uno de los temas más importantes en la agenda nacional e internacional relacionada a la conservación y distribución del agua. Como tal, existen problemas vinculados a la delimitación de la unidad territorial básica de las cuencas a nivel nacional.<sup>6</sup> Desde 2007, el Instituto Nacional de

Estadística y Geografía (INEGI), el Instituto Nacional de Ecología y la Conagua, establecieron criterios topográficos e hidrográficos para delimitar las cuencas nacionales.<sup>7</sup>

A partir de este ejercicio, se crearon 13 regiones hidrológicas-administrativas, clasificadas y administradas por la Conagua. Dichas regiones son delimitaciones territoriales establecidas para agrupar las más de 1,400 cuencas nacionales (en promedio 107 cuencas por región).<sup>8</sup> A principios de la década, 11 de las 13 regiones incrementaron su uso en 216%, pasando de 60 a 130 metros cúbicos anuales per cápita.<sup>9</sup> Por un lado, el cuadro 1 nos muestra la relación de las regiones hidrológicas-administrativas (incluyen todas las cuencas nacionales) y la disponibilidad natural media del agua en ellas. Por otro lado, la figura 1 muestra su distribución geográfica.

El documento realizado por la Secretaría de Hacienda y Crédito Público (SHCP) sobre la economía del cambio climático, es útil para analizar la jerarquía del consumo nacional de agua.<sup>10</sup> En el año 2007, la estructura de consumo era como lo muestra la gráfica 1.

---

Gobierno Federal, Semarnat, documento adquirido de la página electrónica [www.agua.org.mx](http://www.agua.org.mx)

<sup>7</sup> PNUMA, “Iniciativa Latinoamericana y Caribeña para el Desarrollo Sostenible. Indicadores de Seguimiento: México 2005”, página 18.

<sup>8</sup> Estas regiones están representadas en 13 regiones hidrológicas-administrativas. En <http://www.cna.gob.mx/Espaniol/TmpContenido.aspx?id=d0f094fa-9d7c-45cf-8c54-a9720af45f82|%20%20%20%20%20Situaci%C3%B3n%20de%20los%20Recursos%20Hidr%C3%ADcos|0|0|263|0|0>.

<sup>9</sup> Se pueden revisar las regiones hidrológicas en la página electrónica de la Conagua: [www.cna.gob.mx](http://www.cna.gob.mx)

<sup>10</sup> SHCP, “La economía del cambio climático”, documento coordinado por el Dr. Luis Miguel Galindo. [www.shcp.gob.mx/](http://www.shcp.gob.mx/) [www.Semarnat.gob.mx](http://www.Semarnat.gob.mx), p. 28.

<sup>3</sup> Arreica: cuenca que se pierde o cuya agua es absorbida por la tierra; exorreica: cuenca que desemboca en el mar; y endorreica: cuenca que desemboca en un río.

<sup>4</sup> PNUMA, “Iniciativa Latinoamericana y Caribeña para el Desarrollo Sostenible. Indicadores de Seguimiento: México 2005”, página 18.

<sup>5</sup> *Idem*.

<sup>6</sup> Helena Cotler Ávalos y Raúl Pineda López, Boletín del archivo histórico Año 13 mayo-agosto 2008,

**Cuadro 1. Disponibilidad natural media por región hidrológica administrativa (2007)**

| Región hidrológica-administrativa | Disponibilidad natural media total /a (m.ll.m3/año) | Población Diciembre 2007 (millones de personas) |
|-----------------------------------|---|---|
| Península de Baja California      | 4,616   | 3.58  |
| Noroeste                          | 8,204   | 2.57  |
| Pacífico Norte                    | 25,627  | 3.96  |
| Balsas                            | 21,651  | 10.54   |
| Pacífico Sur                      | 32,794  | 4.12  |
| Río Bravo                         | 12,094  | 10.7  |
| Cuencas Centrales del Norte       | 7,780   | 4.12  |
| Lerma-Santiago-Pacífico           | 34,037  | 20.63   |
| Golfo Norte                       | 25,500  | 4.94  |
| Golfo Centro                      | 95,455  | 9.58  |
| Frontera Sur                      | 157,754   | 6.5   |
| Península de Yucatán              | 29,694  | 3.9   |
| Aguas del Valle de México         | 3,008   | 21.09   |
| <b>Total</b>                      | <b>458,100</b>                                      | <b>106.23</b>                                   |

Nota de Conagua: las cantidades expresadas en esta tabla son de carácter indicativo y para fines de planeación; no pueden ser utilizadas por sí solas para realizar concesiones de agua o determinar la factibilidad de proyectos.

Fuente: Conagua, Subdirección General de Programación. Elaborado con base de datos de Conagua, Subdirección General Técnica. Conapo, Proyecciones de la Población de México 2005-2050, México, 2007.

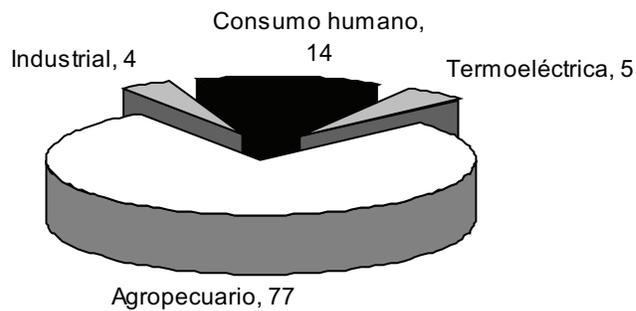
a/ las medidas se refieren a los valores históricos de acuerdo con la disponibilidad de estudios históricos.

**Figura 1. Delimitación de acuíferos por Región Hidrológico-Administrativa**



Fuente: Conagua, Subdirección General Técnica, [www.conagua.gob.mx](http://www.conagua.gob.mx)

**Gráfica 1. Estructura del consumo de agua en México (2007)**



Fuente: SHCP, “La economía del cambio climático”, documento coordinado por el Dr. Luis Miguel Galindo. [www.shcp.gob.mx](http://www.shcp.gob.mx)

La zona con mayor consumo agropecuario del líquido es la zona norte del país, mientras que el sureste tiene un consumo promedio bajo.<sup>11</sup> Al analizar los recursos hídricos nacionales observamos que la disponibilidad del agua está compuesta principalmente por:

- Precipitación
- Evapotranspiración
- Escurrimiento
- Filtración al subsuelo y recarga de acuíferos

Sin embargo, uno de los problemas relacionados al manejo de cuencas y de los recursos hídricos del país, es el incremento continuo de la población en zonas urbanas y en su entorno, ya que ello deriva en una sobreexplotación para el consumo humano, principalmente. Por un lado, la gráfica 2 nos muestra la producción total de agua dulce en toneladas métricas, la cual muestra una tendencia sin cambios importantes desde 1990. Por otro lado, el cuadro 2 nos

<sup>11</sup> *Idem.*

muestra el número de acuíferos sobreexplotados con relación a su recarga media.

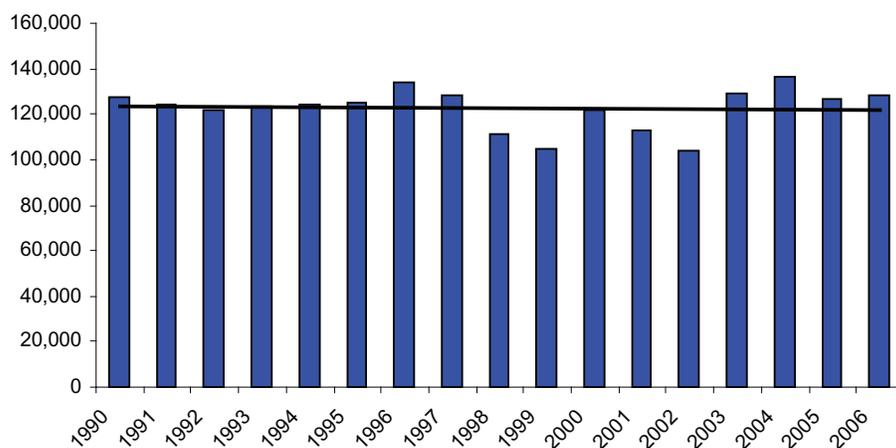
A pesar del consumo doméstico del agua y de acuerdo a datos del Fondo para la Comunicación y la Educación Ambiental, AC, el 77 por ciento del agua dulce que se utiliza para el sector agropecuario y más del 50 por ciento de ésta se pierde por el caso de métodos de riego ineficientes.<sup>12</sup> Mencionan que dicho sector tienen la responsabilidad de mejorar sus sistemas productivos para ayudar al cuidado del agua y de la explotación de las cuencas en nuestro país.

En otra tesitura, en el esfuerzo por proteger las cuencas nacionales en peligro, la Comisión Natural de Áreas Protegidas (Conanp) ha determinado dos de ellas como áreas naturales protegidas: la cuenca del río Necaxa y la cuenca de los ríos de Valle de Bravo.<sup>13</sup>

<sup>12</sup> <http://www.agua.org.mx/content/section/20/97/>. Esta organización de la sociedad civil basó sus cálculos en los documentos de la Conagua.

<sup>13</sup> <http://www.conanp.gob.mx/sig/>

**Gráfica 2. Producción total de agua dulce en toneladas métricas en México**



Fuente: PNUMA. Geo Portal de datos para América Latina y el Caribe. <http://www.geodatos.org/geodatos/>

**Cuadro 2. Número de acuíferos del país por zona hidrológica-administrativa (2007)**

| Región hidrológica-administrativa | Número total de acuíferos | Sobreexplotados | Recarga media (mill.m3) |
|-----------------------------------|---------------------------|-----------------|-------------------------|
| Península de Baja California      | 87                        | 7               | 1,249                   |
| Noroeste                          | 63                        | 13              | 3,130                   |
| Paífico Norte                     | 24                        | 2               | 3,263                   |
| Balsas                            | 46                        | 2               | 4,601                   |
| Paífico Sur                       | 35                        | 0               | 1,994                   |
| Río Bravo                         | 100                       | 15              | 5,167                   |
| Cuencas Centrales del Norte       | 68                        | 24              | 2,274                   |
| Lerma-Santiago-Paífico            | 127                       | 32              | 7,686                   |
| Golfo Norte                       | 40                        | 2               | 1,274                   |
| Golfo Centro                      | 22                        | 0               | 3,849                   |
| Frontera Sur                      | 23                        | 0               | 18,015                  |
| Península de Yucatán              | 4                         | 0               | 25,316                  |
| Aguas del Valle de México         | 14                        | 4               | 1,834                   |
| <b>Total</b>                      | <b>653</b>                | <b>101</b>      | <b>79,652</b>           |

Fuente: Conagua, Subdirección General de Programación. Elaborado a partir de la base de datos de Conagua, Subdirección General Técnica.

## **Comentario final**

Los datos presentados en este artículo muestran de manera general el estado de las cuencas nacionales. Asimismo se abordó la problemática de su manejo a la delimitación de la unidad territorial, el incremento de zonas urbanas y la sobreexplotación para el consumo humano y agropecuario.

La información sobre el agua, que incluye cuencas, acuíferos, almacenamiento y consumo, entre otros aspectos, es vasta en nuestro país. Sin embargo, la relación de la misma como herramienta educativa de la población todavía ofrece áreas de oportunidad. Sin esta herramienta toda la información disponible so-

bre el vital recurso no será factor de cambio en los patrones de consumo mexicanos.

Los dos rubros más importantes en el consumo de agua en nuestro país son el sector agropecuario y el consumo doméstico (o abastecimiento público). El primero suma casi el 80 por ciento de la utilización de los recursos de las cuencas, mientras que el segundo supera ligeramente el 15%. En suma: una modernización de las vías de explotación del agua de cuencas para consumo agrario, así como la reproducción de una cultura del ahorro para el consumo doméstico, generaría una plataforma más eficaz para paliar los problemas de urbanización y sobreexplotación del agua en México.

# Agua y energía: implicaciones energéticas de su aprovechamiento y manejo

*Odón de Buen Rodríguez\**

## Introducción

El agua y la energía se relacionan de múltiples maneras. Desde un punto de vista térmico, el estado mismo del agua (líquido, sólido o gaseoso) está determinado por los niveles de energía que contiene. Desde un punto de vista mecánico, la energía asociada al agua está relacionada con su movimiento (flujo) y/o con la altura a la que se ubica en la superficie terrestre y sobre el nivel del mar.

Así, si el agua reduce su temperatura –y, en un cierto punto, pasa de estado gaseoso a líquido o de líquido a sólido– está entregando parte de la energía que contiene en forma térmica.<sup>1</sup> Igualmente, si disminuye su velocidad o baja aunque sea unos milímetros, libera una fracción de su energía cinética.<sup>2</sup>

Por otro lado, si estos procesos se llevan a cabo en sentido inverso (de estado sólido a líquido o a gaseoso, o si sube el agua de nivel),

\* Ingeniero Mecánico Electricista de la UNAM con Maestría en Energía y Recursos por la Universidad de California en Berkeley. Presidente de Energía, Tecnología y Educación, S.C.

<sup>1</sup> Bajo presión atmosférica o la misma presión.

<sup>2</sup> La energía cinética es la energía contenida en los cuerpos en movimiento.

es necesario que tomemos energía de otro lado para dársela al agua; y esto podemos realizarlo de diversas maneras.

En suma: el agua y la energía están muy relacionadas y, en este artículo, describiremos las implicaciones energéticas del aprovechamiento y uso que la humanidad en general le da hoy día al vital líquido y, en particular, cómo y con qué dimensiones ello ocurre en México.

## El kWh: nuestra unidad de referencia

Aunque existen muchas unidades aplicables a la medición de la energía y sus flujos, en este artículo estaremos utilizando el kilowatt-hora (kWh) como unidad de referencia. El kWh es una medida usada principalmente en el caso de la energía eléctrica, y equivale, por dar un ejemplo, a la que se requiere para mantener diez focos de 100 Watts prendidos durante una hora.

En cuestiones relacionadas con el agua, 1 kWh es la energía contenida en un caudal de 100 litros por segundo que, durante una hora, baja una altura de 1 metro.

## De arriba para abajo

Todos sabemos que la mayor parte del agua que aprovechamos en algún momento fue lluvia y que ésta es el resultado de un proceso generado por la energía del Sol, el cual evapora el agua de los océanos, ríos, lagos, humedales y de la propia superficie terrestre; la eleva por encima de las montañas hacia las capas altas de la atmósfera, donde se condensa; luego, cae a tierra y toma su camino de vuelta al mar.

Aunque ese camino de vuelta al mar se explica por la Ley de la Gravedad, el agua puede tomar la vía más rápida de la superficie, o bien un sendero mucho más largo, que resulta de filtrarse y moverse lentamente entre las capas de la corteza terrestre.

Por lo pronto nos interesa lo que ocurre en la superficie y en el camino que recorre el agua de regreso al mar, pues es donde podemos aprovechar la energía potencial que nos ofrece por la altura a la que se ubica respecto del nivel del mar, o bien la cinética, que es la que se evidencia en el movimiento de los ríos.

Es ésa, precisamente, la forma en la que aprovechamos la energía mecánica del agua para convertirla en electricidad, lo cual se hace en cantidades significativas en nuestro planeta, pues representó 6.4% de las fuentes primarias en 2008. En México, el porcentaje fue un poco menor: 5.1 por ciento.<sup>3,4</sup>

Esta proporción es mayor si nos referimos a la hidroenergía como parte de la canasta de energéticos utilizados para generar electricidad.

<sup>3</sup> BP, Statistical Review of World Energy 2009, British Petroleum, p. 48.

<sup>4</sup> Las fuentes primarias de energía.

En México la generación de electricidad a partir de hidroenergía representó en 2008 17% del total generado en el país, con una producción de 38 mil 892 millones de kWh, la cual se produjo en más de 166 unidades, entre las que resaltan las ubicadas en los estados de Chiapas, Guerrero y Nayarit (Tabla 1).<sup>5</sup>

Esta proporción, sin embargo, se ha venido reduciendo significativamente desde finales de los años 60, cuando llegó a representar el 62% del total de la electricidad producida en México (Figura 1).

## De abajo para arriba

Mover agua es una forma importante de consumir energía. Se estima que entre 2 y 3 por ciento de la energía que se consume en el mundo se usa para el bombeo y al tratamiento de agua destinada a las poblaciones urbanas y al sector industrial.<sup>6</sup>

En México la clasificación de las tarifas eléctricas identifica a aquellos usuarios que utilizan electricidad para el propósito específico del manejo de agua. Éstos quedan comprendidos en la tarifa 6, que se aplica a los municipios y para uso agrícola (tarifas de la 9 a la 9-N), como a continuación se describe.<sup>7</sup>

<sup>5</sup> CFE, Hidroeléctricas. 2009. En <http://www.cfe.gob.mx/es/LaEmpresa/queescfe/Listadodecentralesgeneradoras/>. Consultado el 15 de septiembre de 2009.

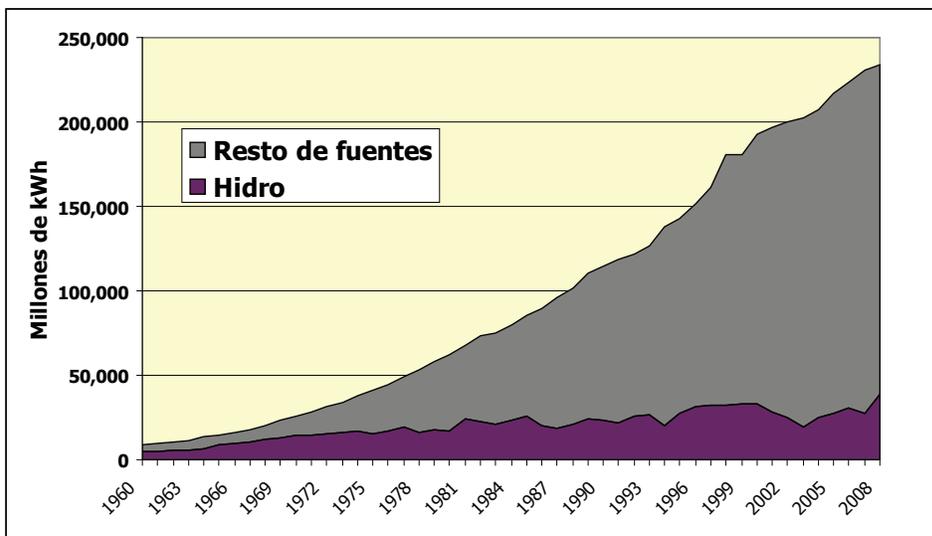
<sup>6</sup> Kevin James, Stephanie L. Campbell y Christopher E. Godlove, *Agua y energía: aprovechando las oportunidades de eficiencia de agua y energía aún no exploradas en los sistemas municipales de agua*, Alliance to Save Energy, Washington, D.C., 2003, p. 156.

<sup>7</sup> CFE, Conoce tu tarifa. 2008. Consultado el 20 de octubre de 2008. En <http://www.cfe.gob.mx/es/InformacionAlCliente/conocetutarifa/>.

**Tabla 1. Principales centrales eléctricas en México**

| <i>Nombre</i>        | <i>Capacidad (MW)</i> | <i>Estado en el que se localiza</i> |
|----------------------|-----------------------|-------------------------------------|
| Chicoasén            | 2,499                 | Chiapas                             |
| Malpaso              | 1,080                 | Chiapas                             |
| Infiernillo          | 1,000                 | Guerrero                            |
| Aguamilpa            | 960                   | Nayarit                             |
| Angostura            | 900                   | Chiapas                             |
| El Cajón             | 750                   | Nayarit                             |
| El Caracol           | 600                   | Guerrero                            |
| Luis Donaldo Colosio | 422                   | Sinaloa                             |
| Peñitas              | 420                   | Chiapas                             |
| Temascal             | 354                   | Oaxaca                              |

**Figura 1. Generación de electricidad en México 1960-2008**



Fuente: Elaboración del autor con base en fuentes varias.

Tarifa 6. *Servicio para bombeo de aguas potables o negras, de servicio público.* Se aplica al suministro de energía eléctrica para servicio público de bombeo de aguas potables o negras.

Tarifa 9. *Servicio para bombeo de agua para riego agrícola en baja tensión.* Se aplica exclusivamente a los servicios en baja tensión que destinen la energía para el bombeo de agua

utilizada en el riego de tierras dedicadas al cultivo de productos agrícolas y al alumbrado del local donde se encuentre instalado el equipo de bombeo.

Tarifa 9-M. *Servicio para bombeo de agua para riego agrícola en media tensión.* Se aplica exclusivamente a los servicios en media tensión que destinen la energía para el bombeo de

agua utilizada en el riego de tierras dedicadas al cultivo de productos agrícolas y al alumbrado del local donde se encuentre instalado el equipo de bombeo.

Tarifa 9-CU. *Tarifa de estímulo para bombeo de agua para riego agrícola con cargo único.* Se aplica a la energía eléctrica utilizada en la operación de los equipos de bombeo y rebombeo de agua para riego agrícola por los sujetos productivos inscritos en el padrón de beneficiarios de energéticos agropecuarios, hasta por la cuota energética determinada por la Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación.

Tarifa 9-N. *Tarifa nocturna de estímulo para bombeo de agua para riego agrícola.* Se aplica a la energía eléctrica utilizada en la operación de los equipos de bombeo y rebombeo de agua para riego agrícola por los sujetos productivos inscritos en el padrón de beneficiarios de energéticos agropecuarios, hasta por la cuota energética determinada por la Sagarpa. La inscripción a esta tarifa será a solicitud del usuario.

Cabe señalar que estos conjuntos de usuarios sumaron un total aproximado de 143 mil en 2008 y consumieron más de 9 mil 500 millones de kWh (GWh), que equivale a cerca del 5% del consumo total de energía de México (190 mil GWh al año) (Tabla 2).

Un dato importante sobre el consumo de estos usuarios son las tarifas a las que están sujetos. Así, para la gran mayoría de los usuarios y del consumo (9 CU y 9 N), el precio está altamente subsidiado (menos de 0.42 \$/kWh), mientras que los servicios municipales y una tercera parte de los usuarios de bombeo agrícola pagan tarifas que, al parecer, sí reflejan el costo real de la energía (Tabla 3).

**Tabla 2. Usuarios y consumo de energía eléctrica en tarifas específicas para bombeo de agua en México (2008)\***

| Tarifas | Usuarios   | Consumo (GWh) |
|---------|------------|---------------|
| 6       | 29,204.00  | 1,514         |
| 9       | 11,051.00  | 60            |
| 9 M     | 16,084.00  | 1,125         |
| 9 CU    | 43,722.00  | 1,680         |
| 9 N     | 42,727.00  | 5,183         |
| Total   | 142,788.00 | 9,563         |

\* CFE, Estadísticas, 2009. En <http://www.cfe.gob.mx/es/LaEmpresa/queescfe/Estadísticas/>. Consultado el 10 de octubre de 2009.

**Tabla 3. Precio promedio de energía eléctrica en tarifas específicas para bombeo de agua en México (2008)\***

| Tarifas | Precio promedio por kWh |
|---------|-------------------------|
| 6       | 1.28                    |
| 9       | 1.70                    |
| 9 M     | 1.71                    |
| 9 CU    | 0.42                    |
| 9 N     | 0.20                    |

\* CFE. Conoce tu tarifa. 2008. En <http://www.cfe.gob.mx/es/InformacionAlCliente/conocetutarifa/>. Consultado el 20 de octubre de 2008.

Sin embargo, estos usuarios no son los únicos que utilizan energía eléctrica para mover agua. Si se consideran otros consumos –como el de los hogares y el bombeo de agua, no comprendidos en las tarifas señaladas arriba– hay un 25% más de energía eléctrica aplicado a mover agua verticalmente en México.

En el sector residencial se estima que un hogar promedio de cuatro personas en la Ciudad de México consume cerca de un metro cúbico de agua por día. Suponiendo que, como generalmente ocurre, ésta es bombeada a un

tinaco, a una altura de diez metros, la casa del ejemplo consumirá 10 kWh al año para mover esa agua. Ahora bien, si suponemos que 10 millones de hogares en México necesitan bombear el agua a la azotea, la cantidad agregada se convierte en 200 GWh al año, destinados a ese propósito específico.

No obstante, lo realmente significativo no es el bombeo local de agua, sino que una considerable proporción de los habitantes de nuestro país vive en el Altiplano, donde una tercera parte del agua que se consume procede del Sistema Cutzamala, ubicado a más de mil cien metros de distancia vertical de la Ciudad de México.<sup>8</sup> En este caso, la energía que se utiliza para mover un metro cúbico diario por casa supera los 2,000 kWh, lo cual es un valor superior a la energía que consume la casa de referencia.<sup>9</sup>

El Sistema Cutzamala—que está contratado como usuario industrial de energía y no como sistema de bombeo municipal— mueve 14.7 m<sup>3</sup> por segundo (1.3 millones de m<sup>3</sup> por día) hacia la Ciudad de México, en un recorrido vertical de 1,100 metros y un horizontal cercano a los 140 kilómetros. En esas condiciones, el Sistema Cutzamala debe estar consumiendo cerca de 2,800 GWh al año.

Sumando consumos (el de las casas, sistemas agrícolas y municipales, así como el estimado para el del Cutzamala) nos encontramos con un total cercano a 13 mil GWh, lo que es equivalente al 6.5% del consumo de electrici-

dad en el país y a una tercera parte de los 38 mil 892 GWh que entregan las plantas hidroeléctricas.

Este consumo de energía no se lleva a cabo, por cierto, de la manera más eficiente, pero existen medidas para hacer mejor las cosas:

- *Reducir fugas y/o el uso innecesario de agua.* Es evidente, especialmente en la Ciudad de México (en la que se tiene que subir el agua a más de un kilómetro), que una forma de ahorrar energía es no tirar el agua (cada metro cúbico diario desperdiciado por un año representa cerca de 5 kWh de desperdicio de energía).
- *Tratar y reaprovechar el agua.* Tratar el agua para volverla a aprovechar tiene un enorme sentido energético. De manera simple, el tratar 1 m<sup>3</sup>/seg ahorraría cerca de 200 GWh de energía eléctrica, que ahora se utiliza para bombear el agua del Sistema Cutzamala.
- *Hacer más eficientes los sistemas de bombeo.* El consumo de energía de la mayoría de los sistemas de agua a nivel mundial se podría reducir 25 por ciento, al menos, a través de la aplicación de medidas de eficiencia energética de alto costo-beneficio.

## De frío a caliente

El uso del agua caliente implica un consumo de energía, principalmente de combustibles fósiles.

El calentamiento de agua a bajas temperaturas es un proceso que en México se obtiene,

<sup>8</sup> Conagua, El Sistema Cutzamala sólo afectó el 14% del volumen total que consume el D.F. durante la segunda disminución, Comisión Nacional del Agua, México, 2009, p. 2.

<sup>9</sup> De acuerdo con datos de la CFE, un hogar promedio consumió 1659.6 kWh en 2007.

predominantemente, mediante la quema de combustibles fósiles: en el sector residencial, utilizando gas LP, gas natural y/o leña (esto último en zonas rurales o periurbanas), mientras que en los sectores productivos esto se logra con gas LP, gas natural, combustóleo, diésel y, en casos aislados, con electricidad. Se estima que cerca de 6% del consumo energético final del país se utiliza para calentar agua, lo que equivale a 4.6 mil millones de kg de gas LP (cerca de 0.5 kg por casa por día).<sup>10</sup>

Por cierto: podría calentarse esa agua con energía solar, ya que es un proceso que utiliza tecnología muy probada en México y en el resto del mundo, donde a finales del 2004 se tenían instalados 164 millones de m<sup>2</sup> de área de captación, correspondientes a una capacidad instalada de cerca de 115 GWh.<sup>11</sup>

Así, si en México aprovecháramos cabalmente la energía solar para calentar agua en nuestros hogares, en el sector servicios y en aplicaciones de baja temperatura en la industria (como la embotelladora), el área que se tendría instalada sería cercana a los 70 millones de metros cuadrados, lo que representaría un ahorro aproximado de casi 5 millones de toneladas de gas licuado y 640 mil 200 metros cúbicos de gas natural, equivalentes a poco más de 49 mil millones de pesos en recursos ahorrados, además de una disminución de alrededor de 4 millones de toneladas en emisiones de CO<sub>2</sub> equivalentes al año.<sup>12</sup>

<sup>10</sup> Conae, Programa para la Promoción de Calentadores Solares de Agua en México (2007-2012), Comisión Nacional para el Ahorro de Energía, 2007, p. 96.

<sup>11</sup> *Idem.*

<sup>12</sup> *Idem.*

## De caliente a frío

Otro uso importante del agua es como vehículo para extraer calor, particularmente en procesos térmicos de generación de electricidad.

En este caso lo importante es el uso del agua que esto implica, más que la energía involucrada, ya que es significativa la cantidad de líquido que se utiliza en plantas termoeléctricas (en nuestro país son las predominantes).

De acuerdo con datos del US Geological Survey, durante el año 2000 unos 737 millones de metros cúbicos de agua fueron utilizados cada día en Estados Unidos para enfriar las plantas termoeléctricas y representaron el 52% de las extracciones de agua fresca de superficie en ese país.<sup>13</sup>

Estudios realizados en la Universidad del Sur de Illinois ubican el consumo de agua de una planta termoeléctrica entre 3.8 y 182 litros por kWh, dependiendo del tipo de planta y del sistema de enfriamiento que utilice.<sup>14</sup>

Específicamente, una planta termoeléctrica con un sistema por el cual pasa el agua una sola vez consume 166 litros de agua por kWh; si este sistema incluye lagunas de enfriamiento, la cantidad se reduce a 91 litros por kWh; y si lo que utiliza es un circuito cerrado con torres de enfriamiento, su consumo es de 3.8 litros por kWh.<sup>15</sup>

Extrapolando estos datos a México, donde cerca de 188 mil millones de kWh se generaron con plantas termoeléctricas en 2008 (incluyendo a las carboeléctricas y a la nuclear)

<sup>13</sup> USGS, Thermoelectric-power water use. En <http://ga.water.usgs.gov/edu/wupt.html>. Consultado el 13 de septiembre de 2009.

<sup>14</sup> *Idem.*

<sup>15</sup> *Idem.*

y considerando un valor bajo de intensidad de uso de agua (de 3.8 litros por kWh), el consumo diario de agua de estas plantas es de 22.53 metros cúbicos por segundo, equivalentes a 1.5 veces la cantidad de agua que el Sistema Cutzamala entrega al Distrito Federal y al Estado de México.<sup>16</sup>

Es importante tomar nota de estos impactos de la generación de electricidad en México, en particular a la luz de las crecientes dificultades en materia de suministro de agua en el país y, a su vez, considerar las nuevas alternativas de generación de electricidad, como la que aprovecha el viento (eólica), que no implica consumo de agua.

## Conclusiones

El agua y la energía están plenamente relacionadas. Ya sea como energía primaria (potencial y cinética) o como un elemento que hay que mover, enfriar y/o calentar, el manejo del agua implica volúmenes importantes de consumo de energía.

Como energía primaria en 2008 el agua representó el 6.4% de las fuentes primarias de energía en el mundo y 5.1% en México. Como electricidad, en México constituyó ese mismo año el 17% del total generado en el país.

La electricidad utilizada para el bombeo de agua implicó el 6.5% del consumo total del país y una tercera parte de los 38 mil 892 GWh que entregan las plantas hidroeléctricas.

Se estima que en México se consume al año el equivalente a 4.6 mil millones de kg de gas LP para calentar agua.

Como elemento para procesos de enfriamiento en plantas termoeléctricas, se estima que el consumo de agua equivale a 1.5 veces la cantidad de agua que el Sistema Cutzamala entrega al Distrito Federal y al Estado de México.

Por supuesto: estos volúmenes de agua y de energía pueden ser disminuidos, sin afectar los niveles de beneficio que nos proveen, a través de medidas de eficiencia en el uso de los dos recursos, buscando aprovechar otras fuentes energéticas para calentar el agua y para generar electricidad, sin que se requieran sistemas de enfriamiento.

<sup>16</sup> Sener, Sector eléctrico nacional/generación bruta, 2009. En [http://www.energia.gob.mx/webSener/res/PE\\_y\\_DT/ee/Generacion\\_Bruta\\_de\\_Energia\\_Eletrica.pdf](http://www.energia.gob.mx/webSener/res/PE_y_DT/ee/Generacion_Bruta_de_Energia_Eletrica.pdf). Consultado el 23 de septiembre de 2009.

# Agua y agricultura en México

*Liliam Flores\**

El aprovechamiento del agua y la regulación de su uso con miras a un desarrollo sustentable, representan un reto importante para los responsables del manejo de las políticas públicas y la autorización de los presupuestos y el establecimiento de precios y subsidios.

En el presente artículo se aportan elementos que nos permiten discernir que al tiempo de ser el agua un insumo necesario para la producción agrícola la política de precios no refleja su escasez relativa, cuando precisamente en las zonas con menos agua se generan los mayores volúmenes de producción agrícola.

Como veremos, las políticas públicas en la materia han optado por el uso de subsidios para la ampliación de la infraestructura hidroagrícola y aquellos que privilegian un ahorro del vital líquido en la producción vía la modernización, más que la vía de la asignación del mercado vía precios.

\* Licenciada en Economía con estudios de maestría en Políticas Públicas por el ITAM. Investigadora del CESOP. Líneas de investigación: desarrollo social, pobreza, desarrollo regional. Correo electrónico: liliam.flores@congreso.gob.mx

## El agua en México

México se encuentra en la misma latitud que el desierto de Sahara y dos terceras partes de su territorio corresponden a zonas áridas o semiáridas.

En el centro, norte y noroeste del país, que contiene el 77% de la población y genera el 87% del PIB, ocurre solamente el 31% del agua renovable. En contraste, en el sureste, con el 23% de la población y el 13% del PIB, dispone del 69% restante.<sup>1</sup>

México es considerado como un país con baja disponibilidad de agua. Cuenta con 458 mil millones de m<sup>3</sup> de agua dulce renovable; esto es: una disponibilidad natural media per cápita de 4 mil m<sup>3</sup>/hab/año (2005), cifra alarmante frente a los 17 mil m<sup>3</sup>/hab/año en 1950. La disponibilidad por persona varía de manera muy importante por regiones y estaciones del año.<sup>2</sup> En Estados

<sup>1</sup> Conagua, Sistema Nacional de Información del Agua, Información sobre el agua en México, Contexto geográfico y socioeconómico, [www.conagua.gob.mx](http://www.conagua.gob.mx) (consulta: 25 de septiembre 2009).

<sup>2</sup> Conagua, Sistema Nacional de Información del Agua (SINA)-Estadísticas del Agua en México 2008 [www.conagua.gob.mx](http://www.conagua.gob.mx) (consulta: 25 de septiembre de 2009).

**Mapa 1. Disponibilidad relativa de agua superficial, CNA**



Nota: Cálculo del índice de disponibilidad como cociente entre la oferta real y el total de las extracciones y volúmenes reservados para aguas abajo (escasa  $\leq 1,4$ , baja entre 1,4 y 3, media entre 3 y 9 y alta  $>9$ ).

Fuente: FAO, Perfil de país Aquastat, en <http://www.fao.org/nr/water/aquastat/countries/mexico/printesp1.stm>

Unidos la cifra es de 15 mil m<sup>3</sup> y en Europa de 8.6 mil m<sup>3</sup>.<sup>3</sup>

El Consejo Nacional de Población (Conapo) estima que entre 2007 y 2030 la población del país se incrementará en 14.9 millones de personas y el 82% de la población se ubicará en localidades urbanas. “El crecimiento será diferencial en las regiones hidrológicas y por tanto impactará de forma diversa la disponibilidad natural media de agua per cápita regional. Algunas regiones hidrológico-administrativas tendrán disponibilidades menores a 1 000 m<sup>3</sup>/hab/año al 2030, condición considerada como

de grave escasez (I Península de Baja California, VI Río Bravo y XIII Aguas del Valle de México)”.<sup>4</sup>

### **El agua para uso agrícola**

En México el 77% del volumen concensionado de agua es para uso agrícola. La superficie cosechada varía entre 18 y 22 millones de hectáreas anualmente. El valor de la producción es el 6.5% del PIB y la población ocupada en estas actividades oscila entre 4 y 5 millones de personas. Se calcula que dependen directamente de esta actividad entre 20 y 25 millones de

<sup>3</sup> Carrillo González, Graciela y Alejandro Tafuya Salas, “El agua en el sector agropecuario mexicano”, en Roberto Constantino Toto, *Agua, seguridad nacional e instituciones. Conflictos y riesgos para el diseño de políticas públicas*, IILSEN, Senado de la República/ UAM, 2006, p. 75.

<sup>4</sup> Conagua: Sistema Nacional de Información del Agua (SINA)-Estadísticas del Agua en México 2008, [www.conagua.gob.mx](http://www.conagua.gob.mx) (consulta: 25 de septiembre 2009).

personas en México. La superficie bajo riego representa 6.46 millones de hectáreas, agrupadas en 85 distritos de riego (54% de la superficie bajo riego) y más de 39 mil unidades de riego (46% restante).<sup>5</sup> Esta superficie ubica a México en el sexto lugar mundial en términos de infraestructura para riego.<sup>6</sup>

La superficie potencial de riego en función de la aptitud es de 13.5 millones de hectáreas, pero si se considera la disponibilidad de agua ésta se reduce a 2.8 millones de hectáreas, y la mayor parte de las tierras subutilizadas están en el trópico húmedo.<sup>7</sup>

De acuerdo al Censo Agropecuario 2007, el 27% de las unidades de riego se abastecen de pozos profundos, mientras que el 56% lo hace de presas y ríos (Gráfica 1).

La escasez y la calidad del agua son dos variables muy importantes. Respecto a la escasez cabe señalar, como ya se dijo, que en las zonas áridas o semiáridas se produce la mayor cantidad de productos agrícolas y de ahí que en las regiones Noroeste y Pacífico Norte sea donde hay mayores volúmenes de agua concesionada. En este contexto se hace un uso más intensivo de las aguas subterráneas, al tiempo que los volúmenes de recarga disminuyen como resultado de la deforestación, la erosión y otras alteraciones climáticas. Aunado a lo anterior el uso de tecnologías de riego hoy superadas hace que existan pérdidas de eficiencia en el uso del agua de hasta 40% o posiblemente más si se calculara la eficiencia del uso del agua en las

<sup>5</sup> Conagua, Sistema Nacional de Información del Agua (SINA)-Estadísticas del Agua en México 2008 [www.conagua.gob.mx](http://www.conagua.gob.mx) (consulta: 25 de septiembre 2009) y Semarnat, Estadísticas del Agua en México, p. 59.

<sup>6</sup> Semarnat, Estadísticas del agua en México, p. 59.

<sup>7</sup> FAO, Aquastat, Perfil para México. [www.fao.org](http://www.fao.org) (consulta: el 24 de septiembre de 2009).

parcelas. La disminución en los presupuestos de la CNA ha limitado la innovación, lo mismo que la transferencia de la operación a los usuarios, donde problemas de organización limitan la capacidad de gestión.<sup>8</sup>

Por su parte, el análisis de la contaminación de las aguas debe considerar la contaminación de las propias prácticas de producción y el uso de fertilizantes y, por otro lado, el impacto en la salud por el uso de aguas contaminadas para la producción. El problema del acceso al agua es tal que es motivo de conflictos sociales entre productores.<sup>9</sup>

De las 630 mil unidades de riego, 73 mil utilizan aguas negras para la producción y casi 7 mil aguas tratadas.<sup>10</sup> Los estados que utilizan la mayor proporción de aguas negras son Guanajuato, México y Puebla (Cuadro 1).

De acuerdo a Conagua hay “una baja eficiencia global en el manejo del agua debida al deterioro de la infraestructura y a la tecnología prevaleciente al momento de su construcción.”<sup>11</sup>

La productividad del agua en los distritos de riego es un indicador clave para evaluar la eficiencia con la que ésta se utiliza, aunque

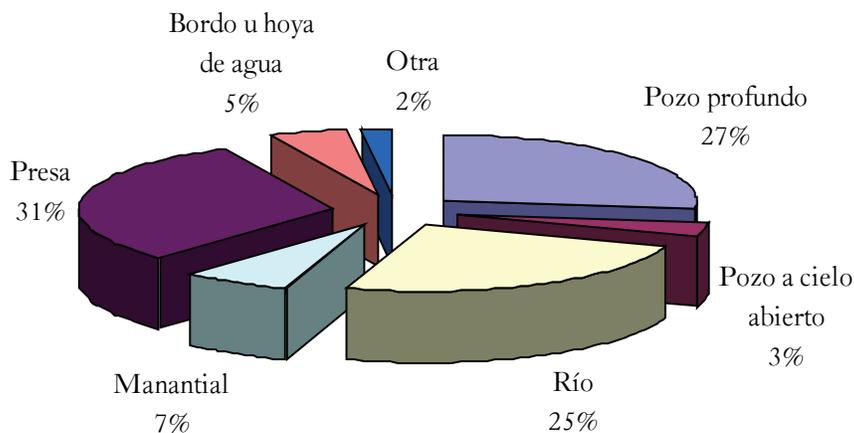
<sup>8</sup> Carrillo González, Graciela y Alejandro Tafuya Salas, “El agua en el sector agropecuario mexicano”, en Constantino Tóto, Roberto, *Agua, seguridad nacional e instituciones, conflictos y riesgos para el diseño de políticas públicas*, Senado de la República, IILSEN, UAM, 2006, pp. 78-80.

<sup>9</sup> Carrillo González, *op. cit.*, p. 90.

<sup>10</sup> INEGI, Censo Agropecuario 2007, VIII Censo Agrícola, Ganadero y Forestal, Aguascalientes, Ags., 2009.

<sup>11</sup> Conagua, Sistema Nacional de Información del Agua (SINA)-Estadísticas del Agua en México 2008, en [www.conagua.gob.mx](http://www.conagua.gob.mx) (consulta: 25 de septiembre de 2009).

**Gráfica 1. Unidades de producción con riego según origen del agua**



Fuente: INEGI, Censo Agropecuario 2007, VIII Censo Agrícola, Ganadero y Forestal, Aguascalientes, Ags., México, 2009.

**Cuadro 1. Unidades de producción agrícola con riego y uso de aguas negras**

|            | <i>Total de unidades de producción</i> | <i>Utilizan aguas negras</i> |
|------------|--|------------------------------|
| México     | 630 312                                | 73 180                       |
| Guanajuato | 47 777                                 | 4 257                        |
| Hidalgo    | 45 732                                 | 27 633                       |
| México     | 69 005                                 | 10 097                       |
| Puebla     | 53 588                                 | 13 338                       |

Fuente: INEGI, Censo Agropecuario 2007, VIII Censo Agrícola, Ganadero y Forestal, Aguascalientes, 2009.

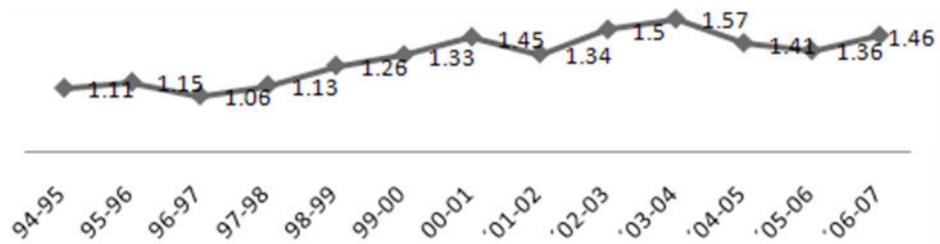
debe ser analizado con reservas pues las condiciones meteorológicas pueden condicionar importantes variaciones (Gráfica 2).

En el año agrícola 1989-1990 la misma fuente señala que se regaban 3.39 millones de hectáreas en los distritos de riego y para el año

2006-2007 esta cifra descendió a 2.68 millones de hectáreas.<sup>12</sup>

<sup>12</sup> Conagua, Estadísticas del Agua en México, 2008, p. 75.

**Gráfica 2. Productividad del agua en los distritos de riego, serie años agrícolas (kg/m<sup>3</sup>)**



Fuente: Conagua, Estadísticas del Agua en México 2008, p. 75.

### Políticas públicas

El segundo objetivo del Plan Nacional de Desarrollo 2007-2012 en materia de agua es alcanzar un manejo integral y sustentable del líquido. Para ello se propone fortalecer el papel del Registro Público de Derechos de Agua y depurar el padrón; contar con una estrategia de manejo sustentable del recurso; disminuir las descargas de aguas contaminadas en ríos y mares; elevar el volumen de tratamiento de aguas; institucionalizar los mecanismos; y crear bancos de agua.<sup>13</sup> El Programa Hídrico 2007-2012 propone mejorar la productividad en el sector agrícola y promover el manejo integrado y sustentable de las cuencas y acuíferos.<sup>14</sup>

El Gobierno Federal lleva a cabo programas y acciones en materia de infraestructura hidroagrícola a través de varias instituciones

y programas.<sup>15</sup> Otras fuentes de apoyo son los programas de la Sagarpa, los Fondos de Infraestructura del Ramo 33 y el Programa para el Altiplano Semidesértico.

El objetivo de los programas de infraestructura hidroagrícola de Conagua “es hacer un uso eficiente del agua, así como aumentar la producción y productividad en la agricultura de riego y de temporal tecnificado, además de ampliar la frontera agrícola en áreas de riego y de temporal, y proteger las áreas productivas contra inundaciones.”

En cuanto al presupuesto 2009 la Secretaría de Hacienda y Crédito Público (SHCP) informa que en el periodo enero-junio se ejercieron mayores recursos que el año anterior (47.1% real) en distintos programas vinculados al uso del agua, incluido el programa Proárbol.<sup>16</sup> Asimismo se transfirieron a las entidades federativas recursos por 11.2 mil millones de pesos (19% más que el año anterior) para fortalecer los consejos estatales agropecuarios y apoyar a los productores agropecuarios, así como a los

<sup>13</sup> Presidencia de la República, Plan Nacional de Desarrollo, en <http://pnd.calderon.presidencia.gob.mx/sustentabilidad-ambiental/agua.html> (consulta: 7 de octubre de 2009).

<sup>14</sup> Conagua, Programa Nacional Hídrico, p. 27, en [www.conagua.gob.mx](http://www.conagua.gob.mx)

<sup>15</sup> Conagua, en [www.conagua.gob.mx](http://www.conagua.gob.mx) (consulta: 17 de octubre de 2009)

<sup>16</sup> SHCP, Informes..., *op. cit.*, p. 38.

distritos de riego a través de Sagarpa y Conagua en el marco de la Alianza por el Campo. Sin embargo, Conagua en lo individual disminuyó sus transferencias de 1.5 mil millones a 1.2 mil, equivalentes a una reducción real de -28.1% en el periodo.<sup>17</sup>

Al primer semestre de este año, los recursos para la superación de la pobreza en los programas de Semarnat vinculados a la construcción de sistemas de agua potable, de conservación de cauces federales e infraestructura hidráulica mostraban un avance aceptable de alrededor del 50%; incluso el programa de ampliación de infraestructura de riego llevaba ya un avance de 61 por ciento. Sin embargo, el Programa de Desarrollo de Infraestructura de Temporal llevaba apenas un avance del 4.1 por ciento.<sup>18</sup>

En el proyecto de presupuesto de 2010 se identifican algunos recursos por programa entre los que sobresalen los correspondientes a la infraestructura de riego, con 2 mil 245 millones de pesos, un total de 705.6 millones para rehabilitar y modernizar distritos de riego, 382 para modernizar y tecnificar unidades de riego; sin embargo, no se identifica el presupuesto correspondiente al programa para tierras de temporal mencionado en el párrafo anterior. En general se observa una reducción en los presupuestos con una excepción que presentaremos al final de este documento.

### **Herramientas para incentivar un mejor aprovechamiento del agua**

A continuación presentamos un panorama de las herramientas de política pública utiliza-

das en México para el aprovechamiento del agua:

- *Derechos de agua.* En México la principal herramienta utilizada en la agricultura es precisamente la asignación de derechos. En 1992 se puso en marcha el Registro Público de Derechos de Agua, que a diciembre de 2007 contaba con más de 353 mil títulos inscritos, de los cuales el 58.88 por ciento correspondían a uso agrícola. Los títulos de concesión o asignación se definen con base en la disponibilidad media anual del agua de la fuente a ser utilizada.<sup>19</sup>

Así, por ejemplo, en la región centro norte cada vez es más difícil que se expidan nuevos títulos, por problemas de sobreexplotación, contaminación y declaratorias de vedas. Es precisamente en esta región donde se concentra la mayor parte de las transmisiones de derechos, aunque parte de éstos se transmiten del uso agrícola al uso urbano.

Otra de las políticas para limitar el uso indiscriminado del agua son las vedas tanto de aguas subterráneas como de aguas superficiales, algunas de ellas definidas desde 1929.

- *Políticas de precios.* En general el cobro del agua se realiza en función de la zona de disponibilidad, con tarifas más altas en zonas de menor disponibilidad; sin embargo, en el caso del agua para uso agrícola, de acuerdo a

<sup>17</sup> *Ibid.*, pp. 57, 59.

<sup>18</sup> *Ibid.*, p. 168.

<sup>19</sup> Conagua Estadísticas del Agua en México, 2008, p. 96.

la Ley Federal de Derechos, sólo se pagará derechos de agua por el consumo en exceso con respecto a los volúmenes concesionados, en 11.73 centavos por metro cúbico en cualquiera de las regiones.<sup>20</sup>

- *Descentralización de la operación.* Con la creación de Conagua en 1989 y la Ley de Aguas Nacionales en 1992 se inició la transferencia de riego a los usuarios, apoyados en la rehabilitación de infraestructura que se concesiona en módulos de riego. A diciembre de 2007 el 99% de la superficie de los distritos de riego había sido transferido a los usuarios.<sup>21</sup>

Por otra parte, las unidades de riego son operadas por pequeños propietarios, a veces de manera organizada; sin embargo, no existe información sistematizada sobre los beneficiarios y

<sup>20</sup> Conagua, *Estadísticas del agua en México*, 2008, pp. 101-102 y artículo 223, inciso c. “Por las aguas provenientes de fuentes superficiales o extraídas del subsuelo, a excepción de las del mar, destinadas a uso agropecuario, se pagará el derecho sobre agua por cada metro cúbico que exceda el volumen concesionado a cada distrito de riego o por cada metro cúbico que exceda el volumen concesionado a los usuarios agropecuarios restantes, conforme a las siguientes cuotas: Zona de disponibilidad 1 a 9 \$0.1295”. Artículo 224.- No se pagará el derecho a que se refiere este Capítulo, en los siguientes casos: I.- Por la extracción o derivación de aguas nacionales que realicen personas físicas dedicadas a actividades agrícolas o pecuarias para satisfacer las necesidades domésticas y de abrevadero, sin desviar las aguas de su cauce natural. IV. Por usos agropecuarios, incluyendo a los distritos y unidades de riego, así como a las juntas de agua.” Presidencia de la República, Ley Federal de Derechos (5 de junio de 2009).

<sup>21</sup> *Op. cit.*, p. 75.

el uso y la producción de las mismas. De acuerdo a Conagua el 98% de la maquinaria que se encuentra en los distritos de riego está en manos de los usuarios.<sup>22</sup>

Al igual que las unidades de riego, los distritos de temporal tecnificado que cuentan con obras hidráulicas para el desalojo de excedentes de agua en las planicies tropicales y subtropicales, también han sido distribuidos a los usuarios organizados. Se trata de 2.7 millones de hectáreas con más de 115 mil usuarios.<sup>23</sup>

- *Innovación tecnológica y uso de agua.* Las prácticas de producción son también importantes en términos del uso del agua, un ejemplo de ello es el indicador de cantidad total de líquido que se utiliza o integra a un producto. Por ejemplo, para producir un kilo de trigo en México, se requieren en promedio 1 000 litros de agua; un kilo de carne de res requiere 13 500 litros.<sup>24</sup>

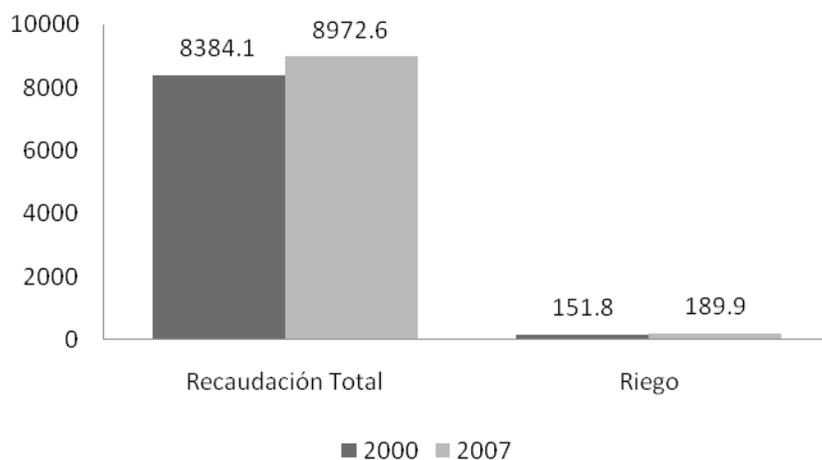
En este contexto, el programa que el Gobierno Federal propone favorecer con un aumento real en sus recursos del 5.3 por ciento es el Programa de Uso Sustentable de Recursos Naturales para la Producción Primaria, a cargo de SAGARPA, cuyo objetivo es lograr un manejo sustentable de los

<sup>22</sup> Octavio Galindo Moya, Reunión Regional de Usuarios de Riego, Vertientes, *op. cit.*, p. 14.

<sup>23</sup> Semarnat, *Estadísticas del Agua en México*, *op. cit.*, p. 77.

<sup>24</sup> Conagua, Sistema Nacional de Información del Agua (SINA)-Estadísticas del Agua en México 2008 [www.conagua.gob.mx](http://www.conagua.gob.mx), (consulta: 25 de septiembre de 2009).

**Gráfica 3. Recaudación total y por pagos de uso de agua para riego de Conagua (millones de pesos constantes de 2007)**



Fuente: Conagua, Estadísticas del Agua en México, 2008, pp. 101-102.

recursos utilizados en la producción agropecuaria y pesquera.<sup>25</sup>

Los apoyos se otorgan conforme a los porcentajes señalados por nivel de activos, sin que puedan rebasar en ningún caso los 250 mil pesos por persona física.<sup>26</sup> El programa inició en 2008 con 5.5 mil millones de pesos y en 2009 se amplió a 5.9 mil millones,<sup>27</sup> de los cuales el 21 % fueron identificados para la superación de la pobreza.<sup>28</sup>

<sup>25</sup> Presupuesto Basado en *Resultados de la República*, exposición de motivos del Proyecto de Presupuesto de Egresos 2010, capítulo 3, p. 54.

<sup>26</sup> SAGARPA, Uso Sustentable de Recursos Naturales para la Producción Primaria <http://www.sagarpa.gob.mx/agricultura/Programas/Paginas/UsoSustentabledeRecursosNaturalesparalaProducciónPrimaria.aspx> (consulta: 2 de octubre de 2009).

<sup>27</sup> Coneval, Programa de Uso Sustentable de Recursos Naturales para la Producción Primaria, Informe de Evaluación Específica de de Desempeño, p.2

<sup>28</sup> SHCP, "Informes sobre la situación económica,

La exposición de motivos de la Propuesta de Presupuesto de la Federación 2010 retoma los resultados de la evaluación que hiciera la FAO a la Alianza para el Campo en 2006, al señalar que los beneficiarios apoyados con riego mostraron una reducción de 20% en el consumo de agua y que entre los productores de hortalizas y forrajes se lograron ahorros entre 30 y 25 por ciento en el consumo del líquido respectivamente. La evaluación de referencia señala la necesidad de que las ganancias en eficiencia se traduzcan en ahorros netos del líquido, al tiempo de señalar que el número de beneficiarios se venía reduciendo por la fuerte aportación que significaba para los pequeños productores, y concluye que existen

las finanzas públicas y la deuda pública", segundo trimestre de 2009, p. 167.

dos fallas fundamentales: en eficiencia y en el sistema de regulación.<sup>29</sup>

La evaluación específica de desempeño 2008 alerta sobre el uso de algunos indicadores del programa actual al señalar que no son confiables, ya que no toman en cuenta la población objetivo ni la meta, ni hay una evaluación de impacto y de resultados.<sup>30</sup>

## Conclusiones

La propia Semarnat considera que el problema del acceso al agua debe ser analizado desde tres perspectivas: la distribución temporal, por las variaciones en disponibilidad a lo largo del año, al concentrarse las lluvias en el verano; la distribución espacial, ya que existen regiones con alta densidad poblacional y baja precipi-

tación; y el área de análisis, pues el problema del agua es un tema eminentemente local, de manera que los indicadores calculados a gran escala “esconden las fuertes variaciones que existen a lo largo y ancho del país.”<sup>31</sup>

El aprovechamiento del agua para uso agrícola plantea retos importantes que van desde los incentivos para producir en regiones geográficas más aptas, hasta el análisis de la conveniencia de mejorar las tecnologías para su aprovechamiento. En este contexto, por una parte las políticas de asignación de cuotas parecen no haber sido un indicador suficiente para ordenar la distribución espacial de la producción; por otra, la ausencia de una política de precios para el uso agrícola permite que se distorsionen los precios finales de los productos, que debieran reflejar la escasez relativa del insumo según la región, así como el costo de la degradación ecológica y de la sustentabilidad futura del recurso.

<sup>29</sup> Coneval, Programa de Uso Sustentable de Recursos Naturales para la Producción Primaria, Informe de la Evaluación Específica de Desempeño 2008, p. 14.

<sup>30</sup> *Op. cit.*, p. 22.

<sup>31</sup> Semarnat, Estadísticas del Agua en México, 2008, p. 25.

## Inversión, agua potable y bienestar social

*Héctor Manuel Bravo Pérez\**

*Juan Carlos Castro Ramírez\*\**

La inversión en agua potable, alcantarillado y saneamiento tiene como objetivo principal disminuir los efectos de la pobreza en la población más desfavorecida, principalmente los relacionados con las enfermedades gastrointestinales. A todas luces, incrementar la inversión en la construcción de infraestructura de agua potable, mientras no se haya logrado una cobertura del 100%, es un buen negocio para la sociedad.

La pregunta de investigación de este trabajo es: ¿hasta dónde es deseable incrementar la inversión en el sector agua potable, alcantarillado y saneamiento?, ¿cuál es el efecto de esta política sobre el bienestar social?

Las últimas cuatro décadas de la experiencia de los países en desarrollo muestran que la intervención del Estado por medio de las políticas económicas es fundamental para el crecimiento económico. Desde 1970 las economías más exitosas han intentado mantener precios domésticos no distorsionados, un marco macroeconómico estable, un régimen de comercio abierto y una política de inversiones que seleccione la inversión pública.

En México y en materia de agua potable y saneamiento, a partir del fin de la Revolución se ha venido incrementando la inversión en infraestructura hidráulica, tanto en el sector agrícola como en agua potable y saneamiento. Como puede observarse en la gráfica 1, el monto de las inversiones en pesos corrientes ha sido creciente y en los últimos años ha crecido en forma exponencial. Es importante hacer notar que las fuentes de ingresos estatal, federal y municipal tienen un comportamiento creciente más o menos regular, mientras que las inversiones provenientes de otras fuentes, es decir, las que corresponden a las comisiones estatales, desarrollos de vivienda, créditos e iniciativa privada, tienen un comportamiento irregular.<sup>1</sup>

En este trabajo se analiza el impacto que genera en el bienestar social incrementar la infraestructura en el suministro de agua potable financiado a través de impuestos al consumidor. Esta evaluación se formula con base en un modelo de equilibrio general computable que se plantea y resuelve en la tradición de Shoven y Whalley.<sup>2</sup> Esta metodología requiere de una base de da-

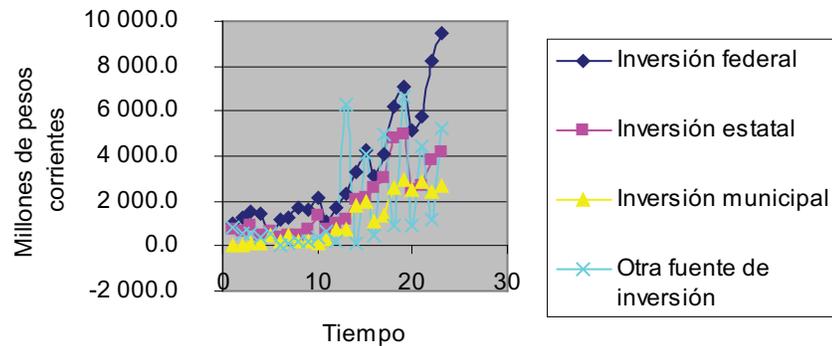
\* Facultad de Economía, UNAM.

\*\* Instituto Mexicano de Tecnología del Agua.

<sup>1</sup> CNA, Estadísticas del agua, México, 2008.

<sup>2</sup> Shoven, *Applying General Equilibrium*, Cambridge University Press, Cambridge, 1995.

**Gráfica 1. Inversión en agua potable y saneamiento**



Fuente: Elaboración propia con información de la Comisión Nacional del Agua.

tos específica denominada matriz de contabilidad social, SAM por sus siglas en inglés. Esta matriz tiene un doble objetivo: por un lado se utiliza para calibrar las distintas relaciones funcionales que constituyen el modelo y por otro se utiliza como punto de referencia para comparar la efectividad de las políticas probadas.

El modelo se construye tomando como base una SAM<sup>3</sup> construida con la matriz de insumo-producto (MIP) de 1980, actualizada al 2000. A diferencia de la actual, la MIP con la que se trabajó tiene agregado en el sector 13 electricidad, gas y agua, por lo que en el análisis se asume el supuesto de que la inversión en los otros dos componentes del sector permanecen constantes, por lo que los efectos que se capturan en la simulación del modelo sólo se deben al incremento en la inversión en infraestructura hidráulica.

En el modelo se incorpora el comportamiento de dos consumidores que maximizan

<sup>3</sup> G. Pyatt y J. Round, "Accounting and Fixer Price Multipliers in a Social Accounting Matrix Framework", *The Economic Journal*, núm. 356, diciembre, Gran Bretaña, 1979, pp. 850-873.

su función de utilidad sujeto a una restricción presupuestaria limitada por el valor de la dotación de los factores en posesión del mismo. Todos los bienes que se producen en la economía se generan en un contexto de competencia perfecta tanto en el mercado de bienes como en el de productos; por lo tanto toman los precios que se determinan en la economía como un dato para tomar las decisiones de demanda de bienes y factores de producción de bienes. En esta economía existe también un gobierno cuya función es cobrar un impuesto al consumo e invertir la recaudación para incrementar el acervo de capital del sector que produce el agua potable. Además de los bienes que se producen en la economía, el consumidor también consume un bien importado que se modela como un bien compuesto por todos los bienes importados en la economía.

Los precios que se determinan endógenamente guían el proceso hacia el equilibrio en todos los mercados. Los precios se forman asumiendo que las tecnologías son homotéticas en todas las industrias y por tanto las demandas son homogéneas en grado cero.

Con el modelo anteriormente descrito se simuló una política de incremento a la inversión de agua potable financiada con la aplicación de un impuesto a los consumidores. Como se ha mencionado, se consideraron dos consumidores, uno rural y otro urbano; para cada uno de ellos se calculó la variación equivalente y se consideró al bienestar social como la suma de las dos. Se simuló un incremento en la cantidad de capital en la producción de agua potable y se calcularon los distintos equilibrios, definidos como los precios y las asignaciones que vacían todos los mercados definidos en la economía.

Como se puede observar en la gráfica 2, el incremento en la inversión se traduce en un incremento en el bienestar de ambos agentes y, por ende, de la sociedad, hasta un nivel de inversión similar al nivel actual de capital en el sector.

Es importante hacer notar que en esta economía la única fuente de recursos para financiar la inversión en agua potable es la recaudación con impuestos al consumidor.

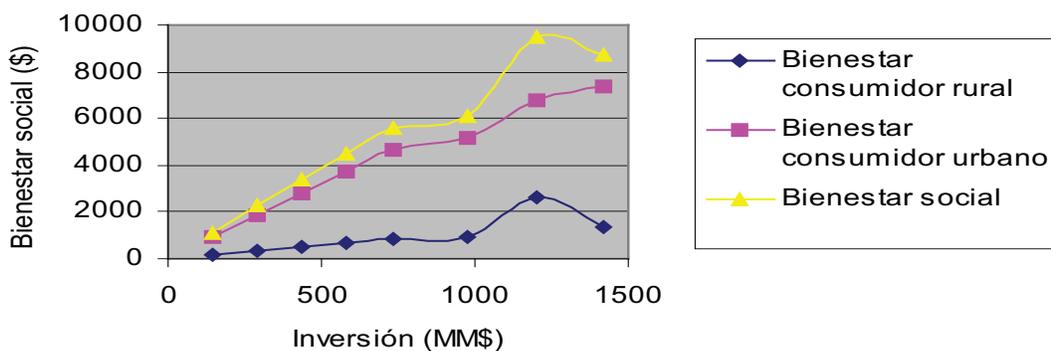
Puede observarse que el bienestar de la sociedad se relaciona directamente con la producción de agua potable que se deriva del incremento de capital en el sector; sin embargo existe un nivel en el que se maximiza el bienestar social y a partir del cual decrece aunque se incremente la inversión.

Como se ha señalado, el Estado mexicano ha incrementado sustancialmente los niveles de inversión en el sector de agua potable y saneamiento en los últimos años, con el objetivo de reducir la brecha entre las necesidades de la población y la oferta del servicio.

En México el Gobierno Federal ha sido quien tradicionalmente ha invertido en mayor medida en incrementar la capacidad de producción del sector; sin embargo, cada vez más otras instancias públicas y privadas tienen un mayor peso en materia de financiamiento.

Una potencial fuente de financiamiento para incrementar el acervo de capital del sector del agua potable es la recaudación vía un impuesto al consumo; posibilidad cuya virtud radica en el financiamiento directo por parte

**Gráfica 2. Inversión en agua potable y bienestar social**



Fuente propia.

de los agentes económicos que reciben el beneficio que representa el incremento de la oferta de agua potable.

Financiar la inversión en agua potable con impuestos al consumidor tiene un límite en términos de incrementar el bienestar social, debido al hecho que los incrementos marginales en bienestar como consecuencia del incremento marginal social derivados de la inversión en agua potable son decrecientes y eventualmente llegan ser superados por los costos sociales de incrementar los impuestos al consumo.

Ello no significa que no deba invertirse en agua potable, sino que deben buscarse fuentes alternativas de financiamiento para formar una canasta óptima de inversiones con el fin de maximizar el bienestar social.

La política de inversión debe estar orientada por la búsqueda del incremento en la producción y por el incremento de fuentes de financiamiento que puedan evitar la caída del crecimiento marginal del bienestar social, como se señala en la gráfica 2.

# Hacia una mejor gestión del agua en México: tendencias actuales y posibles soluciones

*Rebeca Cecilia de Buen Kalman*

## Introducción

En México el problema del agua es urgente. El desperdicio y la contaminación han causado que el agua disponible por habitante se haya reducido a menos de la mitad durante los últimos 50 años y que México sea catalogado como un país con disponibilidad de agua promedio baja.<sup>1</sup> Las condiciones pueden llegar a empeorar en la medida que aumente la población y que el cambio climático global cambie los patrones de precipitación.

La escasez de agua se origina cuando hay un desbalance entre la demanda y la disponibilidad y cuando hay degradación de los cuerpos de agua. La Organización para la Agricultura y la Alimentación de las Naciones Unidas (FAO) distingue dos tipos de escasez de agua: la física y la económica. La escasez física ocurre cuando no hay suficiente agua para cubrir toda la demanda. Las regiones áridas son las más frecuentemente asociadas con la escasez física de agua, pero recientemente la escasez física se ha creado artificialmente en algunas

regiones con abundancia de agua debido a la sobreexplotación de los recursos hidrológicos. Un síntoma de la escasez física del agua es, entre otras cosas, la degradación ambiental severa. La escasez económica es causada por faltas de inversión en el rubro del agua y la falta de capacidad para satisfacer la demanda, aun en lugares donde el agua abunda. Algunos síntomas de este tipo de escasez son desarrollo de infraestructura inadecuada, alta vulnerabilidad a cambios estacionales, inundaciones, sequías y desigualdad en el acceso aun cuando existe la infraestructura.<sup>2</sup>

En México se combinan los dos tipos de escasez y por lo tanto se necesita un enfoque nuevo para la gestión del agua. Las cifras hablan por sí solas: en nuestro país 74% de los cuerpos de agua están contaminados en algún grado; la actividad agrícola, que consume 75% del agua, desperdicia el 51%; en algunas redes de abastecimiento público se pierde hasta el 40% del agua en forma de fugas; ocupamos el quinto lugar mundial en el índice de deforestación de bosques y selvas; los pobres pagan el agua más cara y reciben la más contaminada;

<sup>1</sup> Centro Mexicano del Derecho Ambiental, *El agua en México: lo que todos y todas debemos saber*, México, 2006.

<sup>2</sup> FAO, en <http://www.fao.org/nr/water/issues/scarcity.html> (consulta: septiembre de 2009).

en algunas comunidades las mujeres y niñas tienen que acarrear el agua por más de 10 kilómetros; 12 millones de mexicanos no tienen acceso a agua potable; 24 millones de mexicanos carecen de alcantarillado; más del 5% de la población de la ciudad de México compra agua de vendedores privados y usan hasta el 25% de su salario en agua; el agua que pagan los que no tienen conexión a la red de abastecimiento, que además son los más pobres, es hasta 10 veces más cara de lo que pagan los que tienen conexión doméstica.<sup>3 4</sup>

Las variaciones en la disponibilidad del agua en un lugar y tiempo dados son el resultado del clima en el lugar (principalmente por la precipitación) y de las actividades humanas. En general, las crisis del agua tienen origen antropogénico y ocurren cuando las actividades humanas interrumpen el ciclo hidrológico en alguna escala, desde la global, como en el caso del cambio climático, hasta la más local, como en la explotación de los cuerpos de agua y la contaminación.<sup>5</sup>

Para mitigar una crisis del agua se deben identificar las interrupciones al ciclo hidrológico y buscar soluciones en la escala pertinente. Esto en general significa mejorar las técnicas de la gestión del agua para lograr los objetivos locales. En México se pueden identificar varias interrupciones al ciclo hidrológico, entre ellas la desaparición de las fábricas de agua por la deforestación, la desertificación y la transformación o desviación de las cuencas; el en-

venamiento del agua mediante la contaminación industrial y la agrícola, principalmente; la sobreexplotación, el derroche y el mal uso del agua.<sup>6</sup>

El manejo del agua es el resultado de la interacción de tantos actores —desde individuos hasta industrias y leyes— que es imposible señalar claramente las causas del grave estado en el que se encuentran los recursos del país. Sin embargo, hay algunos aspectos de la gestión del agua que claramente tienen que cambiar para que la situación del agua en México cambie su curso. En la interacción humana con el agua hay tres grandes aspectos que es importante tener en cuenta: la cantidad que usamos, cómo modificamos su calidad y cómo intervenimos en los cursos naturales del agua.

En este artículo se identifican algunos aspectos claves de la gestión del agua que se podrían cambiar para empezar a mejorar el manejo del recurso y restaurar algunos aspectos locales del ciclo hidrológico. Estas son las fallas de las tarifas bajas y los subsidios generalizados, la ineficiencia del sector agrícola, la deforestación y la falta de coherencia e implementación de las leyes de aguas residuales.

## **El costo del agua en México**

Proveer agua tiene un costo real en términos de energía, infraestructura, tratamiento y mantenimiento. Normalmente, para determinar el costo del agua se toma en cuenta la infraestructura para trasladarla y proveerla, lo cual incluye costos de inversión, mantenimiento,

<sup>3</sup> A. Biswas y C. Tortajada, “Megacities and Water Management”, *Water Resources Development*, vol. 22, núm. 2, junio de 2006, pp. 377-394.

<sup>4</sup> Centro Mexicano del Derecho Ambiental, *El agua en México...*, *op. cit.*

<sup>5</sup> E.C. Hunt, *Thirsty Planet. Strategies for Sustainable Water Management*, Zed Books, Londres, 2007.

<sup>6</sup> Centro Mexicano del Derecho Ambiental, *El agua en México...*, *op. cit.*

potabilización, electricidad y salarios.<sup>7</sup> Además, hay costos ambientales asociados al uso y al abastecimiento. Algunos de estos costos son casi imposibles de cuantificar, como el costo de agotar fuentes no renovables o el de alterar el curso de los ecosistemas acuáticos.<sup>8</sup> En general se puede afirmar que no es posible incluir todos los costos ambientales que surgen de la provisión de agua en su precio.<sup>9</sup>

Las tarifas actuales en México no necesariamente reflejan el costo que tiene para un organismo operador proporcionar esa cantidad de agua y de ninguna manera refleja el costo del tratamiento de las aguas residuales y los costos ambientales.<sup>10</sup>

En México el agua se destina para la agricultura, el abastecimiento público, la industria autoabastecida y la generación de electricidad.<sup>11</sup> Las tarifas de agua varían según su región y el uso para el cual se destina. Además, hay estructuras tarifarias en las que con el incremento de consumo aumenta el costo del metro cúbico.<sup>12</sup> Para los fines de este artículo, los usos importantes son agricultura, el abastecimiento público y la industria.

Las tarifas del agua potable para uso doméstico que se distribuye en las redes municipales son fijadas de diferente manera en cada municipio, dependiendo de lo que establece la legislación de cada entidad federativa. En la mayoría de los casos el agua se vende a los

usuarios por debajo de 5 pesos por metro cúbico y está altamente subsidiada, pues el costo real de abastecimiento es alrededor de los 16 pesos por metro cúbico.<sup>13</sup>

Para el uso industrial hay dos maneras de obtener agua, una es por la red de abastecimiento. En general el agua distribuida de esta manera se cobra por arriba de lo que le cuesta al municipio proveerla, para hacer un subsidio cruzado con el uso doméstico. La segunda manera en que las industrias obtienen agua es con sus propios pozos de extracción. En estos casos el cobro puede ser fijo, sin considerar el volumen de agua extraído, por lo que el agua puede resultar muy barata.<sup>14</sup>

Al sector agrícola se le proporciona agua de manera gratuita. Además, se le subsidia la electricidad para bombeo y está exento de cobro de derechos por concepto de aguas residuales.<sup>15</sup>

Debido a que el precio que el consumidor paga por el agua no refleja su valor ni el costo (ambiental y económico) de proveerla, no se trata como un recurso escaso y no se usa de manera eficiente.<sup>16</sup>

Esto también es cierto sobre la función del agua como receptáculo de contaminación. Supuestamente en la descarga de aguas residuales domina el principio “el que contamina paga”, pero pocas veces se cumple. Verter agua contaminada en los cuerpos de agua superficiales tiene un costo económico y ambiental considerable. Puesto que este costo frecuentemente no es asumido por los usuarios, la descarga de

<sup>7</sup> *Idem.*

<sup>8</sup> *Idem.*

<sup>9</sup> J. Winpenny, *Managing water as an economic resource*, Routledge, Londres, 1994.

<sup>10</sup> Centro Mexicano del Derecho Ambiental, *El agua en México...*, *op. cit.*

<sup>11</sup> Conagua, *Estadísticas del agua en México*, 2008.

<sup>12</sup> Centro Mexicano del Derecho Ambiental, *El agua en México...*, *op. cit.*

<sup>13</sup> Conagua, *Estadísticas del agua...*, *op. cit.*

<sup>14</sup> Centro Mexicano del Derecho Ambiental, *El agua en México...*, *op. cit.*

<sup>15</sup> *Idem.*

<sup>16</sup> J. Winpenny, *Managing water...*, *op. cit.*

agua contaminada resulta en la degradación de los cuerpos de agua receptores.

### **El agua para uso doméstico**

Las bajas tarifas del agua tienen consecuencias que forman círculos viciosos en cuanto a la gestión de este recurso. Estas tarifas directa e indirectamente afectan la calidad del servicio, la posibilidad de extender el servicio, la calidad del agua, etc. Si a esto se le suman las pérdidas por fugas en las redes de distribución, las conexiones ilegales, el hecho de que no siempre se pagan las cuentas de agua y los pagos erráticos de grandes consumidores, no es sorprendente que los gobiernos municipales encargados del abastecimiento de agua ya no estén en la posición financiera para asumir los costos de capital cada vez mayores, de operación y de mantenimiento de los sistemas de agua que se requieren para el crecimiento pronosticado de población y demanda.<sup>17</sup>

Los subsidios al agua frecuentemente están justificados bajo la lógica de que el acceso a ésta es indispensable para tener calidad de vida. Supuestamente a precios bajos toda la población podría acceder a ella. Sin embargo, las personas más pobres son las que no tienen conexión a la red de abastecimiento público, por lo que no gozan de los beneficios del subsidio. Estas personas se abastecen de agua a través de pipas, con un costo hasta 6 veces mayor que el del agua distribuida por la red.<sup>18</sup> Más aún: debido a la falta de recuperación de fondos en este sector, no existe la posibilidad de aumentar

<sup>17</sup> *Idem.*

<sup>18</sup> A. Biswas y C. Tortajada, "Megacities and Water...", *op. cit.*, pp. 377-394.

la red para abastecer a los sectores de la población que no cuentan con el servicio.<sup>19</sup>

El tema de los subsidios se debe tratar con cuidado porque tampoco es acertado decir que en un país como México, en el que la mayoría de la población tiene un ingreso por debajo de dos salarios mínimos, todos aquellos conectados a la red puedan pagar cinco veces más por el agua.<sup>20</sup> Lo ideal sería enfocar el subsidio a las familias de bajos ingresos y eliminar el subsidio generalizado para que se puedan financiar las inversiones necesarias en el sector sin afectar a la ya de por sí desfavorecida población de bajos ingresos.<sup>21</sup>

Una de las consecuencias más importantes de las tarifas bajas es que los usuarios que tienen conexión a la red de abastecimiento y que cuentan con ella de forma regular y abundante no tienen incentivos para ahorrar agua y la usan de manera irracional. Esto se debe a que el costo no refleja el valor real del agua que consumen derivando en una percepción distorsionada sobre la escasez real del agua, así como la contaminación, la sobreexplotación y otros efectos ambientales ocasionados por el aprovechamiento incorrecto del agua.<sup>22</sup>

En el Distrito Federal el consumo de agua es en promedio de 171 litros por persona al día. Se calcula que en los estratos de ingresos más bajos éste se reduce a sólo 20 litros por persona al día, mientras que en los grupos de mayores ingresos asciende a 600 litros diarios.<sup>23</sup> Además, en el hogar frecuen-

<sup>19</sup> Centro Mexicano del Derecho Ambiental, *El agua en México...*, *op. cit.*

<sup>20</sup> *Idem.*

<sup>21</sup> *Idem.*

<sup>22</sup> *Idem.*

<sup>23</sup> *Idem.*

temente hay fugas que pueden pasar mucho tiempo sin ser arregladas y no hay incentivos para cambiar los aparatos domésticos por nuevos que ahorren agua.

Otra consecuencia importante del subsidio a las tarifas del agua es la deficiencia en la operación y en la infraestructura para su captación y distribución. El gobierno destina un presupuesto muy bajo para la adecuada gestión de este recurso, pues sólo 1.1% del presupuesto nacional se destina al rubro de agua.<sup>24</sup> Debido a la falta de mantenimiento, en las redes de abastecimiento se pierde hasta el 40% del agua. En 1997 se calcularon las pérdidas de agua potable por fugas en las redes de la ciudad de México. Estas representaron 37% del caudal con el que se le abastecía, y sumaron más de 12 mil litros por segundo, equivalente a un desperdicio anual cercano a los 400 millones de metros cúbicos de agua potable.<sup>25</sup>

Las pérdidas en la red de abastecimiento se deben principalmente a la antigüedad de las tuberías y a las fisuras y fracturas originadas por hundimientos diferenciales del terreno, relacionadas al proceso de instalación, así como a la mala calidad de algunos materiales o a las conexiones defectuosas de tomas clandestinas. Cabe destacar que esta agua ya es agua que ha sido potabilizada, por lo que al perderla en forma de fugas se desperdicia energía y dinero.

Por último, en México hace falta una cultura de reuso, separación y aprovechamiento de agua de lluvia. No existe la costumbre de considerar otras posibilidades para cubrir nuestras

necesidades de agua y tampoco existen incentivos para hacerlo. No hay comercialización de accesorios del hogar que propicien el reuso del agua ni para la captación de agua de lluvia.<sup>26</sup>

## El agua y la agricultura

Se pueden identificar múltiples problemas asociados a la agricultura y el agua que tienen orígenes relacionados y que se combinan con resultados desastrosos. La agricultura es el principal usuario de agua en México, pues consume 83% del líquido en el país, con costos casi gratuitos. Además, la electricidad para bombeo se encuentra subsidiada y está exenta de cobro de derechos por concepto de aguas residuales.<sup>27</sup>

Dos de los problemas más importantes relacionados al agua en este sector son la ineficiencia en el uso del agua y la deforestación.

## Ineficiencia en el sector agrícola

La ineficiencia de este sector es notable. Los recursos hidrológicos del país dedicados a la agricultura son usados principalmente para el riego de cultivos. México ocupa el sexto lugar mundial en términos de superficie con infraestructura de riego, con 6.46 millones de hectáreas.<sup>28</sup> Del agua dedicada a la agricultura, se desperdicia alrededor de 50% por operación ineficiente, por prácticas inadecuadas de riego, por problemas institucionales (falta de coordinación en la elaboración de las políticas públicas) y por cultivos intensivos en agua en

<sup>24</sup> *Idem.*

<sup>25</sup> *Idem.*

<sup>26</sup> *Idem.*

<sup>27</sup> *Idem.*

<sup>28</sup> Conagua, *Estadísticas del agua...*, *op. cit.*

zonas áridas.<sup>29</sup> También es importante señalar que la agricultura genera un grave deterioro en la calidad de los cuerpos de agua, debido, por ejemplo, al escurrimiento de plaguicidas y fertilizantes que no se someten a ningún tipo de regulación ambiental.<sup>30</sup>

Parte de la ineficiencia y el desperdicio del agua se debe a que hay serios problemas financieros para rehabilitar, mantener y operar la infraestructura requerida en los distritos de riego, así como para modernizar los sistemas de irrigación. Muchas de las superficies irrigadas en el país son aprovechadas sólo parcialmente, pues requieren de infraestructura complementaria, tecnificación y solución a problemas legales. En general, la productividad por hectárea es baja. Un porcentaje considerable de los distritos de riego no es rentable y los precios de sus productos no son competitivos.

Debe señalarse que, análogamente al subsidio para el agua de uso doméstico, en la mayoría de los casos son los agricultores más ricos quienes reciben agua subsidiada, mientras que los agricultores de menores recursos deben pagar el costo total del agua de riego. Generalmente también son un pequeño grupo de grandes agricultores los responsables de la tala a gran escala, los que utilizan desmedidamente los productos químicos agrícolas, los que sobreexplotan los recursos de aguas subterráneas con destino al riego, los que utilizan también en exceso las tierras de pastoreo y los que explotan desmesuradamente los suelos con cultivos para la exportación.<sup>31</sup>

<sup>29</sup> Centro Mexicano del Derecho Ambiental, *El agua en México...*, op. cit.

<sup>30</sup> *Idem.*

<sup>31</sup> *Idem.*

## Deforestación

Otro problema grave relacionado con el agua y la agricultura en el país es el de la deforestación. La deforestación se debe principalmente a la expansión de la frontera agropecuaria, pues 51% de la superficie total degradada se asocia con los cambios de uso del suelo hacia estas actividades.<sup>32</sup>

En México, en los últimos 20 años se ha perdido 58% de los bosques y únicamente se conserva 2% de las selvas. Alrededor de 64% de los suelos del país está afectado por algún tipo de degradación.<sup>33</sup>

Los bosques y las selvas están estrechamente vinculados con la dinámica del agua. Los bosques retienen el agua de lluvia, las copas de los árboles la frenan y contribuyen a mantener la calidad del suelo, las raíces forman redes de contención que evitan la erosión y sujetan la tierra y hacen que el agua se vaya filtrando despacio, conformando así una barrera física capaz de retener el agua y recargar los acuíferos. La cubierta vegetal, al impedir el arrastre de suelos, evita el azolve de canales, presas y cuerpos de agua, así como las inundaciones que afectan en gran medida a los centros de población y a la infraestructura productiva. Cuando deforestamos, la lluvia erosiona el terreno y pasa de ser fertilizadora a ser desertizadora.<sup>34</sup>

La deforestación tiene un papel importante en un círculo vicioso donde la tala de árboles, junto con el uso de prácticas de riego ineficientes, provoca la erosión del suelo, re-

<sup>32</sup> *Idem.*

<sup>33</sup> *Idem.*

<sup>34</sup> *Opcions*, Información para el consumo conciente, noviembre de 2005, Cataluña. En <http://www.opcions.org/cast/contenidos.html>

percutiendo así en la productividad del mismo, lo que se traduce en la tala de mayores extensiones para mantener la producción agrícola al mismo nivel.

## Contaminación

Casi todas las actividades humanas afectan la calidad del agua de manera negativa. La mayor parte de la contaminación se origina en los usos urbano, industrial y agrícola.

Cuando un producto de desecho se incorpora al agua, el líquido resultante recibe el nombre de agua residual. Existen varias leyes en las que se regula la descarga de aguas residuales en los cuerpos de agua. Las principales son la Ley General de Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente, la Ley Federal de Derechos (en materia de aguas nacionales) y la Ley de Aguas Nacionales. Sin embargo, estas leyes han sido desarrolladas a lo largo del tiempo por diferentes grupos y han sido creadas sin tomar en cuenta la legislación existente al momento de su creación.<sup>35</sup> De manera general, la ley establece que el agua residual debe ser tratada antes de ser vertida en los cuerpos receptores, pero no ofrece una definición de lo que significa el tratamiento del agua, a pesar de que en varios artículos se hace mención de este concepto.

Como consecuencia, la legislación mexicana en materia de aguas residuales es poco coherente y algunas leyes llegan a contradecirse.<sup>36</sup>

Los objetivos de este grupo de leyes son poco claras y el monitoreo del cumplimiento

de la legislación es pobre. El criterio de evaluación de las descargas es diferente en las tres leyes y tampoco es coherente el criterio que se debe utilizar para establecer multas.<sup>37</sup> Hay poca verificación del cumplimiento de las leyes y del pago de las multas, por lo que muchos usuarios no actúan de acuerdo a la ley. En general, las multas no son suficientes para hacer que los usuarios disminuyan las descargas y mejoren sus procesos de producción, pues les resulta más barato contaminar. Ha habido casos, incluso, de políticos locales que buscando ganar popularidad perdonan deudas relacionadas a las descargas de aguas fuertemente contaminadas a cuerpos de agua.

El resultado de ello es que a pesar de que estas leyes obligan a los usuarios a dar tratamiento al agua que se utilice, esto no se lleva a cabo. En algunos casos las aguas residuales industriales y municipales se descargan en los cuerpos de agua con poco tratamiento previo. Distintas fuentes citan diferentes niveles de tratamiento. La Comisión Nacional del Agua (Conagua) reporta que se tratan alrededor del 25%; por su parte, la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (Conabio) afirma que sólo se trata 15% de las aguas residuales. En la literatura académica se reporta que el tratamiento previo es menos del 13% y en algunas regiones como en el Distrito Federal es menos del 10%.<sup>38</sup>

Para corregir esta situación, urge una revisión de la legislación y de las instituciones encargadas de asegurar el cumplimiento de ésta. En teoría, los pagos y multas por descargas

<sup>35</sup> C. Tortajada, "Water Management in Mexico City Metropolitan Area", *Water Resources Development*, vol. 22, núm. 2, junio de 2006, pp. 353-376.

<sup>36</sup> *Idem.*

<sup>37</sup> *Idem.*

<sup>38</sup> Centro Mexicano del Derecho Ambiental, *El agua en México...*, *op. cit.* y C. Tortajada, "Water Management in Mexico...", *op. cit.*

de aguas residuales deben funcionar como un incentivo fuerte para reducir las descargas de aguas contaminadas a través de mejoras en la eficiencia, tratamiento previo y de la transición hacia procesos de producción más limpios. El establecimiento de políticas adecuadas y coherentes con relación a las aguas residuales y a la verificación de su cumplimiento sería un paso importante en la reducción de la contaminación de los cuerpos de agua.

### **Posibles soluciones**

Se necesita un cambio radical en la manera de gestionar los recursos naturales en general y, en particular, en el caso del agua. El manejo sustentable del agua es aquel que, al mismo tiempo, es ecológicamente apropiado, socialmente justo y económicamente viable. Para lograrlo es indispensable cambiar los paradigmas de manejo del agua. Un desarrollo humano adecuado incluye asegurar que los derechos de las generaciones presentes y futuras se cumplan, lo cual obliga a incorporar la ética al comportamiento de los actores de ese desarrollo, es decir, a incorporar una dimensión medioambiental.

Los problemas del agua tienen raíces de diferentes índoles y a diversas escalas, por lo que las soluciones serán igualmente diversas.

Con el fin de hacer frente a la disminución de la disponibilidad del agua en los próximos años, será necesario realizar acciones para buscar soluciones en todos los niveles, empezando en el hogar y en el trabajo, pero también generando compromisos más amplios con los diferentes niveles de gobierno que influyen en la gestión del líquido.

De entrada, los usuarios de una red de distribución deben de aportar más para que más usuarios puedan gozar de los beneficios del agua. El precio de ésta debe subir para contar con capital suficiente para extender la red, prevenir fugas y mejorar las condiciones ambientales. Los subsidios generalizados se deben eliminar y, en todo caso, se pueden implementar subsidios focalizados a las familias de menor ingreso. Se debe de hacer un esfuerzo por gestionar la demanda y tomar en cuenta el valor del agua con relación al costo de su provisión e introducir medidas para que los consumidores relacionen su consumo con el costo real de su provisión. Asimismo, el aumento de las tarifas debería estar respaldado por campañas de información pública, para desalentar y poner freno al uso excesivo del recurso.

Deben aumentar significativamente el reuso y la recolección de agua de lluvia, con el fin de incrementar la disponibilidad de agua con calidad adecuada para los usos a los que se destina. Para seguir garantizando el desarrollo social, será necesario incrementar las coberturas de agua potable y alcantarillado.

Del papel de la agricultura en nuestra sociedad hay que pensar en impulsar formas de cultivar ahorradoras de agua y en extender el uso de técnicas de riego eficientes. Si se mejoran los sistemas de riego y el desperdicio de agua disminuye, el agua ahorrada no debiera aplicarse para extender la frontera agropecuaria, cuyo crecimiento desmedido es el mayor responsable de la pérdida de bosques y selvas en México. Hay que hacer un esfuerzo para que los cultivos sean los más apropiados y para que se cuide la fertilidad del suelo.

Con tecnologías apropiadas, se puede usar el agua de manera más eficiente; algunas técnicas de riego pueden disminuir el consumo de agua hasta en 50% y en las industrias con la tecnología apropiada se pueden disminuir las necesidades entre 40% y 90%; las ciudades podrían disminuir su consumo entre 30% y 40% sin sacrificar calidad de vida o productividad económica.<sup>39</sup>

Por último, la legislación y la política vinculadas a la gestión del agua deben ser revisadas. Se necesitan políticas coherentes y adecuadas y se debe asegurar su implementación. En el caso de los subsidios, éstos deben ser replanteados y reestructurados, pues en su estado actual casi siempre terminan perjudicando a muchas de las personas más pobres y marginadas para las que fueron diseñados y benefician a otras que podrían aportar el costo completo del servicio que reciben.

La gestión del agua se debe trasladar de una política de oferta hacia una política de demanda. En este nuevo enfoque se toma en cuenta que existen unos recursos hídricos limitados (oferta) y que debemos gestionar la demanda para que estos recursos no se deterioren y así puedan cumplir sus funciones ecológicas y económicas indefinidamente. Ello a través de medidas para disminuir el consumo, desde el desarrollo de incentivos para instalar accesorios ahorradores y campañas de concienciación e información, hasta medidas económicas como cambios de tarifas, penalizaciones y bonificaciones. Tenemos que adaptarnos a la cantidad de agua que hay, en lugar de pretender que puede haber tanta como queramos, como hemos hecho hasta ahora. Hay muchos aspectos de nuestra actividad que podemos replantear para frenar la tendencia al sobreconsumo.

<sup>39</sup> S. Postel, *The Pillar of Sand*, Worldwatch Institute, Londres, 1997.

# Los problemas del abastecimiento de agua en la Ciudad de México

*Salvador Moreno Pérez\**

En el presente artículo se describen las características del sistema de abastecimiento de agua en la zona metropolitana del Valle de México y, con énfasis en la problemática hídrica del Distrito Federal, se hace un recuento de los principales problemas que enfrenta el abastecimiento de agua potable en la Ciudad de México y se describen algunos problemas a futuro si el líquido no se consume en forma sustentable.

De acuerdo con las definiciones económicas de bienes públicos y privados, el agua no puede ajustarse a ese tipo de análisis. En este sentido, el especialista Miguel G. Breceda propone que, con base en la teoría económica, el agua no constituye un bien privado y se acerca más a una definición que puede derivar en una nueva noción, las definiciones de bienes cuasi-públicos con la de bienes de propiedad común; asimismo, también puede incorporar el concepto de bienes estratégicos debido a que

resultan insumos imprescindibles en un gran número de procesos productivos.<sup>1</sup>

En su estudio Breceda nos recuerda que en teoría el agua es un recurso renovable que recorre un “ciclo hidrológico” en el que se incluyen el proceso de evaporación (de los cuerpos de agua) y evapotranspiración (de las plantas), seguidos de la precipitación (o lluvia) para reconstituirse o renovarse, por lo que se puede considerar que desde la formación de la tierra la cantidad de agua en el planeta ha permanecido constante.

Sin embargo, su condición renovable en el contexto actual está marcado por la escasez, a pesar de la gran cantidad de agua en los mares, ríos, lagos, capas polares o yacimientos subterráneos. En todo el planeta se estima la existencia de un total de 1,400 a 1,500 millones de kilómetros cúbicos (km<sup>3</sup>) de este líquido. Sin embargo, el agua realmente disponible para el consumo y uso humanos se reduce a sólo 34 mil km<sup>3</sup> por año.<sup>2</sup>

\* Cursó estudios de maestría en Desarrollo Urbano en El Colegio de México. Investigador del CESOP. Sus líneas de investigación son: desarrollo urbano regional y metropolitano, migración, vivienda, ciudades y competitividad. Correo electrónico: salvador.moreno@congreso.gob.mx

<sup>1</sup> Miguel G. Breceda Lapeyre, *Agua y energía en la Ciudad de México (Visión en 2004)*, Universidad de la Ciudad de México, México, 2004, p. 5.

<sup>2</sup> National Geographic, *Water*, edición especial, 1993, citado por Miguel G. Breceda Lapeyre, en *Agua y*

De ese volumen de agua dulce disponible en el planeta, México cuenta con alrededor del uno por ciento, que equivale a 357 km<sup>3</sup>. En 1950 representaban 13 mil metros cúbicos (m<sup>3</sup>) para cada mexicano, mientras que para el año 2001, simplemente por el efecto del crecimiento poblacional, el promedio descendió a 4 mil 685 m<sup>3</sup> por habitante.<sup>3</sup>

El Distrito Federal se ubica en la Cuenca del Valle de México<sup>4</sup> (CVM) con poco más de mil 500 km<sup>2</sup>, lo que representa alrededor de 15% del territorio de la Cuenca, de manera que prácticamente la mitad de la misma se ubica en el Estado de México y poco menos del 10 por ciento en Hidalgo, Tlaxcala y Puebla.

Un primer problema que se presenta en la CVM es el indicador definido como “grado de presión del recurso hídrico”, que se define como la extracción total anual entre la disponibilidad natural, que en caso de que el resultado resulte mayor a la unidad, indica sobreexplotación.<sup>5</sup>

Al respecto, la Comisión Nacional del Agua clasifica al país en 13 regiones hidrológico-administrativas. El Distrito Federal se localiza en la región XIII, llamada “Aguas del Valle de México”, misma que, como se mues-

tra en el mapa 1, es una región fuertemente sobreexplotada. Los elevados índices de presión indican en la región la existencia de una problemática del agua calificada de “extrema gravedad”.<sup>6</sup>

El sistema de abastecimiento de agua potable se integra por fuentes internas y externas al Valle, así como por distintos componentes de la infraestructura que permiten obtener, conducir, regular y distribuir el caudal que requieren los diversos usuarios de la ciudad.<sup>7</sup>

Las fuentes externas son los sistemas Lerma y Cutzamala. En particular el Sistema Cutzamala abastece a 11 delegaciones en el Distrito Federal y al mismo número de municipios en el Estado de México. El Cutzamala destaca porque es uno de los sistemas de abastecimiento de agua potable más grandes del mundo, no sólo por la cantidad de agua que suministra (aproximadamente 480 millones de metros cúbicos anualmente), sino además por el desnivel (1100 m) que debe remontar y porque los caudales recorren una distancia de 170 kilómetros. Durante el periodo de 1991 a 2007, el volumen y el gasto medio se han incrementado en poco más del 50% y el consumo de las delegaciones en el Distrito Federal es 70% mayor al de los municipios en el Estado de México (Cuadro 1).<sup>8</sup>

*energía en la Ciudad de México (Visión en 2004)*, Universidad de la Ciudad de México, México, 2004, p. 3.

<sup>3</sup> *Ibid*, p. 5.

<sup>4</sup> La cuenca es un concepto geográfico e hidrológico que se define como la superficie terrestre por donde el agua de lluvia escurre y transita o drena a través de una red de corrientes que fluyen a un corriente principal y desemboca a un lago, laguna o presa. Jorge A. Morales Novelo y Lilia Rodríguez Tapia (Coord.), *Economía del agua*, Cámara de Diputados, Universidad Autónoma Metropolitana, Porrúa, México, 2007, p. 18.

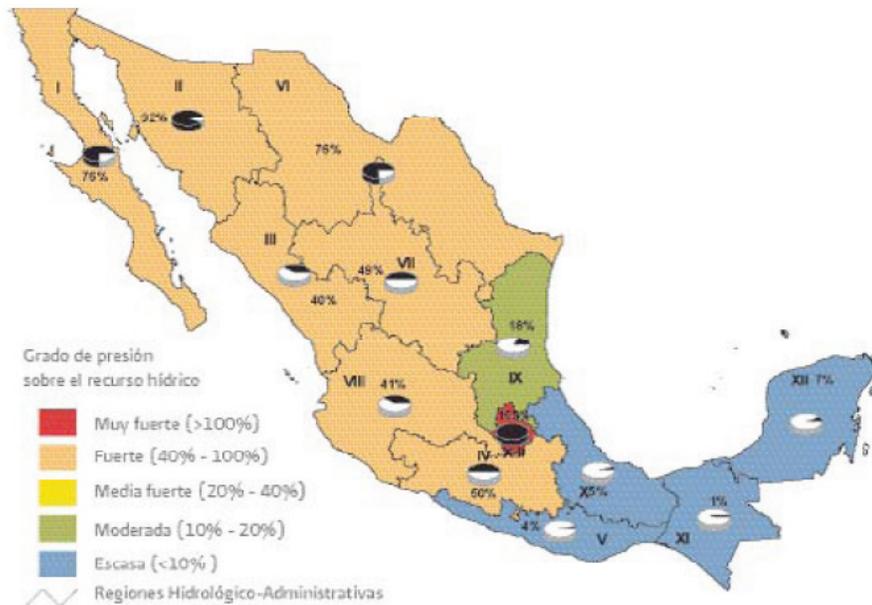
<sup>5</sup> Miguel G. Breceda Lapeyre, *op. cit.*, p. 7.

<sup>6</sup> Jorge A. Morales Novelo y Lilia Rodríguez Tapia (Coord.), *Economía del agua*, Cámara de Diputados, Universidad Autónoma Metropolitana, Porrúa, México, 2007, p. 28.

<sup>7</sup> Héctor Merino, “Sistema Hidráulico”, en Gustavo Garza, *La ciudad de México en el fin del segundo milenio*, Gobierno del Distrito Federal-El Colegio de México, México, 2000, p. 344.

<sup>8</sup> Gobierno Federal-Semarnat, *Estadísticas del agua en México*, edición 2008, Comisión Nacional del Agua, México, 2008, p. 82.

**Mapa 1. Grado de presión sobre el recurso hídrico por región hidrológico-administrativa, 2007**



Fuente: Semarnat, *Estadísticas del agua en México*, Comisión Nacional del Agua, México, 2008.

**Cuadro 1. Volúmenes y caudales suministrados por el Sistema Cutzamala, 1991-2007**

| Año  | Entrega al Distrito Federal         |                                 | Entrega estado de México            |                                 | Total                               |                                 |
|------|-------------------------------------|---------------------------------|-------------------------------------|---------------------------------|-------------------------------------|---------------------------------|
|      | Volumen (Mill. m <sup>3</sup> /año) | Gasto medio (m <sup>3</sup> /s) | Volumen (Mill. m <sup>3</sup> /año) | Gasto medio (m <sup>3</sup> /s) | Volumen (Mill. m <sup>3</sup> /año) | Gasto medio (m <sup>3</sup> /s) |
| 1991 | 238.9                               | 7.6                             | 78.1                                | 2.5                             | 317.0                               | 10.1                            |
| 1992 | 224.9                               | 7.1                             | 89.7                                | 2.8                             | 314.6                               | 9.9                             |
| 1993 | 251.8                               | 8.1                             | 90.4                                | 2.9                             | 342.2                               | 11.0                            |
| 1994 | 304.3                               | 9.7                             | 106.3                               | 3.4                             | 410.6                               | 13.1                            |
| 1995 | 309.1                               | 9.8                             | 121.4                               | 3.9                             | 430.5                               | 13.7                            |
| 1996 | 305.6                               | 9.6                             | 145.7                               | 4.6                             | 451.3                               | 14.2                            |
| 1997 | 320.7                               | 10.2                            | 159.2                               | 5.1                             | 479.9                               | 15.3                            |
| 1998 | 313.1                               | 9.9                             | 141.6                               | 4.5                             | 454.7                               | 14.4                            |
| 1999 | 319.3                               | 10.2                            | 159.5                               | 5.1                             | 478.8                               | 15.3                            |
| 2000 | 306.7                               | 9.7                             | 176.6                               | 5.6                             | 483.3                               | 15.3                            |
| 2001 | 303.1                               | 9.6                             | 173.4                               | 5.5                             | 476.5                               | 15.1                            |
| 2002 | 303.7                               | 9.7                             | 176.0                               | 5.6                             | 479.7                               | 15.3                            |
| 2003 | 310.7                               | 9.8                             | 185.2                               | 5.8                             | 495.9                               | 15.6                            |
| 2004 | 310.7                               | 9.8                             | 177.7                               | 5.6                             | 488.4                               | 15.4                            |
| 2005 | 310.4                               | 9.8                             | 182.8                               | 5.6                             | 493.2                               | 15.4                            |
| 2006 | 303.5                               | 9.6                             | 177.3                               | 5.6                             | 480.8                               | 15.2                            |
| 2007 | 303.9                               | 9.7                             | 174.6                               | 5.6                             | 478.5                               | 15.3                            |

Fuente: Semarnat, *Estadísticas del agua en México*, Comisión Nacional del Agua, México, 2008.

El sistema se integra por siete presas y por seis macroplantas de bombeo que, en conjunto, vencen un desnivel que supera los 1,100 metros; 72.5 kilómetros de canales abiertos; 43.9 de túneles y 218 kilómetros de acueductos, así como una planta potabilizadora, “Los Berros”, con una capacidad instalada de 19 m<sup>3</sup>/seg. (Gráfica 1).

El costo económico que ha implicado traer el agua de fuentes cada vez más lejanas es muy alto, además de los conflictos sociales en los lugares de origen del agua por tener que donarla a la metrópoli dominante.

Al respecto, Mario Delgado, secretario de Finanzas del Distrito Federal, comentó que actualmente cuesta 10 mil millones de pesos al año llevar el agua a los habitantes de la ciudad, pero la Comisión de Aguas sólo recauda 4 mil 500 millones por cobrar los derechos de suministro; asimismo agregó que el costo de operación por trasladar cada m<sup>3</sup> a cada predio es de 20.68 pesos y la población sólo paga 3.86 pesos en promedio. Por ello propone disminuir el subsidio en forma diferenciada.<sup>9</sup>

La extracción del agua en la Cuenca es insuficiente para satisfacer los requerimientos de los usuarios de la zona metropolitana de la Ciudad de México; por ello se ha producido una elevada sobreexplotación que en el año 2004 representaba 951 millones de metros cúbicos.<sup>10</sup>

A lo anterior se suma el hecho de que el abastecimiento en algunas colonias del Distrito Federal tiene lugar con limitaciones, como se observa en el Cuadro 2.

Según el especialista Rodrigo García, en el sector del agua de la Ciudad de México

<sup>9</sup> *El Universal*, miércoles 7 de octubre de 2009, [www.eluniversal.gob.mx](http://www.eluniversal.gob.mx) (7 de octubre de 2009).

<sup>10</sup> Jorge Morales y Lilia Rodríguez, *op. cit.*, p. 29.

se encuentran ocupados alrededor de 16 mil trabajadores, de los cuales 12 mil son sindicalizados y alrededor de cuatro mil tienen una relación laboral eventual o por honorarios. De los 12 mil trabajadores con base laboral, alrededor de 10 mil están adscritos al Sistema de Aguas de la Ciudad de México; en unos 4 mil de ellos recae la atención y la operación de 976.64 kilómetros de red primaria de agua potable, 342 tanques de almacenamiento, 261 plantas de bombeo y rebombeo, 35 plantas potabilizadoras, 29 plantas a pie de pozo, 972 pozos, 68 manantiales, 56 válvulas medidoras de presión, 435 cloradoras y 34 kilómetros de acueducto perimetral.<sup>11</sup>

Al mismo tiempo, alrededor de 5 mil trabajadores tienen la responsabilidad de operar 2 mil 78 kilómetros de la red primaria del drenaje, 10 mil 257 kilómetros de la red secundaria, 144 metros de colectores marginales, 92 plantas de bombeo de aguas negras, 10 plantas generadoras de electricidad, 91 pasos a desnivel, presas, lagos y lagunas de regulación, así como 24 plantas de tratamiento.<sup>12</sup>

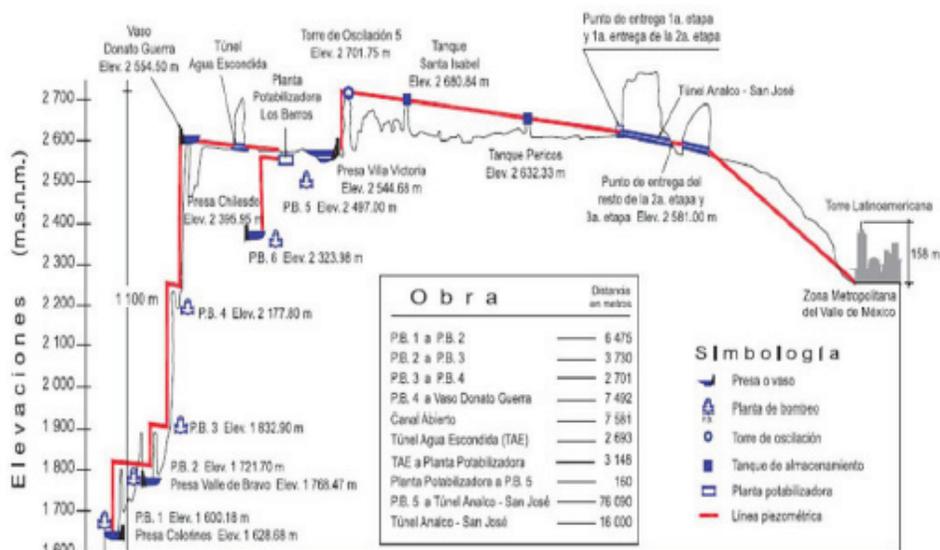
El propio Rodrigo García señala que uno de los problemas del sector hidráulico en la Ciudad de México es la escasez de insumos y que 40% del equipo es obsoleto. Con base en estos hechos, el gobierno señala la incapacidad del sistema público para resolver la problemática y con ello justificar una posible privatización del sector.<sup>13</sup>

<sup>11</sup> Rodrigo García Elizalde, “Las políticas del agua y la infraestructura en el Distrito Federal”, ponencia presentada en *Primer taller: Políticas y presupuesto del agua*, Cámara de Diputados, 9 de octubre, México, 2009.

<sup>12</sup> *Idem.*

<sup>13</sup> *Idem.*

**Gráfica 1. Perfil del bombeo y conducción del Sistema Cutzamala**



Fuente: Comisión Nacional del Agua, Sistema Cutzamala, México, 2009, consultado en [www.cna.gob.mx](http://www.cna.gob.mx) (4 de octubre 2009).

**Cuadro 2**

| Delegación          | Número de colonias con poco abasto | Número de colonias con tandeo riguroso       |
|---------------------|------------------------------------|--|
| Álvaro Obregón      | 15                                 | 11   |
| Benito Juárez       | 25                                 |  |
| Coyoacán            | 17                                 | 6  |
| Cuajimalpa          |                                    | 16   |
| Gustavo A. Madero   | 45                                 | 11   |
| Iztapalapa          | 85                                 | 59*  |
| Magdalena Contreras |                                    | 29   |
| Milpa Alta          |                                    | Todas las colonias                           |
| Tlalpan             | 15                                 | 82   |
| Xochimilco          |                                    | Todas las colonias, con excepción del Centro |

\* Su tandeo es extremo y sólo una vez por semana.

Fuente: Rodrigo García Elizalde, “Las políticas del agua y la infraestructura en el Distrito Federal”, ponencia presentada en el *Primer taller. Políticas y presupuesto del agua*, Cámara de Diputados, 9 de octubre, México, 2009.

Todos los usuarios de agua están amenazados por las presiones al límite que enfrenta el suministro de agua en el Valle de México; sin embargo, el uso público urbano es el más vulnerable ya que representa 45.8% del total y la mayor parte son aguas subterráneas, mientras que las agrícolas en su mayoría son aguas superficiales (Gráfica 2).

La sobreexplotación indica que cada año se extrae más agua de la que es repuesta por la recarga natural, lo que provoca hundimientos de suelos, uno de los problemas hídricos más graves, pues dichos hundimientos producen daños en la infraestructura, lo que podría ocasionar la contaminación del acuífero por el rompimiento de tuberías de aguas negras, ductos de gas o de gasolinas.

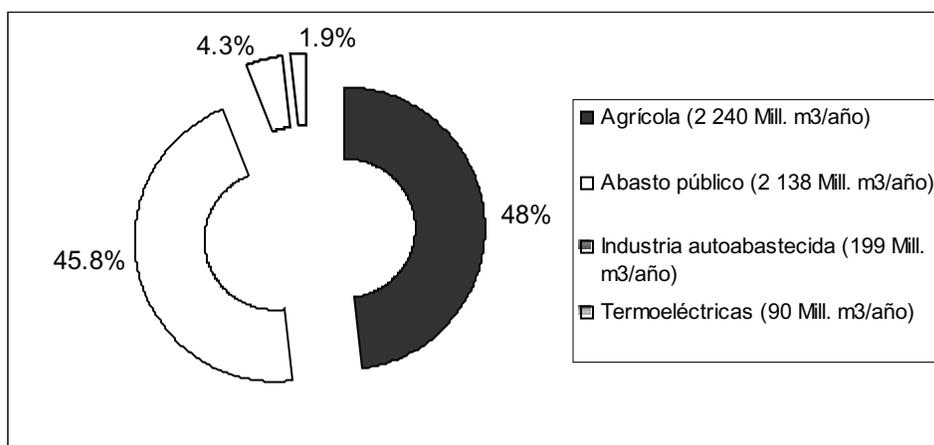
Otro problema señalado por los especialistas se relaciona con la voluntad política para administrar y gestionar un servicio público

entre los diferentes niveles de gobierno. Un ejemplo de ello es la polémica que se ha desatado a raíz de que la Comisión Federal de Protección contra Riesgos Sanitarios (Cofepris), de la Secretaría de Salud federal, que afirma haber detectado muestras con residuos fecales en tres delegaciones: Tláhuac, Xochimilco y Milpa Alta. Ante esos hechos las autoridades responsables del Sistema de Aguas de la Ciudad de México (SACM) argumentaron que ellos cuentan con un número mayor de muestras y que la calidad del agua en el Distrito Federal es aceptable. En estos días se llevarán a cabo mediciones por parte de la Cofepris, el SACM y la Secretaría de Salud local.

### Comentarios finales

De lo anterior se concluye que el modelo hídrico de la zona metropolitana del Valle de Méxi-

**Gráfica 2. Usos consuntivos del agua 2007**



Fuente: Semarnat, *Estadísticas del agua en México*, Comisión Nacional del Agua, México, 2008.

co es insostenible en el futuro, tanto por los límites naturales como por los altos costos que implicará traerla cada vez de cuencas vecinas más lejanas.

Los especialistas en materia de agua señalan que la sobreexplotación de los mantos freáticos y el agotamiento total en el mediano plazo obligarán necesariamente a tomar medidas de prevención y ahorro.

Entre los problemas más importantes Roberto Eibenschutz menciona los siguientes: la

sobreexplotación de los acuíferos del Valle de México que genera el hundimiento de algunas zonas de la ciudad; importación del agua de cuencas externas con los consiguientes impactos en las zonas de origen; fugas en redes públicas y domiciliarias; mezcla de aguas negras y pluviales; consumo dispendioso en ciertas zonas y carencia en otras; desperdicio de la precipitación pluvial en el valle; mala administración y limitado reuso de las aguas servidas.<sup>14</sup>

<sup>14</sup> Roberto Eibenschutz Hartman y Ligia González García de Alba, *El Legislativo ante la gestión metropolitana*, Cámara de Diputados-Porrúa, México, 2009, p. 32.

# Propuestas y estrategias para solucionar el problema del agua en la Ciudad de México

*Manuel Perló Cohen\**

El presente artículo parte de la siguiente premisa: que la crisis actual que vive la Ciudad de México en el abastecimiento de agua, misma que ha despertado una viva y genuina preocupación de la sociedad y ha captado la atención de los medios de información, se suscribe en una problemática más profunda y de carácter estructural que afecta en forma generalizada al sistema hidráulico del Valle de México y a las cuencas vecinas. Todos los diagnósticos disponibles revelan claramente que tenemos un sistema muy ineficiente, inequitativo y dispendioso, cuyo funcionamiento demanda elevados costos energéticos, ocasiona daños ambientales muy onerosos y opera con fuertes subsidios; en suma: que se encuentra en las antípodas de la sustentabilidad y cada día experimenta mayores dificultades para garantizar los servicios de agua y drenaje que requieren la población y la economía de la urbe metropolitana.

Comparto el punto de vista de un número creciente de investigadores, funcionarios, expertos y ecologistas, sobre el hecho de que tal sistema requiere cambios profundos, no sólo de forma, sino además de fondo. Así, lo que

hay que cambiar es el modelo hidráulico mismo. Éste se encuentra asentado en el siguiente principio fundamental: aumentar permanentemente el volumen de agua que se introduce a la red procurándola donde sea necesario y ampliar la capacidad para desalojar los grandes caudales de lluvia y de aguas negras fuera de la cuenca de México.

Es un modelo que correspondió a una etapa del desarrollo del país y de los enfoques mundiales del agua, pero que hoy se encuentra totalmente agotado y cuyo funcionamiento genera cada vez mayores consecuencias negativas de carácter económico, ambiental, político y social. Por esta razón, la solución no radica en hacer más de lo que se ha hecho en el pasado, sino en emprender una reestructuración a fondo de las premisas básicas de su operación que sólo será posible en el mediano y en el largo plazos.

Estamos urgidos de un debate público amplio, plural y profundo sobre este gran problema y considero que debemos orientarlo fundamentalmente hacia al análisis de propuestas y estrategias que nos ayuden a resolver las dificultades que hoy enfrentamos. Uno de los grandes retos en la materia es el de cómo avanzar en la construcción de un nuevo mo-

\* Instituto de Investigaciones Sociales, UNAM.

delo hidráulico para la Zona Metropolitana de la Ciudad de México (ZMVM), sin que nuestros servicios de agua y drenaje dejen de funcionar ininterrumpidamente. A continuación presento, en forma sucinta y esquemática, algunas propuestas y estrategias que incorporan planteamientos hechos por diversos investigadores y expertos, que pueden ayudar a conformar una visión de los cambios que requerimos.

### **Reducción significativa de las fugas o de usos no contabilizados del sistema**

De acuerdo a las cifras oficiales, perdemos entre un 35 a 40 por ciento del agua que entra al sistema de distribución debido a fugas en la red: aproximadamente entre 22 mil y 25 mil litros por segundo de los 63 mil que recibe la Zona Metropolitana del Valle de México, habitada por 21 millones de personas. De acuerdo a las experiencias internacionales este problema podría reducirse en un 50% en un plazo de cinco a diez años, es decir, podríamos disponer entre 11 a 12.5 metros cúbicos por segundo de agua potable adicionales a la que actualmente llega a los consumidores, que serían utilizados para cubrir a la población que no tienen acceso al líquido, como en Iztapalapa, Gustavo A. Madero y los municipios conurbados del Estado de México, especialmente los ubicados en el oriente. Lo anterior muestra con claridad que existe disponibilidad de agua suficiente para abastecer a toda la población; sin embargo, de continuar la situación actual, en los próximos años un mayor número de habitantes dispondrán de menor cantidad y calidad de la misma.

Requerimos un programa de reducción de fugas comprensivo y sistemático que brinde resultados en pocos años. En el mundo hay urbes donde las pérdidas representan menos del 5% del agua que se distribuye, como Berlín, París y Singapur. Difícilmente podemos alcanzar este nivel. Sin embargo, lograr una reducción del 40% al 20% representaría un gran avance. Varias ciudades con menor desarrollo y recursos que la nuestra han demostrado que sí es posible realizar reducciones dramáticas. Entre 1980 y 1990 Bangkok redujo sus fugas del 50% al 30%, Lima del 50% al 35% en la presente década y Estambul las disminuyó de un altísimo 60% al 25%, durante los noventa.

### **Aumento del tratamiento de aguas residuales, mediante la distribución de plantas en el Valle de México y la diversificación de tecnologías**

Hoy día la cuenca genera unos 40 metros cúbicos por segundo de aguas negras. La capacidad instalada de tratamiento es de aproximadamente 10 metros cúbicos por segundo, pero sólo se aprovecha la mitad. Indudablemente tenemos un rezago histórico en este rubro. Actualmente un buen número de ciudades que tratan la totalidad de sus aguas negras, como Nueva York, París, Londres y Singapur. Pero incluso sin salir del país encontramos magníficos ejemplos: Monterrey y Nuevo Laredo depuran prácticamente el 100% de sus aguas negras.

Hay que decir que algunos de los proyectos actuales más importantes del Gobierno Federal es la construcción de seis plantas de tratamiento, la mayor de ellas ubicada en Atotonil-

co de Tula, estado de Hidalgo, con capacidad de 28 metros cúbicos por segundo, considerada como la más grande del mundo. Las otras plantas son las de Guadalupe, Berriozábal, El Cristo, Zumpango y Nextlalpan. Se trata de una iniciativa muy positiva que permitirá tratar prácticamente la totalidad de las aguas negras. Sin embargo, la planta de Atotonilco se ubica fuera del Valle de México y eso significa que el recurso hídrico no podrá reutilizarse en dicho espacio geográfico. Por otro lado, el resto de las plantas se ubican todas en el norte del Valle, descuidando los caudales y necesidades de otras zonas.

Requerimos de esta infraestructura en distintos puntos del Valle para atender las condiciones y necesidades locales. Muchas grandes metrópolis disponen de un sistema de plantas de tratamiento localizadas en todo su territorio; es el caso de Nueva York con 14 distribuidas en los cinco distritos de la metrópoli. La ciudad de Shanghai construyó en las dos últimas décadas 31 plantas y planeaba construir en los próximos años 27 adicionales. Hay evidencias crecientes a favor de un enfoque descentralizado en el tratamiento de aguas residuales.

Pero lo importante es que si logramos generar un mayor volumen de aguas tratadas con posibilidad de ser utilizadas en la Zona Metropolitana del Valle de México (ZMVM), dispondremos de un caudal que nos ayudará a resolver muchos problemas: podríamos sustituir las aguas tratadas por el agua potable que se destina a usos que no requieren esa calidad, como en el caso del riego agrícola (actualmente se extraen 12.6 metros cúbicos por segundo de pozos para esta actividad); limpieza de calles, regado de parques públicos y jardines particulares, usos industriales y, de esa manera, libe-

rar agua para el consumo humano. También podríamos reinyectar un caudal importante a los acuíferos, siempre y cuando se construyan plantas de tratamiento de nivel terciario y se respeten las normas ambientales recién aprobadas para tal efecto.

### **Aprovechamiento del agua de lluvia**

Se trata de la fuente que históricamente más hemos desaprovechado, pero que es de importancia capital para nuestro futuro. De acuerdo a cifras proporcionadas por el Ing. Juan Manuel Martínez, ex director de la Dirección General de Construcción y Operación Hidráulica, antecesor del organismo Sistema de Aguas del DF, la precipitación media anual alcanza un volumen de 225 metros cúbicos por segundo (muy por encima de los 63 que consume la ZMVM), de los cuales 152 metros cúbicos se evaporan, 25 se infiltran y 48 escurren; en otras palabras: se van al drenaje.

Se ha dicho que la Cuenca de México no tiene grandes espacios para almacenar el agua de lluvia. Existen, sin embargo, muchas evidencias que demuestran lo contrario. Una parte se puede acumular en el sistema de presas existente. Hay algunas de buena capacidad, como Madín y Guadalupe, pero no hay que desestimar las otras veinticinco, que si bien fueron diseñadas para regular las poderosas avenidas de agua producidas por las grandes tormentas, una vez desazolvadas pueden recibir un mayor volumen del líquido pluvial. Otro destino serían los actuales vasos reguladores, lagos y ciénegas, muy azolvados y contaminados por las aguas negras. Otra opción sería ampliar artificialmente la superficie lacustre hacia el

oriente, siguiendo el proyecto concebido por Nabor Carrillo e implementado por Gerardo Cruickshank. Finalmente, se puede infiltrar agua de lluvia al acuífero, tanto en áreas libres no urbanizadas captándola en gaviones y tinas ciegas, así como en zonas urbanas adecuando vialidades, estacionamientos, techos de centros comerciales, multifamiliares y aun en las viviendas individuales.

En todas las opciones de infraestructura destinada a captar agua de lluvia para reinyectarla a los acuíferos que analiza el Ing. Martínez, el costo por cada mil litros es siempre menor a lo que debemos pagar por el líquido que traemos desde grandes distancias, como en el caso de la cuenca del Cutzamala.

La bondad y las ventajas de utilizar agua de lluvia han sido ampliamente demostradas en todo el mundo. En los Estados Unidos existen 100 mil sistemas de “cosecha de agua”; en algunos estados y ciudades las grandes construcciones están obligadas por ley a incluir infraestructura de captación de agua de lluvia (Santa Fé, en Nuevo México; Tucson, en Arizona) y muchos otros ya tienen lineamientos oficiales de cómo hacerlo. En Australia el 13% de los hogares la utilizan como su fuente principal de abastecimiento de agua potable. La ciudad de Kyoto proporciona desde el 2005 ayuda financiera para quienes quieran instalar tanques de captación pluvial.

### **Búsqueda de un equilibrio hidrológico en el Valle de México**

Con una mayor disponibilidad de agua proveniente de la propia Cuenca, se podría comenzar a instrumentar rápidamente programas para

disminuir la sobreexplotación de los acuíferos mediante la recarga artificial de los mismos y también iniciar una reducción paulatina de la importación de agua de las cuencas del Lerma y Cutzamala. Esto permitiría reducir costos y evitaría el traslado de agua de grandes distancias, con las consecuencias tan negativas para estas regiones. Pero así como debe replantearse la conveniencia de importar recursos hídricos de cuencas distantes, hay que reconsiderar seriamente su salida del Valle de México.

Con una mayor utilización de la lluvia y un extenso tratamiento de las aguas negras en varias zonas del Valle, se le quitaría presión al sistema de drenaje para que abandonara su función de expulsor del agua y quedaría integrado como parte del sistema de tratamiento y reciclado en la cuenca. Otro gran beneficio sería la disminución de las inundaciones que tanto afectan a nuestra ciudad.

### **Transformación de patrones, hábitos y tecnología de uso del agua**

Este es un cambio muy importante que concierne a los usuarios, pero no sólo a los domésticos, sino también a los de carácter industrial, comercial, de servicios y públicos. Esta transformación debe extenderse al sistema de drenaje con mucho énfasis en la necesidad de no tirar basura, contaminantes y evitar prácticas que dañan la infraestructura. Este cambio tiene que estar “motivado” por un cambio en las tarifas del agua. Las campañas de ahorro sólo tendrán efectos reales si son acompañadas por un pago correspondiente al consumo realizado. Esto significa una reestructuración tarifaria regida por criterios de progresividad y equidad,

que proteja a los grupos de menores ingresos que pueden tener cubierto su consumo básico a partir de una cuota fija reducida. Pero todos debemos pagar por el agua que consumimos.

### **Ampliar las fuentes de financiamiento, con la participación del sector privado**

El financiamiento de las obras esbozadas es costoso, pero a la larga tienen que generar un sistema más eficiente, económico y que reduzca el precio de los servicios. El costo de no efectuar los cambios ahora, hará que cada día que pase sea más alto. Se cuenta con diversas fuentes de financiamiento: el presupuesto federal, el del Gobierno del Distrito Federal, el del Estado de México y también el de los municipios. Asimismo cabe la posibilidad de recurrir a préstamos internacionales, como lo han hecho Sao Paulo, Shangai y otras ciudades. Y también puede involucrarse al sector privado nacional y extranjero. Este es un tema que ha suscitado mucha controversia, en la cual prevalecen más las posturas ideológico-políticas que los argumentos. Creo que en lugar de enfrascarse en discusiones doctrinarias irreductibles, sería conveniente analizar las experiencias existentes, sopesar resultados y optar por las mejores alternativas.

Este enfoque pragmático lo podemos encontrar incluso en países de férrea economía socialista como Cuba. La compañía Aguas de Barcelona participa desde 1997 en el abastecimiento de agua en La Habana a través de una empresa mixta –Aguas Habana– mediante una concesión de 25 años para la construcción de redes, mantenimiento y reparación de las mismas, medición y facturación del servicio.

También en la ciudad turística de Varadero existe una empresa similar. Ciudades como Shangai, Guayaquil, Cartagena y muchas más han involucrado a empresas privadas, nacionales o extranjeras, en la operación de sus sistemas hidráulicos.

En la Ciudad de México contamos con una historia importante de participación del sector privado en el sector del agua, que necesitamos evaluar rigurosamente para conocer sus resultados. Creo que la discusión no debe girar en torno a la participación misma de la empresa privada, sino a sus modalidades, el grado de transparencia, la equidad y honestidad con la que debe realizarse la asignación y cómo va a preservarse el interés público en todo el proceso. En mi opinión, la conducción del cambio y de la autoridad debe quedar bajo la égida del sector público y si logramos operar con reglas bien definidas, regulaciones claras y transparencia completa en todas las operaciones, la participación de las empresas privadas del agua debe promoverse a fin de que aporten capital, tecnología y gestión experta, factores necesarios para la transformación de nuestro sistema hidráulico.

### **Impulso y multiplicación de los casos locales de transformación hidráulica**

Deben emularse y multiplicarse experiencias que operan desde un ámbito local o regional, como la del programa de manejo, uso y reuso del agua en la UNAM, Pumagua; la del Centro para la Sustentabilidad Incalli-Ixcahuicopa, en la Sierra Nevada, y el Rescate integral de las cuencas de los ríos Magdalena y Eslava, así como muchas otras impulsadas por organiza-

ciones sociales, grupos privados, comunidades y ONG's. De hecho, el cambio debe provenir tanto de los altos niveles de gobierno como de las iniciativas locales. El tema del agua es demasiado importante como para dejárselo sólo a los especialistas, a los funcionarios públicos y menos aún a los políticos, pero si la ciudadanía quiere ocuparse del tema debe hacerlo responsablemente.

### **Formulación de un programa metropolitano de transformación hidráulica del Valle de México**

Si bien existe un programa de sustentabilidad hídrica de la Cuenca del Valle formulado por el Gobierno Federal en 2008, necesitamos un instrumento de planeación más amplio e integral, que sea el resultado del acuerdo y compromiso de todos los actores –gubernamentales, legislativos, sociales, educativos– que son parte de la problemática y de la solución de los problemas

hídricos en el Valle México. Y también debe ser, pienso yo, un programa diseñado para transformar el sistema y no para perpetuar los esquemas que prevalecen; un programa que esté alentado por una visión de largo plazo, al tiempo de contener acciones y metas anuales muy precisas.

Transformar nuestro sistema hidráulico es un imperativo para la viabilidad, el desarrollo y el progreso de nuestra ciudad. Sabemos que la situación puede empeorar en 2010, lo cual tendrá consecuencias sobre la vida de millones de personas. Pero incluso podríamos enfrentar en la siguiente década una crisis mucho más severa que la actual, resultado de una reducción aún mayor de las fuentes de abastecimiento por efecto del cambio climático, la contaminación de acuíferos, hundimientos más severos y enfrentamientos sociales y políticos por el agua. Estamos viviendo momentos muy complejos, pero también de oportunidad para hacer los cambios que se requieren. No desperdiciemos la ocasión tirándola al drenaje.

## Agua y productividad en el campo

### Entrevista al Diputado Armando Ríos Piter\*

*Liliam Flores\*\**

*¿En su experiencia cuáles son los principales problemas que enfrentan los productores del campo con relación al agua para la producción agropecuaria y su uso sustentable?*

Uno de los principales problemas es el de los permisos de aprovechamiento de agua. Por ejemplo: en el caso de los pequeños productores de Guerrero, que viven en la parte de La Montaña, o en la ladera de la Sierra, éstos terminan siendo afectados por la veda del Balsas. Desde hace cinco décadas existe una veda para el aprovechamiento del agua por parte de la Comisión Federal de Electricidad (CFE), a la cual se le reserva determinado número de

metros cúbicos del líquido que no pueden ser aprovechados por otros actores. Es decir, en la parte alta de La Montaña, en la ladera que forma parte de una microcuenca o de una cuenca que desemboca en la cuenca del Balsas no se puede realizar ningún tipo de aprovechamiento de esa agua; así, por ejemplo, se prohíbe la construcción de bordos de abrevadero u ollas de agua que pudieran aprovecharse en etapa de estiaje para cultivar invernaderos. En ese sentido cualquier tipo de aprovechamiento representa una insuficiencia de explotación.

Al respecto me tocó impulsar muchas inversiones en el área de Iguala, en Guerrero, que nos permitieron mejorar el aprovechamiento del agua en el distrito de riego, de manera que actualmente casi el 85% del distrito se está aprovechando, y es uno de los más optimizados en el uso de agua. Esto permitió que se utilice menos líquido, pero no existe una compensación de la CFE para utilizar más metros cúbicos en otros lados. Tampoco se le solicita a la CFE que opere con criterios de eficiencia. Aunado a ello la situación es más compleja aún, ante la inexistencia del diálogo entre la Comisión Nacional del Agua (Conagua) y los pequeños productores.

\* Diputado del PRD por el estado de Guerrero. Fue Secretario de Desarrollo Rural en la administración del CP Zeferino Torreblanca Galindo, Subsecretario de Gobierno para asuntos políticos en esa entidad y Subsecretario de Política Sectorial en la Secretaría de la Reforma Agraria. Es Licenciado en Derecho y tiene el grado de Maestría en Seguridad Nacional por la Universidad de Georgetown y Estudios de Maestría en Administración Pública por la Universidad de Harvard.

\*\* Licenciada en Economía con estudios de maestría en Políticas Públicas por el ITAM. Investigadora del CESOP. Líneas de investigación: desarrollo social, pobreza, desarrollo regional. Correo electrónico: liliam.flores@congreso.gob.mx

En realidad lo que deberíamos implementarse es un agresivo programa por parte de Conagua que, articulado con otros programas, posibilitara una convergencia para maximizar el aprovechamiento del agua en beneficio de la producción.

*¿Qué es lo que pueden obtener los productores de las zonas más marginadas?*

Muchos de ellos precisamente padecen inseguridad en el aprovechamiento del agua, pero con mejores tecnologías de aprovechamiento podrían tener una mejor oportunidad de sustentabilidad y de seguridad alimentaria.

*¿Existe una adecuada articulación de programas, acciones y presupuestos para impulsar proyectos vinculados al uso de agua en proyectos de desarrollo local y la atención de la problemática a la que usted se refiere?*

Los programas compiten entre sí y a veces de manera perversa. Conagua tiene un programa que, si no me equivoco, dependiendo de la cantidad de hectáreas, otorga hasta el 90% de los recursos, y la Sagarpa<sup>1</sup> cuenta con otro que concede el 50%. Por otra parte, los proyectos del ramo 33 no solicitan contar con los permisos de agua por parte de la Conagua. Así, termina habiendo una falta de articulación.

En el caso de los programas de la Sagarpa, los más pobres no pueden acceder a los recursos cuando tienen que aportar el 50 por ciento del valor de la inversión, de manera que termina

<sup>1</sup> Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación

siendo un asunto en el que si no hay una buena articulación con los programas de la banca de desarrollo que permita cubrir ese 50% del productor y pagarlo a lo largo de varios años no se puede participar. Tal vez se podría realizar una inversión importante en la que los productores organizados con un cultivo rentable como el del mango quisieran participar. Sin embargo, encuentran que la banca de desarrollo no está suficientemente articulada y comprometida con estos casos.

*En materia de derechos de agua ¿cuáles son los principales problemas que enfrentan los productores rurales?*

El problema es que hoy Conagua no ha sido suficientemente flexible para conceder nuevos permisos de aprovechamiento del líquido. Por ejemplo: la Unidad de Riego de Huamuxtítlán, uno de los aprovechamientos de riego más antiguos en la historia del país, fue utilizado por los tlapanecos y después aprovechado por los mexicas, pero hoy no tiene permisos de agua porque cuando Conagua abrió la concesión del aprovechamiento, hubo resistencia a la actualización por temor a que la autoridad les quitara a los productores el uso del agua. Estos no actuaron por falta de claridad, de credibilidad de la autoridad o por desidia en ese momento, pero el hecho es que no cuentan con un derecho de agua. Hoy esa unidad, que se usa para la producción de arroz, maíz, mamey, frutales y hortalizas, es una explotación claramente ilegal. Estamos en una situación tal que debería haber un programa agresivo y flexible que permitiera que estos aprovechamientos sean legales y estén formalizados. Ello es im-

portante porque en el caso de los productores cuyos derechos no están formalizados, éstos no pueden acceder a otros programas de gobierno que precisamente requieren la autorización de Conagua.

El problema es la visión del gobierno en términos del aprovechamiento del agua, del ordenamiento de su uso, el considerar el agua como un recurso estratégico para el desarrollo sustentable y utilizarlo como una reserva del sureste del país.

Recordemos que el 30% del agua se produce en el norte-centro y 70% en el sureste. Si esto se viera como potencial de desarrollo productivo, de transformación, de desarrollo económico, tendríamos que pensar que el PIB se empiece a generar donde hay agua. Si este hecho se contemplara bajo una perspectiva de sustentabilidad del desarrollo humano y del crecimiento de las poblaciones, se debería desincentivar la sobreexplotación del líquido en la zona norte y a la vez aprovechar de manera más coherente, más proactiva, pero a la vez más cuidadosa y sustentable, los yacimientos en la región sur. Es decir: analizar y considerar el agua con una visión 2020.

*¿Qué opina sobre el pago de servicios ambientales para la realización de obras y acciones para la captura de agua en zonas altas?*

Las zonas urbanas deberían contar con un impuesto para servicios ambientales bajo una óptica de largo plazo. En este sentido hay que considerar que, por ejemplo, el 30% del agua que consume la Ciudad de México se produce en el sistema Cutzamala. Parte de los ingresos recibidos por pagos del agua debieran

orientarse a servicios ambientales, no sólo en materia de infraestructura, sino también de producción de agua.

*¿Además de este último, cuáles serían en su opinión los retos para esta legislatura en materia de agua y productividad en el campo?*

Hay que empezar a considerar el agua como una variable de desarrollo y como tema de seguridad nacional. Ahí donde se produce el agua debe haber una serie de condiciones: capital humano, conservación ambiental, equilibrio entre la parte productiva y de conservación, pues esto se traduce en una visión de desarrollo rural sustentable. Ello a partir del hecho que las familias pobres viven en las zonas altas y de que es ahí donde se produce o capta el agua, donde están los bosques y, digamos, las esponjas de la biomasa; donde se genera el agua que confiere subsistencia o viabilidad a las zonas urbanas. Así, en un país rodeado de zonas altas y cuyas ciudades se localizan en las costas y planicies vinculadas con las pendientes que desembocan al altiplano en bajadas “de agua”, debería haber políticas para cosecha y aprovechamiento del agua, que prioricen el apoyo a las localidades ubicadas en las montañas, bajo una visión de servicios ambientales, indispensables para el desarrollo de las zonas urbanas. Un lugar como Acapulco no sería viable si no se cuida la producción de agua en las zonas altas de la sierra guerrerense. Un gran número de ciudades se encuentran en esta misma situación: un país con dos grandes cordilleras donde se genera y distribuye agua en las que coinciden las comunidades rurales de alta y muy alta marginación rural.

Los habitantes de estas localidades serranas deben ser considerados actores estratégicos y deben ser involucrados, pues se depende de ellos respecto a la supervivencia de las ciudades.

En suma: el tema del agua debe estar vinculado a un mejor proyecto de desarrollo social, en la medida en que los circuitos por donde transita se caracterizan por un desafortunado desequilibrio de los ingresos entre las zonas urbanas y las rurales marginadas. Es ahí donde debemos incidir.

Hay dos propuestas. La primera es considerar la integración de lo rural y lo urbano a través del agua y de las cuencas, subcuen-

cas y microcuencas, en todas sus dimensiones. Pienso en los centros urbanos de mayor calado y aquellos donde se genera el líquido: asentamientos y poblados desarticulados cuya población está dispersa.

La otra propuesta radica en considerar el agua como un principio de distribución del ingreso y, en este sentido, si en 25 o 50 años el agua se plantea como un recurso estratégico agotable, entonces el sur debe contemplarse como una región con una serie de oportunidades para generar alimentos, lo que incide en la existencia de las ciudades. Esa es la opción para el desarrollo estratégico.

# Abastecimiento y aprovechamiento del agua en materia de políticas del Gobierno Federal

Entrevista al Ing. José Luis Luege Tamargo\*

*Dunia Ludlow Deloya\*\**

*¿Cuáles son los principales retos en materia de políticas públicas con relación al aprovechamiento del agua?*

La problemática hídrica del país es tan compleja y contrastante como lo es el territorio nacional con sus casi dos millones de kilómetros cuadrados.

Es importante recordar que existen diversas problemáticas inherentes al aprovechamiento y abastecimiento del agua, como el hecho de que la mayor parte del territorio nacional es árida, y de que el 67% de la lluvia se presenta en tan sólo cuatro meses del año.

Con respecto al crecimiento poblacional, en tan sólo 59 años —que es muy poco para la vida de un país—, la población se ha incrementado

\* Director General de la Comisión Nacional del Agua. Fue Secretario de Medio Ambiente y Recursos Naturales y Procurador Federal de Protección al Ambiente. Asimismo fue diputado federal por la XLIX Legislatura y representante de la Asamblea del Distrito Federal de 1994 a 1997.

\*\* Maestría en Economía y Gobierno por la Universidad Anáhuac. Investigadora del CESOP. Líneas de investigación: migración en México, proceso legislativo, opinión pública y proceso legislativo, grupos vulnerables y equidad. Correo electrónico: dunia.ludlow@congreso.gob.mx

en 83 millones de habitantes; en las ciudades el número de habitantes se ha incrementado siete veces. Esta situación ha repercutido en que se eleven sustancialmente las necesidades de agua en las ciudades y en la industria, así como en la agricultura para producir los alimentos que demanda una creciente población.

Otro problema importante es el relacionado con el abastecimiento de agua en las ciudades. Desde muchas décadas la mayoría de los ríos de las ciudades se fueron agotando y al verter en ellos basura y aguas residuales sin tratamiento éstos se contaminaron, lo cual ha obligado a perforar pozos para extraer agua del subsuelo en forma creciente y a profundidades mayores. El inconveniente radica —y es uno de los problemas más graves que tenemos que revertir— en que la mayoría de los acuíferos que abastecen a las ciudades están sobreexplotados, porque la extracción es mayor que la recarga.

De tal forma que, para contribuir a garantizar el desarrollo de las ciudades, es necesario seguir trabajando en cinco aspectos fundamentales: uso eficiente del agua; medición, facturación y cobro; preservación de acuíferos; aprovechamiento de agua de lluvia; y tratamiento de aguas residuales y su reuso.

Con respecto al primer punto, las eficiencias en la distribución a nivel doméstico son sumamente bajas en el país. Por ello se debe seguir trabajando en acciones permanentes de detección y eliminación de fugas en las redes y de reemplazo de tuberías obsoletas, así como garantizar la continuidad en los organismos operadores por medio de programas de largo plazo y de la participación ciudadana en sus consejos directivos. Además de que es necesario crear conciencia en la población sobre la importancia de que utilice de manera eficiente el agua.

En este mismo sentido, es muy importante incentivar a la población para que instale muebles sanitarios, llaves, regaderas y accesorios de bajo consumo en los hogares, comercios y servicios, así como motivarlos a reparar las fugas de agua en sus domicilios.

En materia de medición, facturación y cobro es importante que las personas sepan cuánta agua consumen y deben pagar, así como cubrir los costos de operación, mantenimiento y renovación de la infraestructura hidráulica de las ciudades.

Con relación al tercer punto, la preservación de los acuíferos, debemos generar políticas que garanticen la conservación de sus zonas de recarga y construir pozos de absorción para propiciar su recarga y regular la cantidad de agua que se extrae de ellos. En este contexto es indispensable crear e implantar mecanismos efectivos que propicien el ordenamiento urbano y el crecimiento de las ciudades en función de la disponibilidad de agua, al tiempo de proteger las zonas de recarga.

Por lo que corresponde al aprovechamiento del agua de lluvia, ésta es una excelente opción para diferentes usos que no requieren de calidad potable; para ello es necesario cons-

truir drenajes separados en nuevas zonas habitacionales para aprovechar el agua de lluvia y las aguas grises; instalar adoquines y concretos permeables en calles y vialidades; así como captar el agua de lluvia en techos de azotea.

Por último, el agua residual tratada debe utilizarse en diversos usos, como el riego de algunos cultivos, procesos industriales de enfriamiento y limpieza, llenado de lagos y riego de áreas verdes. Es importante recordar que el tratamiento de las aguas residuales contribuye a sanear el medio ambiente y su reuso disminuye los volúmenes de extracción de los ríos, lagos y acuíferos, por lo que es necesario tratar el 100% de las aguas residuales.

En este sentido, ¿cuáles son las acciones que ha implementado la Conagua a fin de cumplir con los diferentes retos que permitan un mejor aprovechamiento del agua?

Para contribuir a resolver la problemática que enfrentan los organismos operadores, la Conagua los apoya con diversos programas enfocados a ampliar las coberturas, rehabilitar la infraestructura, lograr un uso más eficiente del agua y brindar mejores servicios de agua potable y saneamiento a la población.

Además, se realizan diversos proyectos en todo el país para reducir la sobreexplotación de los mantos subterráneos y garantizar así su preservación. En este sentido, en los próximos meses entrará en operación el Acueducto II, que garantizará el abastecimiento de la ciudad de Querétaro durante los próximos 40 años, el cual aprovechará las aguas del Río Moctezuma, reduciendo así la extracción de agua del acuífero de la ciudad. De igual forma se iniciará la construcción del acueducto que va de la presa El Realito a San Luis Potosí, con lo que se preservarán también los acuíferos de esta im-

portante zona y se garantizará el abastecimiento futuro de agua.

Además Conagua difunde campañas vinculadas al buen uso del agua con diversas instancias, como el Consejo de la Comunicación y el Consejo Consultivo del Agua, específicamente para las zonas con mayor carencia de este recurso y de sobreexplotación de acuíferos, como las zonas metropolitanas del Valle de México y de Guadalajara.

Para el Valle de México, Conagua promueve un programa específico que consiste en la instalación de muebles, llaves y accesorios de bajo consumo de agua. Una vez concluido, el programa permitirá ahorrar un volumen equivalente al que se suministra a través del Sistema Cutzamala.

Por su parte, los gobiernos del Distrito Federal y del Estado de México deberán enfocarse en la detección y eliminación de fugas; la rehabilitación y sustitución de tuberías obsoletas con fallas recurrentes; así como a la adecuada medición, facturación y cobro del agua.

Es importante destacar que está en marcha el programa más ambicioso de sustentabilidad hídrica en el país, para beneficiar a los habitantes del Valle de México; como parte de las acciones que contempla este programa se encuentran: la renovación y modernización integral del Sistema Cutzamala, la construcción de plantas para tratar las aguas residuales generadas en el Valle de México y la recarga del acuífero.

El programa incluye también el reforzamiento de la infraestructura principal de drenaje. En este sentido, en esta administración se ha iniciado la construcción del Túnel Emisor Oriente, una gran obra de desagüe que junto con el Emisor Central garantizarán la seguri-

dad de 20 millones de habitantes con respecto a posibles inundaciones.

Con relación al sector agrícola y con el fin de contribuir a reducir sustancialmente los volúmenes de agua empleados en el riego, incrementar la productividad en el sector y hacer frente a la creciente demanda de productos agrícolas, el Gobierno Federal, a través de Conagua, apoya a los agricultores con diversos programas. Los recursos empleados para ello son a fondo perdido y requieren de una contraparte, que se integra con recursos provenientes de los usuarios agrícolas de los estados y los municipios. Es oportuno mencionar que el 77% del agua que se emplea en el país se destina al riego.

Finalmente, es importante señalar que hoy más que nunca se requiere la participación activa de los organismos e instituciones de los tres ámbitos de gobierno para afrontar los retos existentes y alcanzar la visión que nos hemos trazado.

A futuro queremos ser una nación que cuente con agua en cantidad y calidad suficiente, que reconozca su valor estratégico, que la utilice de manera eficiente y que proteja los cuerpos de agua para garantizar un desarrollo sustentable y preservar el medio ambiente.

*Desde una visión prospectiva 2030, ¿qué acciones se deberán tomar para garantizar la atención a la demanda de agua en el Valle de México?*

El Valle de México cuenta con una población de 20 millones que se concentra en los núcleos urbanos. Para el año 2030 se espera que la población urbana sea cercana a los 23 millones de habitantes. Cabe señalar que los usos del agua

en la Zona Metropolitana del Valle de México (ZMVM) se dividen en público, 79%; industrial, 6%; y agrícola, 15%, con relación a un caudal de 82 m<sup>3</sup>/s.

El Sistema Cutzamala que provee a la ZMVM de agua se encuentra ubicado en la región hidrológica IV Balsas, separada de la Cuenca del Valle de México, a 160 km en promedio de la zona metropolitana.

El Sistema Cutzamala está integrado por siete presas (dos en el Estado de Michoacán y cinco en el Estado de México); un acueducto de 205.7 km, con diámetros entre 1.07 y 3.5 m; 43.99 km de túnel; 72.55 km de canales a cielo abierto. La planta potabilizadora Los Berros, con cinco módulos de 4,000 l/s cada uno y seis grandes plantas de bombeo que, en conjunto, vencen un desnivel que supera los 1,100 m (que equivalen a la altura de un edificio de 523 pisos).

Es importante mencionar que a pesar de que la precipitación en la cuenca del Valle de México puede llegar a ser muy intensa, no significa que esta lluvia se presente en las cuencas de las presas que abastecen al Sistema.

Sobre el balance hídrico en la Cuenca del Valle de México cabe destacar que en promedio llueve un volumen de 214 m<sup>3</sup>/s; de ello se deriva un escurrimiento de 23.7 m<sup>3</sup>/s (11% de la precipitación), se evaporan 159.4 m<sup>3</sup>/s (74.3%) y sólo se infiltran al acuífero 31.6 m<sup>3</sup>/s (14.7%). El Valle de México se abastece principalmente de sus acuíferos, de donde se extrae alrededor del 73% del agua que se emplea en la ciudad, en la industria y el campo. Otras fuentes de abastecimiento, que se localizan fuera del Valle de México, son el Sistema Cutzamala, con 14.9 m<sup>3</sup>/s, el cual representa el 23% del agua que se usa en las ciudades,

ya que la industria y el campo no se abastecen de esta fuente; el Sistema Lerma, que con 4.8 m<sup>3</sup>/s representa el 7% del agua que se usa en las ciudades, ya que tampoco esta fuente abastece a la industria ni al campo.

¿Cómo aumentar la oferta de agua en la región? Existen diversos proyectos que podemos clasificar en tres grandes rubros: proyectos con alta viabilidad, proyectos que presentan rechazo social y proyectos que representan grandes inversiones.

Con relación a las acciones que hemos implementado para el tratamiento de aguas residuales y su reuso, se está promoviendo ante los organismos operadores la construcción y operación de plantas de tratamiento, principalmente en nuevas unidades habitacionales. Igualmente, el Gobierno Federal ha dado inicio a la primera etapa de la construcción de la planta de tratamiento de Atotonilco, en Hidalgo, que tendrá una capacidad de hasta 35,000 l/s y dará tratamiento al 60% de las aguas residuales del Valle de México. Esta planta de tratamiento formará parte integral de un sistema que considera la construcción de otras cinco: Guadalupe (500 l/s), Berriozábal (2,000 l/s), El Cristo (4,000 l/s), Zumpango (4,000 l/s) y Nextlalpan (9,000 l/s).

Como ya habíamos mencionado, tratar estas aguas permite utilizar un caudal importante en usos que no requieren agua de calidad potable, como riego agrícola, riego de parques y jardines, uso en procesos industriales, construcción de caminos y conservación de lagos recreativos.

A fin de implementar acciones para el aprovechamiento de agua de lluvia —independientemente del agua captada en las presas—, hoy se cuenta con alrededor de 180 po-

### Proyectos con alta viabilidad

| <i>Fuente de abastecimiento</i> | <i>Caudal de proyecto (l/s)</i> | <i>Principales obras requeridas</i>  | <i>Inversión requerida (millones de pesos)</i> |
|---------------------------------|---------------------------------|--|--|
| Presa Guadalupe                 | 2,000                           | Colectores marginales de aguas negras<br>Planta potabilizadora                                 | 610  |
| Presa Madin                     | 500                             | Planta potabilizadora  | 127  |
| Acuífero de Tula                | 5,000                           | 150 pozos de extracción<br>Plantas de bombeo<br>1 Planta potabilizadora<br>Acueducto de 140 km | 3,810  |

### Proyecto que presenta rechazo social

| <i>Fuente de abastecimiento</i>                  | <i>Caudal de proyecto (l/s)</i> | <i>Principales obras requeridas</i>  | <i>Inversión requerida (millones de pesos)</i> |
|--|---------------------------------|--|--|
| Cuarta etapa del Sistema Cutzamala Temascaltepec | 3,500                           | Presa<br>Acueducto<br>Planta de bombeo<br>Ampliación de plantas de bombeo existentes del Sistema Cutzamala | 7,000  |

### Proyectos que requieren grandes inversiones

| <i>Fuente de abastecimiento</i> | <i>Caudal de proyecto (l/s)</i> | <i>Principales obras requeridas</i>   | <i>Inversión requerida (millones de pesos)</i> |
|---------------------------------|---------------------------------|---|--|
| Tecolutla                       | 14,000                          | Presa y vasos reguladores<br>Acueducto de 130 km<br>4 Plantas de bombeo<br>Potabilizadora | 15,000   |
| Amacuzac                        | 13,000                          | 2 Presas<br>6 Plantas de bombeo<br>Acueducto de 107 km<br>Potabilizadora                  | 12,000   |

zos de absorción construidos por el gobierno del Distrito Federal en la zona del Ajusco e Iztapalapa, en sitios que no presentan riesgos de contaminación del acuífero.

Debo decir que Conagua promoverá la construcción de este tipo de pozos en diversas zonas del Valle, de acuerdo a la norma oficial mexicana que contempla los requisitos de las obras y las características del agua a fin de pre-

venir la posible contaminación de los mantos acuíferos.

A manera de conclusión, quiero agregar que el Valle de México ha alcanzado una situación crítica en materia de agua, pues debido al crecimiento poblacional el agua disponible se reparte cada vez más entre un mayor número de habitantes, por lo que se requiere un uso más eficiente del recurso.

De hecho, sin equilibrio hídrico no hay sustentabilidad. Actualmente las fuentes subterráneas son sobreexplotadas y por falta de lluvias, específicamente en la cuenca del Sistema Cutzamala, las presas se encuentran por debajo de sus niveles medios históricos, lo que provoca competencia por el uso del agua, entre usuarios y entre entidades federativas. Al respecto es necesario señalar que recuperar el equilibrio hídrico exige visión metropolitana y voluntad política, y en este sentido se ha favorecido la interacción entre los tres niveles de gobierno ante un problema común.

Por otra parte, incrementar la oferta a través de fuentes internas y externas al Valle representa atender posibles conflictos sociales y erogar una cantidad extraordinaria de recursos, comparable únicamente a la inversión realizada para la construcción del Sistema Cutzamala.

*¿Considera usted que una política de precios para el uso consuntivo del agua que refleje la escasez relativa en las regiones sería suficiente para promover un reordenamiento territorial de la actividad agrícola?*

Para contestar la pregunta es necesario hacer una serie de precisiones. Requerimiento o demanda de riego de un cultivo es igual a la evapotranspiración real de un cultivo menos la lluvia efectiva mínima observada en el periodo de crecimiento del mismo. También es necesario señalar que no es claro en la pregunta si el uso consuntivo del agua se refiere a la evapotranspiración real o al requerimiento de riego de un cultivo. Por otra parte, escasez relativa es la relación entre la oferta sustentable de agua superficial y subterránea en un distritos de riego con respecto al

requerimiento o demanda de riego del patrón de cultivos establecidos en el mismo.

Actualmente en muchos distritos de riego la cuota que los usuarios pagan por el servicio de riego se hace en función del cultivo, con relación a tres rangos de demanda: alta (arroz, caña de azúcar, alfalfa); media (maíz, trigo, hortalizas) y baja (cártamo, frijol, garbanzo). En otros casos la cuota se cobra por volumen entregado de agua.

La Comisión Nacional del Agua autoriza anualmente, al inicio del año agrícola, el volumen de agua a extraer de las fuentes de abastecimiento, en función del volumen de agua en las presas y de la recarga natural de los acuíferos. Y con este volumen autorizado los distritos de riego hacen el plan de riegos.

En nuestra opinión una política de precios en función de la escasez relativa de agua en un distrito de riego no sería suficiente para promover un cambio en el patrón de cultivos establecido en el mismo. El patrón de cultivos en un distrito de riego depende del clima, del suelo, del mercado de productos agrícolas y del capital de trabajo de los usuarios.

La Comisión Nacional del Agua debe ocuparse de que los distritos de riego respeten el volumen de agua anual autorizado, en lugar de promover un reordenamiento territorial de la actividad agrícola, ya que es el usuario de riego quien arriesga su capital al llevar a cabo sus actividades.

*¿Cuál es su posición respecto a elevar a rango constitucional el derecho al agua?*

Es importante elevar a rango constitucional la posibilidad de que las personas dispongan

de volúmenes suficientes de agua. En esencia se trata de un planteamiento noble. Sin embargo, no se puede dejar de considerar la problemática que presenta la posibilidad real de que dicho derecho sea respetado, pues de acuerdo al artículo 115 constitucional, son los municipios quienes deben prestar el servicio del suministro de agua potable, como parte de sus atribuciones. Desafortunadamente algunos municipios no cuentan con la infraestructura necesaria para otorgar el servicio a los particulares; y, por otra parte, la autoridad

del agua se encuentra impedida para otorgar concesiones de agua para abastecimiento a otro ente que no sea el municipio. El acceso al agua potable y lo que representa en términos de alcantarillado y saneamiento, difícilmente se puede otorgar mediante decreto, sino a través de una serie de medidas y acciones para ordenar el territorio y generar infraestructura que garantice el derecho al agua. Además y por supuesto, es necesario incentivar y fomentar la cultura de pago de los servicios y de ahorro del recurso.

# El fin del agua (¿?)

*Gabriel Quadri de la Torre\**

La paranoia en torno al agua es ya pieza clave en la cultura popular. Pocas cosas tan políticamente correctas existen en la actualidad como pronosticar guerras por el agua, tierras resquebrajadas y yermas, y masas sedientas. La propaganda oficial y oficinosa inculca culpas ingenuas en los consumidores (como si ellos fuesen los responsables), conduce sólo a la frustración y eventualmente al conformismo cínico. Tratándose de bienes públicos es casi nada lo que pueden hacer los individuos, por más voluntariosos y comprometidos que sean. Resolver los problemas públicos del agua es responsabilidad del Estado, aunque en muchos casos esto requiera no sólo inversiones gubernamentales y una buena regulación, sino además hacer alianzas con la iniciativa privada y movilizar el interés personal, el sistema de precios y el mercado para asegurar eficiencia económica, satisfacer necesidades humanas y demandas sociales, así como mantener suficiencia en el suministro a ecosistemas acuáticos.

Dado el avance de la tecnología, los problemas del agua que a muchos angustian hasta el delirio, obedecen más a fallas y deficiencias

\* Se reproduce con autorización del autor. Dirección electrónica: gabriel@ecosecurities.com

institucionales y de gobierno que a determinismos físicos o geográficos. Es verdad que con el calentamiento global se intensificará el ciclo hidrológico, aumentará la variabilidad regional de la precipitación pluvial y habrá episodios más agudos de sequía, al igual que eventos meteorológicos catastróficos más frecuentes; pero el agua *no se va a acabar*. Es cierto que sólo el 3% del agua disponible en el planeta es dulce, pues el resto está en los mares. Sin embargo, ahora también es cierto, para todo fin práctico, que gracias a la tecnología la frontera de abastecimiento de agua es ilimitada, siempre y cuando estemos dispuestos a pagarla. Para documentarlo, echemos una mirada fugaz a las tecnologías más avanzadas de desalinización de agua de mar y de reciclaje y potabilización de aguas negras, que representan la referencia extrema –virtualmente infinita– de abastecimiento.

La desalinización de agua de mar y la potabilización pueden llevarse a cabo con la tecnología de *ósmosis inversa* (un tipo de ultrafiltración a grandes presiones a través de membranas osmóticas). Es obvio que esto significa un gasto energético considerable, cuyo costo es creciente, pero gracias a un continuo avance científico y tecnológico en el diseño de mem-

branas (California es líder en ello), a economías de escala y a sistemas de recuperación de la energía en el proceso, hoy en día es factible producir un metro cúbico de agua potable a partir de agua de mar con un gasto energético neto menor a 4 Kwh. Si a esto le añadimos costos de capital, puede obtenerse cada metro cúbico de agua a un precio menor a 0.6 centavos de dólar, cantidad mucho menor que las tarifas vigentes en muchas ciudades mexicanas. (Desde luego no en el Distrito Federal y en otras donde se subsidia y desperdicia con generosidad.) Se anticipa que nuevas membranas –en desarrollo en California– sean capaces de reducir en un 20% adicional este precio de referencia, claro, sin contar con aumentos en el precio de la energía. Día con día se acumulan en el mundo experiencias exitosas de

abastecimiento de agua a gran escala en zonas de escasez crítica, a partir de la desalinización del agua de mar o la potabilización de aguas residuales por ósmosis inversa: España, Israel, Singapur, países del Golfo Pérsico, Australia, Namibia y California.

Independientemente de que la tecnología nos ofrece esta red de protección, buenas políticas públicas pueden mantener los sistemas actuales de abastecimiento (en las ciudades) en operación indefinida. Alianzas público-privadas, regulación eficaz, tarifas a costo real, autonomía y profesionalización de organismos operadores municipales, en el contexto de autosuficiencia financiera y gobierno corporativo transparente y competente, pueden asegurarnos tranquilidad a largo plazo. No; con políticas lúcidas, no asistiremos al *fin* del agua.

### La crisis del agua

*Juan Carlos Amador Hernández*

De acuerdo con las “Estadísticas del Agua en México”, en su edición 2008, la Comisión Nacional de Agua presenta una serie de cifras, de las cuales destacamos las siguientes:

- El país está dividido en 13 regiones hidrológicas-administrativas debido a que las cuencas son las unidades básicas de los recursos hídricos; ello con el fin de organizar la administración y preservación de las aguas nacionales.
- El país se puede dividir en dos grandes regiones: la que comprende las zonas norte, centro y noroeste, donde se concentra el 77% de la población, se genera el 87% del PIB, y únicamente se presenta el 31% del agua renovable; y la región que comprende las zonas sur y sureste, donde habita el 23% de la población, se genera el 13% del PIB y se localiza el 69% del agua renovable.
- Anualmente México recibe alrededor de 1,488 miles de millones de metros cúbicos de agua en forma de precipitación. De esta agua, el 72.5% se evapotranspira y regresa a la atmósfera, el 22.1% escurre por los ríos y arroyos y el 5.4% restante se infiltra al subsuelo y recarga los acuíferos, de tal forma que anualmente el país cuenta con 458 mil millones de metros cúbicos de agua dulce renovable, a lo que se denomina disponibilidad natural media.
- La disponibilidad natural media per cápita, que resulta de dividir el valor nacional entre el número de habitantes, ha disminuido de 18 mil 035 m<sup>3</sup> por habitante por año en 1950 a tan sólo 4 mil 312 en el 2007.
- A partir de la década de los setentas ha venido aumentando sustancialmente el número de acuíferos sobreexplotados: 32 en 1975, 36 en 1981, 80 en 1985, 97 en 2001, 102 en 2003 y 104 en el 2006. Sin embargo, en el año 2007 se redujo el número a 101. De éstos se extrae el 58% del agua subterránea para todos los usos.
- Como parte de la infraestructura hidráulica con que cuenta el país para proporcionar el agua requerida para los diferentes usuarios nacionales destacan: 4 mil presas de almacenamiento, 6.4 millones de hectáreas con riego, 541 plantas potabilizadoras en operación, 1 mil 710 plantas de tratamiento

de aguas residuales municipales en operación, 2 mil 21 plantas de tratamiento de aguas residuales industriales y 3 mil km de acueductos.

- Las tarifas de agua potable son fijadas de diferente manera en cada municipio, dependiendo de lo que establece la legislación de cada entidad federativa. En algunos estados las tarifas son aprobadas por el congreso local, mientras que en otras las aprueba el órgano de gobierno o el consejo directivo del organismo operador de agua potable del municipio o localidad o de la Comisión Estatal de Aguas.
- De acuerdo con la Organización Meteorológica Mundial, en el periodo de 2000 a 2004 se registraron 1,942 de-

sastres relacionados con el agua, en los que perdieron la vida 427 mil personas y donde se vieron afectados 1,510 millones más.

- En el último siglo, la población mundial se triplicó, mientras que las extracciones de agua se sextuplicaron. Esta situación ha contribuido al aumento del grado de presión sobre los recursos hídricos del mundo.
- Para el 2004, según la Organización Mundial de la Salud, 1,100 millones de personas en el mundo carecían de acceso a los servicios de agua potable, lo que representa alrededor del 17% de la población del planeta, entre los cuales los más afectados son los habitantes de los continentes asiático y africano.

## MATRIZ COMPARATIVA DE AGUA POTABLE1

*Alma Leslie Moreno Salinas2*

| <i>Indicador</i>                        | <i>Unidad</i>    |               |               |                 |               |              |               |            |   |  | <i>Definición</i> |
|---|------------------|---------------|---------------|-----------------|---------------|--------------|---------------|------------|---|--|-------------------|
|   | <i>Argentina</i> | <i>Brasil</i> | <i>Canadá</i> | <i>Colombia</i> | <i>España</i> | <i>Japón</i> | <i>México</i> | <i>USA</i> |   |  |                   |
| <i>Población</i>                        | 38.970           | 186.112       | 32.623        | 42.090          | 44.708        | 127.417      | 106.236       | 295.734    | Población total en millones   |  |                   |
| 1. Cobertura del agua nacional          | 96%              | 91%           | 100%          | 93%             | 100%          | 100%         | 95%           | 99%        | Población con acceso a servicios de agua.   |  |                   |
| 1.1 Cobertura Rural                     | 80%              | 58%           | 99%           | 77%             | 100%          | 100%         | 85%           | 94%        | Porcentaje de la población con acceso a servicios de agua en las zonas rurales.                                 |  |                   |
| 1.2 Cobertura Urbana                    | 98%              | 97%           | 100%          | 99%             | 100%          | 100%         | 98%           | 100%       | Porcentaje de la población con acceso a servicios de agua en las zonas urbanas.                                 |  |                   |
| 2. Cobertura de alcantarillado nacional | 91%              | 77%           | 100%          | 78%             | 100%          | 100%         | 81%           | 100%       | Población con servicios de saneamiento (conexión de servicio directo).  |  |                   |
| 2.1 Cobertura Rural                     | 83%              | 37%           | 99%           | 58%             | 100%          | 100%         | 48%           | 99%        | Porcentaje de población con alcantarillado en las zonas rurales.  |  |                   |
| 2.2 Cobertura Urbana                    | 92%              | 84%           | 100%          | 85%             | 100%          | 100%         | 91%           | 100%       | Porcentaje de población con alcantarillado en las zonas urbanas.  |  |                   |
| 3. Producción de agua suministrada      | 29               | 59            | 46            | 11              | 36            | 88           | 78            | 479        | Producción anual de agua total suministrada a la red de distribución expresada por billones de m <sup>3</sup> . |  |                   |
| 3.1 Suministro doméstico                | 17%              | 20%           | 20%           | 50%             | 13%           | 20%          | 17%           | 13%        | Porcentaje anual del agua distribuida para el consumo doméstico.  |  |                   |
| 3.2 Suministro industrial               | 9%               | 18%           | 69%           | 4%              | 19%           | 18%          | 5%            | 46%        | Porcentaje anual del agua distribuida para el consumo industrial.   |  |                   |
| 3.3 Suministro agrario                  | 74%              | 62%           | 12%           | 46%             | 68%           | 62%          | 77%           | 41%        | Porcentaje anual del agua distribuida para el consumo agrario.  |  |                   |

1 Información tomada del Banco Mundial a excepción de la señalada. "THE WORLD BANK. 2009. Water: Data and Statistics" [base de datos en línea]. Disponible desde Internet en: <<http://web.worldbank.org/WBSITE/EXTERNAL/TOPICS/EXTWAT/0,,contentMDK:21701088~menuPK:4818343~pagePK:148956~piPK:216618~theSitePK:4602123,00.html>> (con acceso el 10 de octubre de 2009).

2 Estudiante de la Licenciatura en Ciencias Políticas y Administración Pública de la UNAM. Realiza sus prácticas profesionales en el área de Estudios Sociales del CESOP.

|   |                 |      |                 |      |                |      |                  |      |  |      |                 |      |                  |      |                  |      |  |
|---|-----------------|------|-----------------|------|----------------|------|------------------|------|--|------|-----------------|------|------------------|------|------------------|------|--|
| 5. Agua no contabilizada <sup>1</sup>                 | 40%             | 40%  | 13%             | 36%  | 31%            | 5%   | 37%              | 12%  | Porcentaje anual de agua “perdida” del 100% de agua consumida.                           |      |                 |      |                  |      |                  |      |  |
| 6. Continuidad del servicio                           | 100%            | -    | 100%            | 88%  | -              | 100% | 45% <sup>2</sup> | 100% | Porcentaje de continuidad del servicio de agua potable en áreas urbanas.                 |      |                 |      |                  |      |                  |      |  |
| 7. Posición en el ranking mundial de calidad del agua | 13              | 23   | 2               | 35   | 28             | 5    | 106              | 12   | Posición en calidad del agua suministrada a nivel mundial entre 122 países. <sup>3</sup> |      |                 |      |                  |      |                  |      |  |
| 8. Aguas tratadas                                     | 10%             | 88%  | 30%             | 25%  | 78%            | 88%  | 38%              | 85%  | Porcentaje de aguas residuales que recibe algún tratamiento.                             |      |                 |      |                  |      |                  |      |  |
| 9. Tarifa residencial                                 | BA <sup>4</sup> | 0.20 | SP <sup>5</sup> | 0.85 | Q <sup>6</sup> | 0.31 | BO <sup>7</sup>  | 0.90 | MA <sup>8</sup>  | 0.16 | TO <sup>9</sup> | 0.12 | DF <sup>10</sup> | 0.12 | WA <sup>11</sup> | 0.88 | Tarifas residenciales expresadas en dólares americanos por m <sup>3</sup> de las tres principales ciudades a nivel nacional. <sup>12</sup> |
|   | LP              | 0.15 | RJ              | 0.40 | MT             | 0.15 | ME               | 0.49 | BA   | 0.30 | KY              | 0.09 | MT               | 0.21 | LA               | 1.23 |  |
|   | CO              | 0.16 | BR              | 0.75 | OT             | 1.20 | CA               | 0.49 | SE   | 0.25 | OS              | 1.04 | GD               | 0.34 | NY               | 2.38 |  |

<sup>1</sup> Agua que se “pierde” por fugas, robo, o por el uso de quienes no efectúan ningún pago.

<sup>2</sup> Gustavo Saltiel, *Retos en el sector de agua potable y saneamiento en México y opciones para enfrentarlos*, Banco Mundial, 2006. Disponible desde Internet en: <www.foropoliticapublicas.org.mx/.../Infraestructura\_Gustavo%20Saltiel\_Banco%20Mundial.pdf > (consulta: 10 de octubre de 2009).

<sup>3</sup> Evaluación 2000, realizada bajo la coordinación de la Organización Panamericana de la Salud (OPS) y UNESCO. Se trata de cifras basadas en múltiples factores como la cantidad y la calidad de agua dulce, en particular agua de superficie, instalaciones de tratamiento de aguas suministradas y aspectos jurídicos como la existencia de regulaciones contra la contaminación.

<sup>4</sup> Buenos Aires, La Plata y Córdoba.

<sup>5</sup> Sao Paulo, Río de Janeiro y Brasilia.

<sup>6</sup> Quebec, Montreal y Ottawa.

<sup>7</sup> Bogotá, Medellín y Cali.

<sup>8</sup> Madrid, Barcelona y Sevilla.

<sup>9</sup> Tokio, Kyoto y Osaka.

<sup>10</sup> Distrito Federal, Monterrey y Guadalajara.

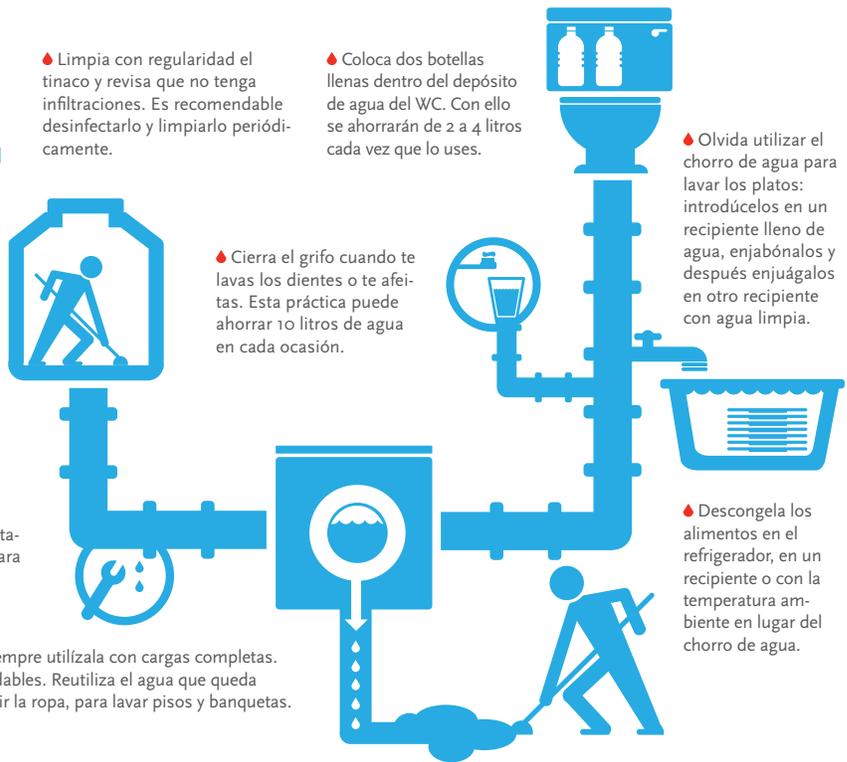
<sup>11</sup> Washington D.C., Los Ángeles y Nueva York.

<sup>12</sup> Existen diferentes métodos de tarificación en los países analizados, sin embargo, destacan dos sistemas: el primero se estima mediante el consumo del usuario con base en las características de su propiedad o zona y el segundo contiene un cargo fijo y otro variable que se basa en el consumo excedente. Para efectos de la presente comparación se utilizará la tarifa por cada m<sup>3</sup>.

## Acciones individuales

# AGUA

El problema del agua en nuestro país tiene múltiples aristas, y merece atención permanente. A continuación, te presentamos algunas acciones que puedes realizar en casa, para contribuir un poco al cuidado del líquido, así como algunas cifras, para reflexionar sobre las dimensiones de este asunto.



## AGUA EN MÉXICO

◆ Entre 35% y 40% del agua potable que entra al Distrito Federal se pierde en fugas del Sistema de Aguas.

◆ Traer otro metro cúbico de agua adicional por segundo al Distrito Federal del sistema Amacuzac o Tecolutla costaría 1,400 millones de pesos.

◆ Actualmente entran 20 metros cúbicos por segundo al Distrito Federal del sistema Lerma y Cutzamala.

◆ Actualmente, el gobierno de Marcelo Ebrard en el Distrito Federal ya está

negociando la privatización del servicio de distribución de agua.

◆ Arreglar las fugas de agua del DF cuesta alrededor de 10 000 millones de pesos.

◆ 80% del agua en México está destinada al campo, que está ampliamente subsidiado.

◆ El DF consume 1km<sup>3</sup> de agua al año.

◆ Tijuana, con un sistema público, tiene el mejor sistema de aguas y cobra 14 pesos el m<sup>3</sup>; Aguascalientes, sistema privado, cobra 12 pesos el m<sup>3</sup>; el DF, con sistema público,

cobra 2 pesos por m<sup>3</sup> en promedio.

◆ La nueva refinería en Hidalgo costará 130 mil millones de pesos.

◆ El segundo piso del DF costó 700 millones de pesos aproximadamente.

◆ En el DF se consumen aproximadamente 300 litros por habitante al día –esto ya incluye las fugas del sistema de aguas–; en Europa se consumen en promedio 150 litros diarios por persona.

◆ En Francia el sistema de agua es privada desde el siglo XIX.

◆ En América Latina los mejores sistemas de agua están en Chile y Colombia, y son privados.

◆ En México los mejores sistemas de aguas son Aguascalientes, Saltillo, Cancún, León (público), Monterrey (público) y Tijuana (público).

◆ Los peores sistemas de agua de México son Acapulco, el DF, Ecatepec, Nezahualcóyotl y la mayoría de los municipios conurbados de la Zona Metropolitana. Todos son públicos.

◆ El DF descarga 37 m<sup>3</sup> de aguas negras por segundo diario, de éstos, sólo se tratan entre 4 y 5 m<sup>3</sup>, mayoritariamente en la planta de Cerro del Estrella. Las aguas negras restantes se van al valle del Mezquital en Hidalgo, para el riego de hortalizas. Gracias a las aguas negras del DF, ahora hay agua de riego y potable (tras la filtración) en lo que era una zona árida de Hidalgo.

## DOCUMENTOS DE TRABAJO

2009

- |  |   |
|--|---|
| Liberalismo Económico y algunos de sus impactos en México.<br>Documento No. 78 / Octubre de 2009<br><i>Carlos Agustín Vázquez Hernández</i>  | La representación política en México: una revisión conceptual y de opinión pública<br>Documento No. 72 / Julio de 2009<br><i>Gustavo Meixueiro Nájera</i>                     |
| Paquete Económico 2010 y la Agenda de Reformas.<br>Documento No. 77 / Septiembre de 2009<br><i>Juan Carlos Amador Hernández</i>  | Reglas de operación de los programas del Gobierno Federal: Una revisión de su justificación y su diseño.<br>Documento No. 71 / Junio de 2009<br><i>Gilberto Fuentes Durán</i> |
| Tendencias de opinión y percepciones sobre la Cámara de Diputados<br>Documento No. 76 / Septiembre de 2009<br><i>Efrén Arellano Trejo</i>  | Desarrollo local y participación ciudadana<br>Documento No. 70 / Junio de 2009<br><i>Liliam Flores Rodríguez</i>  |
| 200 años de federalismo en México: una revisión histórica.<br>Documento No. 75 / Agosto de 2009<br><i>Ivan H. Pliego Moreno</i>  | Racionalidad de la conceptualización de una nueva política social.<br>Documento No. 69 / Mayo de 2009<br><i>Francisco J. Sales Heredia</i>                                    |
| La alianza por la calidad de la educación: modernización de los centros escolares y profesionalización de los maestros<br>Documento No. 74 / Agosto de 2009<br><i>Juan Carlos Amador Hernández</i> | Análisis de los temas relevantes de la agenda nacional para el desarrollo metropolitano.<br>Documento No. 68 / Mayo de 2009<br><i>Salvador Moreno López</i>                   |
| La reforma electoral, avances y pendientes<br>Documento No. 73 / Julio de 2009<br><i>César Augusto Rodríguez Gómez</i>   | Transformación de la esfera pública: Canal del Congreso y la opinión pública.<br>Documento No. 67 / Abril de 2009<br><i>Octavio Ruiz Chávez</i>                               |

El lavado de dinero en México, escenarios, marco legal y propuestas legislativas.

Documento No. 66 / Abril de 2009

*José de Jesús González Rodríguez*

La Vivienda en México y la población en condiciones de pobreza

Documento No. 63 / Febrero de 2009

*Liliam Flores Rodríguez*

Crisis económica y la política contracíclica en el sector de la construcción de vivienda en México.

Documento No. 65 / Marzo de 2009

*Juan Carlos Amador Hernández*

Nuevos patrones de la urbanización. Interacción económica y territorial en la Región Centro de México.

Documento No. 62 / Febrero de 2009

Anjanette D. Zebadúa Soto

Secuestro. Actualización del marco jurídico.

Documento No. 64 / Marzo de 2009

*Efrén Arellano Trejo*

## Reporte CESOP

### 2007

1. TRABAJO
2. RELACIÓN MÉXICO-ESTADOS UNIDOS
3. PLAN NACIONAL DE DESARROLLO 2007-2012
4. SEGURIDAD PÚBLICA
5. GLOSA DEL PRIMER INFORME DE GOBIERNO
6. PROCESO DE REFORMA DEL ESTADO
7. EVALUACIÓN Y GESTIÓN PÚBLICA
8. PODER LEGISLATIVO Y OPINIÓN PÚBLICA

### 2008

9. CALIDAD DE VIDA
10. SECTOR ENERGÉTICO
11. EL COMBATE A LA POBREZA
12. OPINIÓN PÚBLICA Y GESTIÓN LEGISLATIVA
13. INFRAESTRUCTURA
14. COMPETITIVIDAD Y DESARROLLO
15. MEDIO AMBIENTE
16. GLOSA DEL SEGUNDO INFORME DE GOBIERNO
17. PRESUPUESTOS DE EGRESOS DE LA FEDERACIÓN 2009
18. POLÍTICAS PÚBLICAS

### 2009

19. LA NUEVA PRESIDENCIA DE ESTADOS UNIDOS
20. PROCESO ELECTORAL 2009
21. CRISIS ECONÓMICA
22. INFLUENZA EN MÉXICO
23. CAMBIO CLIMÁTICO
24. EVALUACIÓN DE LA JORNADA ELECTORAL
25. EL RECORTE DEL PRESUPUESTO Y SU IMPACTO EN EL DESARROLLO ECONÓMICO Y SOCIAL
26. TEMAS SELECTOS DE LA GLOSA DEL TERCER INFORME DE GOBIERNO
27. PRESUPUESTO SOCIAL

Todos los documentos pueden consultarse en la página de internet: [www.diputados.gob.mx](http://www.diputados.gob.mx)

R E P O

---

E T R O



LXI LEGISLATURA  
CÁMARA DE DIPUTADOS

Cámara de Diputados

LXI Legislatura