

# Crisis ambiental en el lago de Chapala y abastecimiento de agua para Guadalajara

JUAN MANUEL DURÁN JUÁREZ  
ALICIA TORRES RODRÍGUEZ

*En el presente documento los autores sostienen que la crisis ambiental en el lago de Chapala tiene su origen en el crecimiento urbano industrial, iniciado a finales de los cincuenta, y la sobreexplotación de los recursos hídricos; a ello se suman la escasez, contaminación, uso irracional, fugas y falta de control del agua.*

Resumen - Abstract

*In this document the authors sustains that the environmental crisis in Chapala Lake has its origins in the urban industrial growth from the late fifties and the over exploitation of the hydraulic resources; scarcity, pollution, non rational usage of water, leakage and lack of control, add up to the above mentioned.*

## Introducción

En México desde la década de los cincuenta hasta la actualidad se han atendido fundamentalmente las demandas del crecimiento urbano industrial. Para ello los recursos del país en general y los naturales, entre los que destacan los hidrológicos, han sido orientados al apoyo del crecimiento de una sociedad urbano industrial y de una agricultura dependiente de la industria.

El caso de la cuenca Lerma-Chapala-Santiago es un ejemplo de estas políticas. Se ha constituido en un eje urbano industrial (véase *Relaciones*, 1989) donde los recursos hidrológicos han sido prioritarios para abastecer de agua potable a las zonas urbanas y conurbadas de las ciudades de México y Guadalajara.

El rápido crecimiento poblacional de los últimos cincuenta años ha llevado a estas ciudades a intervenir en otros ecosistemas que sobrepasan los límites inmediatos de sus cuencas para atender las necesidades de agua pota-

ble, en el caso de la ciudad de México del sistema Cutzamala y en el de Guadalajara del lago de Chapala. En esta última ciudad parece que no ha sido suficiente la que almacena el vaso, lo que la ha llevado a utilizar las de cuencas como la del río Calderón y a actualizar el proyecto de la presa la Zurda, sobre el río Verde.

Como se analiza a lo largo de este documento, la cuenca lacustre está vinculada a los problemas del desarrollo industrial y urbano presentes en toda la cuenca Lerma-Chapala-Santiago. La concentración de las inversiones y los cambios tecnológicos favorecen la expulsión de la mano de obra rural hacia los grandes centros urbanos, hoy en día las transformaciones de la ciudad y el campo se ven amenazadas por la escasez de agua.

Así, el crecimiento de las ciudades de México y Guadalajara ha requerido transferencias de agua de la cuenca Lerma-Chapala-Santiago para distintos usos, y al no ser suficiente la obtenida, se le traslada de sitios cada vez más distantes, originando un círculo vicioso difícil de romper.

*Los autores son profesores-investigadores, titular y asociado, respectivamente, del Departamento de Estudios Sociourbanos del Centro Universitario de Ciencias Sociales y Humanidades de la Universidad de Guadalajara.*

Estos centros urbanos se han visto obligados a tomar recursos naturales de otras regiones para cubrir sus necesidades dejando sin el recurso a las regiones o con pocas posibilidades de usarla, con lo cual aumenta más la tasa de migración hacia las grandes concentraciones urbanas.

Al analizar los cambios en los niveles del lago de Chapala es necesario considerar la cuenca en su conjunto y su vínculo con el crecimiento urbano, agrícola e industrial, las relaciones de poder que se derivan de los diferentes usos de este recurso, así como el desarrollo y la modernización de la sociedad que se da a costa de la destrucción o depredación de los recursos naturales, sin que haya políticas sistemáticas para el desarrollo sustentable en la cuenca.

En el caso de la cuenca Chapala-Santiago el estudio *Jalisco a futuro* (1999) reconoce los riesgos de una crisis ambiental que podría alterar de manera irreversible las condiciones de sustentabilidad por la pérdida de recursos hídricos que puede minar las bases mismas del crecimiento económico y la calidad de vida de los habitantes del estado de Jalisco.

El lago de Chapala significó el 50 por ciento de la superficie lacustre de México (*Jalisco a futuro*, 1999: 21), pero hoy existe el riesgo de un colapso ambiental por contaminación del agua y la pérdida de humedales como hábitat de la vida silvestre y suministro de los asentamientos humanos, industriales y de la agricultura. Este mismo estudio presenta un escenario pesimista para el periodo 2000-2020 en el que por eutrofización el lago de Chapala se convertirá en un pantano (*Jalisco a futuro*, 1999: 176-178).

En las discusiones sobre los niveles del lago de Chapala con frecuencia se dice que no existe crisis ambiental como consecuencia del crecimiento urbano industrial y, por lo tanto, tampoco sobreexplotación de los recursos hídricos, sino que se trata sólo de un problema "del mal temporal" o de "sequía". En este trabajo se tratará de demostrar que dicha crisis es parte de un problema más complejo que implica un conocimiento histórico más acabado de los niveles del lago y las intervenciones en el ecosistema de la cuenca y la región Guadalajara.

Este artículo se centra en la crisis ambiental que genera el modelo urbano industrial en el uso del agua por una sociedad que demanda este recurso directa o indirectamente para sus servicios, así como por una agricultura subordinada al eje industrial que se ha generado a lo largo de la cuenca, y en particular entre el lago de Chapala y Guadalajara, como resultado de las políticas y relaciones

de poder de los actores sociales que intervienen en el uso, control y distribución del recurso, el cual ha sido considerado como un bien renovable e imperecedero que siempre estará ahí cuando se le necesite.

### El lago de Chapala: una fuente de abastecimiento de agua para Guadalajara desde los cincuenta

El crecimiento urbano-industrial en la región desde los cuarenta generó incrementos en la demanda de agua, Guadalajara contaba con una población de aproximadamente un cuarto de millón de habitantes. Aunado a esto, se inició un periodo de temporales de lluvia escasos que duraría 13 años (con excepción del correspondiente a 1955) no sólo en la región, sino también en el resto del país.

En 1947 la población de Guadalajara ya era de 320 000 habitantes como resultado de su desarrollo. En consecuencia, se diversificaban aún más los usos del agua, con lo que continuaban las limitaciones en su abastecimiento para uso doméstico ya que la dotación diaria por habitante se vio disminuida pues en 1929 se contaba con 222 litros por persona al día y en 1947 este volumen era de sólo 133 litros. En este año las fuentes de abastecimiento eran el manantial de Los Colomos, pozos del Agua Azul, pozo del rastro, pozo de la colonia Moderna, pozo de San Rafael y los manantiales de San Andrés. El aforo de estas fuentes sumaba en total 492 litros por segundo (Sánchez de Velasco, 1964).

Como consecuencias de las limitaciones para satisfacer la demanda de agua potable se realizaron estudios para obtener más líquido en el sur de Guadalajara a finales de los cuarenta, en lo que se conoce como el valle de Toluquilla, de tierras muy planas con un nivel medio de 1 530 metros, cerca del lago de Chapala y con sus aguas que fluctúan entre 1 519 y 1 525 msnm. Se creyó encontrar en él la reserva más inmediata para el abastecimiento de agua de la ciudad aprovechando sus manantiales; se perforaron pozos aislados en diversos lugares del valle, pero los resultados de las exploraciones y perforaciones de prueba fueron decepcionantes y no quedó otro recurso que recurrir para el abastecimiento de agua a Guadalajara al lago de Chapala, a través del río Santiago.

En 1950 se incorporan al modelo de abastecimiento de agua de la ciudad de Guadalajara seis pozos del valle de Tesistán, que proporcionaban un caudal de 300 litros por segundo. Con esta dotación de agua la ciudad dispuso de 208 litros por habitante al día, volumen aún menor

que el proporcionado en 1929 (Martínez Reding, 1974: 49), por lo cual seguía siendo insuficiente ante el crecimiento de las necesidades urbano industriales de Guadalajara. Esto hizo necesario reactivar el proyecto elaborado en los años cuarenta de tomar agua del río Santiago, que sale del lago de Chapala por la ciudad de Ocotlán, para conducirla a Guadalajara, pero diversos obstáculos impidieron que se iniciaran los trabajos para llevar a cabo este proyecto.

El 13 de junio de 1953 se firmó el convenio del río Santiago, en el que se acordaba que éste abastecería a Guadalajara. Para ello se integró un organismo llamado Ciudad de Guadalajara Abastecimiento de Aguas, que planeó, proyectó y supervisó la construcción de las obras correspondientes con el objetivo de que los trabajos no sólo satisficieran las necesidades de la población, que era de aproximadamente 500 000 habitantes, sino que se programó abastecer a un millón 300 000 personas. Se insistía en que sólo el río Lerma o el Santiago, alimentado por Chapala, podría proporcionar un caudal suficiente para satisfacer esta demanda.

Fue entonces cuando se decidió captar las aguas del lago de Chapala utilizando al río Santiago como conducción natural hasta la presa Corona y el canal de Atequiza. Se utilizó la presa La Calera como reguladora para enviarla hasta la planta de bombeo número uno, en las cercanías de Guadalajara para dotar de ella a la ciudad. En octubre de 1957 (Matute Remus, 1979) Guadalajara empezó a recibir el agua del río Santiago, que se convirtió en la principal fuente de abastecimiento de la zona metropolitana. El sistema ha sido ampliado en varias ocasiones.

Por otra parte, para hacer llegar el agua a Guadalajara y a las turbinas de El Salto con el fin de generar electricidad se construyeron grandes obras de infraestructura a lo largo del río Santiago. Las más significativas son: cuatro puertas radiales en la presa Corona; en 1947 se construyó la planta de bombeo de Ocotlán, para subir el agua del lago al río Santiago; en 1952 se construyó el canal de Ballesteros a un lado de Jamay y El Fuerte, para captar agua del mismo Lerma en Maltaraña y que llegaba hasta el río Zula, que se une al Santiago en Ocotlán y con su cauce también alimentaba a este último río (*cfr.* Bohem de Lameiras, 1998).

Dicha infraestructura se construyó para conducir el agua hasta la capital tapatía. Al principio el gobierno federal autorizó una extracción de 4 000 litros por segundo, lo que significó ocho veces más que la que se extraía

del manantial de Los Colomos, el cual a principios de siglo daba menos de 500 litros por segundo, por lo que se suspendió el uso del agua para generar electricidad.

Por otra parte, en los años cincuenta se inicia la extracción de agua del río Lerma para abastecer a la ciudad de México y llenar las presas de Tuxtepec y Solís, además de cubrir el sistema de riego en regiones como Salamanca, Jiquilpan y La Barca. En total se utilizaban 2 920 millones metros cúbicos del río Lerma. En dicha década y la de los sesenta se incrementa la demanda del líquido como consecuencia de las actividades agropecuarias e industriales que se establecieron en El Bajío, sobre todo en el estado de Guanajuato, a lo que se suman el crecimiento urbano industrial desde el Estado de México hasta El Salto, Jalisco, y la instalación de una refinería en Salamanca, Guanajuato, que se caracteriza por sus acciones de deterioro de las aguas superficiales (Bracamontes, 1967).

La cuenca del río Lerma abastecía de agua potable a ciudades como Guadalajara, el Distrito Federal, Toluca, León, Irapuato, Guanajuato, Querétaro, Salamanca, Zamora, Abasolo, La Piedad y otras de menor población, en total alrededor de 25 (López y C.J., 1971).

En la década de los sesenta el área urbana de Guadalajara contaba con una superficie de 11 000 hectáreas y una población de 1 200 000 habitantes, de los cuales el 90 por ciento contaban con el servicio de agua potable. Las fuentes de abastecimiento eran: las aguas del río Santiago, potabilizadas por la planta de tratamiento, con un caudal de 2 500 litros por segundo; el manantial de Los Colomos, con 202 litros por segundo, y varios sistemas de pozos profundos. Tesislán era entonces la principal fuente de abastecimiento, pues proporcionaba 1 058 litros por segundo. La suma de todas estas fuentes significaba una dotación promedio de 272 litros por habitante al día (Paré, 1989: 13), aunque se siguen manteniendo niveles por debajo de lo programado, de 300 litros por persona en zonas urbanas. La cuota es superior a los estándares mundiales actuales e incluso los establecidos por la Comisión Nacional del Agua (CNA), que recomiendan 250 litros por habitante al día.

En esta misma década la cuenca del río Lerma orientó su actividad económica al sector industrial y los centros urbanos crecieron notablemente, con lo que esta cuenca se convirtió en una de las regiones más importantes del país con recursos básicos que aseguraban un rápido desarrollo, en el que el agua desempeñaba un papel importante para el desarrollo económico a futuro; sin embargo,



la demanda de este recurso empezó a ser un problema pues rebasaba la oferta disponible y se consideraba que la distribución de este recurso a futuro limitaría el crecimiento de la región, así como su prosperidad (*cf.* Ávalos, 1984).

En los setenta Guadalajara recibía una dotación de agua del lago de Chapala a través del río Santiago, vía el canal de Atequiza, de aproximadamente cuatro metros cúbicos por segundo, lo que significaba alrededor de 120 millones de metros cúbicos al año (*cf.* López y C.J., 1971). Esta extracción que se hacía del lago para usos domésticos e industriales de la ciudad no estaba protegida con las concesiones respectivas, anomalía grave que debía corregirse a la brevedad (Flores Berrones, 1987: 17).

En esta década los estudios del Plan Lerma de Asistencia Técnica (PLAT) señalaban que la situación era de un equilibrio precario entre la disponibilidad y la demanda, pues casi toda el agua regularizada en la cuenca se consumía y apenas el sobrante en la parte baja de la cuenca que sale de ella era para alimentar las concesiones del líquido para la generación de energía hidroeléctrica en el río Santiago.

Pero no sólo se perdía líquido cuenca abajo, sino también cuenca arriba, pues el Estado de México y el Distrito Federal extraían agua subterránea para usos domésticos, municipales e industriales, con lo cual se pensó en traer aguas puras de fuentes lejanas como el río Tecolutla, lo que aliviaría en ese entonces la escasez de agua que venía sufriendo el valle de Toluca y las deficiencias aguas abajo se subsanarían con la importación de líquido para la ciudad de Guadalajara del lago de Chapala a través del río Santiago (Flores Berrones, 1987: 25). Es notorio que las políticas para el control y la distribución del agua no contemplaban el problema que ocasionaban a las ciudades y localidades intermedias ubicadas a lo largo de esta cuenca.

En los años de 1979 y 1984 la ciudad de Guadalajara contaba con un suministro de agua potable de entre 7 691 y 9 650 litros por segundo, respectivamente, provenientes de varias fuentes como se ha venido señalando. La población total beneficiada los años de referencia era de alrededor de 2.6 y 3.1 millones de habitantes, respectivamente, a los cuales les correspondía una dotación media de 260 y 270 litros diarios por habitante, por encima de los estándares mundiales pero por debajo de los programados en la ZMG. En 1979 el volumen proveniente de aguas subterráneas era de 19 por ciento, mientras que en

1984 la proporción aumentó a 33 por ciento. Asimismo, el aprovechamiento de las aguas superficiales del lago de Chapala representó el 81 y el 67 por ciento respectivamente para los mismos años.

El acuífero que corre del norte al sureste de la ciudad de Guadalajara fue dividido en dos secciones para facilitar el abastecimiento de agua potable: valle de Tesislán-área metropolitana y valle de Toluquilla, cuyas extensiones son de 450 y 485 kilómetros cuadrados, respectivamente.

Cuadro 1. Fuentes de abastecimiento de agua para la ZMG

Fuente	1979	Porcen- taje	1984	Porcen- taje
Lerma-Chapala-Santiago Tesislán-Los Colomos	6 195	81	6 500	67
Agua Azul, Deán y pozos diversos de Zapopan	1 496	19	3 150	33
Totales	7 691	100	9 650	100

Fuente: Flores Berrones (1987).

### Un acueducto directísimo

A principios de la década de los ochenta, debido al desarrollo urbano industrial como resultado de las políticas descentralizadoras del gobierno federal y el crecimiento de la población de la zona metropolitana de Guadalajara, la cual ascendía a 2 244 715 habitantes (INEGI, 1984), así como a las necesidades de calidad y al volumen de agua con un costo relativamente bajo por metro cúbico, las autoridades estatales y federales decidieron continuar extrayendo agua de Chapala pero a través de un acueducto directo que sustituiría al anterior sistema, ahora con 42 kilómetros de longitud. Todo esto a pesar de haber sobrepasado casi tres veces las proyecciones iniciales de extracción de agua como fuente de abastecimiento de la ciudad de Guadalajara y a la presión que ejercía el crecimiento industrial del Corredor Industrial de Jalisco, ubicada a lo largo de la cuenca del río Santiago.

Para el aprovechamiento óptimo del lago se estudiaron varias opciones que difieren entre sí en la ubicación del sitio de captación (para mejorar la calidad del agua extraída) y en la eficiencia de la conducción hasta el sitio de la planta potabilizadora, se proponía sanear y rehabilitar el sistema denominado Canal Atequiza-Las Pintas

—actualmente en operación— para que sirviera como sistema auxiliar de emergencia al nuevo acueducto y mantuviera su contribución a la agricultura de riego. Se planeó efectuar los estudios y proyectos requeridos para el aprovechamiento de otras fuentes de abastecimiento de agua en el mediano y largo plazo y se pretendía con el acueducto Chapala-Guadalajara garantizar una dotación media de 300 litros diarios por habitante y con un alcance de aseguramiento del abastecimiento de agua al año 2010 (Flores Berrones, 1987: 27).

El acueducto Chapala-Guadalajara se localiza en la porción central de Jalisco y atraviesa los municipios de Chapala, Ixtlahuacán de los Membrillos, Tlajomulco de Zúñiga y Tlaquepaque. El objetivo principal de esta obra era optimizar el aprovechamiento del agua del lago de Chapala no sólo para suministrarla en bloque a Guadalajara, sino también a su zona metropolitana, que comprende los municipios de Zapopan, Tlaquepaque y Tonalá (Paré, 1989: 38).

Desde 1984 hasta 1988 se realiza el megaproyecto del acueducto, considerando el proyecto de realización hasta su puesta en marcha, que extraería agua del centro del lago, donde supuestamente estaba menos contaminada, tomando el líquido mediante bombas de succión instaladas en la ribera norte, en San Nicolás de Ibarra, donde inicia el enorme tubo enterrado que transporta el agua hasta Guadalajara (Flores Berrones, 1987: 25).

A pesar del desequilibrio que presentaba el lago de Chapala debido a la insuficiente entrada de agua por el Lerma, el azolve, la evaporación y el crecimiento poblacional, industrial y agrícola de la región de la cuenca, esta obra de extracción de agua desde San Nicolás de Ibarra hasta Guadalajara preveía extraer de ocho a 15 metros cúbicos por segundo, la cual sustituiría la extracción de 7.5 metros cúbicos por segundo que se obtenía del río Santiago por el canal de Atequiza (Flores Berrones, 1987: 38).

Además se pretendía que el agua llegara menos contaminada y evitar las pérdidas que ocurrían en el río Santiago debido a la evaporación y las tomas irregulares para la agricultura. Se decía que la extracción de agua no significaría una cantidad adicional a la que se extraía por el río Santiago; sin embargo, era poco probable que esto sucediera ya que el crecimiento de la demanda de este recurso iba en aumento, como se señala en el párrafo anterior, a consecuencia del desarrollo urbano industrial presentado en la ZMG (Flores Berrones, 1987: 25).

La construcción del acueducto Chapala-Guadalajara comprendía dos etapas: la primera permitiría suministrar 7.5 metros cúbicos por segundo y la segunda cinco metros cúbicos adicionales, con lo cual se previó alcanzar una capacidad máxima de 15 metros cúbicos por segundo. El acueducto se inició con un canal de llamada de cuatro kilómetros de longitud —tres de ellos dentro del lago— y una planta de bombeo con 12 equipos motor-bomba, que se ejecutó también en dos etapas: en una se construirían totalmente el cárcamo y la mitad de máquinas con seis equipos de bombeo, así como una subestación eléctrica de 18 megavatios con una línea de 20.5 kilómetros en doble circuito desde el poblado de Atequiza hasta la planta de bombeo, mientras que en la otra se instalaron los seis equipos de bombeo restantes y una subestación eléctrica (Flores Berrones, 1987).

Este acueducto consta, además, de un camino para construcción y operación de 42.6 kilómetros de largo y dos líneas de conducción de igual longitud construidas con tuberías de concreto reforzado de 2.10 metros de diámetro (la primera etapa comprendió una sola línea); en algunos tramos de cruces con carreteras y arroyos se instalaron tuberías de acero del mismo diámetro. La obra también cuenta con estructuras especiales, dos tanques unidireccionales de concreto reforzado, uno de 18 metros de diámetro por 19 metros de alto y el otro de 12 por 23 metros, respectivamente (Flores Berrones, 1987).

Además, en el kilómetro 30 del acueducto se construyó una presa, con la cual se logra regularizar la operación del sistema y disponer de una reserva cuando se necesita dar mantenimiento al equipo de bombeo o al acueducto; tiene una cortina de tierra de 14 metros de alto por 150 metros de largo, lo que permite dar una capacidad de almacenamiento de aproximadamente tres millones de metros cúbicos. El agua en bloque es entregada en una caja distribuidora cuya capacidad es de 500 metros cúbicos.

Cabe señalar que las obras se iniciaron en junio de 1984 y en septiembre de 1987 se programó iniciar la operación del acueducto en sus primeros 26 kilómetros, cuyas aguas se descargarían en el canal de El Guayabo, desde donde posteriormente serían derivadas al actual sistema de conducción del Canal Atequiza-Las Pintas. La terminación de la primera etapa del acueducto se programó para mediados de 1988 y se requirió de un presupuesto de 26 000 millones de pesos de inversión global a precios de enero de 1982 (Boehm de Lameiras, 1983).



### Los niveles cada vez más bajos

Los niveles más bajos del lago están en relación con la oferta, que no alcanza a cubrir la demanda de los centros urbano industriales de la cuenca y demuestra una tendencia a la "no sustentabilidad" del lago que se manifiesta en una baja constante de sus niveles de acuerdo con las tres crisis que sufrió el lago de Chapala durante los siglos XX y XXI.

En 1946 se registró un nivel mínimo en la cota 94.78 del vaso. El descenso en los niveles se presentó de manera constante hasta llegar a la cota 90.80 en julio de 1955, año en que se registra el nivel más bajo desde que se tienen registros. Sin embargo, en 1950 se empieza a extraer agua del alto Lerma para la ciudad de México; en esa época en todo el curso del Lerma se da un cambio en el patrón de asentamiento de 144 municipios con un desplazamiento de la gente hacia las cabeceras municipales.

Este cambio provocó un aumento en la demanda de agua potable (*cf.* Paré, 1989: 23, 30). Como lo señala Brigitte Boehm de Lameiras, en la primera crisis del siglo la sequía de 1955 no es un fenómeno estrictamente natural, sino que tuvo como uno de sus factores el desarrollo industrial acelerado en el valle de México y el surgimiento de los grandes fraccionamientos.

La sequía del lago durante el periodo 1947-1955 descubrió gran parte del fondo del lago. Esta es la crisis más severa que ha sufrido pues presentó una cota de 90.8 en 1955. Chapala había perdido la importancia que tenía desde el punto de vista de la comunicación lacustre entre el occidente y el centro del país, con lo que se perdieron diversas fuentes de trabajo. De esta manera el lago de Chapala dejó de ser considerado en proyectos significativos de desarrollo (Paré, 1989: 33).

A finales de 1955 se presenta un temporal tardío pero abundante que permite la recuperación de los niveles del lago. La bonanza se prolonga hasta 1959 y en las décadas de los sesenta y los setenta los niveles se mantienen entre las cotas 96.00 y 99.00 como máximo. Fue una de las mejores épocas del lago en el siglo XX.

En los años ochenta se vuelve a presentar un fuerte descenso en los niveles del agua del lago que se prolonga hasta la década de los noventa. En 1983 su nivel volvió a bajar a la cota 93.8, lo que significó una capacidad de 2 251 millones de metros cúbicos a pesar de que durante el periodo 1977-1982 las lluvias fueron normales, en este periodo el lago de Chapala se abastecía en 50 por ciento

del río Lerma. En 1984 las aportaciones del Lerma representaron sólo el 10 por ciento del abastecimiento del lago en tiempos de lluvias, lo que significaba seis metros cúbicos por segundo de entrada, al mismo tiempo que las extracciones llegaron a nueve metros cúbicos por segundo para la ZMG (*El Occidental*, 24 de noviembre de 1984).

El lago sufrió una segunda crisis, la cual confirma la tendencia a la baja desde la cota 97.50 en 1978 a la de 93.47 al finalizar el temporal de lluvias en septiembre de 1989, es decir, alrededor de cuatro metros por debajo de 1978. Las contribuciones del río Lerma al lago fueron de 76 millones de metros cúbicos, al parecer las menores desde que existe registro histórico del balance de agua, 1934. La aportación del Lerma significaba el consumo total de la zona metropolitana de Guadalajara por cerca de dos meses y medio.

En 1991 el lago confirma su segunda crisis con un almacenamiento de 1 781 millones de metros cúbicos en la cota 91.91. Los embalses de la cuenca Lerma-Chapala-Santiago al término del escaso temporal de lluvias almacenaron sólo 853 de los posibles 2 324 millones de metros cúbicos de capacidad, lo que representó únicamente el 36.7 por ciento. El periodo de lluvias en la cuenca directa de precipitación le proporcionó un escurrimiento de 527 millones de metros cúbicos, que representan 34 por ciento de los escurrimientos; lo anterior significa que hubo un déficit de 1 050 millones de metros cúbicos con relación a lo esperado.

De 1992 a 1994 pareció que el lago tendría posibilidades de recuperación pues en este periodo el nivel se incrementa año con año, aunque no de manera significativa pues presenta las siguientes cotas: 1992, 94.41; 1993, 94.53; 1994, 94.55; sin embargo, en el siguiente reinicia su descenso hasta llegar a la cota 92.24 en 1998.

Una tercera crisis es la que vivimos desde finales del siglo XX y a principios del XXI, que se parece mucho a la segunda y confirma la tendencia a la baja pues en 1999 repunta para llegar a la cota 93.12; sin embargo, se consideraba que había sido el peor nivel en los últimos ocho años, por lo que se pronosticaba que en el año 2000 se presentaría una situación aún más difícil de acuerdo con los datos proporcionados por la CNA.

Es importante mencionar que la dinámica de almacenamiento del lago de Chapala depende tanto de sus aportes como de sus salidas. Los primeros están constituidos por los que le proporcionan cuenca arriba los ríos Lerma y Duero, a los que se suman los más escasos aportes

del río de la Pasión. Otros son los volúmenes que escurren de su cuenca local en tiempo de lluvias, además de las precipitaciones sobre la propia superficie del lago (Castillo, 2000: 1, 4, 5). Las salidas del lago son las extracciones para diferentes usos urbano industriales, riego agrícola y generación de energía eléctrica, más su coeficiente de evaporación y filtraciones.

**Cuadro 2. Porcentaje de las entradas de agua al Lago de Chapala, 1955-1990**

Periodo	Río Lerma	Río Duero	Lluvias
1955-1959	66	13	21
1960-1978	55	12	33
1979-1990	21	11	65

Fuente: Elaboración propia con base en datos de la Comisión Nacional del Agua, 2000.

Como se puede apreciar, los aportes del río Lerma al lago de Chapala han decrecido paulatinamente sobre todo a partir de la década de los sesenta, pero se agudizan en los ochenta, lo mismo que las del río Duero. En el cuadro 2 se puede apreciar que el porcentaje aportado por las lluvias directas al lago se incrementa pero no debido a una mayor precipitación, sino que al bajar el volumen aportado por los ríos Lerma y Duero, éstas se convierten en su principal aporte.

En 2000 la población de la zona metropolitana de Guadalajara ascendía a 3 461 540 habitantes, 20 por ciento más que en 1990 (INEGI, 1990), cuando sumaban 2 870 417 habitantes. Sin embargo, a finales del siglo XX el almacenamiento del lago era inferior a 2 100 millones de metros cúbicos de agua, es decir, la cota 91.98, con lo que se agravaría aún más el problema del desabasto de agua potable para esta ciudad y su área conurbada, considerando que la principal fuente de abastecimiento de la ZMG es el lago. Las existencias de agua pueden bajar como parte de un problema estructural por la demanda urbana industrial en los próximos años y llegar a cerca de 1 300 millones de metros cúbicos, o sea la cota 91, lo que sería uno de los registros más bajos del siglo XX.

De lo anterior podemos concluir que las extracciones excesivas superan a los aportes, por lo que es difícil mantener el vaso regulador de la cuenca en el nivel adecuado para que conserve esta función. Actualmente el lago de Chapala funciona más bien como un lago artificial ya

que los aportes son controlados cuenca arriba mediante un sistema de presas y bombas, y por el acueducto que se construyó en los ochenta para abastecer de agua a la ciudad de Guadalajara.

En el año 2001 el nivel del lago se ubicó en la cota 91.50, lo que significa 70 centímetros más que en 1955 que fue de 90.80. Esto es alarmante porque a la baja cota se le suman en la actualidad el problema del crecimiento urbano industrial y los altos índices de contaminación generada por los desechos industriales y domésticos que se vierten al cauce de la cuenca, así como la contaminación originada por los pesticidas utilizados por la agricultura y que en el temporal de lluvias se escurren a la cuenca, con lo cual resulta más costoso el tratamiento del agua para el consumo humano, su conservación y el desarrollo sustentable de este recurso hídrico no sólo a largo sino incluso a corto plazo.

Actualmente el lago almacena alrededor de 1 411 millones de metros cúbicos y alcanza la cota 91.44 (37 millones de metros cúbicos de agua menos que el año anterior), que representa el 17.86 por ciento de su capacidad total. El Lerma ha dejado de ser su principal proveedor de agua desde los años noventa y le ha cedido su lugar al río Duero, el cual aporta 644 millones de metros cúbicos al año, el río Zula 32 millones de metros cúbicos, el río de la Pasión 87.29 millones de metros cúbicos, lo cual no es suficiente para restablecer a Chapala los mayores niveles de agua registrados en su historia ni siquiera con el trasvase realizado el año pasado (Díaz Favela, 2002: 10).

### El problema actual del abastecimiento

En el año 2000 el abasto oficial de agua para la ciudad de Guadalajara era de 9.6 metros cúbicos por segundo, procedentes de tres fuentes de abastecimiento: Chapala con 6.0 o 6.5, la presa González Chávez con 0.5 y los pozos con 2.6 metros cúbicos por segundo, lo que significa aparentemente 230 litros por habitante al día ya que no debemos olvidar que existen pérdidas importantes por conducción y un programa de tandeos en el 80 por ciento de la ZMG. Con la asignación de agua en dicho año no se cumple con los estándares establecidos por la misma CNA y los organismos internacionales, que señalan que éste debe ser de 250 litros diarios por habitante.

Varios proyectos alternativos han sido planteados con anterioridad para resolver el problema del abasto de agua a la ZMG. En 1990 se autorizó aprovechar las aguas del río



Verde para solucionar el problema de abastecimiento y a la vez disminuir la extracción de agua del lago de Chapala, buscando así su conservación.

Para este efecto se proyectó el sistema La Zurda-Calderón, consistente en varias obras hidráulicas que asegurarían el abasto de agua a largo plazo, pues dotarían a la ZMG de un total de 14 metros cúbicos por segundo. Este proyecto se puso en marcha en el sexenio 1989-1995 con la terminación de sólo la primera de tres fases, que consistió en la construcción de la presa Calderón y el acueducto que conduce sus aguas a la ZMG, la presa El Salto y la primera fase de la potabilizadora de San Gaspar. Quedan pendientes la presa de contención El Purgatorio sobre el río Verde y las presas Zurda I y II, así como la terminación de la potabilizadora de San Gaspar. Este proyecto fue suspendido cuando asumió el mando el gobernador interino que terminaría el sexenio.

Al parecer la suspensión se debió en gran parte al alto costo que tendría el bombeo de las aguas de la presa El Purgatorio, ya que supondría elevarlas a 600 de altura. Existen presas con sistemas de bombeo a mil metros, como en Tijuana, pero se optó por no incurrir en tal gasto y surgió la alternativa de explorar la posibilidad de extraer el agua en el punto conocido como Picachos, en el mismo río Verde, donde el bombeo se reduce a 240 metros de carga.

En los meses de octubre y noviembre de 2000 la prensa de Guadalajara señalaba que debido a la baja de los niveles del lago de Chapala tendrían que reducirse las extracciones que hace el Sistema Intermunicipal de Agua Potable (SIAPA) aun antes de terminar el temporal de lluvias y los tandeos. Estaba vigente la polémica de aprobar o no un crédito ofrecido por Japón a Jalisco que resolvería el problema de escasez de agua potable. Es importante recordar que en este proyecto se mencionaba que se trataría de resolver dos problemas (*El Occidental*, 14 de febrero de 1984):

1. Se tendría un fondo para el mejoramiento de la eficiencia del SIAPA consistente en mejorar la gestión del organismo, el padrón de usuarios, la instalación de medidores, macromedidores, equipo de cómputo, recuperación de caudales, equipo de desazolve y de monitoreo de colectores.

2. El proyecto consideraba también un fondo para el programa de abastecimiento de agua que contemplaría la ampliación de una planta potabilizadora y la rehabilitación de otras ya existentes, la expansión del sistema

de distribución, la reapertura de los viejos surtidores de Ocotlán-Atequiza-Las Pintas (agua de Chapala) y la construcción de un acueducto para suministrar agua a Guadalajara de la presa El Salto a la presa Calderón o Elías González Chávez. Con estas obras, el abasto de agua se incrementaría en 1.5 metros cúbicos por segundo.

Sin embargo, la propuesta de abastecimiento de agua para la ZMG consideraba que la alternativa planteada en el proyecto presentaba algunos inconvenientes. Tomando en cuenta su costo-beneficio, el acueducto El Salto-Elías González Chávez representa una solución de mediano plazo ya que sólo aportaría 1.5 metros cúbicos por segundo más a la ciudad, mientras que la demanda crece casi medio metro cúbico por segundo cada año, aparte de que aplazaría la realización de obras más importantes.

Pero lo fundamental es que parece que el crédito japonés sería destinado exclusivamente al saneamiento de aguas residuales de la industria y que nunca hubo certeza de que se aprobarían los 150 millones de dólares complementarios para el programa hidráulico que acabamos de describir y que se supone aportaría el gobierno federal.

En el año 2000, antes de terminar el periodo de lluvias, la CNA anunció la reducción de la extracción de 7.5 a cinco metros cúbicos por segundo del lago de Chapala para la ciudad de Guadalajara, lo cual fue notificado al Sistema Intermunicipal de Agua y Alcantarillado, al que se le pidió preparara un plan de tandeos que comenzaría en noviembre del mismo año y comprendería el 80 por ciento de la mancha urbana de Guadalajara.

Se pronostica que se agudizará el problema de abastecimiento de agua pues la cota del lago sigue a la baja, ya que se han perdido alrededor de 37 millones de metros cúbicos de agua en este año. Si a ello se le suma la contaminación de sus corrientes, el uso irracional de este recurso y los problemas técnicos que propician las fugas y un bajo control en los usos del agua, el escenario es desolador.

## Conclusiones

En el modelo urbano industrial el abastecimiento de agua para Guadalajara inicia a finales de los cincuenta y se consolidó con la construcción del acueducto Chapala-Guadalajara iniciado en 1985 y concluido en 1988. Junto con el dique de Maltaraña y el canal de Ballesteros, fueron las dos intervenciones de ingeniería hidráulica más impor-



tantes del siglo XX con relación al ecosistema lacustre (*El Occidental*, 1984); finalmente, esta infraestructura ha estado en la base de la crisis ambiental del lago.

Lo anterior no solucionaría el problema del abastecimiento de agua para Guadalajara pues alternativas como la del río Verde, que se proponía a largo plazo, resulta complementaria para el abastecimiento del vital líquido a la ciudad y que en un principio buscaba propiciar la conservación del lago de Chapala con una menor extracción como resultado de la presión social urbana industrial. Por otra parte, como ya se mencionó, no se consideraron las poblaciones que se encuentran entre las grandes ciudades y su crecimiento paulatino, con lo que se generó una lucha de poder regional e interregional por los diferentes usos del agua sin pensar en el desarrollo sustentable que garantizara la continuidad del desarrollo de la cuenca Lerma-Chapala-Santiago.

La competencia por el uso del agua es cada vez más fuerte y aun cuando el punto de vista es estrictamente hidrológico y las autoridades establecen una serie de normas para mantener el nivel del agua en la cota deseable, muchas veces no pueden resistir las presiones de grupos económicos y dejan de lado la necesidad de cumplir con las normas establecidas (*El Occidental*, 1984).

En la actualidad la construcción del acueducto referido mantiene al lago como principal fuente de abastecimiento de agua potable para la ZMG. Por otra parte, en los hechos se ha postergado de manera indefinida la continuidad de las obras para echar mano de fuentes de abastecimiento alternativas, y parece darse por sentado que el vaso mantendrá constante su capacidad de suministro.

Sin embargo, las actuales condiciones críticas del lago, que amenazan con transformarlo en una laguna de régimen intermitente, no excluye la posibilidad de que dichas previsiones no sean cumplidas, por lo que Guadalajara enfrenta una crisis real de abastecimiento de agua potable que podría ser severa ante su crecimiento desmedido. Con ello se tendrían que buscar nuevas fuentes y continuar con el modelo de abastecimiento lejano instrumentado para la ciudad de México y seguido por la ZMG.

En este documento tratamos de abordar el problema del abastecimiento de agua a la ciudad de Guadalajara ligado a los niveles del lago, así como su problemática en relación con la cuenca Lerma-Chapala-Santiago, que es un problema complejo dadas las necesidades del líquido. En la última década se ha presentado un incremento en la demanda que ha excedido las capacidades objetivas del

lago, y cuando ésta es rebasada se está ante una crisis que puede desembocar en un colapso ambiental.

La crisis ambiental en el lago de Chapala y el abastecimiento de agua a Guadalajara tienen una relación directa con el crecimiento urbano industrial, que no ha permitido el desarrollo sustentable para una gestión duradera de sus recursos por los actores sociales involucrados en sus diferentes usos y las relaciones de poder que han creado intereses económicos, políticos y sociales a lo largo de la cuenca Lerma-Chapala-Santiago.

Otros factores que incrementan el problema del desabasto de agua, además de su escasez, es el deterioro ecológico causado por actores sociales como los industriales que aprovechan dicho recurso para la producción y desechan residuos frecuentemente contaminados.

Por otra parte, tanto los agricultores, como los usuarios urbanos y los industriales contaminan el agua de diversas formas y esto limita su reuso e incrementa su costo al ser tratada, y lo mismo ocurre con las pérdidas en los sistemas de agua potable por el uso irracional que de ella se hace en las ciudades y los centros industriales. Las fugas que se dan a causa del deterioro de la red de distribución de las ciudades, en la ZMG representa la pérdida de aproximadamente el 30 por ciento del líquido. Este es un tema de análisis y reflexión como parte del estudio de los problemas de abastecimiento de agua en la cuenca Lerma-Chapala-Santiago.

## Bibliografía

- Ávalos, P.V., *Chapala, ayer, hoy, la situación del aprovechamiento de 1927 a 1970*, Sociedad Mexicana de Geografía y Estadística, Gobierno del Estado de Jalisco, Unidad Editorial, Guadalajara, 1984.
- Boehm de Lameiras, Brigitte, "La problemática agrohidráulica del lago de Chapala y su región", *Encuentro*, El Colegio de Jalisco, octubre-diciembre de 1983.
- , "Características hidrológicas e historia hidráulica de la ciénaga de Chápala", trabajo presentado en el primer seminario Los Problemas del Agua en Michoacán, El Colegio de Michoacán, 1998.
- Bracamontes, Héctor, "Los servicios de agua potable y alcantarillado en Guadalajara", en *Desarrollo Integral de Jalisco, II Infraestructura*, VIII Jornadas de la Alianza para el Progreso, Guadalajara, 1967.
- Díaz Favela, Verónica, en el diario *Público*, 25 de marzo de 2002, p. 10.
- El Occidental*, Guadalajara, 24 de noviembre de 1984.
- Flores Berrones, Raúl, "Acueducto Chapala-Guadalajara", *Ingeniería Hidráulica en México*, enero-abril de 1987.
- López, J.V.O. y C.J. *Evaluación del estudio de disponibilidad*

- de agua en la cuenca Lerma*, Plan Lerma de Asistencia Técnica, 1971.
- Matute Remus, Jorge, "Un artículo más sobre Chapala, la angustia de Chapala", documento inédito, 1979.
- Martínez Reding, F., *Agua para Guadalajara*, Guadalajara, 1974.
- Paré, Luisa, *Los pescadores de Chapala*, UNAM, ITESO, El Colegio de Jalisco, Guadalajara, 1989.
- "Cuencas hidrológicas y ejes industriales: el caso de la cuenca Lerma-Chapala-Santiago", en *La cuenca del río Lerma-Santiago*, Relaciones, núm. 80. El Colegio de Michoacán, Zamora, 1999.
- Sánchez de Velasco, Abraham (ed.), *Guadalajara: abastecimiento de agua potable 1961-1964*, Guadalajara, 1974.
- "La salud del ecosistema lacustre", *El Occidental*, Guadalajara, 14 de febrero de 1984.
- Universidad de Guadalajara, *Jalisco a futuro. Construyendo el porvenir 1999-2025*, Universidad de Guadalajara, Guadalajara, 1999.



LIBRERÍA UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA

Escorza 83-A

Zona Centro

44100 Guadalajara, Jalisco