

Estudios de la cuenca del río Santiago. Un enfoque multidisciplinario

Estudios de la cuenca del río Santiago. Un enfoque multidisciplinario



Salvador Peniche Camps
Manuel Guzmán Arroyo
Compiladores

Estudios de la Cuenca del Río Santiago. Un enfoque multidisciplinario

SALVADOR PENICHE CAMPS
MANUEL GUZMÁN ARROYO
COMPILADORES

En portada foto por Roberto Maciel

ISBN 978-968-5876-51-3

Enrique Díaz de León 514-2 colonia Americana Guadalajara, Jalisco.

Teléfono/fax: 01 (33) 38259441

www.tonocontinuo.com.mx/paramo



Prefacio

Los estudios sobre las cuencas hidrológicas son importantes por que ofrecen una oportunidad para construir el conocimiento de los espacios locales desde diversas perspectivas, integrando saberes y acercamientos teóricos que difícilmente podrían ordenarse bajo otra perspectiva metodológica. Por ello, en el estudio de las cuencas, la multidisciplinariedad se convierte en un medio (que no una finalidad) para entender los procesos que caracterizan el desarrollo de los diversos fenómenos que se interrelacionan en el tiempo y el espacio. En los materiales que se presentan cada experto intenta plantear un aspecto particular desde una perspectiva concreta construyendo la realidad como un todo.

La cuenca, como unidad de estudio, ofrece la posibilidad de conformar una lógica de desarrollo que posiciona al medio ambiente en el centro del debate. En esto consiste la esencia de la economía ecológica como paradigma científico. La cuenca del río Santiago resulta un excelente objeto de estudio para la economía ecológica. A través de los años, los investigadores del ramo han privilegiado el estudio de otras regiones dejando al occidente en una especie de vacío conceptual. El análisis de los problemas de la cuenca Lerma Chapala se han centrado en el estudio del lago de Chapala y de la cuenca del río Lerma, quizás por la importancia estratégica que les caracteriza. Sin embargo, debido al incremento del peso específico de la Zona Metropolitana de Guadalajara y del occidente mexicano

en general, últimamente ha revivido el interés por esta subregión. En particular, los problemas vinculados a los impactos sociales y económicos de la contaminación del río Santiago, han obligado a los especialistas a reconocer la falta de profundidad en la investigación en la zona y la necesidad de construir el espacio desde las diversas perspectivas. Lo anterior, con el objeto de adelantar propuestas que contribuyan con los esfuerzos por revertir las dinámicas destructivas que caracterizan a la región y por minimizar los efectos negativos que tiene la crisis ambiental de la cuenca sobre las poblaciones. La discusión sobre las causas de la muerte del niño Miguel Ángel López a principios de 2008, al beber agua contaminada con arsénico, del río Santiago, ha reanimado al discusión sobre la necesidad de revisar el modelo de gestión hidrológica para lo cual es necesario una visión más profunda de su cuenca. A tal contexto responde la publicación del presente volumen que pretende continuar como proyecto de investigación con otras publicaciones que aborden temas más específicos sobre la cuenca del río Santiago en los estados de Jalisco y Nayarit.

Deseo agradecer a las autoridades del Centro Universitario de Ciencias Económico Administrativas (CUCEA), al jefe de Departamento de Economía, doctor Martín Romero Morett, al director de la División de Economía y Sociedad, doctor Abelino Torres Montes de Oca y en especial a los rectores, Dr. J. Jesús Arroyo Alejandro del CU-

CEA, Dr. Raúl Medina Centeno del Centro Universitario de la Ciénega y al Dr. J. de Jesús Taylor Preciado del Centro Universitario de Ciencias Biológicas y Agropecuarias, y al Mtro. Rogelio Campos Cornejo, Coordinador de la Dirección General de Medios UDG, por haber creído desde el principio en el libro que se presenta y en su concepto multidisciplinar e incluyente, rasgo ciertamente extraño dentro de la literatura académica tradicional. Sólo con la valentía intelectual que requiere el apoyo a proyectos innovadores se puede, parafraseando a Marx, avanzar por los sinuosos caminos de la ciencia.

SPC

Introducción

I.- La problemática socio ambiental que se abate sobre la cuenca del río Santiago es el tema central de este conjunto de trabajos coordinados por los investigadores Salvador Peniche Camps y Manuel Guzmán Arroyo.

Dicha cuenca inicia su curso en el lago de Chapala, atraviesa buena parte del territorio jalisciense y del vecino estado de Nayarit hasta verter sus aguas en el océano Pacífico. En ese trayecto se localizan asentamientos humanos tan importantes como la denominada zona metropolitana de Guadalajara y los corredores industriales de los municipios de El Salto y Juanacatlán. Además, alrededor de este espacio hidrológico se desarrolla una intensa actividad agropecuaria sobre la que se sustenta, en buena medida, el desarrollo económico de la región.

La estrategia para alcanzar la prosperidad económica en esta región no contempló mantener la indispensable preservación y el mantenimiento ambiental. La premisa de alcanzar el crecimiento económico a toda costa olvidó o marginó los compromisos con la naturaleza. El desastre ecológico es hoy una de sus características distintivas.

El grave deterioro ambiental de la cuenca del río Santiago — que para algunos se inicia en los años setentas — sufre el consecuente pasmo de las autoridades públicas estatales, la indiferencia de las federales electas en el año 2006 y la impotencia de las autoridades municipales. El panorama resulta no sólo desolador en cuanto al cuidado

y preservación de la riqueza natural y de la vida vegetal y animal que anima este ecosistema, sino ominoso en cuanto se le relaciona con la población que habita en sus márgenes o inmediaciones. Los resultados de la ineficiente utilización y gestión, así como del dispendio y abuso del conjunto de recursos naturales con los que está dotada la cuenca, están a la vista: actividades económicas en riesgo, poblaciones en vilo; carencia e insuficiencia de instrumentos de intervención pública para la gestión del agua en particular y de los recursos naturales en general.

II.- Para analizar esta compleja situación, los coordinadores de esta selección proponen, primero, la concurrencia de distintas disciplinas. Por lo tanto aquí se encuentra la perspectiva del economista, del biólogo, del sociólogo, del historiador, entre otros. La diversidad disciplinar permite al lector desarrollar una visión amplia de los diversos fenómenos social-económico-político-ambientales que confluyen e integran la problemática de esta región o espacio hidrológico.

III.- En este contexto, las preguntas se multiplican: ¿Qué significado tienen conceptos como riqueza natural o espacio hidrológico? ¿Cuál es la microhistoria del uso y utilización del agua de la cuenca en los distintos espacios que conforman esta región? ¿Cómo se utilizó esta fuente de poder económico? ¿Cuáles son sus limitaciones? ¿Cómo se relaciona ese proceso con los patrones de acumulación económica seguida en el Valle de Atemajac? ¿De qué ma-

nera justifica el gobierno proyectos como el de Arcediano? ¿Qué argumentos se esgrimen para estar en contra de la construcción de la presa de Arcediano? ¿Cuáles son las opciones para abastecer de agua potable a la zona metropolitana de Guadalajara? ¿Que grados de contaminación se encuentran en los ríos Zula y Santiago? ¿Que situación guarda la contaminación del aire en Zapopan? ¿Qué ponen en riesgo? ¿Cuales son las políticas públicas implementadas para atender todos y cada uno de los problemas que presenta la cuenca del río Santiago? ¿Cuál es la respuesta ciudadana?

IV.- Todas esas cuestiones tienen, cuando menos esbozadas, algunas respuestas.

El trabajo de Maciel, Peña, Guzmán, Peniche y Michel intitulado “Impactos ambientales y opciones de solución en el río Grande de Santiago, Jalisco” establece un diagnóstico inicial a la problemática de estudio.

Existen respuestas de carácter conceptual como las de Reyes, Alvarado y Curiel, que en su trabajo sobre “La calidad del aire en Zapopan”, a propósito del concepto de riqueza natural, indican que:

Los recursos naturales se consideran como una riqueza o capital natural y su uso, conservación y restauración son materia de reflexión social donde el tema del medio ambiente se vuelve materia de análisis económico, político y social, con el objeto de lograr la conquista ecológica para el futuro.

En ese mismo sentido Ana Rosa González García propone, en relación con el concepto de espacio hidrológico, que:

El principal reto al estudiar el espacio hidrológico no es tanto definirlo: también hay que entender cómo funciona; es decir, no sólo se trata de explicar las condiciones hidrológicas, sino de comprender los distintos aprovechamientos que la sociedad ha hecho del mismo, dependiendo de la época y la or-

ganización social. El concepto de espacio hidrológico parece interesante porque nos permite entender que no sólo es necesario tomar en cuenta los factores ambientales sino también los sociales

Justamente a ese propósito dedica la maestra González García su trabajo “Estrategias y control del agua en Guadalajara, siglo XIX: el caso de las industrias textiles”. En éste, la atención se centra en estudiar las estrategias seguidas por un grupo social y económico muy destacado de la ciudad de Guadalajara (el de los empresarios y comerciantes, y de textiles) y que les permitieron, a lo largo del siglo XIX y primeras décadas del XX, controlar una de las más importantes zonas hidrológicas del Valle de Atemajac. La razón del porqué conocer las estrategias de este grupo radica en que hay una vinculación muy directa entre el control de los recursos hídricos y la evolución del capital. El agua fue uno de los elementos más importantes para la consolidación de este sector productivo y contribuyó en la generación de actividades productivas como el transporte y la electricidad. De ahí el interés de los dueños de estas fábricas por expandir su domicilio y control hacia zonas cada vez más lejanas, pero que tenían en común el agua. González García concluye:

El agua fue para los empresarios textiles un elemento de múltiples significaciones. Por un lado no sólo se convirtió en un elemento necesario en la producción textil; sino que a partir de la diversificación de los usos del agua se podía obtener de ella otro tipo de valores: como la generación de energía mecánica, después eléctrica; además de poder dominar una importante zona productiva de la ciudad en que se incluían pequeños propietarios, dueños de haciendas, ranchos y hasta molinos. En la medida en que estas empresas concentraban capital, también concentraban recursos naturales, permitiendo que al mismo tiempo se diversificaran sus negocios. En otras palabras, dimos cuenta del proceso de mercantilización del agua dentro de la producción textil a lo largo del siglo XIX.

Desde la perspectiva de la contaminación se presentan los trabajos de Morales del Río, Salcedo Olide y Ramírez Lara “La contaminación del río Zula”; “La calidad del agua en el río Santiago” de Arroyo, Peniche, Hernández y García; “Aguas abajo o Respirar Veneno en Juanacatlan” de Cindy Mc Culligh. Ésta última inicia su excelente trabajo con una anécdota: “Está grueso” fue lo que exclamó el gobernador de Jalisco Emilio González Márquez al presenciar la contaminación del río Santiago a su paso por la población de Juanacatlán. Y Mc Culligh señala que “Arsénico, plomo, ácido sulfhídrico, lodos, son algunos de los compuestos químicos que están presentes. El ácido sulfhídrico destaca por su impacto en la salud y bienestar de los moradores adyacentes a la ribera de El Salto y Juanacatlán. Mc Culligh destaca esos componentes químicos y también la presencia indeseable de otro no menos fatal: la desidia, la estulticia e incapacidad de los distintos niveles de gobierno – principalmente el del gobierno estatal – para enfrentar la problemática de la contaminación, y que se expresó de manera trágica con la muerte del niño Miguel Ángel López Rocha. Por su parte, la contaminación del río Zula, contribuyente del Santiago, que resulta de la combinación de los residuos líquidos, o bien aguas portadoras de residuos, procedentes tanto de residencias como de instituciones públicas y establecimientos industriales y comerciales, a las que pueden agregarse, eventualmente, aguas superficiales y pluviales, junto a otros fenómenos – como la sequía- han causado que muchas de las especies de organismos vivientes que en él habitaban de manera normal, desaparecieran, como el pescado blanco; o se encuentren en peligro de desaparecer, como las garzas, o bien de emigrar a otros sitios como es el caso de la aboceta americana.

A su vez, en el río Santiago se encuentran altos índices de concentración de fósforo por lo que resulta razo-

nable deducir que “el problema de eutrofización que actualmente prevalece en las cuencas hidrológicas del país continuará su grado de avance en los próximos años. El hecho, según los autores de “La calidad del agua en el río Santiago...” es que:

En el futuro el país tendrá que necesariamente que pagar costos sumamente elevados de saneamientos de cuencas y restauración de lagos y cuerpos de agua, si es que se desea realmente crear un desarrollo sustentable y proteger los bienes de la nación para garantizar la salud y supervivencia de las generaciones futuras.

Para complementar esta visión de la contaminación e tierras y aguas, se presenta el trabajo de Reyes, Alvarado y Curiel “La contaminación del aire en Zapopan” en donde los autores destacan el impacto de los parques industriales en la calidad del aire en ese importante municipio que forma parte de la denominada zona metropolitana de Guadalajara en el estado de Jalisco. Este análisis destaca que:

El proceso de industrialización cobró auge en el municipio a partir de la firma tanto del TLC como del Acuerdo de Cooperación entre México y la Unión Europea. La transformación industrializante que se observa en el municipio de Zapopan tiene sus riesgos; generará además de la esperada riqueza también problemas de tipo ambiental (...) situación que las instancias gubernamentales deberán tomar en consideración para la planeación integral del municipio.

Asimismo, se destaca el hecho de que la normatividad existente sobre el tema no ha sido suficiente para revertir esa preocupante contaminación. Y advierten: es la hora del municipio: en su caso, Zapopan tendrá que tomar decisiones en un futuro inmediato.

Evidentemente, buena parte de la problemática que se cierne sobre la cuenca del río Santiago se relaciona con temas urbanos como los abordados por Riojas y Alarcón con respecto la crecimiento en la Zona Metropolitana de

Guadalajara (“El crecimiento urbano, el uso del espacio y la cuenca: El río Atemajac de cara al siglo XXI”) y por Venegas y Castañeda sobre el abasto de agua, en el texto “Distribución del agua potable en la zona metropolitana de Guadalajara: desigualdad y perturbación ecológica” Estos autores tratan de ofrecer algunas respuestas a cuestiones como ¿Qué es el desarrollo sustentable?, ¿Cuál es el enfoque adecuado para abastecer de agua a las ciudades?, ¿De oferta o de demanda?, ¿Cuál es la relación entre crecimiento urbano y el abastecimiento de agua potable?, ¿Cómo controlan los grupos sociales y políticos el abasto y distribución del agua?, ¿Por qué existe un reparto inequitativo del agua?, ¿Qué relación existe entre pobreza y disponibilidad de agua?, ¿Qué criterios señala el INEGI para clasificar la disponibilidad de agua en las viviendas?, ¿Cómo se traduce esta disponibilidad en términos geográficos en la ZMG?, ¿Qué es la gestión ecosistémica de los ríos?, ¿Cabe hablar realmente de ciudades sustentables?, ¿O hay que ver a las ciudades como parásitos que chupan energía y materiales, y excretan residuos?

Esta clase de cuestionamientos son los que se abordan en relación al proyecto de mejorar el abasto de agua a la zona metropolitana de Guadalajara mediante el proyecto de la construcción de la presa de Arcediano en “A vuelo de pájaro: el proyecto Arcediano”, de Guzmán, Peniche y Maciel; y “¿Por qué Arcediano?” de Peniche y Guzmán. En éste último, sus autores subrayan que en el cuestionado proyecto, dada

(...) la ausencia de la aplicación de las leyes ambientales y sanitarias, la ineficiencia de los sistemas de tratamientos de aguas urbanas, la inexistencia de sistemas de tratamiento de aguas industriales y pecuarias (plantea que) existen grandes dudas sobre la posibilidad de que la calidad del agua sea la adecuada para el uso humano.

Finalmente, los textos de Guzmán, Orbe, Maciel Peña y Michel “El impacto de la PH Aguamilpa en las especies pesqueras de la cuenca Baja del río Santiago” y “La fauna acuática del río Santiago: curso medio y bajo antes del llenado de la PH Aguamilpa”, exponen una visión limnológica del problema del deterioro ambiental en la región y su vida acuática.

V.- Esta es una posible lectura de este libro. Desde mi formación de economista es la que hago. Pero otras muchas son posibles, dado el carácter interdisciplinario de estos análisis. El lector tiene la posibilidad de leer este trabajo como cualquiera de las mejores obras literarias – pienso en Rayuela, de Cortázar -: de atrás para adelante, a partir de en medio... Al final los resultados son los mismos.

Finalmente, no está de más señalar que a pesar del avance en materia de sensibilización de la opinión pública sobre el grave deterioro ambiental, aquella dispone de una dispersa, fragmentada y, a veces, intencionada información sobre el tema. Una ciudadanía mejor informada sobre conceptos como cambio climático, sensibilidad climática, sostenibilidad ambiental, gobernanza o gestión ambiental, entre otros, estaría en la posibilidad de conformar una visión sobre la cuestión ambiental y desde luego sustentar una posición política al respecto. Los trabajos de investigación académica que contribuyan a tal propósito son bienvenidos. Tal es el caso de este libro.

FRANCISCO GARCÍA ROMERO
MARZO 2009

A vuelo de pájaro: *El Proyecto Arcediano*

¹MANUEL GUZMÁN ARROYO

²SALVADOR PENICHE CAMPS

³ROBERTO MACIEL FLORES

¿Que veríamos si realizáramos un vuelo sobre los elementos geográficos regionales que conforman el “Proyecto de la Presa de Arcediano”?

Iniciamos el vuelo en Los Altos, en los municipios de Atotonilco y Arandas, por donde pasa el río Zula, fuertemente impactado por las descargas municipales, de las fábricas de tequila y de las granjas de cerdos y pollos. Todo un potencial económico de la región, pero con un grave déficit de plantas o de sistemas de tratamiento de los desechos, o de ambos, desechos que van a dar a sus afluentes y luego al río (uno de ellos llamado el matavacas). Los residuos le confieren un desagradable olor y en algunos tramos producen espuma blanca. En su recorrido, el río Zula pasa por diversas poblaciones antes de llegar a Ocotlán, donde recibe descargas municipales e industriales antes de unirse al río Santiago; la renovada planta de tratamiento no cubre completamente la demanda de la población y menos aun la de la industria.

Una presa construida en los años cincuentas sobre el río Santiago, afortunadamente, le impide al río Zula el paso hacia el lago de Chapala, por lo que fluye hacia el río Santiago, muy a pesar de lo que dicen las autoridades del agua (CNA y CEA).

¹Centro Universitario de Ciencias Biológicas y Agropecuarias. UdeG.

²Centro Universitario de Ciencias Económico y Administrativas. UdeG.

³Centro Universitario de Ciencias Exactas e Ingenierías. UdeG.



Fig. 1. Los Ríos Santiago y Zula, la presa y la planta de bombeo en Ocotlán y la circulación de los ríos. (Fuente: Guzmán)

Junto a la presa⁴ se encuentra la Planta de Bombeo de Ocotlán en operación, a pesar de la promesa de cerrarla que hizo el gobierno cuando se construyó el acueducto Chapala - Guadalajara. En este punto el río Santiago gira y fluye hacia el Oeste, llevándose las aguas del Zula.

El corredor industrial se inicia en Ocotlán y se continúa en Poncitlán, donde la mayor parte de las poblaciones y las industrias tienen plantas insuficientes para el trata-

⁴Durante las inundaciones del 2002, la presa tuvo que ser dinamitada para permitir el paso de las aguas del Río Zula hacia el lago de Chapala, ya que habían inundado gran parte de la Cd. de Ocotlán.

miento del agua, al igual que las granjas de pollo, cerdos y ranchos: el declive de la cuenca hace que todos los desechos fluyan hacia el río. En Poncitlán vemos una presa mediana con 20 compuertas. Esta presa, según las fuentes oficiales, regula el nivel del lago, pero hace más de 50 años que se encuentra en completo estado de abandono.

Ahora volamos sobre el deshuesadero de los ferrocarriles, en la ribera sur del río Santiago, antes de llegar a la población de Atequiza. Este basurero de 1.25 Km de largo se encuentra entre la vía del tren México – Guadalajara y el río Santiago, al cual escurren los desechos metálicos de las piezas, ruedas y vagones (óxidos, aceites, grasas, etc).

Un poco más adelante, cerca de Atequiza, en el poblado de Corona, vemos la presa Corona, que es un pequeño dique diagonal al río. Dicho dique parece insignificante pero en realidad se trata de una presa derivadora que no almacena el agua pero desvía toda la que le llega a cuatro canales: tres de ellos son de riego, pero uno es el viejo Acueducto Atequiza-Guadalajara, construido en los años



Fig. 2. Deshuesadero de Ferrocarriles Nacionales junto al río Santiago. (Fuente: Google Earth, 2007)



Fig. 3. La presa Corona y los canales de derivación, (Fuente: Google Earth, 2007)

cincuentas y que continúa funcionando a pesar de que se dice lo contrario.

¿Porque no hay suficientes plantas de tratamiento en el río Zula y en el primer tramo del río Santiago?

A partir de ahí el río gira hacia el Norte y entra a diversas poblaciones, de las cuales las más importantes son el Salto y Juanacatlán y en especial la zona industrial, donde también hay una seria carencia de plantas de tratamiento. Ahí se encuentra una presa que tenía como función regular el agua para su uso en la antigua y abandonada Central Hidroeléctrica del Salto, que sirve también de puente entre estas poblaciones.

La famosa cascada de El Salto de Juanacatlán, hace tiempo que pasó a la historia: el chorro de agua amarilla y pestilente que ahora cae, genera una nube de espuma que el viento dispersa en copos como de nieve. El río continúa, cubierto de espuma, en su camino hacia la barranca.

Muy cerca de ahí vemos la presa del Ahogado, teñida de colores y tonalidades impropios de un cuerpo de agua. A lo lejos se ve la presa de Las Pintas, que recibe el agua de los dos acueductos (el de Chapala y el de Atequiza) antes de enviarla a la planta potabilizadora.

Entramos ya a la barranca que forma el río Santiago antes de dar un nuevo giro hacia el Oeste rodeando la Zona Conurbada de Guadalajara; las colonias de los diversos municipios llegan hasta el borde de la barranca y se alcanza a ver los drenajes que vierten directamente sobre el río. También vemos las diversas presas que se construyeron con el fin de generar energía eléctrica para Guadalajara. Ha desaparecido el puente de Arcediano; sólo se ve el río Verde que se junta con el Santiago, aguas de muy diferente color. Un poco más allá están las obras en la zona, caminos y brechas, maquinaria.

Es imposible el control total de las descargas de la ZMG hacia el río Santiago, por la dispersión de las mismas y la muy irregular topografía de los bordes de la barranca.

En cuanto al tratamiento, hay dos aspectos que deducimos de nuestro vuelo: ni las aguas altamente contaminadas del río Zula ni el primer tramo del río Santiago, con todo un corredor industrial que lo contamina, se han considerado; es hasta El Salto-Juanacatlán y en la presa del Ahogado donde se construyen plantas de tratamiento para aguas industriales y urbanas.

Por otra parte, ¿por qué los ciudadanos tenemos que pagar el costo de las plantas de tratamiento de las aguas industriales, si de acuerdo con la ley son las industrias las responsables de la contaminación? El mentiroso lema “El que contamina paga” no es más que un *slogan* político publicitario. Pero eso no es todo: además de pagar el costo de dichas plantas, los ciudadanos debemos sufrir su inefi-



Fig. 4. Las poblaciones de Juanacatlán y el Salto, el río inicia su recorrido por la barranca. (Fuente: Google Earth, 2007)

ciencia: las costosas plantas de tratamiento de la zona industrial que verterán sus “aguas tratadas” hacia la presa del Ahogado, ya no lo harán en el río Santiago, sino en el lago de Cajititlán, lo que dañará severamente el ecosistema y las poblaciones circundantes: pobladores, pescadores, turistas y fraccionamientos de lujo que ahí existen, además de las tierras y productos de los distritos de riego que utilizan el agua de este lago natural. Se piensa que con esta maniobra disminuirá la carga contaminante que recibirá la presa de Arcediano. ¡Qué poca confianza en los sistemas de tratamiento contratados!

Del agua que salga de la presa de Arcediano, se perderá algo así como 45% en las tuberías del sistema de distribución de la Zona Metropolitana de Guadalajara⁵. Un líquido cuya calidad se puede deducir del corrupto recorrido descrito.

A pesar del proyecto de Arcediano, se continuará extrayendo agua de Chapala para abastecer la Zona Metropolitana de Guadalajara a través de los dos acueductos: el de Ocotlán (vía canal de Atequiza) y el de Chapala. Y lo inconcebible: que la planta de bombeo de Ocotlán seguirá enviando agua de Chapala por el Santiago hasta la misma presa de Arcediano, donde se espera que su mejor calidad diluya el brebaje diabólico que baja del río Santiago. Difícil de creer.

Nota: Una versión preliminar de este documento fue publicada en la Gaceta Universitaria de la Universidad de Guadalajara N° 506 con fecha del 19 noviembre del 2007, página 15.

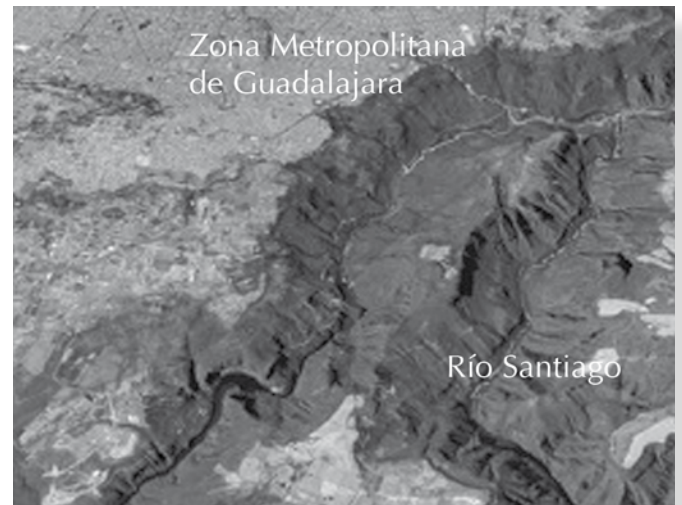


Fig. 5. La parte Sur de la Zona Metropolitana de Guadalajara, la Barranca, el río Santiago y el río Verde. (Fuente: Google Earth, 2007)

⁵Documentado por el propio Gobierno del Estado en el “Proyecto Japonés”.

Impactos ambientales en el Río Grande de Santiago Jalisco

ROBERTO MACIEL-FLORES

LAURA E. PEÑA GARCÍA

MANUEL GUZMÁN ARROYO

SALVADOR PENICHE CAMPS

HÉCTOR C. MICHEL PARRA

INTRODUCCIÓN

Según la historia, la presencia de grupos humanos se da en función íntima con los cuerpos de agua (CA). De la misma manera, la degradación, la existencia y calidad de estos está en función de la cultura de respeto al medio ambiente de los pueblos.

La mayoría de las zonas urbanas de México se inicia antes de la llegada de los españoles, según confirman los vestigios arqueológicos.

El crecimiento acelerado de México, iniciado en 1800, parece explicarse por el auge alcanzado en la ganadería, la agricultura y el comercio; en 1870, el desarrollo comercial favoreció el crecimiento de las ciudades. Las sudichas actividades florecieron gracias a que se contaba con recursos naturales indispensables, como el agua. El crecimiento se vio frenado al estallar el conflicto armado de 1910, así como el fin del porfiriato, que había favorecido el desarrollo. A partir del gobierno del general Lázaro Cárdenas (1934-1940) se inicia la recuperación, que repunta durante el sexenio de Miguel Alemán (1946-1952).

Con la expansión de las manchas urbanas, el suelo fértil y altamente productivo se ha visto cubierto, cada vez más, de concreto y otros materiales impermeables; y los arroyos, antaño portadores de agua potable, convertidos en canales de aguas negras, aguas residuales domésticas e industriales. Asimismo se ha modificado la topografía de

los terrenos, ahora de pendientes suaves, para dar paso a vías comunicación.

Antecedentes

Las poblaciones de México se originaron cerca de cuerpos de agua, como el río Grande de Santiago, y gracias a la fortaleza de este recurso creció la mayoría de ellas. Pero al paso del tiempo las principales cuencas, incluyendo ríos, arroyos, lagos y lagunas, así como en algunos casos las aguas subterráneas, fueron contaminadas.

En el caso específico de la Zona Metropolitana de Guadalajara, al crecer la ciudad, así como las actividades inherentes, aumentó la demanda del agua. La sabiduría del pueblo busca ahora la forma de proteger el aspecto cuantitativo y cualitativo del recurso antes de tener que lamentar una contingencia ambiental por su deterioro.

En la actualidad, la región central del País, comparada con la del norte, presenta mayores problemas de congestión urbano e industrial, con tendencia a agravarse, dado que crece alrededor de 700 hectáreas por año. Al parejo de las carencias de suelo urbano, viviendas, agua, transporte y áreas verdes, se observa un notable deterioro ecológico. Antaño se consideraba que el ecosistema sobre el cual se asentaban los primeros pobladores tenía la capacidad de amortiguar todos los impactos generados por sus

moradores; pero en la actualidad no sólo se ha rebasado esta capacidad sino que también se ha afectado ecosistemas vecinos, de los cuales se obtienen diversos satisfactores, como es el caso del agua

Obviamente, las poblaciones crecieron en su mayor parte sin considerar la filosofía del desarrollo sustentable (de creación reciente), sin leyes ambientales que rigieran las tradicionales formas de explotación de los recursos, sin la aplicación de una política de desarrollo sustentable, sin que los constructores dispusieran de un atlas de riesgo, y sin conciencia urbanista.

Principales cuerpos de agua

Es difícil decir cuál de los cuerpos de agua es más importante desde el punto de vista ambiental: el superficial, el subterráneo, los esteros, los ríos, las lagunas o los lagos. La interrupción de cualquiera de ellos implica la afectación de un ecosistema, dada su estrecha relación con la fauna acuática, terrestre y aérea, lo mismo que con la vegetación acuática y terrestre. De igual forma, el agua que inicia su migración hacia un acuífero es vital para una gran cantidad de fenómenos ambientales, como el intemperismo de la roca, la alimentación de las plantas y las reacciones químicas que se desarrollan en este espacio.

La contaminación existente en la mayor parte de los cuerpos de agua de México, -el río Lerma Santiago, principal cuenca del País y de muchos otros- ha generado problemas de salud no sólo para los habitantes de sus márgenes, sino también para quienes consumen los productos que utilizan las aguas contaminadas. Tal es el motivo del presente trabajo.

Al considerar la restauración de un CA es necesario pensar no sólo en mejorar la calidad química del agua, sino

en el tratamiento que debe darse a la fauna actual y a la potencial que estará asociada a dicho cuerpo de agua. En estas materias, además de considerar la biodiversidad, es fundamental tomar en cuenta la población.

USOS ACTUALES DE LOS CUERPOS DE AGUA

La explotación y el aprovechamiento de los CA generan una serie de impactos ambientales que afectan a casi todos los factores del medio físico de la zona. En algunos casos se trata de impactos irreversibles por lo que es necesario, con base en la legislación ambiental vigente, poner en práctica medidas que aminoren sus efectos. Para lograr la restauración de un CA es necesario desarrollar un proyecto de trabajo e integración que abarque todos los elementos del medio físico, es decir, debe ser de carácter multi, ínter y transdisciplinario.

Para conocer el estado actual de una localidad en donde se ubique un CA, se debe de efectuar una serie de actividades previas que incluye el diagnóstico ambiental de la microcuenca objeto del proyecto. Con estos resultados es posible definir las obras y acciones que deben ejecutarse. Estos elementos, además, ayudan a determinar la viabilidad de la continuidad de la obra y en su caso proponer las formas de aprovechar un recurso natural en una localidad específica, sin comprometer la actividad productiva del sitio para generaciones futuras, con lo cual se cumple con el principio de desarrollo sustentable (ONU, 1990).

Para estudiar el problema ambiental de un cuerpo de agua, es necesario analizar las variables asociadas con él:

a) Los CA son actualmente usados para los siguientes propósitos:

- 1) Agricultura, Ganadería y Pesca
- 2) Saneamiento

- 3) Abastecimiento para la población
- 4) Industria
- 5) Desarrollo urbano
- 6) Generación de energía eléctrica
- 7) Transporte
- 8) Actividades deportivas, recreativas y turismo (áreas naturales)
- 9) Actividades religiosas
- 10) Desarrollo y aprovechamiento de la vida silvestre (vivero o criadero)
- 11) Protección de la biodiversidad y
- 12) Zona de descarga de residuos sólidos o líquidos.

2.1.- Salud ambiental.

Varios autores han definido en foros diversos, como en la Declaración de Río (Orozco 1997), el concepto de Salud Ambiental. El que aquí se cita, y se emplea en el presente trabajo, es de Corey (1988):

El concepto general que incorpora aquellos planteamientos o actividades que tienen que ver con los problemas de salud asociados con el ambiente, teniendo en cuenta que el ambiente humano abarca un complejo contexto de factores y elementos de variada naturaleza que actúan favorablemente o desfavorablemente sobre el individuo. Además de la calidad ambiental, que condicionará el mayor o el menor riesgo de enfermarse, la calidad del medio se refiere también al tipo de factores sociales, culturales, económicos y políticos prevaletentes y a la naturaleza de otros numerosos factores ambientales.

Esta definición fue seleccionada en virtud de que considera los factores ambientales y el riesgo de enfermarse que corre la población, que finalmente es el elemento de estudio.

Antaño, los pobladores de las zonas urbanas usaron los CA de tal manera que generaron las condiciones para que en el futuro se presentaran conflictos o contingencias ambientales. Esta situación se debió, en parte, a que no existía una normatividad específica para dicho uso, y aún no se contaba con el concepto de Salud Ambiental y los principios de Desarrollo Sustentable.

Según una de las últimas ediciones de la Organización Panamericana de la Salud (OPS), publicada en el libro *La Salud de las Américas*, (edición 2002, Volumen I): “El sector salud debe vigilar, tomar medidas y abogar por la seguridad del ambiente físico y social, así como velar por la evaluación adecuada de las acciones dirigidas a lograr el desarrollo humano sostenible, a la vez que toma en cuenta las repercusiones ambientales y sociales en la salud de la población y, en particular, la de sus miembros más vulnerables”. Las condiciones ambientales prioritarias para el análisis y la intervención en los países de las Américas son muchas. Entre estas se cuentan la calidad de los servicios de agua y saneamiento, el manejo adecuado de los residuos sólidos, las condiciones de la vivienda, las consecuencias a corto y largo plazo de la contaminación química y física del ambiente, y las condiciones en el trabajo.

Las demandas de servicios de agua y de saneamiento están directamente relacionadas con el desarrollo urbano dado que este determina la magnitud y velocidad de la provisión de servicios de agua potable, las conexiones a los sistemas de alcantarillado para la eliminación de aguas residuales y los mecanismos para la disposición de residuos sólidos. En la Sección I de la Agenda 21 sobre “dimensiones sociales y económicas” se destaca que la eliminación de la pobreza y la protección y promoción de la salud son elementos fundamentales del desarrollo humano sostenible

Entre 1998 y 2000, los países de las Américas realizaron tres foros para establecer lineamientos de los ministerios de salud sobre el desarrollo institucional de las unidades de salud ambiental. En ellos identificaron la necesidad de asumir la responsabilidad de establecer objetivos dirigidos al desarrollo humano sostenible por medio de la determinación de prioridades y acciones regulatorias para disminuir los riesgos asociados a las condiciones ambientales y de patrocinar la cobertura universal de los servicios de agua y saneamiento, así como la disposición de residuos sólidos, entre otros.

Como consecuencia de las discusiones promovidas a partir de los foros ministeriales de salud y ambiente de América Central (1996) y Canadá (2001), los países acordaron concentrar sus actividades en cinco áreas: intersectorialidad, descentralización, sistemas de información, participación social y cumplimiento de compromisos acordados en las conferencias internacionales. Los informes revelan que hay un mayor interés en profundizar el conocimiento sobre las relaciones potenciales entre la salud y el ambiente. Este reconocimiento es evidente en los estudios que ejecutan diversos organismos gubernamentales y no gubernamentales sobre exposición de la población a situaciones de riesgo ambiental, así como en las acciones emprendidas para fortalecer las capacidades normativas, regulatorias y resolutivas de la autoridad sanitaria nacional, inclusive el establecimiento de sistemas de vigilancia de la salud ambiental y de prevención y control de los efectos adversos a la salud.

Aguas residuales y excretas

En América Latina y el Caribe, 241 millones de personas (49%) tienen acceso a conexiones domiciliarias de sistemas habituales de alcantarillado y 152 millones (30%) son

atendidas por sistemas de saneamiento in situ, tales como fosas sépticas, pozos negros y letrinas. Sólo 14% de las aguas residuales recolectadas por alcantarillado reciben tratamiento antes de su descarga. Esto representa un gran desafío en relación con el saneamiento y la contaminación de los recursos hídricos. No obstante, en América Latina y el Caribe, un habitante de la zona rural tiene una probabilidad cinco veces menor de acceder a servicios de saneamiento que un habitante de la zona urbana (50% y 10%, respectivamente).

Contaminación del agua

Se calcula que en 1998, América Latina y el Caribe contaban con un total aproximado de 110.583 km³ anuales de recursos internos renovables de agua, que correspondían a 21.261 m³. En esta subregión, los problemas de contaminación de las fuentes de agua son numerosos. Entre las principales causas de esta situación se encuentran la concentración de actividades humanas: 60% de la población se concentra en 20% del territorio, así como la descarga de desechos sólidos y líquidos contaminados a ríos, lagos y mares.

Regulación de los servicios de agua y saneamiento

La mayoría de los países de esta región coinciden en la creación de instituciones ambientales, la redefinición de la organización y funciones de las que ya existen, y el establecimiento de fondos para la protección del ambiente. Se ha legislado también sobre el uso sostenible de los recursos naturales, se establecieron áreas protegidas y varios países aumentaron las penalidades por la comisión de delitos contra el ambiente. Asimismo, los países emitieron normas para el control de la contaminación del agua, el aire y los ruidos.

Por lo menos tres países crearon fondos especiales con el propósito de realizar inversiones en distintas esferas del medio ambiente, incluyendo la salud.

En México (2000), se dictaron normas para otorgar los subsidios del Programa de Desarrollo Institucional Ambiental y se establecieron pautas y estrategias generales para el desarrollo y la gestión ambiental de los recursos naturales por parte de las entidades administrativas del Gobierno Federal.

En varios países de América Latina y el Caribe se crearon áreas protegidas. Tal es el caso, por ejemplo, de Brasil (1997), Bolivia (2000), Chile (1997), Cuba (1998), Ecuador (1997, 1998), Guatemala (1997), Honduras (1997), México (1997, 1999), Nicaragua (1997), Panamá (1997), Perú (1997) y Venezuela (1997, 1999). En el caso del Perú, se instituyó el Sistema Nacional de Áreas Naturales Protegidas, y en Bolivia (1998) y Cuba (1999) se reglamentaron la organización y las funciones del Servicio Nacional de Áreas Protegidas y del Sistema Nacional de Áreas Protegidas, respectivamente.

Los países de la región también establecieron normas sobre la promoción de la salud ambiental, la educación y participación ciudadanas, y la regulación de las relaciones de las instituciones públicas con las privadas en materia ambiental, en cumplimiento de los compromisos internacionales asumidos sobre el tema.

Con respecto a las sanciones por delitos ambientales, en el Brasil (1998) se establecieron sanciones penales y administrativas a las conductas y actividades perjudiciales al medio ambiente. En Colombia (2000) y el Ecuador (2000), se agregaron al Código Penal disposiciones sobre crímenes contra el medio ambiente y la herencia cultural, y en Cuba (1999) se fortalecieron las sanciones por trans-

gresión a las disposiciones ambientales. En Canadá, la Ley Canadiense de Protección Ambiental (2000) creó nuevos derechos para la participación de la sociedad civil que incluyen el fortalecimiento de la capacidad de demanda por infracciones a sus disposiciones y el aumento del poder de los tribunales de justicia para resolver querellas que se sustenten en su aplicación. En México (2003) los delitos ambientales constituyen delitos graves. La Ley instituye el principio de que *quien contamina paga*.

También en relación con el régimen penal, México (1997, 1998, 1999) reglamentó las visitas de inspección en el Distrito Federal; por ejemplo, las auditorías ambientales (2000) sobre la conservación del medio ambiente, agua y alcantarillado, prevista en la Ley General del Equilibrio Ecológico. Asimismo, creó las Fiscalías Especializadas para la Atención de Delitos Ambientales y estableció las bases operativas del Servicio Nacional de Inspección y Vigilancia del Medio Ambiente y los Recursos Naturales, de la Procuraduría Federal de Protección al Medio Ambiente. En Honduras (1999), se creó la Procuraduría del Ambiente y los Recursos Naturales para representar al Estado en cuestiones relativas a ambos aspectos. En Venezuela (2000), se reglamentó la Defensoría del Pueblo para la promoción, defensa y fiscalización de los derechos y garantías establecidos en la Constitución, entre los cuales se encuentran los referidos al ambiente.

Varios países han reglamentado las actividades relacionadas con los servicios públicos de agua potable y alcantarillado. Tal es el caso, por ejemplo, de Bolivia (2000), Colombia (2000), México (1997 y 2000), Panamá (1997) y Paraguay (2000). En Costa Rica (1997) y el Perú (1997) se aprobaron normas sobre la calidad del agua potable que, en el caso del Perú, incluyen directivas para equipos de desinfección. En Belice (2000), Costa Rica (1997), El Sal-

vador (2000) y Honduras (1997), se reglamentó el vertido y uso de aguas residuales. En Nicaragua (1998), se dictó la Ley sobre Agua Potable y Alcantarillado, y en Chile (1998) se establecieron disposiciones sobre el tratamiento de las aguas residuales.

Efectos potenciales del agua y el saneamiento

Las deficiencias de cobertura de agua potable y desinfección de los sistemas de abastecimiento de agua, aunadas a una vigilancia sanitaria limitada, son factores generadores de constantes problemas de salud que requieren atención médica. La falta de servicios de saneamiento básico está directamente asociada con la incidencia y el predominio de enfermedades de origen hídrico y otros efectos en la salud de la población. Existe una relación inversamente proporcional entre la mortalidad infantil y el acceso al agua potable.

El manejo deficiente de los recursos hídricos, incluidas las descargas de aguas residuales sin tratamiento, junto a las limitaciones en la infraestructura de tratamiento del agua para consumo humano, contribuyen significativamente a deteriorar la calidad del agua que se distribuye a los usuarios. En particular, la Evaluación 2000 mostró que persisten limitaciones en la infraestructura para la desinfección del agua en algunos países de la región: los datos ofrecidos por seis de los países presentan coberturas de desinfección de entre 20% y 60%. Los sistemas adecuados de vigilancia y control de la calidad del agua son limitados en las áreas urbanas, e insignificante en las rurales: sólo 52% de la población urbana de la región de las Américas cuenta con sistemas efectivos de vigilancia de la calidad del agua, y dicho porcentaje disminuye a 24% para América Latina y el Caribe.

Agua y saneamiento en el desarrollo humano sostenible

La importancia de garantizar la salud ambiental ha sido recalcada recientemente en la Primera Reunión de Ministros del Ambiente de las Américas, en Montreal, Canadá, en marzo de 2001. En este contexto, se reconoce que el derecho a vivir en un ambiente digno y saludable requiere el acceso a servicios de agua de buena calidad y el manejo adecuado de excretas, aguas residuales y residuos sólidos. Las limitaciones e inequidades en estos servicios impiden el ejercicio de este derecho. Con motivo del Día Mundial del Agua 2001, el Secretario General de Naciones Unidas declaró: “El acceso a agua potable es una necesidad humana fundamental y, por eso, un derecho humano básico”.

Una de las tendencias que se observan en la región es la descentralización de los servicios de agua potable y saneamiento, que otorga mayor responsabilidad a los niveles locales en su administración, operación y mantenimiento. Otra tendencia importante es la búsqueda de una gestión integral del agua, incluido el manejo de los recursos hídricos en sus diferentes usos: el agua para el consumo humano, la seguridad alimentaria y la protección de los ecosistemas, con miras a contribuir a mejorar el manejo de las aguas residuales municipales e industriales, las opciones de riego, de uso de agroquímicos y plaguicidas, y la disponibilidad y calidad de agua. Estas tendencias se ubican dentro de las reformas del sector que se enfocan a mejorar la calidad de los servicios, reducir los costos, aumentar los ingresos, innovar la tecnología, aumentar las coberturas y promover una participación bien informada y responsable de los usuarios, con una actitud coherente con las premisas del desarrollo humano sostenible.

País	1991	1992	1993	1994	1995
México	2.690	8.162	10.712	4.059	16.430
1996	1997	1998	1999	2000	TOTAL
1.088	2.356	71	9	5	45.582

Casos de cólera notificados en México, 1991 – 2000.

En cuanto a incidencia de enfermedades hídras, en el periodo comprendido entre 1991 y 2000, se notificaron 1 275 230 casos de cólera en toda la región: 16.5% de los casos correspondieron a Guatemala, Nicaragua, El Salvador, Honduras y México. Ahora el dengue se incrementa en varias ciudades de la Republica Mexicana, donde tradicionalmente no se reportaban.

Un problema que complica la situación con respecto al cólera en las Américas es la emergencia de cepas del V. Cholerae resistentes a los antimicrobianos, en países como Argentina, Brasil, Colombia, México y Perú; también se han encontrado diversos grados de resistencia a la ampicilina, trimetoprima, sulfametoxazol, tetraciclina y cloranfenicol.

GEO-DINÁMICA DE LOS CUERPOS DE AGUA

Un CA puede, aparentemente, tener una vida infinita desde el punto de vista tiempo hombre; sin embargo es necesario considerar que las fuerzas geológicas internas y externas (vulcanismo, tectónica, erosión, movimiento de masas, emanación de gases o soluciones salinas, etc) pueden generar una modificación de los cauces (dirección, profundidad) o embalses de estos CA que incluso en forma natural hagan aparecer o desaparecer algunos de estos. Por citar un caso, la Laguna de San Marcos, Jalisco, se encuentra en estado de extinción debido a que, sencillamente, el hundimiento que se genera en la zona es más lento que el azolve que se da en la misma. De igual manera ocurre en la laguna de Chapala. En otros casos, como en

la cuenca de Zapotlán, esta dejó de ser una cuenca abierta para convertirse en una cuenca cerrada por la aparición del Volcán Apaxtepec, situación similar a la ocurrida en otras regiones de México.

La acción del hombre también es responsable de la desecación de algunos cuerpos de agua. Es el caso de la mitad del lago de Chapala, desecado para usar una parte como terrenos de cultivos. Aguas arriba se han construido una serie de presas que han modificado los escurrimientos naturales, que han desecado ciertas zonas y provocado impactos ambientales irreversibles. El relleno de estas presas con sedimentos genera, de igual forma, problemas ambientales negativos de gran magnitud.

JUSTIFICACIÓN DEL PRESENTE ESTUDIO

El concepto de desarrollo sustentable es la expresión más apropiada para definir las mejores relaciones de vida de una sociedad con su medio ambiente, manteniendo el adecuado equilibrio que asegure la permanencia de los principales recursos naturales en el tiempo (Banco Mundial, 1992).

A mas de 30 años de la conferencia de las Naciones Unidas sobre Medio Ambiente Humano, que se realizó en Estocolmo en 1972, se ha logrado, en algunas áreas, avances significativos (como en la docencia e investigación); sin embargo, en términos generales, se refleja un pobre avance en la preservación del medio ambiente y el desarrollo de proyectos sustentables a pesar de las diversas conferencias internacionales en las que han participado los jefes de Estado y de las leyes y reglamentos vigentes en cada país.

Son muchos los problemas, en la práctica, que impiden la aplicación de acciones a favor del medio ambiente: para empezar, los conceptos de planificación y ordenamien-

tos ecológicos no han sido aplicados como en teoría se ha propuesto (Bifani 1997). Además, no se han divulgado adecuadamente, es decir, no se han transmitido de manera sencilla, por lo que la población no los acoge o bien los hace pensar, erróneamente, que su aplicación es costosa. En consecuencia, la ecología y las ciencias ambientales, disciplinas relativamente nuevas, no se han incorporado en los hábitos y prácticas de diversos profesionistas y tampoco de quienes toman las decisiones de una comunidad. Para ejemplificar basta mencionar a los constructores, agricultores, mineros, militares, pescadores, ganaderos, etcétera, quienes no han limitado sus actividades, basándose en la vocación o capacidad del ecosistema. Tampoco han implementado tecnologías en sus actividades cotidianas para mitigar los impactos ambientales que causan y de esta forma hacer proyectos sustentables (Selman, 1992)

Una de las principales preocupaciones de una sociedad madura debería ser orientar esfuerzos a la generación de recursos naturales renovables y sobre los excedentes producidos, planificar su desarrollo sustentable, en vez de agotar los recursos existentes. Y ocuparse en generar reservas para las próximas generaciones. Debe asumirse que a la sociedad actual sólo le ha sido prestado este espacio terrestre por parte de las generaciones futuras y que su función deberá ser construir sin destruir, o en todo caso preservar o mejorar los ecosistemas, más que destruirlos (Constanza, 1991). Es muy importante recordar que nada de esto tendrá valor si se pierde de vista el objetivo fundamental que es conseguir para la especie humana y su sociedad las mejores opciones de vida, debiendo respetarse siempre sus hábitos, sus costumbres y cultura en general.

La Comisión Mundial sobre Medio Ambiente y Desarrollo, en el Informe sobre nuestro futuro común, define el desarrollo sustentable como “un desarrollo que satisface

las necesidades del presente sin comprometer la capacidad de las generaciones futuras para satisfacer las propias”.

Otro concepto de la misma Comisión, que fue discutido en la Conferencia de la Tierra (junio 1992), plantea que el desarrollo sustentable con equidad consiste en mejorar las condiciones de vida sin rebasar la capacidad de carga de los ecosistemas que la sustentan. En esta conferencia no se trató, pero es necesario citar que posteriores reflexiones de estos conceptos, señalan que, de la misma forma, no es posible hablar de un buen desarrollo si no se considera la identificación y valuación de las amenazas naturales o bien antropogénicas, para poder prevenir adecuadamente a la población, mediante la realización de planes de contingencia, o bien realizar obras de mitigación específicas y de esta forma minimizar la vulnerabilidad de ella y en consecuencia disminuir el riesgo considerando estos dos parámetros: amenazas y vulnerabilidad.

Para hacer aplicable el desarrollo sustentable con equidad, se tiene que visualizar con claridad los objetivos de vida de cada grupo o de cada sociedad y en íntima interdependencia con su medio ambiente o la naturaleza que lo rodea; inclusive, las normas éticas y morales de esa sociedad no sólo se deben referir al hombre sino también a los animales, a las plantas, al aire, al agua y a la tierra que son partes del mismo.

Tal vez, si comparamos la sociedad actual con las antiguas podríamos decir que existe, en algunos casos, un retroceso en la preservación del medio ambiente. Por ejemplo, no se han superado y en algunos casos se han perdido los respetables y valiosos aportes en técnicas y diversas prácticas agrarias de la cultura andina. Es importante revisar su filosofía, que alude a este concepto a tal punto que se podría asegurar que el desarrollo sustentable

ya se había concebido y aplicado por los antiguos pueblos de los Andes. No podemos dejar de reconocer también, los aportes de las culturas mesoamericanas, especialmente mayas y aztecas, así como en los pueblos asiáticos. Sin embargo, en la actualidad, la extinción de especies prosigue a pesar de que aumenta el número de hábitats nominalmente protegidos (Informe Mundial sobre el Desarrollo Mundial, 1992), De 1972 a 1990 la superficie de tierras amparadas por sistemas nacionales de protección se triplicó, pasando de 1.6 % a 4.8% de la superficie terrestre total. Sin embargo, como ocurre en Jalisco, aun cuando existe un propósito, no se cuenta con un financiamiento adecuado para llevarlo a cabo o con un buen programa para sus áreas naturales. En un informe posterior, World Resources 1994-95, señala que la deforestación anual de las zonas boscosas de 1981 a 1990, a escala mundial, había sido de 6 174 mil hectáreas en Sur América y 135 mil en Madagascar. Tan solo en México se estimó que fueron 678 mil hectáreas. También se estima que nuestro país tiene un área para cultivo de aproximadamente 24,713 mil hectáreas, de las cuales 0.7% sufrieron un cambio entre 1979 a 1981: parte de éstas se han modificado por urbanización, transformación a bancos de material o basureros. En el área del recurso agua, se tiene poca información sobre cuántos cauces han desaparecido y qué volumen de agua se represa, se evapora y se infiltra como consecuencia de estas actividades humanas, qué evapotranspiración se da por las actividades agrícolas, etc.

Aunado a lo anterior, en el tema del agua, existen datos reveladores acerca de la forma en que la explotación minera participa como una de las causas de pérdida de tierra agrícola. Por ejemplo, en Estados Unidos, el departamento del Interior señala que en 1967 la actividad minera afectaba en forma directa a 62,000 ha anualmente, y que

el área afectada indirectamente fluctuaba entre tres y cinco veces esa cifra. Además de que los ácidos producidos en esa industria y la erosión que ocasionaba contaminaban 19,000 kilómetros de vías fluviales (Bifani, 1997). En Jalisco no se tienen reportes sobre cuántas minas abandonadas existen ni qué impacto se tiene sobre los cuerpos de agua.

Es necesario mencionar que en todos los trabajos citados en los que existió la oportunidad de interactuar con la sociedad, se han identificado la falta del conocimiento de la población sobre el ecosistema en que vive, así como de los peligros naturales existentes en su comunidad, por ejemplo, fenómenos hidrometeorológicos: inundaciones, tormentas eléctricas, huracanes, ciclones, tornados, etcétera; movimientos de masa: hundimientos, deslizamientos, avalanchas etcétera; vulcanismo, sismicidad, explosiones freáticas y concentración natural de sales o gases en el subsuelo o en el agua (Stephen, 1994). Todo ello, además de los creados por el hombre, por desconocimiento de su dinámica o por su modificación arbitraria

El objetivo del presente trabajo es presentar la factibilidad de restaurar algunos daños a ecosistemas alterados y en consecuencia minimizar riesgos a la salud de los pobladores y revertir algunos daños causados a los ecosistemas en que se hallan inmersos.

CIENCIAS PARTICIPANTES EN LOS ESTUDIOS DE UN CUERPO DE AGUA

Durante las últimas dos décadas, la mayoría de las disciplinas han contribuido al estudio de la historia de la Tierra, la búsqueda de los recursos, y la predicción del comportamiento del Planeta, en función de la manipulación de los sistemas terrestres en orden de satisfacer las exigencias de la creciente sociedad.

Con la idea de lograr una extracción sustentable de los recursos naturales, diversos países, instituciones y organismos no gubernamentales se han reunido para acordar lineamientos de las acciones que marquen un rumbo ambiental. Según la Agenda 21 (Banco Mundial, 1992, y el Ministerio de Obras Públicas y Transportes de España, 1992), actualmente existen los siguientes compromisos ambientales:

- a) Fomento del desarrollo sostenible de los recursos humanos.
- b) Enfoque integrado de la planificación y la ordenación de los recursos de la tierra.
- c) Ordenación de los ecosistemas frágiles.
- d) Protección de los mares de todo tipo.
- e) Protección de la calidad y el suministro de los recursos de agua dulce y
- f) La gestión ecológica y racional de los residuos peligrosos, radioactivos así como aguas residuales.
- g) Detección de peligros naturales y antropogénicos así como su mitigación.

Si consideramos el punto referente a Protección de la calidad y el suministro de los recursos de agua dulce, es necesario citar que según estudios desarrollados por la UNAM (1992), presentados en el Atlas Nacional de México, se señala que la mayor parte de los CA se encuentran contaminados, por lo que no es factible hablar de una simple protección, es necesario hablar sobre una restauración de los mismos. El grado de contaminación es diferente: existen algunos que han sido afectados en su parte biótica, otros en su parte abiótica, en otros existe una afectación en ambos factores; y en algunos más, la afectación ha lle-

gado a desaparecerlos por medio de obras de ingeniería como la construcción de presas o canales.

Para definir el grado de contaminación de un CA, es necesaria la opinión de diferentes especialistas que den un diagnóstico de su salud ambiental. Se trata de especialistas en las áreas de:

Limnología,
Flora,
Fauna,
Suelo,
Hidrología,
Geología,
Amenazas naturales y antrópicas,
Paisaje,
Sociales,
Legislación,
Topografía y Geodesia,
Toxicología,
Economía e
Ingeniería, entre otras.

La participación de estas especialidades debe ser en forma multidisciplinaria, interdisciplinaria y transdisciplinaria, y hacer las adecuaciones necesarias para tener un panorama ambiental completo del problema.

Uno de los principios de geología es el *uniformitarismo*, que fue emitido hace más de 150 años, por James Hutton. Dicho principio dice textualmente: "El presente es la clave del pasado" (UNAM, 1989). Sin embargo, en los tiempos

actuales en los que la geología y muchas otras ciencias, y los estudiosos de éstas, han evolucionado adaptándose a los requerimientos de la sociedad actual, conviene retomar el principio mencionado y, con todo respeto a Hutton, modificarlo de la siguiente forma: “El presente es la clave del pasado y la comprensión del futuro”, futuro que para la siguiente generación no se ve muy seguro si no se modifican las estrategias actuales de desarrollo y uso de los recursos naturales, uno de los cuales, el agua, es tratado en este trabajo.

METODOLOGÍA PARA RESTAURAR UN CUERPO DE AGUA

En la búsqueda de información sobre restauración de un CA se encontraron estudios de casos de los estados de la República o nacionales, pero no se identificó ninguna metodología completa o ejemplos útiles y sólo de España se obtuvo literatura sobre del tema, específicamente en los congresos geológicos ambientales desarrollados por la Sociedad Geológica de España. Esto ha impulsado el desarrollo de una metodología al respecto, inicialmente en Jalisco, donde existen condiciones particulares para localidades con ambientes diferentes a las existentes en la parte central de México, aunque deberá darse el ajuste necesario en algunos aspectos. Se encontró también un libro sobre este tema titulado *Restauración de Ríos y Riberas* (2001), de los autores González del Tango del Río y García de Jalón Lastra.

Los CA que están siendo aprovechados en el centro de la República Mexicana tienen un relativo control ambiental integral, como la laguna de Zapotlán, de donde se extraen toneladas de peces para su comercialización; existen otros que fueron aprovechados antaño, pero fueron dañados y no se han restaurado, como la cuenca de la laguna de Sayula, en cuya parte alta se han construido una

gran cantidad de presas que impiden su recarga. O bien, otros CA, como una parte de esta misma laguna, donde se descargan las aguas residuales de Atoyac. Otro ejemplo es la laguna de Atotonilco, una de las que mantenían un nivel de agua constante, y actualmente, por las actividades ganaderas de las inmediaciones, la calidad de agua es mala.

Habitualmente, la mayor parte de los cuerpos de agua han sido convertidos en basureros, o bien las autoridades han permitido el asentamiento de viviendas en sus límites o más allá, sobre zonas federales inestables. El posible aprovechamiento de estos lugares para un uso productivo está en función de un proyecto que establezca que, al término de su uso, debe conservarse algún proceso productivo exento de riesgos para los futuros usuarios, es decir, que el área federal del CA no presente taludes inestables y no sea una zona de inundación o acumulación de sedimentos.

Con relación al costobeneficio de un proyecto de esta naturaleza, se considera que no es factible proponer la restauración de un antiguo cuerpo de agua si la actividad consecuente no genera los suficientes ingresos que cubran los gastos que se generen por la obtención de los permisos correspondientes, así como de los que se generan por la misma actividad (contratación de personal, uso de maquinaria, insumos, y estudios correspondientes), y que además deje una ganancia para el promotor.

Uno de los requisitos necesarios para ejecutar un proyecto de restauración de un cuerpo de agua con el fin de obtener provecho es que su promotor tenga realmente la concesión legal del mismo, dado que debe obtener permisos previos, como los de la CNA y del estado o del ayuntamiento, para el cambio de uso de suelo y si los proyectos de la Federación son acordes con este tipo de actividades.

Quienes hasta la fecha han logrado obtener este tipo de concesión son los municipios.

Para ejecutar dicho proyecto es necesario estudiar con detalle tres aspectos: a) medio físico, b) legal y c) económico por especialistas en la materia, lo que implica conformar un equipo multi, trans e interdisciplinario. Cada uno de estos temas se menciona en posterior capítulo.

Usos actuales y usos propuestos

Con relación a los usos del agua mencionados en el punto 2 de este documento, es necesario considerar la necesidad de suministrar este insumo en mayores cantidades en tanto se incrementan las actividades económicas, o bien cuando se le encuentran diversas aplicaciones. Para lograr tal propósito es necesario considerar que un CA tiene diferentes características:

- a) El tipo del cuerpo de agua.
- b) Tenencia del mismo.
- c) Superficie de la cuenca o subcuenca donde se encuentre ubicada.
- d) Localidad donde se desarrolla el proyecto.
- e) Características físico químicas del agua.
- f) Características ambientales del lugar.

a) Cuando hablamos de aguas superficiales puede tratarse de río, arroyo, lago, laguna, presa, bordo, glaciar; si de aguas subterráneas o acuíferos, estos pueden ser someros o profundos y cada uno tiene usos diferentes. Es necesario mencionar que también existe agua en la atmósfera, en la biomasa y en el subsuelo, en tránsito hacia algún CA subterráneo; evidentemente, el agua superficial juega un papel importante en la recarga de acuíferos locales y regionales.

b) La posesión legal de los CA es, en teoría, de carácter federal; sin embargo, en la práctica, es variada: en algunos casos, sobre todo del el agua subterránea, se rentan concesiones; en otros se compran, y en menor proporción los usuarios son los mismos propietarios, o bien se extrae en forma clandestina por medio de norias someras que no requieren bombas de agua. La tenencia del agua superficial es variada: en algunos casos se interrumpe la circulación creando bordos para abrevadero de ganado; en otros, por vías de comunicación como carreteras o vías férreas; en algunos más, simplemente se extrae para riego sin pedir permiso y en otros se desvía para minimizar algún peligro.

c) De acuerdo con el volumen de agua que se pretende extraer y el tiempo de permanencia en el lugar, la creación de bordos y finalmente la construcción de presas en los ríos, son los proyectos que requieren mayor inversión.

d) Es muy común encontrar en la periferia y dentro de las zonas metropolitanas, algunos CA que antaño estaban lejos de la zona urbana, y en su momento fueron productivos pero actualmente han sido abandonados o convertidos en parques (U de G, 1994). Es el caso de la presa del Ahogado, el parque Alcalde, Zoquipan, Hedionda, presa Las Pintas. La mancha urbana avanzó y los cubrió, o bien se desvió el agua, como en La Piedad, Michoacán. En estas localidades o en sus límites se han construido viviendas de diversos niveles socioeconómicos, basureros, zonas de relleno de materiales de construcción que posteriormente se convierten en fraccionamientos, campos deportivos, parques industriales, estacionamientos, etcétera. En otras localidades, como es el caso de Villahermosa, prácticamente toda la zona urbana esta asentada en zonas inundables; en Morelia, la construcción del Colegio de Ingenieros Civiles de Michoacán, representa un caso similar.

e) Características físico químicas del agua. Inicialmente la composición química del agua subterránea depende de los minerales con los cuales entra en contacto y reacciona. En la mayoría de los casos deja de tener un proceso de aireación; sin embargo, antes de que se infiltre el agua superficial, tiene contacto con organismos como animales muertos y desechos de plantas. En la mayoría de los casos tienen un proceso de aireación por la circulación que se da a través de cauces rocosos, cascadas, movimiento del agua por los peces y el viento. En bordos y presas esta aireación se ve disminuida y la evaporación aumenta considerablemente incrementando la concentración de sales en el agua remanente. En necesario mencionar que en las presas profundas se da además una estratificación del agua la cual inicia el proceso de eutricación en la zona más profunda donde el agua permanece por más tiempo y no es factible su oxigenación.

Al estudiar sus características fisicoquímicas es necesario considerar que varían a lo largo de un año y además, de un año a otro, pueden cambiar dependiendo de las precipitaciones que ocurran.

Las mediciones se pueden hacer en campo con un equipo portátil -de los cuales existe una gran variedad en el mercado- o con una sonda, para tomar muestras en diferentes localidades y niveles y mandarlas al laboratorio, con los cuidados necesarios en su toma y transportación.

f) Características ambientales del lugar. Varios CA transportan residuos sólidos y líquidos; otros más generan gases, lixiviados, con los problemas que esto conlleva. No se tiene cuantificada el área que antaño ocuparon; sin embargo, a partir de fotografías aéreas antiguas, ha sido posible reconocer CA actualmente rellenos. En fotografías aéreas recientes, se están identificando algunos de los

CA existentes en las inmediaciones y dentro de las zonas urbanas, pero algunos pasan inadvertidos porque se han modificado y la morfología no revela su actividad anterior.

En ciertas zonas, en las cuales se han desarrollado marinas donde antes existían esteros, y fue necesario agredir la cobertura vegetal y el suelo al dragar los predios, se ha producido una serie de acciones adversas indirectas, como el éxodo o exterminio de todo tipo de fauna, modificación del sistema hidrológico, tanto de aguas superficiales como subterráneas, provocando, finalmente, la alteración del ecosistema. Esto ha repercutido negativamente en la salud de los habitantes de la zona, y los ha obligado a dejar el lugar cuando se agota este recurso, ante la imposibilidad de continuar con la agricultura, la ganadería, etcétera, como antaño, y a convertirse en migrados ecológicos.

Es conveniente mencionar que los CA a que se refiere el autor en este documento, son de competencia federal.

Las actividades de los CA en México y particularmente en Jalisco, son controladas por las dependencias oficiales estatales o municipales afines a la regulación del uso del suelo entre las que destacan: Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT); Secretaría de Desarrollo Urbano (SEDEUR); Obras Públicas (OP), Comisión Nacional del Agua (CNA), Comisión Estatal de Agua (CEA), Sistema Intermunicipal de Agua Potable y Alcantarillado (SIAPA). Pero se tiene la impresión de que no existe una gran participación de las dependencias de salud en su supervisión, tanto en su fase de proyección, etapa productiva o de abandono, o bien la incorporación de especialistas en el área de salud en las dependencias que participan en esta regulación, y de esta manera se descuida lo más importante: la salud de la población.

A la fecha no se conoce la existencia de un documento que señale los CA extintos adyacentes o dentro de las zonas urbanas, lo que ha provocado diversos problemas que van desde fraudes para inversionistas que han construido sobre terrenos no estables, daños a la sociedad causados por múltiples impactos ambientales adversos generados por el abandono sin restauración de los mismos, la generación de amenazas a la salud y al nivel de vida por estos proyectos mal planeados.

Determinación de las condiciones ambientales

Con la finalidad de identificar y evaluar las acciones que pueden impactar al ecosistema donde se ubica el proyecto y proponer tanto medidas de mitigación como un proyecto de abandono adecuado, es necesario:

a) Describir en su conjunto la obra propuesta, con énfasis en la identificación del equipo y las personas requeridas así como las actividades que se desarrollarán, para tener una idea general de los procedimientos que se han de emplear.

b) Describir el medio ambiente (factores bióticos, abióticos, perceptuales, socioeconómicos y culturales) para analizar en su conjunto la fragilidad de los ecosistemas y las amenazas existentes y evaluar de esta forma la viabilidad del aprovechamiento del recurso, así como la posibilidad de realizar una restauración al término de la etapa productiva de la zona propuesta y determinar si es factible incorporar esta área nuevamente a un sistema productivo y de esta forma mantener el principio de un desarrollo sustentable.

Uso actual y propuesta de uso futuro del predio donde se ubica el CA

Los lugares que se pueden elegir para proponer proyectos de restauración de CA, son las inmediaciones de zonas metropolitanas, como en La Piedad, que normalmente son sitios con actividad agrícola, en segundo término tienen uso pecuario y en último lugar, forestal. Existen muy pocos CA en función dentro de la zona urbana como tal, sólo se han preservado algunos con propósitos recreativos. El espíritu de la restauración es que una localidad que tenga inicialmente un uso, continúe con el mismo, después de su aprovechamiento. Es necesario discutir tal condición no sólo entre el consultor y el promotor, sino también con las autoridades respectivas, con el fin de saber si existe algún otro proyecto en las inmediaciones, con el cual deba ser compatible. De acuerdo con las dimensiones del CA, quizá pueda tener diversos usos.

Como se mencionó, el proyecto de restauración debe de considerar tanto los planes parciales de urbanización así como los de los dueños de los lugares adyacentes. De acuerdo con estos factores y con el dueño (viabilidad financiera), así como de las autoridades respectivas, se deben proponer opciones para seleccionar el uso futuro, antes de continuar con todo el esquema de trabajo planteado.

En todo este proceso debe considerarse el “Ordenamiento ecológico del estado” dado que tal documento contempla, entre otras cosas, la vocación de uso de suelo y la fragilidad de los ecosistemas, conceptos que antaño no se tomaban en cuenta.

Obras de restauración para la minimización de los impactos ambientales

Cada uno de los factores del medio físico alterados por las diversas actividades antrópicas que se desarrollan allende a los CA son factibles de mitigar.

De la misma forma, debe considerarse que si el agua requiere ser conducida o almacenada cambiarán los volúmenes de infiltración, escurrimientos y evaporación, que normalmente se daban en la cuenca, pudiendo llegar a convertirse en un peligro para los demás factores del medio físico porque con la velocidad y volumen se convierte en un elemento altamente erosivo, o bien al inundar ciertas áreas que antaño no sufrían tal problema pueden dejar de ser productivas. También es necesario considerar que tal alteración evita la recarga de los acuíferos. Por lo antes citado es necesario construir ciertas obras, como canales, represas, presas filtrantes, y rapidillas para evitar que el agua se convierta en un problema y deje de ser aprovechada por el ecosistema o por la sociedad.

Topografía y batimetría

La topografía y batimetría del terreno en estudio es de los principales parámetros que se deben considerar para actuar en consecuencia con respecto al CA. Estos definen si es factible dragar el cauce y qué profundidad se podrá tener en el CA. En el desarrollo de la obra es necesario vigilar el corte apropiado en forma constante para no hacer grandes movimientos de material posteriormente y dejar las pendientes necesarias tanto en taludes como para conducir el agua. Otra de las condiciones que conlleva a tener un cuidado extremo de la topografía es la posibilidad que existe de afectación a predios vecinos si se deja una pendiente fuerte en algún talud del cauce, o bien se realizan cortes que de alguna forma relajen las paredes limítrofes

con propiedades vecinas. El levantamiento topográfico debe de tener como objetivo conocer el relieve y los límites de la propiedad federal. Con relación al primer término es necesario mencionar que las curvas topográficas que se obtengan deben de ser a cada metro de desnivel y el plano del límite de la propiedad federal debe tener, de ser posible, los nombres de los propietarios vecinos, Dependiendo de las dimensiones del CA, dicho plano puede ser elaborado sobre la base de restitución de fotografías aéreas, imagen de satélite o bien con una estación total. Es importante tener una georeferencia, por lo que también es factible pensar en el uso de un geoposicionador de precisión. En algunas lagunas o lagos es factible pensar en el uso de una sonda para determinar la batimetría existente. De casi todas las presas existe la topografía previa al llenado del vaso.

Modificaciones del terreno adyacente al cuerpo de agua

Antes de realizar cortes en el terreno es conveniente presentar gráficamente la modelación propuesta para el CA. Dicha modelación puede ser a partir de planos y perfiles o bien, en forma más clara, usando modelos de tercera dimensión que pueden ser elaborados con Sistemas de Información Geográfica (GIS) como el IDRISI o paquetes de cómputo como el SURFER. La idea fundamental es analizar las ventajas y desventajas de la conformación propuesta del terreno, en base a la propuesta de uso del suelo postproyecto de extracción de material geológico y discutir la factibilidad de acceso al mismo, y si el proyecto constituye o no una barrera para el paisaje.

Hidrología

Al igual que los puntos antes citados este factor debe ser considerado con gran cuidado porque es de vital impor-

tancia conducir adecuadamente el agua sin que cause destrozos y que durante su recorrido tenga la oportunidad de infiltrarse y cumplir la función vital de mantener una humedad en el suelo y la atmósfera similar a la que normalmente existe en terrenos adyacentes.

a) Es necesario también recopilar o generar información sobre el agua subterránea, dado que algunas localidades en especial son de suma importancia debido a que son zonas de recarga o bien el agua se encuentra a niveles someros y la vulnerabilidad de la misma puede ser alta, o a medida que se modifique el nivel del terreno el suelo quede a poca distancia del acuífero, creando con esto una condición de saturación del suelo que limite el futuro uso del mismo.

b) De la misma forma es necesario delimitar la cuenca en la que se ubica, el orden de los arroyos, el patrón de drenaje los cuerpos de agua existentes hacia los cuales descarguen los ríos o arroyos que pasan por el CA, para poder determinar si algún eventual derrame accidental de un contaminante tiene posibilidades de afectar algún cuerpo de agua.

Para lograr lo anterior es necesario obtener la información de las estaciones climatológicas más cercanas para conocer la precipitación pluvial máxima y mínima registrada en la localidad, con un periodo de retorno de al menos 20 años, y los fenómenos hidrometeorológicos ocurridos en la región.

Diagnostico ambiental del Cuerpo de Agua

Si se desea restaurar un CA, es necesario determinar cuáles son los factores ambientales impactados. Para determinar su condición ambiental hay que conocer cual era la condición del ecosistema que existía antes de su modifica-

ción. Esto se puede saber estudiando predios vecinos que no estén perturbados o bien por medio de bibliografía. A partir de este tipo de documentos es posible determinar cómo debe ser restaurado. Si no existe esta información es necesario realizar un diagnóstico o bien la caracterización ambiental del lugar, para determinar cuáles fueron las acciones más impactantes y sobre qué factores del medio físico. Entonces se podrán proponer las medidas de mitigación adecuadas, según los impactos ambientales negativos identificados y según el uso de suelo previsto al término de la etapa de aprovechamiento.

El diagnóstico debe considerar el estudio de todos y cada uno de los factores del medio físico (climatología, geología, hidrología, edafología, vegetación, fauna, socioeconomía), además de hacer especial énfasis sobre la identificación de las amenazas (naturales y antropogénicas) presentes en el área de estudio que debe tener como unidad la cuenca o subcuenca hidrológica dentro de la cual se encuentre presente la zona de estudio.

Medidas de mitigación

Las medidas de mitigación para cada uno de los elementos del medio físico que puede ser impactado, deben ser aplicadas en tiempo y forma, es decir, no indiscriminadamente, en cualquier época del año y deben de ser en principio propuestas por el especialista de la materia, (morfología, suelo, agua, vegetación, fauna, implementación de equipo anticontaminante, etcétera), quien debe de darle seguimiento para que se aplique correctamente la medida propuesta.

Obras de restauración

Dichas obras podrían ser la estabilización de taludes con cemento, anclas, malla, muro, gaviones, etcétera, es decir,

resolver problemas con recursos del área de ingeniería; sin embargo, es factible también resolverlos con geomembranas bio-degradables, dentro de las cuales se pueden colocar, pastos, arbustos, árboles, o bien realizar los taludes con un adecuado ángulo de inclinación y bancales intermedios, o con una combinación de los anteriores.

Legislación

La legislación vigente aplicable a este tipo de proyectos esta definida en varias leyes y reglamentos, como lo es, la Ley de Aguas, La Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente, La Ley de Aguas Nacionales, la Ley Federal sobre Meteorología y Normalización y la Ley General de Salud.

La Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente, promulgada en 1988, busca la conservación y protección general de los recursos naturales; la Ley de las Agua Nacionales, aprobada en 1992, tiene por objeto regular la explotación, uso y aprovechamiento de las agua nacionales, su distribución y control, así como la preservación de su cantidad y calidad para lograr un desarrollo integral sustentable: La Ley Federal sobre Meteorología y Normalización, promulgada el 1° de julio del 1992, establece el sistema general de unidades de medida referidas a la conservación, seguridad y calidad de la explotación, uso, aprovechamiento y administración de las aguas nacionales; y la Ley General de Salud, publicada en el Diario Oficial de la Federación del 14 de junio de 1991, certifica la calidad del agua para el consumo humano y establece una serie de requerimientos para los sistemas de abastecimiento de agua, el transporte del agua potable y los distintos procedimientos de muestreo.

Las dependencias gubernamentales con jurisdicción para intervenir en asuntos relacionados con el agua son: la

Secretaría de Agricultura, Ganadería y Desarrollo Rural, la Comisión Nacional de Agua, la Secretaría de Desarrollo Social, la Procuraduría Federal del Medio Ambiente y las diferentes dependencias locales en las entidades federativas. La Legislación vigente permite que se privatice y desregularice la administración de los servicios del agua y drenaje, con lo que se autoriza que el capital privado pueda intervenir en la prestación de este servicio.

Las actuales estrategias populistas en materia de agua ya no son sostenibles. Las altas subvenciones han ocasionado que las dependencias encargadas de su suministro se encuentren inmersas en una severa crisis financiera.

Las tácticas de desregularización deben estar orientadas a diversificar las fuentes de financiamiento, jerarquizar los recursos de inversión dirigidos a mejorar la prestación del servicio y sobre todo, a proteger a los usuarios.

Para fomentar el ahorro en materia de agua es recomendable que se estandarice un sistema nacional de tarifas que graven el consumo y estimulen el ahorro, y que sean diferentes para cada uso: doméstico, industrial y de servicios. El principio básico de las tarifas debe ser *que más pague, el que más consuma*, ofrecer agua barata a los consumidores ahorradores y agua cara para los despilfarradores, buscando así terminar con los malos hábitos. Para ello hay que elaborar y actualizar el padrón de usuarios en toda la República, regularizar las tomas, instalar un sistema de medición adecuado, incluyendo a los consumidores en pequeño, y levantar un catastro nacional de redes primarias y secundarias de aguas potables, residuales y tratadas.

Se debe de aplicar de manera estricta la legislación vigente, ya que su análisis ha demostrado que es avanzada y adecuada para lograr un mejor aprovechamiento de las aguas nacionales, su eficiente conservación y el castigo a los infractores.

Proyecto de restauración

Después de estudiar un CA, es necesario citar cada una de las acciones tendientes a restablecer primero una actividad productiva en el mismo, no necesariamente económica; puede ser sólo beneficiosa para el ecosistema, y posteriormente puede crearse una Unidad de Manejo Ambiental (UMA), o bien un centro acuícola, o cualesquiera de las actividades citadas en el capítulo 2.

Presupuestos

No es factible definir un presupuesto para esta actividad, pero sí es necesario considerar que cualesquiera de las actividades desarrolladas puede ser auditada; en consecuencia, debe considerarse seriamente contratar sólo personal certificado o universidades para realizar estas actividades de restauración.

SOCIEDAD

Es importante integrar a la sociedad en los trabajos de restauración para crear un sentimiento de pertenencia que asegure su permanencia por largo tiempo. Un proyecto del que no se informa no produce la identificación de la gente.

RIESGOS NATURALES

Cualquier actividad que se desarrolle en un ecosistema requiere del análisis previo de las amenazas naturales o antropogénicas existentes, para determinar si el proyecto que se pretende desarrollar implicará un nuevo peligro o sinergia con otras amenazas, como la afectación de alguna infraestructura preexistente, (líneas de viaductos, torres de comunicación, acueductos, drenaje, etc).

Los peligros o amenazas geológicas pueden ser vistos desde la perspectiva ambiental, de salud, o laboral. En este

caso se trata más del aspecto ambiental que involucra evidentemente a la sociedad. A continuación se citan definiciones y método de evaluación.

No es posible hablar de un estudio de riesgo si no se considera la identificación y valuación de las amenazas naturales o bien antropogénicas, para considerar las medidas de mitigación adecuadas y de esta forma minimizar la vulnerabilidad del elemento de estudio y en consecuencia disminuir el riesgo. Considerando dos parámetros, amenazas y vulnerabilidad del elemento de estudio, es posible evaluar el riesgo.

En principio es necesario mencionar que las definiciones empleadas en este documento son aceptadas internacionalmente por diversos organismos. Se han tomado de la Universidad de Guadalajara (1994, 1995), así como de Orozco (1997), Ministerio de Obras Publicas y Transportes. (1992) y Garibay (1997).

CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES

Junto a los presupuestos es necesario presentar un cronograma de las actividades que se han de desarrollar, tanto de los estudios como de mitigación.

Actividades tipo

Para dar cumplimiento y tener la posibilidad de identificar atrasos o modificaciones al proyecto planteado se debe hacer un cronograma de las actividades tendientes a la mitigación así como del aprovechamiento del material geológico, en forma conjunta con el promotor y quienes intervengan en la implementación de las medidas de mitigación

Una vez cumplidos los requisitos citados se podrá realizar el proyecto de abandono, el cual debe de ser expuesto en sus diferentes fases para realizar los ajustes necesarios y con esto lograr el acuerdo de los participantes.

Es necesario aclarar que todo lo anterior se plantea considerando que existe la factibilidad ambiental legal de que el CA en cuestión sea nuevamente modificado con un proyecto específico tendiente a prepararlo para lograr un buen drenaje, poca pérdida de suelo e interés de que esta área sea utilizada productivamente en el futuro.

Las estrategias típicas de desarrollo en un CA son las siguientes:

- a) Protección
- b) Conservación
- c) Restauración
- d) Amortiguamiento
- e) Aprovechamiento
- f) Desarrollo

Cada una de estas puede a su vez tener las siguientes acciones:

- a.1) Áreas naturales
- a.2) Sistemas hidrológicos
 - b.1) Biodiversidad
 - b.2) Especies endémicas
 - b.3) Comunidades bióticas acuáticas
 - b.4) Comunidades bióticas terrestres
- c.1) Reforestación ribereña
- c.2) Reforestación de arroyos tributarios
- c.3) Reforestación de linderos agrícolas
- c.4) Restauración de la red hidrológica
- c.5) Bordos arbolados de protección

- c.6) Acondicionamiento de hábitat acuático
 - d.1) Micro-reservas bióticas acuáticas
 - d.2) Micro-reservas bióticas terrestres
 - d.3) Control de descargas urbanas
 - d.4) Control de descargas agropecuarias
 - d.5) Control de desechos sólidos
 - d.6) Control de la erosión
- e.1) Turismo
- e.2) Recreación
- e.3) Ecoturismo
- e.4) Deportes acuáticos
- e.5) Ranchos cinegéticos
- e.9) Acuicultura extensiva
 - f.1) Parque municipal
- e.6) Pesca artesanal
- e.7) Pesca deportiva
- e.8) Acuicultura intensiva
 - f.2) Centro reproductor de especies endémicas
 - f.3) Centro de capacitación ambiental
 - f.4) Acuario municipal
 - f.5) Zoológico municipal
 - f.6) Vivero municipal
 - f.7) Jardín botánico municipal
 - f.8) Casa de la cultura

DIAGNÓSTICO AMBIENTAL DEL RÍO GRANDE DE SANTIAGO JALISCO

Considerando la metodología antes planteada, para conocer el estado ambiental del río Grande de Santiago, Jalisco, no ha sido posible cumplir con todos los estudios necesarios por falta de presupuesto. Sin embargo, se ha realizado una serie de actividades e investigaciones tendientes a recopilar la mayor cantidad de información posible.

El río Lerma Santiago pertenece a una de las cuencas más grandes de la República Mexicana. El área de estudio sólo comprende una fracción de la cuenca y se encuentra alterada por causas antropogénicas debido a una desviación que se produjo al construir de una serie de presas.

En sus riberas existe aún vegetación y fauna nativa, pero se carece de una cultura de conservación del medio ambiente, por lo que se produce constantemente la destrucción del arbolado y en consecuencia la pérdida de dicha fauna.

El uso del área federal es variado, incluye actividades agropecuarias, depósito de basura, vialidades, parques, zona de infraestructura como drenaje, estaciones de policía, habitacional e industrial.

Cada una de las presas existentes en esta cuenca retiene sedimentos, de tal forma que si analizamos cada una de ellas podremos determinar la calidad del agua en ciertas secciones del citado río Lerma Santiago.

Tomando como referencia la presa Aguamilpa, ubicada en la parte más baja de esta cuenca y considerando en general los reportes acerca de la evolución de embalses similares, se puede predecir que en su capa superficial se observará una reducción temporal de las variables siguientes: turbiedad, color, sólidos suspendidos totales, conductividad, sulfatos, ortofosfatos y bacterias.

En los sedimentos de Santa Rosa, embalse ubicado aguas arriba y cerca de Guadalajara, se han detectado metales pesados. La presencia de estos elementos tóxicos implica el riesgo de que se liberen de los sedimentos y se integren a las cadenas alimentarias, por lo que podrían originar procesos de bioacumulación.

En la laguna de Chapala, las condiciones son mejores que en la presa de Santa Rosa, pero su agua no es de excelente calidad.

El Instituto de Ingeniería de la UNAM (1993) pronosticó que el embalse de Aguamilpa podría eutrofizarse por la cantidad de sólidos, materia orgánica, nitrógeno y fósforo que transporta el río Santiago. Basa este pronóstico en la condición eutrófica del embalse Santa Rosa.

Con base en los muestreos del agua del río Santiago, se estima que anualmente se incorporarán al futuro embalse 28 414 t de materia orgánica, 6 188 t de nitrógeno total y 14 686 t de fósforo (en forma de ortofosfatos).

La cantidad de materia orgánica que incorpora la vegetación de los terrenos que se inundan es un factor que debe considerarse para determinar la calidad del agua. Para calcular la aportación de materia vegetal en el futuro embalse se utilizaron las mediciones que Martínez, Yrizar, et al. (1992) realizaron en una selva baja caducifolia en Chamela, Jalisco. Estos autores encontraron que en una hectárea de selva, 80 t corresponden a biomasa leñosa y 1 t al sotobosque. Además, señalan que la producción anual de hojarasca es de 4 t. De estos elementos, la biomasa leñosa es de lenta descomposición, debido a la presencia de ligninas; por esta razón, su aporte como materia orgánica al embalse es poco importante. Según esto, la hojarasca y la biomasa del sotobosque son los componentes de la biomasa vegetal que más importan para analizar la evolución

de la calidad del agua. Tomando como base los valores de producción de hojarasca y de biomasa de sotobosque, el río Santiago transporta anualmente 28 414 t. Estos datos muestran que el aporte de materia orgánica por parte de la vegetación terrestre, aunque no es pequeño, es poco significativo comparándolo con la alta carga orgánica que transporta el río, debida a las descargas de aguas residuales de las poblaciones.

Producción y perfil de oxígeno en la columna de agua

Los principales factores que determinan la concentración de oxígeno disuelto (OD) en los cuerpos de agua son: las características hidrotérmicas, la producción por fotosíntesis, el consumo por respiración y oxidación de materia orgánica, la reaeración en la superficie del agua y el transporte vertical por difusión y convección. En lagos y embalses estratificados, la concentración de OD en el epilimnio depende básicamente de su transporte por difusión y convección, así como de su producción por el fitoplancton. En el hipolimnio la oxidación de la materia orgánica demanda oxígeno, lo cual abate la concentración de este elemento e incrementa la del CO₂.

De igual forma en las presas y embalses, debido a que la luz disminuye en el agua en forma exponencial, la distribución del fitoplancton con respecto a la profundidad asume una curva de tipo Gausiano. Por ello, la distribución de OD en el epilimnio asume una curva semejante. Este patrón es alterado por la respiración y la migración fitoplanctónica, y por el consumo de fitoplancton por el zooplancton.

En la zona hipolimnética, el déficit de OD es causado por la inexistencia de mecanismos de transporte de oxígeno a través de la termoclina y por los procesos quími-

cos y biológicos de oxidación. El déficit de oxígeno en el hipolimnio no necesariamente significa contaminación, se ha demostrado que muchos lagos en condiciones naturales presenta un hipolimnio anóxico, lo cual indica que la desoxigenación en esta zona es normal. La intensidad del déficit de oxígeno en el hipolimnio de lagos y embalses depende del volumen hipolimnético y del suministro de materia orgánica o estado trófico.

Es necesario considerar todo lo anterior para evitar que el agua se eutrifique si se represa temporalmente y sin darle las condiciones apropiadas para que tenga una adecuada oxigenación. Por lo antes descrito es necesario, en un represamiento de agua, no permitir descarga de residuos, inducir un ecosistema acuático y tal vez un sistema de aireación y limpieza del lecho de la represa con algún tipo de bacteria.

Los problemas percibidos se pueden atribuir a varias causas:

Falta de un programa de Educación Ambiental.

Falta de la aplicación de la Legislación Ambiental.

Falta de un programa sobre Salud Pública.

Desconocimiento sobre la importancia de la Conservación de Recursos Naturales

Actualmente la sociedad en general no tiene una panorámica general del problema y sus implicaciones, algunas de las cuales son:

Contaminación del suelo, subsuelo

Contaminación de las aguas superficiales y subterráneas

Contaminación de sus alimentos

Contaminación del aire

Impacto ambiental adverso de alto grado al paisaje

Decremento de la plusvalía de terrenos adyacentes al río

Los problemas ambientales detectados están relacionados con:

Falta del cumplimiento normativo de la legislación asociada al agua.

Sobreexplotación del recurso por los agricultores de la zona adyacente.

Contaminación de las aguas por residuos agropecuarios y domésticos.

Falta de una cultura de conservación y uso eficiente del líquido

Falta de tratamiento adecuado de las aguas residuales

Inexistencia de programas sobre la cultura del agua y la minimización de una cultura de consumismo.

Incremento de la concentración y crecimiento demográfico adyacente a las márgenes del río.

Falta de encauzamiento de las descargas de aguas residuales a drenaje.

Indefinición de acciones concretas que se deben realizar en el área federal invadida.

Deforestación en la zona federal.

Propuestas de solución

Previamente es necesario:

a) Platicar con los representantes de la sociedad, para generar una serie de acciones, como:

b) Minimizar el vertido de contaminantes a este cuerpo de agua, el respeto hacia la vegetación y la fauna del lugar.

c) Desarrollar una estrategia de educación ambiental.

d) Penalizar a los infractores.

e) Terminar la construcción de obras de drenaje y planta de tratamiento.

f) Delimitar el área federal.

g) Recuperar zonas federales.

h) Realizar análisis geo-químicos a sedimentos y agua en diferentes periodos del año para tener elementos de comparación.

i) Verificar el funcionamiento de la planta de tratamiento de agua, para mantener un producto conforme a la normatividad establecida.

j) Establecer un programa de control epidemiológico en la población que sirva como parámetro para valorar el saneamiento.

k) Crear un programa de reforestación con especies nativas que sirva como barrera vegetal para minimizar el impacto visual mientras las obras concluyen y que disminuya al mínimo la dispersión de contaminantes hacia la zona urbana.

l) Impulsar el ecoturismo hacia las zonas saneadas, que puede incluir actividades como el paseo en lanchas, canotaje, acuicultura, senderos interpretativos, por lo que será necesario obras auxiliares.

m) Deben considerarse los estímulos fiscales para las industrias que patrocinen el proyecto.

n) La recuperación de costos del proyecto puede ser a través de concesiones sobre las áreas federales.

ñ) Estabilizar taludes, considerando que el material existente en el cauce es predominantemente material arenoar-

cilloso, se puede pensar que manteniendo taludes con una relación 3:1 (es decir por cada metro de altura dejar una base de tres metros) es factible estabilizarlo, y si este se mantiene con una cobertura vegetal, es decir pasto, árboles y arbustos, la estabilización será completa. En aquellos taludes mayores de 5 metros será necesario dejar un bancale intermedio de un metro de ancho mínimo. En lugares donde el río presente desviaciones es necesario proteger la base del cauce con rocas, para minimizar la acción erosiva. Será necesario eliminar falsos taludes, contruidos por personas de dudosa calidad moral que han invadido el cauce colocando costales de arena para posteriormente asentarse sobre de ellos.

o) Terminar con los estudios necesarios, directos e indirectos citados en el presente texto para completar la restauración del cuerpo de agua estudiado.

CONCLUSIONES

En la zona de estudio se presentan los problemas que a continuación se enlistan:

Existe invasión a la zona federal.

Generación de zonas de inundación.

Creación de zonas inestables.

Posibilidades de movimientos de masa.

Morbilidad asociada a la contaminación del río Lerma Santiago.

Desaprovechamiento del cuerpo de agua.

Destrucción progresiva del ecosistema acuático.

Desaparición progresiva de fauna acuática.

Perdida de cobertura vegetal por causas antropogénicas.

Incremento de contaminación en el agua.

Incremento de requerimiento del recurso.

Incremento de posibilidades de contaminación de agua subterránea.

El río Lerma Santiago esta en el momento de ser definido para tener un aprovechamiento eficiente y sustentable, con todos los usos citados, o convertirse en un drenaje que debe de ser tapado para convertirse en una avenida.

Sabiamente las autoridades han encaminado los esfuerzos para un uso sustentable de este cuerpo de agua.

RECOMENDACIONES

Cumplimiento normativo y fomento de la desregularización de los servicios de agua.

Reducir la sobreexplotación del recurso.

Reducir la contaminación de las aguas

Evitar el desperdicio del líquido

Considerar la falta de tratamiento adecuado

Implementar programas sobre la cultura del agua y disminución el consumismo.

Considerar el incremento de la concentración y crecimiento demográfico

Terminar la evaluación ambiental del río Lerma Santiago y sus tributarios.

Convocar a las autoridades involucradas, representantes sociales y patrocinadores.

Encauzar descargas de aguas residuales a drenaje.

Definir acciones que se deben realizar en el área federal.

Asignar un uso de suelo a las áreas adyacentes.

Iniciar proceso de reforestación en la zona federal, acorde a la fauna presente o potencial.

Realizar la restauración del cuerpo de agua por etapas, iniciar en tributarios.

Realizar el proyecto ejecutivo con todas las medidas de mitigación.

Definir y gestionar presupuesto y cronograma de actividades.

Presentar ante SEMARNAT estudio de impacto ambiental sobre la restauración del cuerpo de agua para su aprobación.

BIBLIOGRAFÍA

Banco Mundial 1992, Informe sobre el Desarrollo Mundial, 1992, Desarrollo y Medio Ambiente, Banco Internacional de Reconstrucción y Fomento.

Bedoy Velázquez Víctor 1994, Antología “Medio Ambiente y Desarrollo”, Dirección General Académica Universidad de Guadalajara. México.

Bifani Paolo 1997. Medio Ambiente y Desarrollo. Universidad de Guadalajara. México

Colegio de Postgraduados, Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos. 1982. Manual de Conservación del Suelo y del Agua. Chapingo, México.

Colegio de Postgraduados 1991. Manual de conservación del suelo y agua. C.P. CP-SARH-SPP. Chapingo, México.

Comisión de Desarrollo y Medio Ambiente de América Latina y el Caribe 1991, Nuestra Propia Agenda Sobre Desarrollo y Medio Ambiente. Banco Interamericano de Desarrollo Fondo de Cultura Económica Programa de Naciones Unidas para el Desarrollo.

Conesa Fdez-Vitora V. 1993. Guía Metodológica para la Evaluación del Impacto Ambiental, Colegio Oficial de Ingenieros Agrónomos de Levante. Ediciones Mundi - Prensa.

Costanza Roberto 1991, Ecological Economics. The Science and Management of Sustainability.

Corey O. Germán 1988. Vigilancia en Epidemiología Ambiental. Centro Panamericano de Ecología Humana y Salud, Organización Panamericana de la Salud, Organización Mundial de la Salud. Metepec, México

Garibay Chávez Guadalupe 1997, Compiladora, Salud Ambiental, Retos y Perspectivas Hacia el Siglo XXI. Universidad de Guadalajara, Centro Universitario de Ciencias Biológicas y Agropecuarias. México.

González del Tango del Río Martha., García de Jalón L. Diego. 2001. Restauración de Ríos y Riberas. Escuela Superior de Ingenieros de Montes. Ediciones Mundi-Prensa.

Guía FAO 13/5 1990 Manual de Campo para la Ordenación de Cuencas Hidrográficas. Diseño y Construcción de Caminos en Cuencas Hidrográficas Frágiles. Organización de las naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. Roma.

Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI), 1997, División Territorial del Estado de Jalisco de 1810 a 1995, Impreso en México.

Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI), 1995 Estadísticas del Medio Ambiente México 1994, Impreso en México.

Ministerio de Obras Publicas y Transportes. 1992. Guía para la Elaboración de Estudios del Medio Físico. Secretaría General Técnica, Centro de Publicaciones, España.

Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (ONUAA). 1990. Manual de Campo para la Ordenación de Cuencas Hidrográficas. Diseño y construcción de caminos en cuencas hidrográficas frágiles. Guía FAO CONSERVACION 13/5.

Organización Panamericana de la Salud. 2002. La Salud en las Américas. Volumen I y II. Publicación Científica y Técnica No. 587.

Ortiz Silla Roque 1993, Problemática Geoambiental y Desarrollo. V Reunión Nacional de Geología Ambiental y Ordenación del Territorio. Sociedad Española de Geología Ambiental y ordenación del Territorio. Murcia España

Selman Paul 1992 Environmental Planning Paul Chapman Publishing Ltd

Trueba, C.S. (1970). Manual de Hidráulica. Ed. Continental. México, D.F.

Universidad de Guadalajara 1994. Atlas de Riesgo de la Zona Metropolitana de Guadalajara, UdG. Colección del Medio Ambiente. México.

Universidad de Guadalajara 1995. Estudio de Riesgo Naturales en Ciudad Guzmán, Jal. Centro de Ciencias Biológicas y Agropecuarias. México.

Universidad Nacional Autónoma de México, 1989, Diccionario Geomorfológico. Instituto de Geografía, Coordinación de Ciencias.

Valdez Z. Andrés.,Guzmán A. Manuel., Peniche C. Salvador 2000. Chapala en Crisis. Universidad de Guadalajara. Centro Universitario de Ciencias Económico Administrativas.

Varnes David J. 1984. Landslide Hazard Zonation: a Review of Principles and Practice (Natural hazards 3). United Nations Educational, UNESCO, Francia.

World Resources Institute 1994. World Resources 1994 1995. World Resources Institute The United Nations Environment Programme and The United Nations Development Programme. New York Oxford, Oxford University Press.

www.planeta.com/ecotravel/mexico/ecologia/97/0897agua4.html

www.soresca.com.mx/nosotros.html

www.epa.gov/305b/98report/98summsp.html

www.epa.gov/ow/

www.veracruz.gob.mx/documentos/informe/I...IOECOLOGICO.htm

www.farn.org.ar/docs/p12/publicaciones12-3.html

www.imta.mx/serviprod/producthcaa.htm

www.ci.phoenix.az.us/NBHDPGMS/997riosp.html

PAGINAS WEB RECOMENDADAS

www.oas.org/sanjuan/Español/adt/sec2/sec2dsp.htm

www.semarnat.gob.mx/queretaro/cuerpo_agua.shtml

www.semarnat.gob.mx/durango/bosques_agua/bosques_y_agua.shtml

www.sagar.gob.mx/nueva_pagina/final/serv/degopa_t27.htm

www.inlet.geol.sc.edu/JOB/

www.multired.com/ambiente/ab/vm09

www.sagar-gea.org/hgared_AGUA/paginas/30agua.html

www.ina.gov.ar

www.conabio.gob.mx/institución/conabio_español/doctos/restaura.html

La contaminación en el río Zula

*JUAN ALFREDO MORALES DEL RÍO

*NICOLÁS RAMÍREZ LARA

**FRANCISCO JAVIER SALCEDO OLIDE

En este artículo los autores hacen un diagnóstico ambiental muy general sobre la problemática de la contaminación que en la actualidad afecta al río Zula y sus afluentes. Además, se analizan los efectos que han causado los diferentes contaminantes en la fauna existente en dicho río.

INTRODUCCIÓN

El llamado Río Zula y sus afluentes sufren en la actualidad una creciente contaminación debido principalmente a varios factores que se han venido acumulando en los últimos veinte años, a lo largo de su cauce. Entre los agentes que podemos mencionar se encuentran las descargas directas de aguas negras municipales e industriales, las aguas de retorno agrícola, los desechos sólidos y líquidos que se descargan al río de manera clandestina, la tala incontrolada de árboles localizados muy cerca de la corriente del mismo y algunas otras fuentes menores de contaminación que se sabe contribuyen al ecocidio del río Zula.

De acuerdo con una entrevista publicada en la Gaceta Universitaria y realizada para la maestra Adriana Hernández García¹ por Luis Eduardo Carrillo², la contaminación

industrial generada en Ocotlán es causada por varias fábricas de productos lácteos, las que arrojan sus aguas al drenaje municipal, el cual desemboca en el río Zula. Es sabido que en la mayoría de los casos, los residuos líquidos que desechan las fábricas de productos lácteos llevan grandes cantidades de suero de leche, el cual contiene altas concentraciones de lactosa. Según Albert L. Lehninger³ la lactosa es un compuesto disacárido cuyo nombre químico es O- β -D-galactopiranosil-(1-4)- β -D-piranosido que se encuentra en la leche, pero no existe en ninguna otra fuente natural; se ha comprobado que este compuesto se encuentra presente en las aguas del río Zula. El suero de leche disminuye el valor del pH y acidifica el agua más de lo normal, situación no propicia para las plantas y peces que dependen del mismo.

Otro problema que padecen los habitantes de la zona cercana al río Zula es el estancamiento de las aguas, que genera gran cantidad de mosquitos y de olores desagradables, sobre todo en la temporada de sequía, cuando el río no lleva un importante caudal de agua en su corriente.

ANTECEDENTES

La importancia de un río

Es sabido que los ríos son una de las manifestaciones más visibles del ciclo del agua. La humedad que se evapora en el mar se concentra en forma de nubes, que más tarde se condensan y desprenden el agua acumulada ya sea en for-

*Profesores del Departamento de Ciencias Tecnológicas

**Profesor del Departamento de Ciencias Básicas, Centro Universitario de la Ciénega

¹Profesora e Investigadora del Centro Universitario de la Ciénega.

²Carrillo, Luis Eduardo (2002) "Grave contaminación del río Zula", artículo publicado en la Gaceta Universitaria el día 20 de mayo del 2002, p.9.

³Lehninger, Albert L. (2003) "Bioquímica", Ediciones Omega, España, Octubre 2003. p.268.

ma de precipitación líquida (lluvia) o bien en forma sólida (granizo).

Una parte de esas nubes descarga su agua sobre el mar pero otra, arrastrada por los vientos, lo hace sobre tierra firme. Ya sea en forma de lluvia o de granizo, el agua empapa la tierra; después un determinado porcentaje pasa a formar parte de la materia vegetal y el resto acaba aflorando a la superficie, donde forma pequeñas corrientes. Otra parte se escurre directamente por la superficie. La suma de muchas de estas corrientes confluye y da origen al río.

En otras ocasiones, el proceso de confluencia tiene lugar en el interior de la tierra y si las condiciones de composición química del terreno lo permiten, la acción de la erosión física y química provoca que se formen grandes ríos subterráneos, que acaban por aflorar a la superficie.

El río es, por consiguiente, una manifestación de uno de los principales ciclos de la materia dentro del ecosistema, el del agua. Este elemento esencial para la vida circula por varios territorios, pasando de un estado casi puro -cuando se precipita en forma de lluvia o al surgir de un manantial de montaña- hasta otro, ya en el seno del medio fluido del río, en que lleva en solución una gran cantidad de sales minerales. Un río no sólo lleva la vida en sus aguas sino que contribuye a que florezca en aquellas zonas por las que discurre.

EL MEDIO FLUVIAL DEL RÍO

La corriente es un factor esencial en un río. Su intensidad varía en función del tramo de que se trate y, por consiguiente, también su acción erosiva. La composición química y el grado de oxigenación son otros dos factores importantes para los organismos vivos y ambos dependen de determinada anchura del río: mientras más angosto sea

el tramo, la velocidad del agua que circula será mayor que la correspondiente a un tramo de río más ancho, ya que el flujo (cantidad de agua) que pasa por el río en un cierto tiempo deberá de permanecer constante.

Por otra parte, se sabe que en el curso alto, llamado también corriente arriba, el agua sólo llevará disueltos los minerales propios de la roca por donde discurra o del terreno donde haya nacido. Lo contrario sucede en las tierras bajas o corriente abajo, donde hay tiempo suficiente para que la química actúe sobre el lecho del río, recibiendo además aportes numerosos de su entorno. En la Tabla 1 se muestran las dimensiones mínimas de las partículas que son arrastradas por la corriente en el fondo de un río. Se observa en esta tabla que a medida que la velocidad de la corriente es mayor, se arrastran partículas de un mayor diámetro, lo cual determina su depósito en el fondo del río y el hecho de que algunos seres vivos se encuentren en mayor o menor proporción en ciertos tramos.

Velocidad de la corriente (cm/seg)	Diámetro (mm)
10	0.2
25	1.3
25	1.3
50	5
75	11
100	20
150	45
200	80
300	180

Tabla 1. Dimensiones mínimas de las partículas del fondo del río para no ser arrastradas por la corriente
Tomada del Atlas de Ecología, Cultural de Ediciones, S.A., Madrid España 1995, p. 92.

Se sabe que las distintas especies que pueblan un río son a veces muy sensibles a estas condiciones, quedando entonces limitadas a determinadas áreas o cursos muy concretos. Estos organismos actúan entonces como *bioindicadores*, que sirven para señalar la calidad de las aguas y que en los métodos biológicos de detección se utilizan para comprobar el estado de salud de los cursos fluviales.

La presencia de sales disueltas, llamada *salinidad*, es un elemento de vital importancia para los organismos, y constituyen una barrera infranqueable para muchos de ellos. Su valor oscila entre casi el cero en los manantiales o nacimientos de algunos ríos en las montañas hasta valores inadecuados para la vida como en algunas lagunas salitrosas que es común encontrar en regiones desérticas.

De entre las comunidades presentes en un río cabe mencionar principalmente la bentónica del fondo, que en ocasiones se ve protegida por la corriente, y las que viven directamente en ésta y que muchas veces son arrastradas aguas abajo. Por ese motivo es difícil hablar de un plancton fluvial, que sólo en algunos tramos del curso bajo puede aparecer. Se sabe que aunque la corriente arrastre una serie de organismos en suspensión, estos no constituyen comunidades estables a las que puedan designarse como planctónicas, siendo su presencia sólo ocasional y efímera en los distintos tramos, sin presentar tampoco los ciclos y las sucesiones que se dan típicamente en las comunidades biológicas en sus orillas, que guardan una relación variable con el propio curso.

Cabe destacar que aquí es donde resultan importantes muchos de los árboles y el bosque que se encuentran a la orilla de los ríos y que en áreas generalmente áridas son un auténtico refugio para la fauna.



Figura 1. Parque Regional "Los Sabinos en Atotonilco El Alto, Jal. (Foto tomada por Alfredo Morales el Río)

EL RÍO ZULA

La llamada sub-cuenca del río Zula se localiza al noreste de la capital del estado de Jalisco, pertenece territorialmente a los municipios de Arandas, Atotonilco El Alto, Tototlán y Ocotlán, y forma parte de la cuenca Lerma-Chapala-Santiago. Esta última es la más importante de la región de la Ciénega.

El río Zula se encuentra entre las siguientes coordenadas geográficas: Latitud: 20° 15' y 20° 35' y longitud: 102° 40' y 102° 25'

Su nombre original es "Río Colorado de Zula". Es el más importante de la Zona Metropolitana de Ocotlán, Jalisco; cruza la ciudad en la parte sur e irriga una gran parte del territorio asignado al municipio del mismo nombre.

El río Zula nace en el municipio alteño de Arandas, Jalisco, al juntarse los arroyos llamados "Las Tinajas" y "Edificios" para formar un río de temporal llamado "Lagunazo",

que aguas abajo cambia su nombre por el de río Tule, el cual conserva hasta que llega a una rancharía antiguamente llamada “de Sánchez”, a partir de la cual toma el nombre de río de los Sánchez y sus aguas se vuelven permanentes. Poco más adelante este río recibe el afluente denominado río Gachupin, procedente también de Arandas, sigue su curso y pasa por la ciudad de Atotonilco El Alto, en donde se le une un arroyo que viene del balneario denominado “Los Chorritos”. En Atotonilco, al río Zula se le conoce con el nombre de “Los Sabinos” debido a la abundancia de este tipo de árboles en su orilla. En esa población, a un costado del río, se encuentra un parque regional llamado “Los Sabinos” (Ver figura 1).

Posteriormente pasa por el municipio de Tototlán hasta llegar a la población de San Martín de Zula, ya en el municipio de Ocotlán, donde toma el nombre de Río Zula, el cual conserva hasta que termina como afluente del Río Santiago en la ciudad de Ocotlán, colindando con el municipio de Poncitlán. Según datos de la Semarnat, en Jalisco, el río Zula tiene una longitud aproximada de 160 kilómetros.

A lo largo de las diferentes estaciones se desconoce con exactitud el cauce que lleva el río Zula desde su nacimiento en el municipio de Arandas hasta su desembocadura en el río Santiago, en el municipio de Ocotlán, debido a que, como casi todos los ríos mexicanos, el Zula lleva diferente volumen de agua en las épocas de lluvia y de secas, a lo cual hay que añadir las obras de retención de agua para irrigación que se efectúan en los diferentes municipios. A esto debemos agregar la situación creada por la deforestación y la erosión del suelo en los municipios de Arandas, Atotonilco El Alto y Ocotlán. Todo lo anterior produce un mayor escurrimiento superficial así como la disminución de la infiltración del agua de lluvia en los distintos terrenos.

[42]

El municipio de Ocotlán cuenta con terreno cuaternario, compuesto de suelo aluvial, suelo residual, suelo lacustre, roca sedimentaria, arenisca-toba y arenisca-conglomerado. El terreno donde se asienta la ciudad de Ocotlán es una llanura de origen aluvial con una pequeña zona de roca sedimentaria, de tipo arenisca, localizada al norte. Asimismo en los cerros aledaños que bordean las llanuras se encuentran rocas ígneas de tipo basalto, en las que se detectan fallas y fracturas geológicas. Se encuentran, además, lugares de extracción de material para la fabricación de ladrillo, dentro de la mancha urbana de Ocotlán.

La mayor parte del municipio es plana, existen algunas lomas y laderas; y una pequeña parte de tierras accidentadas y cerros con bosques. La ciudad de Ocotlán se ubica en terrenos planos, con pendientes menores a 5%, por lo que presenta condiciones favorables al desarrollo urbano, con la salvedad de algunas zonas que, por escaso drenaje natural, son susceptibles de inundación. La topografía abrupta con pendientes mayores a 15% se localiza al norte y sureste del área de aplicación, correspondiendo a las elevaciones de la Mesa de los Ocotes y el cerro El Gomeño. Aquella, situada al norte de la cabecera municipal, es la principal elevación, con una altura de 1,830 metros. Le sigue en importancia el cerro La Luz, ubicado al noroeste de la cabecera municipal, con una altura de 1,790 metros sobre el nivel del mar⁴. La precipitación media anual en el municipio de Ocotlán es de 810 mm con una máxima anual extraordinaria de 1146 mm y una mínima de 251,1 mm. La máxima promedio ocurrida en 24 horas es de 52.2 mm, en la estación lluviosa de los meses de julio a septiembre.

⁴Información obtenida de la página <http://es.wikipedia.org/wiki/Ocotl%C3%A1n>, tomada de Internet el día 09 de marzo del 2007.

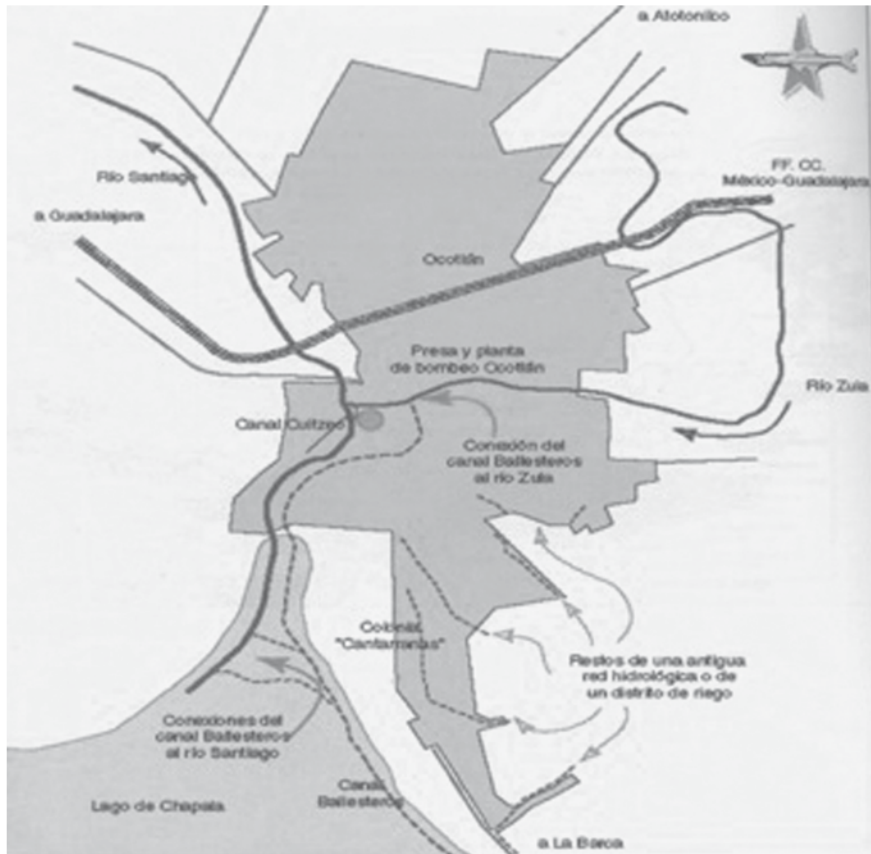


Figura 2. El río Zula y el río Santiago y el Canal Ballesteros.
Mapa vectorial base: INEGI, 1997.
Se tomó del libro *Chapala una Crisis Programada*

Debido a la sequía en el Río Zula la mayor parte del año, pues solamente fluye una gran cantidad de agua en la época de lluvias, el fenómeno de concentración de contaminantes es mayor, pues existe una menor cantidad de agua circulando por su cauce. El área del municipio de Ocotlán pertenece a la gran cuenca Lerma-Chapala-Santiago, región hidrológica Lerma-Santiago en donde se localizan el río Zula y el río Santiago. Este nace en el Lago

de Chapala y es el eje de la gran cuenca y límite intermunicipal. En lo que respecta al río Zula, éste recoge la mayoría de los escurrimientos del área y de la ciudad, corre de noreste a suroeste y cruza Ocotlán para tributar al Santiago. El parteaguas entre las cuencas del Zula y del Santiago pasa por la ciudad originando con esto que los terrenos al este del Santiago descarguen al río Zula. De acuerdo con datos del INEGI, se sabe que existió un llamado canal de Ballesteros que comunicaba al río Santiago con el río Zula (Ver figura 2). Este canal se secó por haberse tapado la entrada de agua, la cual se encauzó por el lecho natural del Zula hasta desembocar en el Santiago, y el lugar fue poblado por habitantes de la ciudad de Ocotlán.

Además se localizan tres presas al noreste del área y escurrimientos estacionales en la misma.

El río Zula desemboca en el río Santiago, muy cerca del nacimiento de éste en el lago de Chapala, sin embargo, debido a la represa que hay río abajo del Santiago, aporta agua al lago cuando la represa se encuentra cerrada. (El lago cumple la función de regular el clima de la zona)⁵.

Ya que los substratos acuíferos son la fuente de abasto, la superficie total del municipio ha sido decretada por la Comisión Nacional del Agua como Área de Veda para fines de extracción del líquido.

⁵Información obtenida de la página "http://es.wikipedia.org/wiki/Lago_de_Chapala", tomada de Internet el día 09 de marzo del 2007.

El mencionado Canal de Ballesteros fue construido hace varias décadas para para controlar, junto a otras obras en poblaciones cercanas, los flujos y niveles del Lago de Chapala.

Las inundaciones en terrenos ocupados son frecuentes en algunas zonas localizadas al norte de la ciudad, originadas por azolves e incapacidad de la red de alcantarillado o por bancos de material abandonado.

LA CONTAMINACIÓN

De manera muy general, se define el término contaminación como un cambio indeseable en las características físicas, químicas o biológicas de aire, agua, suelo o alimentos, el cual puede influir de manera diversa en la salud, sobrevivencia o las actividades de seres humanos u otros organismos vivos.

Si bien el concepto de contaminación difícilmente puede considerarse científico puesto que abarca un conjunto de fenómenos demasiado heterogéneos, es posible, no obstante, referirse a las sustancias contaminantes como aquellas sustancias nuevas (o sustancias introducidas en cantidades nuevas) que al penetrar en un medio determinan la rotura de determinados equilibrios, con la consiguiente modificación de la estructura y del funcionamiento de los ecosistemas afectados.

En el caso del río Zula, la contaminación del agua comprende cualquier cambio físico, químico o biológico en las aguas que acarrea su cauce. Este cambio debe ser capaz de causar daño a los organismos o volver el agua inapropiada para determinados usos, bien sea agrícolas o de irrigación, o como agua potable.

LAS AGUAS RESIDUALES: CONTAMINANTES PRINCIPALES DEL RÍO ZULA

Toda comunidad genera residuos tanto sólidos como líquidos. La fracción líquida de los mismos (aguas residuales) es, esencialmente el agua que desaloja la comunidad una vez que ha sido contaminada durante los diferentes usos para los cuales ha sido empleada.

De acuerdo con los autores Metcalf & Eddy⁶ “podemos decir que *el agua residual* es la combinación de los residuos líquidos, o bien aguas portadoras de residuos, procedentes tanto de residencias como de instituciones públicas y establecimientos industriales y comerciales, a los que pueden agregarse, eventualmente, aguas superficiales y pluviales”.

La composición de los caudales de aguas residuales depende de su origen y estas pueden ser del tipo:

Aguas residuales domésticas (o sanitarias): Procedente de zonas residenciales o instalaciones comerciales, públicas y similares.

Agua residual industrial: Agua residual en la cual predominan vertidos de tipo industrial.

Infiltración y aportaciones incontroladas: Agua que penetra en el sistema a través de juntas defectuosas, fracturas, grietas, o paredes porosas, etc.

Aguas pluviales: Agua resultante de escurrimientos superficiales, los cuales provienen del agua de lluvia principalmente.

La composición de las aguas residuales se refiere a las cantidades de constituyentes físicos, químicos y biológicos presentes en dichas aguas.

⁶Metcalf & Eddy (1996) “Ingeniería de Aguas Residuales, Tratamiento, Vertido y Reutilización”. Editorial McGraw Hill. p. 5.

Parámetro	Puntos de Muestreo					
	Puente del Paso de la Comunidad	Colonia Solidaridad	Colonia Informat 5	Puente Manuel Martínez	Puente Núcleo de Feria	Puente Peatonal de Piedra
Temperatura	20.47°C	20.78°C	20.62°C	20.42°C	20.5°C	20.97°C
Sólidos Totales (ppm)	334.94	334.12	344.55	341.86	346.95	340.83
Sólidos en suspensión (ppm)	82.68	87.41	87.64	82.41	81.9	78.74
Sólidos sedimentables (ppm)	2.8	3.1	3.5	3.2	2.8	2.7
Sólidos disueltos (ppm)	256.26	250.05	256.91	257.79	263.55	263.42

CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DE LAS AGUAS DEL RÍO ZULA

Las características físicas más importantes del agua son el contenido de sólidos totales, término que engloba la materia en suspensión, la materia sedimentable, la materia coloidal y la materia disuelta. Otras características físicas importantes son el olor, la temperatura, la densidad, el color y la turbiedad.

Según un trabajo de investigación (tesis de licenciatura en el Cuciénga) realizado por Carlos Cervantes y Maricela Cano⁷ sobre el grado de contaminación del Río Zula en la zona metropolitana de Ocotlán, se obtuvieron los siguientes resultados en 6 puntos de muestreo. Dicho trabajo se llevó a cabo en el periodo de secas correspondiente del 28 de febrero al 08 de mayo del año 2000.

⁷Cervantes S., Carlos y Cano H.,Maricela (2000)“Determinación del grado de Contaminación del Río Zula, mediante Análisis Físicoquímicos en la Ciudad de Ocotlán”. Tesis Profesional. Centro Universitario de la Ciénga. Universidad de Guadalajara.

Tabla 2. Análisis físicos del agua del río Zula.
Fuente: Tomado de Cervantes S., Carlos y Cano H.,Maricela (2000)“Determinación del grado de Contaminación del Río Zula, mediante Análisis Físicoquímicos en la Ciudad de Ocotlán”. Tesis Profesional. Centro Universitario de la Ciénga. Universidad de Guadalajara.

En estos resultados se observa que la temperatura es casi constante a lo largo de los tramos del río Zula en los cuales se midió dicho parámetro. Por lo que respecta al comportamiento del nivel

de sólidos, no se observa modificación significativa en su transcurso por la ciudad de Ocotlán.

CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS DE LAS AGUAS DEL RÍO ZULA

Las principales características químicas estudiadas en las aguas del río Zula, muy cerca de las descargas de aguas residuales que en él se depositan, fueron la materia orgánica, la materia inorgánica y los gases presentes en el agua analizada. Los resultados de los análisis químicos se muestran en la Tabla 3.

En lo que respecta al parámetro del pH, se puede observar que el agua se encontró muy cerca del punto neutro en la escala del pH, ya que resulta sólo ligeramente alcalina, lo que es normal en este tipo de aguas.

Los parámetros de acidez y alcalinidad muestran al igual que el pH, que no hay una variación significativa entre uno y otro punto de muestreo. En cuanto al oxígeno disuelto, se observan dos puntos críticos, localizados en

Parámetro	Puntos de Muestreo					
	Puente del Paso de la Comunidad	Colonia Solidaridad	Colonia Infonavit 5	Puente Manuel Martínez	Puente Núcleo de Feria	Puente Peatonal de Piedra
pH	7.5	7.5	7.6	7.6	7.5	7.4
Acidez ppm	78.3	93.7	99.57	97.8	100.86	99.4
Alcalinidad ppm	54.6	43.4	52.3	47.6	46.4	45.6
Oxígeno Disuelto ppm	4.2	5.3	2.6	4.5	4.6	3.7
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO) ppm	167.5	168.4	212.5	160.3	165.3	220.4
Demanda Química de Oxígeno (DQO) ppm	400.3	413.4	566.5	423.7	400.7	540
Grasas y Aceites mg/lit	8.9	9.4	8.7	10.14	9.6	10.5
Detergentes ppm	38	38.9	45.8	36.9	38.4	46.1

la Colonia Infonavit 5 (2.5 ppm de oxígeno disuelto) y en el Puente de Piedra (peatonal) (3.6 ppm), ya que el río tenía varios días de estancamiento y gran cantidad de lirio acuático, así como olores fétidos.

Como se puede observar en la tabla 3, el rango de valores para la Demanda Química de Oxígeno (DQO) se mantuvo alrededor de 460 ppm de oxígeno disuelto y para la Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO) en 182 ppm, en promedio. Los valores típicos para agua residual doméstica bruta se encuentran entre 250 y 1,000 ppm para la DQO y entre 100 ppm y 300 ppm, para la DQO y

Tabla 3. Análisis químicos efectuados en los diferentes puntos del río Zula.
Fuente: Tomado de Cervantes S., Carlos y Cano H.,Maricela (2000)“Determinación del grado de Contaminación del Río Zula, mediante Análisis Fisicoquímicos en la Ciudad de Ocotlán”. Tesis Profesional. Centro Universitario de la Ciénega. Universidad de Guadalajara.

DBO8, respectivamente. Por lo que la calidad del agua del río Zula es similar a la de un agua residual.

El nivel de grasas y aceites es alto (de 8.7 a 10.5 mg/lit) ya que de acuerdo a la Ley de Aguas Nacionales se requiere la ausencia de este parámetro para una descarga de agua tratada. En cuanto a detergentes, se encontró un incremento en los puntos localizados en la Colonia Infonavit 5 (45.8 ppm de oxígeno disuelto) y en el Puente de Piedra (46.1 ppm de oxígeno disuelto), ya que el río tenía varios días de estancamiento y gran cantidad de lirio acuático en

éstos puntos, lo cual incrementa el nivel de detergentes.

LA FAUNA DEL RÍO ZULA (INCLUIDOS SÓLO AVES Y PECES)

En la actualidad se tienen identificadas para el río Zula nueve familias de peces, con 2 especies nativas y 4 especies introducidas, así como diversas especies de aves migratorias, principalmente pertenecientes a la familia de los Ardeidos y al orden Ciconiformes; de entre algunas aves se pueden mencionar las garzas blancas (*Casmerodius albus*) y la garcilla bueyera (*Bubulcus ibis*), las garcetas (*Egretta garzetta*) y algunas otras aves menos frecuentes como la avoceta americana (*Recurvirostra americana*), el chorlito

patinegro o nevado (*Charadrius alexandrinus*), la gallareta (*Fulica cornuta*) y algunas especies y variedades de patos (muy escasos en el río Zula y más abundantes en el lago de Chapala).

Entre las especies de peces introducidas se reconocen la carpa común (*Cyprinus carpio communis*), la lobina negra, la carpa japonesa (*Cyprinus carpio haematopterus*), la trucha de arco iris (*Oncorhynchus mykiss*) y la tilapia (*Oreochromis aureus*). Sin embargo, debido a la contaminación, solamente sobreviven la carpa común, la tilapia y el bagre de canal (*Ictalurus punctatus*). Se sabe que varias especies de carpas carnívoras (*Cyprinus spp*) fueron introducidas para impulsar las existencias de pescado hace cien años, así como en el lago de Chapala, y fueron estas las que diezmaron los huevos y la cría del pescado que abundaba en aquel tiempo, conocido con el nombre de popocha (*Algansea popoche*). Se conserva una fotografía que muestra la abundancia de la popocha en los años setentas en el río Zula. Dicha foto muestra más de 100 peces secándose al sol en el atracadero, a un lado del Puente de Piedra. (Ver figura 3).

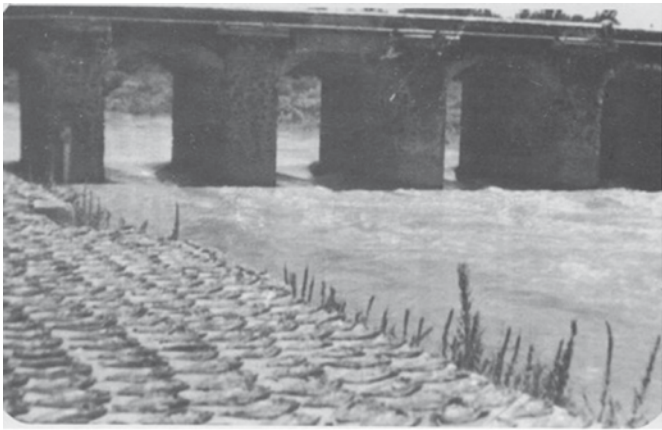


Figura 3. Secado de "popochas" en el Río Zula
Fuente: Foto tomada del libro "Recuerdos de Mi Pueblo: Ocotlán, Jal."
Escrito por José Escoto (Septiembre 11, de 1971).

La lobina negra se introdujo sin conocer los hábitos de desove de la especie y su escasa adaptabilidad a las altas concentraciones de contaminantes, por lo que pronto desapareció.

ESPECIES EXTINTAS

De los peces hay varias especies ya desaparecidas en el río Zula, como la popocha (*Algansea popoche*), el boquinete, la sardina, la lisa, la barbeta y la lobina negra. Otras están seriamente amenazadas, como el bagre y el pescado blanco (*Chirostoma spp*); este último es sumamente raro ya que en la actualidad se le encuentra, sólo muy ocasionalmente, en el Lago de Chapala.

Todavía en la década de los 70, en el río Zula se pescaban con atarrayas carpas y popochas y el pescado que se obtenía no estaba contaminado, como en la actualidad, con descargas de aguas residuales (Ver figura 4).

Ya no puede verse en la actualidad, como antaño, aquella pesca que se realizaba río arriba en el Zula y en el Santiago, cuando las popochas subían a desovar a estos ríos y a otros arroyos, y los pescadores los atrapaban en grandes cantidades y sin mucho trabajo. Todo esto quedó en el pasado, y hoy en día no hay popochas ni para una foto, pues son muy escasas en el Lago de Chapala.

CONCLUSIÓN

La contaminación actual ocasionada por la descarga de aguas domésticas residuales, aguas de riego y algunas descargas líquidas industriales en el casi extinto río Zula además de la sequía gradual que se ha tenido en los últimos años, han causado que muchas de las especies de organismos vivientes que en él habitaban de manera normal, se encuentren en peligro de desaparecer, o bien de emigrar hacia otros sitios.



Figura 4. Pescando en el Río Zula
Fuente: Foto tomada del libro "Recuerdos de Mi Pueblo: Ocotlán, Jal."
Escrito por José Escoto (Septiembre 11, de 1971).

El presente artículo pretende ser solamente una llamada de atención a todos aquellos que habitamos en la Región de la Ciénega y que de alguna manera y en forma directa e indirecta perjudicamos el medio ambiente del río Zula. Ojalá y el día de mañana no tengamos que arrepentirnos al no contar con este maravilloso recurso natural.

WEBGRAFÍA

Información obtenida de la página <http://es.wikipedia.org/wiki/Ocotl%C3%A1n>, bajada el día 09 de marzo del 2007.

Información obtenida de la página "http://es.wikipedia.org/wiki/Lago_de_Chapala", bajada de Internet el día 09 de marzo del 2007.

Información obtenida de la página <http://www.semarnat.gob.mx/regiones/chapala/index/index.html> bajada de Internet el día 09 de marzo del 2007.

Información obtenida de la página

<http://chapala.110.mb.com> bajada de Internet el día 09 de marzo del 2007.

[48]

BIBLIOGRAFÍA

Atlas de Ecología, Cultural de Ediciones, S.A., Madrid España 1995.

Carrillo, Luís Eduardo (2002) "Grave contaminación del río Zula", artículo publicado en la Gaceta Universitaria el día 20 de mayo del 2002.

Cervantes S., Carlos y Cano H., Maricela (2000) "Determinación del grado de Contaminación del Río Zula, mediante Análisis Fisicoquímicos en la Ciudad de Ocotlán". Tesis Profesional. Centro Universitario de la Ciénega. Universidad de Guadalajara.

Escoto, José (1975) Recuerdos de Mi Pueblo: Ocotlán, Jal." México, D. F.

Información obtenida por el autor de la SEMARNAT, en Jalisco.

Lehninger, Albert L. (2003) "Bioquímica", Ediciones Omega, España, Octubre 2003.

Metcalf & Eddy (1994) "Tratamiento y Depuración de Aguas Residuales". Editorial Editorial Labor.

Metcalf & Eddy (1996) "Ingeniería de Aguas Residuales, Tratamiento, Vertido y Reutilización". Editorial McGraw Hill.

La Calidad del Agua en el Río Santiago

¹MANUEL GUZMÁN ARROYO

²SALVADOR PENICHE CAMPS

³MARTÍN LÓPEZ HERNÁNDEZ

¹LAURA E. PEÑA GARCÍA

INTRODUCCIÓN

La crisis del agua es de carácter mundial. A pesar de las grandes innovaciones tecnológicas de la era moderna, en la actualidad hay en la Tierra más personas carentes de agua que hace 10 años. Las necesidades en materia de saneamiento son cada vez más indispensables, incluso en los países desarrollados, donde con sus mayores recursos hacen una administración más eficiente y tienen una sociedad más exigente. Especialistas internacionales consideran que en los inicios del XXI, la carencia de agua, más bien que la carencia de la tierra cultivable, será el limitante más importante en la producción de alimentos en todo mundial. Al igual que el suelo, la cantidad de agua disponible para el uso agrícola no puede ser aumentada, pero sí puede ser mejor empleada (Halacy, 1977; Aldama, 1994; Guzmán, 1996).

LA CONTAMINACIÓN DEL AGUA

La calidad del agua puede ser alterada como consecuencia de las actividades humanas o fenómenos naturales que produzcan efectos adversos y cambien su valor fisicoquímico o ecológico. De tal modo, cualquier alteración de la

calidad física, química o biológica del agua, que provoque un efecto inaceptable de su utilidad o valor ecológico, es considerada como contaminación del agua. Un contaminante es el factor o la sustancia que provoca esa alteración. La contaminación de las aguas puede ser causada por: contaminación de la atmósfera, que va a modificar la calidad de las aguas de lluvia y la superficie del suelo que afectará las aguas de escurrimiento, los usos de los suelos (agropecuarios, urbano, construcción de obras, etc.), la disposición libre de desechos sólidos y líquidos, derrames accidentales de materiales en el agua, etc., y puede ser causada por las aguas residuales (Guzman, 1997).

De Anda (1997) menciona que en México no existe regulación que especifique las concentraciones máximas permisibles de nutrientes (como el fósforo y nitrógeno). Las normas oficiales mexicanas, regulan las condiciones particulares de descarga. Al compararlas con las normas emitidas por otros países, podemos notar que los límites máximos permisibles llegan a ser hasta 30 veces mayores que los valores estipulados por las normas norteamericanas, por ejemplo.

FUENTES DE CONTAMINACIÓN

La contaminación se origina principalmente por descargas de aguas residuales sin tratar, de origen urbano, agropecuario e industrial. Se debe considerar que hay también

¹Instituto de Limnología. Centro Universitario de C. Biológicas y Agropecuarias. Universidad de Guadalajara.

²Programa Economía Ambiental. Departamento de Economía. Centro Universitario de C. Económicas y Administrativas. Universidad de Guadalajara.

³Laboratorio de Limnología. Instituto de Ciencias del Mar y Limnología. Universidad Nacional Autónoma de México.

otras fuentes externas de contaminación, por ejemplo: tiraderos de basura a cielo abierto, rellenos sanitarios defectuosos, descargas ocasionales e indebidas de materias y sustancias químicas, subproductos agropecuarios, y escombros de construcción, que se hacen sin control en distintos sitios alrededor de las poblaciones del estado (CEE, 1993).

ASPECTOS BIOLÓGICOS DE LAS AGUAS RESIDUALES

Las aguas residuales presentan un complejo de sustancias orgánicas e inorgánicas, que proporcionan un substrato de carácter físico-químico, que determina la existencia de organismos típicos, la abundancia de unos y la escasez de otros. La composición de las aguas residuales es variable, por lo que también lo son el tipo y número de organismos que en ella viven, como: virus, bacterias, hongos, protozoarios, nemátodos, platelmintos y nematelmintos. Estos organismos pueden ser aerobios, anaerobios, estrictos o facultativos, patógenos, inofensivos o de vida útil larga o corta (Mendoza, 1993).

Los virus se encuentran en el agua, que es uno de sus principales medios de transmisión. Viven por largos períodos en forma latente y sólo se reproducen al encontrar un hospedero, que puede ser una planta, un animal o el propio hombre. Las bacterias son de los microorganismos más abundantes en la naturaleza; las hay patógenas y simbióticas y son los elementos más representativos de las aguas residuales urbanas y agrícolas. El grupo coliforme y los estreptococos fecales son considerados indicadores bacteriológicos de contaminación del agua, ocasionada por desechos fecales provenientes del hombre y de los animales (ganado). Los hongos se caracterizan por su notable resistencia a todo tipo de condiciones de temperaturas y pH extremos (Mendoza, 1993).

AGRICULTURA

Un indicador indirecto del impacto de las actividades agrícolas sobre la calidad de las aguas, nos lo dan los sistemas de producción, particularmente el riego agrícola, en el doble sentido del volumen de agua que consumen y del riesgo potencial que implican los retornos agrícolas. Los distritos de riego implican también un desarrollo tecnológico más avanzado sobre los distritos de temporal, con el uso de maquinaria y agroquímicos que tienen efecto sobre los ecosistemas.

GANADERÍA

Cada tipo de ganado tiene un impacto diferente sobre los ecosistemas acuáticos, que depende de sus características biológicas y de la forma en que se realiza la producción. Los impactos ecológicos de cada una de estas ganaderías son de diferentes magnitudes y tipos. En México, la ganadería ovino-caprina es una ganadería secundaria; y las ganaderías de vacas, cerdos y pollos son primarias, debido a su tamaño y tecnificación.

La composición química de las excretas es diferente según sean aves, cerdos, vacas, caballos u ovejas. El contenido en nitrógeno, fósforo y potasio es mayor en forma líquida que sólida; en general, es mayor el de nitrógeno (68.0 kg/t) y el fósforo (60.0 kg/t) en las aves; en cambio, el potasio (41.0 kg/t) lo es en los bovinos (Astier, 1995). Las aves y los ovinos presentan una mayor cantidad de nitrógeno y de fósforo (0.89 %) que el resto de las especies, su concentración de potasio y calcio es también la más alta (0.83 %). Los cerdos presentan una alta concentración de nitrógeno (0.63 %); en cambio, los caballos, de potasio (0.57 %), (Naranjo, 1984).

INDUSTRIA

Las aguas residuales de la industria se distinguen por contener una gran variedad de sustancias, ya sea en forma disuelta o suspendida. Tal contenido define las características que a su vez condicionan el uso de las aguas y determinan el impacto sobre el medio acuático cuando son dispuestas.

En general, los cuerpos de agua, ríos y cuencas más afectados por la contaminación en el estado de Jalisco son: el Sistema Lerma - Chapala - Santiago, subcuenca del río Verde y sus afluentes: los ríos Lagos, San Juan, Jalostotitlán, Yahualica y Tepatitlán. Zona Metropolitana de Guadalajara: río Santiago (en la Barranca de Huentitán); Valles de Toluquilla y Tesistán: presas del Ahogado, Osorio y Dean; y la zona de Colomos, los ríos Tamazula, Tuxpan, Salado, Ameca, Tuxcacuesco, Ayutla, Armería, Purificación, Tomatlán y Cihuatlán (Guzmán, 1997).

EL AGUA EN EL ESTADO DE JALISCO

El estado está integrado por 124 municipios, distribuidos originalmente en 5 grandes zonas geoeconómicas: Norte, Altos, Centro, Sur y Costa. Cuenta con una superficie de 80 137 km², que corresponde al 4% del territorio nacional, por lo que ocupa el sexto lugar entre los estados de la Federación en cuanto a su extensión territorial.

La distribución del agua no es regular en Jalisco: se tiene que 51 % del territorio queda comprendido en la zona árida, con las regiones: Norte, Los Altos y Centro; y 49 % restante, en la zona semiárida con: Sur y la Costa.



Fig. 1. Grado de contaminación de los principales ríos de Jalisco. (Fuente: Guzmán, 1997).

HIDROLOGÍA SUPERFICIAL

El Estado de Jalisco comprende parte de 7 Regiones Hidrológicas: Lerma-Chapala-Santiago, Huicila, Ameca, Costa de Jalisco, Armería-Coahuayana, Alto-Río Balsa y El Salado. De ellas, la mas importante es la del Lerma - Chapala – Santiago por su extensión territorial.

RH-12 LERMA-CHAPALA-SANTIAGO

R. Lerma. Drena una superficie aproximada de 5 127 km². Su cuenca es una de las más importantes del país, estriba en que permite gran cantidad de usos productivos como recreación, turismo, agricultura, abastecimiento de agua, pesca, deportes acuáticos, etc. El lago de Chapala es el más grande del país con 1 100 km² de superficie y una capacidad de 6 354 M³.

R. Santiago. Drena una superficie aproximada de 9 641 km². La importancia de esta cuenca estriba en que en ella se puede considerar el inicio del recorrido del río Grande de Santiago; ocupa toda la parte central del estado.

R. Verde. Drena 11 801 km² del estado y nace en el estado de Zacatecas.

R. Bolaños. Esta cuenca está comprendida por tres estados: Aguascalientes, Nayarit y Jalisco. De este drena 5 052 km². La corriente principal de esta cuenca corre por el centro de ella; es afluente importante del Río Grande.

R. Huaynamota. Esta cuenca drena 3 513 km², ubicados en la parte noroeste de Jalisco; el río Huaynamota, corriente principal de esta cuenca y afluente importante del río Grande de Santiago, tiene una longitud de 280 km a lo largo de su cauce principal hasta su confluencia, a 40 km al noroeste de Tepic, Nayarit. La porción correspondiente al estado de Jalisco es conocida como río Atengo o Chapalangana, por el norte, y río Huichol por el sur, y también con el nombre de río Huaynamota.

Almacenamientos. Por su importancia, sobresalen la presa Santa Rosa en Jalisco y las presas Aguamilpa y las recién construidas La Yesca y el Cajón en Nayarit, que tienen como finalidad principal la generación de energía eléctrica.

DIAGNÓSTICO DE LAS AGUAS SUPERFICIALES

La mayor parte los cuerpos de agua superficiales de Jalisco están afectados de una u otra manera por las descargas de aguas residuales de muy diversos tipos: domésticas, industriales, mineras y agropecuarias, a excepción tal vez de algunas existentes en zonas agrestes y de algunos pocos ríos y cuerpos de agua de la planicie costera.

Se presenta una descripción sinóptica de los cuerpos de agua, de las cuencas y subcuencas hidrológicas y de los ríos que presentan los problemas de contaminación mas importantes en la Región Hidrológica 12 Lerma – Chapala - Santiago, de acuerdo con los datos recabados en los trabajos de campo y en las distintas fuentes de información documental y de las dependencias federales y estatales.

RH-12 LERMA - CHAPALA - SANTIAGO

La cuenca Lerma-Chapala-Santiago tiene el desarrollo industrial y demográfico más importante del estado; en él se asientan importantes corredores industriales de los más diversos giros. Además, se localizan unas 50 poblaciones de tamaño medio. Los problemas principales en esta cuenca son las siguientes:

R. Lerma Presenta contaminación por aguas de retorno agrícola, desechos municipales e industriales de los estados por los que atraviesa el río. En el estado de Jalisco aumenta su contaminación con la afluencia del río Santa Rita, que trae aguas negras de las poblaciones de Ayotlán y Jesús María, y por las granjas porcícolas en Degollado. (La Barca también descarga al río Lerma, pero sus aguas residuales están tratadas por procesos secundarios con desinfección final). La calidad de agua de este río en el Puente Briseñas mejora comparada con las estaciones de muestreo río arriba.

R. Zula El Río Zula es afluente del Río Santiago, y está afectado principalmente por aguas negras de las poblaciones de Arandas y Atotonilco el Alto, y por desechos de industrias alimentarias y tequileras. Además, existen algunas descargas directas de aguas negras de la ciudad de Ocotlán.

R. Verde Este río viene desde el estado de Aguascalientes, donde se inicia su contaminación. En Jalisco, presenta algunas contaminaciones puntuales provenientes de poblaciones de la zona de Los Altos, en especial de Encarnación de Díaz, Teocaltiche, Yahualica, San Miguel el Alto, San Julián y Villa Hidalgo entre otros, pero en general presenta una buena calidad de agua, y pueden dársele varios usos.

Nota: El río Verde tiene varios afluentes: el río Lagos, que presenta contaminación por lecherías y por desechos de establos y aguas negras de las poblaciones de Lagos de Moreno y San Juan de los Lagos; se nota un decremento en la calidad del agua después de su paso por dichas poblaciones, y se recupera ligeramente antes de su confluencia con el Río Verde.

R. Jalostotitlán Contaminado principalmente por descargas de aguas negras de la población del mismo nombre.

R. Tepatitlán Recibe aguas negras de la población de Tepatitlán y aguas residuales agropecuarias de Acatic.

R. El Salto Presenta contaminación por desechos de aguas negras de la población de Valle de Guadalupe.

R. Santiago Este río presenta considerable contaminación en la parte inicial debido a las industrias y poblaciones localizadas en sus márgenes, y posteriormente es contaminado por las aguas residuales municipales e industriales descargadas de la Zona Conurbada de Guadalajara, por lo que este río presenta baja calidad de agua en casi toda su trayectoria. Dentro del límite del estado recibe considera-

ble contaminación de aguas residuales de las poblaciones de Amatitán, Tequila, Arenal y Magdalena, además de los desechos de la industria tequilera y de otras factorías.

R. Bolaños Abarca toda la zona norte del estado y recibe contaminación por la zona minera de Bolaños, principalmente por los derrames de las presas localizadas en la región, donde decrece bastante la calidad de agua.

L. Chapala La mayor parte de los contaminantes que presenta el lago de Chapala provienen de la cuenca del río Lerma, y prácticamente cubre todos los tipos: desde las descargas urbanas, hasta las industriales y agropecuarias. La contaminación de la cuenca local, consiste en descargas urbanas y en menor grado, agropecuarias, pues prácticamente no tiene industrias instaladas.

CALIDAD DEL AGUA DE ACUERDO CON LAS NORMAS ECOLÓGICAS

Desde el punto de vista de la normatividad de la calidad del agua, y tomando en consideración las zonas en que se divide el estado para el Sistema de Monitoreo de Calidad del Agua (Montoya, et al, 1997; Guzmán, 1997), se tiene:

RH-12 LERMA CHAPALA SANTIAGO

R. Lerma Protección de la vida silvestre: rebasa los máximos permisibles en nitratos y sulfatos.

Abastecimiento público: rebasa los límites de grasas y aceites.

Riego agrícola: La conductividad esta por arriba de los máximos permisibles.

Coliformes fecales: están fuera del límite permisible para todos los usos, así como para el uso recreativo con contacto directo.

L. Chapala Protección de la vida silvestre: rebasa el máximo permisibles en nitrógeno amoniacal.

Abastecimiento público: rebasa los límites máximos permisibles de grasas, aceites y sólidos disueltos.

Riego agrícola: la conductividad y los sólidos disueltos están por arriba de los máximos permisibles.

Coliformes fecales: están dentro del límite permisible para todos los usos, así como para el uso recreativo con contacto directo.

R. Santiago Protección de la vida silvestre: rebasa los máximos permisibles en nitratos y sulfatos, así como el mínimo permisible de oxígeno disuelto.

Abastecimiento público: rebasa los límites de grasas y aceites y sólidos disueltos.

Riego agrícola: la conductividad esta por arriba de los máximos permisibles.

Coliformes fecales: están fuera del límite permisible para todos los usos anteriores así como para el uso recreativo con contacto directo.

R. Lagos Protección de la vida silvestre: rebasa los máximos permisibles en nitratos, y sulfatos. El oxígeno disuelto se encontró por debajo del mínimo permisible.

Abastecimiento público: rebasa los límites máximos permisibles de grasas, aceites y sólidos disueltos. El oxígeno disuelto, por debajo del mínimo permisible.

Riego agrícola: la conductividad, los sólidos suspendidos y los sólidos disueltos están por arriba de los máximos permisibles.

Coliformes fecales: están dentro del límite permisible para todos los usos, así como para el uso recreativo con contacto directo.

R. Verde Protección de la vida silvestre: rebasa los máximos permisibles en nitratos, y sulfatos.

Abastecimiento público: rebasa los límites máximos permisibles de grasas, aceites, sólidos suspendidos totales, sólidos disueltos y color.

Riego agrícola: la conductividad esta por arriba de los máximos permisibles.

Coliformes fecales: después de su confluencia con el río Lagos están fuera del límite permisible para todos los usos, así como para el uso recreativo con contacto directo.

R. Calderón Protección de la vida silvestre: rebasa los máximos permisibles en nitratos, y sulfatos.

Abastecimiento público: rebasa los límites máximos permisibles de grasas, aceites y sólidos disueltos.

Riego agrícola: la conductividad esta por arriba de los máximos permisibles.

Coliformes fecales: están dentro del límite permisible para todos los usos, así como para el uso recreativo con contacto directo.

R. Bolaños Protección de la vida silvestre: rebasa los máximos permisibles en nitratos, y sulfatos.

Abastecimiento público: rebasa los límites máximos permisibles de grasas, aceites y sólidos disueltos.

Riego agrícola: la conductividad esta por arriba de los máximos permisibles.

Coliformes fecales: Están arriba del límite máximo establecido para todos los usos, así como para el uso recreativo con contacto directo.

La mayor parte de las poblaciones de Jalisco se abastecen de aguas subterráneas extraídas por medio de norias,

pozos profundos y algunas galerías filtrantes, que en su mayoría están libres de contaminación, a excepción de algunos pozos (actualmente fuera de servicio, ubicados en la parte sureste de la Zona Metropolitana de Guadalajara, y en algunos asentamientos humanos irregulares, donde se abastecen de norias particulares poco profundas, cercanas a pozos negros y fosas sépticas inadecuadas.

REFLEXIONES

La contaminación se origina principalmente por descargas de aguas residuales sin tratar, de origen industrial, doméstico, comercial, agropecuario y de retorno agrícola. Además, hay otras fuentes de contaminación externas, por ejemplo: tiraderos de basura a cielo abierto, rellenos sanitarios defectuosos, descargas ocasionales e indebidas de materias y sustancias químicas y petroquímicas, subproductos agropecuarios, y escombros de construcción, que se hacen sin control en distintos sitios alrededor de la zona Metropolitana, y en la mayoría del resto de las poblaciones del estado. La mayor parte de los cuerpos de agua están contaminados en mayor o menor medida.

El problema de contaminación de las aguas superficiales en el estado se ha visto acrecentado por el desarrollo demográfico, ya que la mayoría de las grandes y pequeñas concentraciones urbanas, vierten sus aguas residuales a diferentes corrientes superficiales, sin tratamiento previo, así como también las descargas de origen industrial, agropecuario y de retorno agrícola, y se ve acentuada la contaminación en época de estiaje, en que los cauces de los ríos disminuyen (CEE, 1993).

Durante años no existió en México una regulación en materia de calidad de las aguas descargadas a los cuerpos de agua del país. Por otra parte la regulación actual permite aún altos niveles de concentración de fósforo en las

descargas de aguas residuales municipales e industriales, por lo que resulta razonable deducir que el problema de eutrofización que actualmente prevalece en las cuencas hidrológicas del país continuará su grado de avance en los próximos años. El riesgo en el futuro es que el país tendrá necesariamente que pagar costos sumamente elevados de saneamiento de cuencas y restauración de lagos y cuerpos de agua, si es que se desea realmente crear un desarrollo sustentable en el país y proteger los bienes de la nación para garantizar la salud y supervivencia de las generaciones futuras.

ÁREAS CRÍTICAS

En general los cuerpos de agua, ríos y cuencas más afectados por la contaminación en el estado de Jalisco son: el Sistema Lerma - Chapala - Santiago, generadas por el corredor industrial de Ocotlán, Poncitlán y el Salto; subcuenca del río Verde y sus afluentes: los ríos Zula, Lagos, San Juan, Jalostotitlán, Yahualica y Tepatitlán, que presenta problemas de contaminación generadas por las descargas de tipo urbano, industrias alimentarias, lácteos y granjas porcícolas y avícolas; Zona Metropolitana de Guadalajara, cuyo principal problema es el aporte de las aguas residuales, así como las descargas de tipo industrial; el río Santiago (en la barranca de Huentitán); valles de Toluquilla y Tesistán; Presas del Ahogado, Osorio y Dean y la zona de Colomos. (Guzmán, 1997).

FACTORES LIMITANTES DEL CONTROL DE LA CONTAMINACIÓN

Se consideran como los principales factores que han limitado las acciones concretas para el control y la prevención de la contaminación del agua hasta la fecha (Guzmán, 1997 y Montoya, et al., 1997), los siguientes aspectos:

Falta de aplicación rigurosa de las leyes, reglamentos y normas vigentes para prevenir y controlar la contaminación del agua.

Otras prioridades nacionales consideradas como más importantes, como: la construcción de sistemas de agua potable y alcantarillado, electrificación, vivienda, carreteras, etc., de tal forma que la protección ambiental quedaba en segundo término.

Agua de primer uso, potable o para usos industriales, comerciales y de riego, subsidiada con precios abajo del costo real; por lo cual, el tratamiento del agua residual resultaba incosteable, excepto en algunos casos aislados.

El desarrollo demográfico, agrícola, industrial y comercial, no había alcanzado el crecimiento que ahora tiene y que demanda mayores insumos, en especial de agua para distintos usos. Por lo cual se comienza a sentir la escasez del vital líquido y se aprecia la disminución de su calidad físicoquímica y bacteriológica, lo cual es limitante en muchos casos.

Insuficiente personal técnico y calificado, así como de compañías que se dediquen al estudio, preservación y control de la calidad del agua, en el ámbito nacional y local; así como de experiencia y hasta de ética profesional para resolver esta problemática.

Conceptos equivocados que consideran que la naturaleza puede transformar todos los desechos que le lleguen, siendo que -en su mayor parte- la capacidad de autopurificación de los cuerpos de agua superficiales ha sido rebasada.

Factores económicos diversos, como: inflación y recesión económica; y ausencia en la consideración de costos ambientales dentro de los costos de producción, entre otros.

Falta de concientización y de educación ambiental en varios estratos de la sociedad.

EL MARCO LEGAL

A pesar de las numerosas dependencias municipales, estatales y federales involucradas en los aspectos de atención al medio ambiente y a la salud pública; de contar con leyes, reglamentos y normas de calidad internacional, y en particular respecto a las descargas de sólidos y de aguas residuales a los cuerpos de agua. No se tienen por sistema acciones legales concretas, y es notable el incumplimiento de las normas y leyes oficiales vigentes⁴, particularmente las instituciones: Comisión Nacional del Agua, Procuraduría del Medio Ambiente, Secretaría de Medio Ambiente, y Secretaría de Salud, en el ámbito federal; y la Secretaría de Medio Ambiente y Desarrollo Sustentable del Estado de Jalisco. Además de las diversas Direcciones de Ecología de los municipios.

PROPUESTA ÚNICA

Dado el grave riesgo del impacto en salud pública que se tiene sobre la población de la Zona Metropolitana de Guadalajara⁵, la ausencia de aplicación de las leyes ambientales y sanitarias en las aguas de los ríos que confluyen, la ineficiencia de los sistemas de tratamiento de aguas urbanas, la inexistencia de sistemas de tratamiento de aguas industriales y de tratamiento de aguas pecuarias que se vierten, las cuales serán la base del uso de agua en el Proyecto Arcediano, debe solicitarse de inmediato una verificación, evaluación y dictamen sobre la calidad del agua y su posible uso potable por parte de la Organización Mundial de

⁴Incluso es sorprendente la existencia de "Manuales de Procedimientos" que inhabilitan totalmente la aplicación de la ley. Estos manuales no son dictaminados como las leyes por los legisladores, son elementos de trabajo internos de las dependencias.

⁵La cual ya es severamente afectada por la contaminación atmosférica.

la Salud y de la Organización Panamericana de la Salud, o de ambas, para determinar si este tipo de aguas y sus condiciones de manejo o tratamiento son o serán adecuadas para el uso por parte de la población de la Zona Metropolitana de Guadalajara. No es suficiente la promesa de “sanear el río Santiago”.

BIBLIOGRAFÍA

- Astier, C.M., 1995. Fertilización orgánica en una agricultura de conversión. Grupo Interdisciplinario de Tecnología Rural Apropriada. A.C., Documento de Trabajo N° 14. Pátzcuaro, Mich. 17 pp.
- CEE. 1993. Prevención y Control de la Contaminación del Agua. En Plan Estatal de Protección al Ambiente. Comisión Estatal de Ecología. Gobierno del Estado de Jalisco. Guadalajara. 175-206 pp.
- de Anda, S.J., 1997. Proceso de eutroficación y balance de nutrientes en lagos. Instituto de Geofísica. Universidad Nacional Autónoma de México. Informe Académico. México. 46 pp.
- GEJ. 1993. Plan Estatal de Protección al Ambiente. Comisión Estatal de Ecología. Gobierno del Estado de Jalisco. Guadalajara. 371 pp.
- Guzmán A.M. y E.N. Merino. 1992. Diagnóstico de la Contaminación del Agua en Jalisco. Cuadernos de Difusión Científica 26. Universidad de Guadalajara. 67 pp.
- Guzmán, A.M., 1995. El Impacto ambiental de los Proyectos Hidroeléctricos. Un estudio de caso: El P.H. Aguamilpa, Nayarit. En memoria: II Jornadas de Biología. División de Ciencias Biológicas y Ambientales. Centro Universitario de Ciencias Biológicas y Agropecuarias. Universidad de Guadalajara. Guadalajara. 15-46 pp.
- Guzmán, A.M., 1996. La Gestión del Agua. Reunión de Especialistas de Calidad del Agua. Centro Universitario de Ciencias Biológicas y Agropecuarias. Universidad de Guadalajara. Guadalajara. 15 pp.
- Guzmán, A.M., 1997. Las Aguas Superficiales del Estado de Jalisco. Diagnóstico. Programa de Ordenamiento Ecológico y Territorial del Estado de Jalisco. Marco Físico. Instituto de Limnología. Universidad de Guadalajara. Guadalajara. 125 pp.
- López, M.V., 1996. Evaluación de impactos ambientales en cuencas hidrológicas. I seminario Internacional “Técnicas y métodos actuales para la rehabilitación de lagos y ríos”. Centro Ingeniería y Asistencia Tecnológica del Estado de Jalisco. Guadalajara, Jal.
- Mendoza, N.M., 1993. Calidad del Agua. Física, Química y Biológica. En Curso: Control de la Calidad del Agua. Instituto Tecnológico y de Educación Superior de Occidente. División de Ingeniería. Guadalajara. 17 pp.
- Mijaylova N.P. 1993. Tratamiento de aguas residuales industriales. En Memoria del Curso de Limnología Aplicada. Comisión Nacional del Agua. Instituto Mexicano de Tecnología del Agua. Yatepec, Mor. México. 105-123 pp.
- Molina, O.A., (Coord.) 1995. Jalisco 2000. De frente a las nuevas realidades. Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey. Campus Guadalajara. 465 pp.

Aguas abajo o Respirar veneno en Juanacatlán y El Salto, Jalisco

*CINDY McCULLIGH

“Está grueso”¹. Esta fue la declaración del gobernador de Jalisco, Emilio González Márquez, cuando se asomó para ver el río Santiago entre los municipios de El Salto y Juanacatlán, a finales de agosto 2007, al acudir para inaugurar un nuevo tramo del estrecho puente que une a estos dos poblados. Esta manifestación de la máxima autoridad estatal ante una problemática que ha desatado la protesta de organizaciones sociales y civiles de la zona es, quizás, una buena muestra de la escasa voluntad gubernamental de dar respuesta a una problemática de salud ambiental compleja, y en consecuencia, ineludible, del modelo actual de desarrollo urbano e industrial que predomina en la Zona Conurbada de Guadalajara (ZCG).

Ante las exigencias ciudadanas del saneamiento del río Santiago, tanto las autoridades de salud como las ambientales, estatales y federales, se han inclinado por desestimar la problemática y han dejado manifiesta la inhabilidad de las diversas instancias de garantizar los derechos a la salud y a un medio ambiente sano, de estas poblaciones.

“Las cloacas son la conciencia de la ciudad”, dijo Víctor Hugo en *Los Miserables*. En Juanacatlán y El Salto, donde afloran y se convive con las cloacas de la ZCG y su zona industrial, lo que se sufre es la inconsciencia de una sociedad que está envenenando su propio ambiente. Aquí, la magia del agua hace desaparecer desechos al jalar una palanca, o vaciar tóxicos en un caño; aguas abajo, el truco se vuelve realidad en contra de la salud de otros.

DE BELLEZA NATURAL A PELIGRO MORTAL

El lugar solía llamarse El Niágara de México, por la cascada de veinte metros sobre el río Santiago, conocida como el Salto de Juanacatlán. Hoy en día, el paisaje se asemeja cada vez más a aquella catarata situada en la frontera entre Estados Unidos y Canadá, al tornarse en una imagen casi navideña, pero por la espuma nivea de detergentes y otros químicos, que se multiplica con la entrada de la época de lluvias. En casi cualquier época del año, sin embargo, se pueden apreciar nubes blanquísimas que, ligeras, se levantan con la brisa, del fondo de la cascada, y según las corrientes del aire hacen rumbo a los poblados.

Valiente, con los pulmones llenos de ácido sulfhídrico, respirando profundo su característico olor a huevo podrido, esquivando alguna esfera de espuma que se te acerque, al pararte allí sabrás lo que es estar aguas abajo, aguas debajo de la segunda ciudad del País, aunque apenas podrás vislumbrar lo ‘grueso’ que es vivir aquí, al final del desagüe de la que es también una de las principales zonas industriales de México.

ES UNA PESTE DE NO AGUANTAR, ES UNA COSA PÉSIMA...

Enrique Navarro Orozco llegó a Juanacatlán a los diez años; ahora pasa de sesenta, y se acuerda del río de antaño:

¹Instituto Mexicano para el Desarrollo Comunitario (IMDEC), A.C.

²Ramírez Yáñez, Jaime. ““No se puede vivir así”, dijo Emilio al oler el río Santiago”, en *Público* (México: Grupo Editorial Milenio, 1 septiembre 2007).

Cuando nosotros caímos aquí el río estaba completamente limpio, porque yo recuerdo que sacábamos pescado y nos bañábamos allí en la orilla del río... sacábamos pescado y con la misma agua del río preparábamos el caldo y estaba completamente limpia el agua.²

Con el tiempo, el panorama fue cambiando de manera dramática:

Viví un promedio de 20 años en la puritita orilla del río donde estaban las mentadas famosas terrazas. Pero la razón de que me tuve que retirar de allí fue porque el agua se contaminó, se echó a perder y mi familia se me empezó a enfermar. Empezamos primero con gripas, con los ojos todos llorosos, y después mis hijos, y llegamos al término de que tenían hasta leucemia y manchas en la piel.

Al dar su testimonio ante el Tribunal Latinoamericano del Agua, tribunal de justicia ética que realizó su segunda audiencia en la ciudad de Guadalajara en octubre de 2007, el señor José Luévanos Mendoza, oriundo de El Salto, explicó la experiencia que han vivido muchas de las personas mayores de las dos cabeceras municipales: “Me enseñé a nadar en las aguas del río, comí de sus peces. Quién iba a creer que el río que nos dio vida hoy nos cause tanto dolor por la pérdida de nuestros seres queridos, y rabia e impotencia contra nuestras autoridades”³.

“En realidad, vamos a morir poco a poco, fumigados,” dice Navarro Orozco, quien comparte con José Luévanos la preocupación por esta muerte *silenciosa* que ya cobró la vida de su hija. Ante el TLA reclamó a las autoridades que, según relata, asistieron a su casa unos días antes de

la muerte de su hija para pedirle que se retractara de declaraciones hechas a la prensa, en las que ligaba el cáncer de su niña a la contaminación del río, ya que él “no tenía pruebas”. “Las autoridades son las que deberían pedirnos perdón a nosotros por su apatía y negligencia; me da pena que no sean ellas las que ayuden y permitan que el río sea un drenaje” fueron sus palabras finales ante el tribunal.⁴

LA CRUDA REALIDAD

El río Santiago inicia su escurrimiento en la parte noreste del Lago de Chapala, a unos 4 kilómetros al suroeste de Ocotlán, Jalisco, y fluye 475 kilómetros hasta su desembocadura en el océano Pacífico cerca de San Blas, Nayarit. En su tramo hasta El Salto, recibe múltiples descargas de aguas residuales industriales y municipales sin tratamiento.

Esta contaminación tiene ya varias décadas. Los testimonios de pescadores indican que en 1973 se presentó la mortandad de peces que fueron encontrados flotando en el río Santiago, así como la muerte de ganado después de haber tomado agua del río. Ya en 1984, se señala que la baja en las concentraciones de oxígeno disuelto en el río llevaban a la pérdida de vida acuática al tiempo que se daba en condiciones anaeróbicas la descomposición de materia orgánica, generando así gases tóxicos como el ácido sulfhídrico.⁵

Actualmente, la fuente principal de aguas negras en este tramo del río es la parte sur de la Zona Conurbada de Guadalajara (municipios de Tlajomulco, Tonalá, Tlaquepaque, Zapopan y El Salto). Aquí, en la cuenca El Ahogado, el río Santiago es recipiente de unos 815 litros por segundo de aguas municipales crudas.⁶

²Comunicación personal, 2005.

³Grupo Reforma Servicio Informativo, “Exigen para El Salto emergencia sanitaria”, en Mural (México: Grupo Reforma Servicio Informativo, 11 octubre 2007).

⁴Pérez U., Matilde, “Habitantes de Jalisco claman ayuda al TLA; el río Santiago “fuente de muerte””, en La Jornada (DEMOS, Desarrollo de Medios S.A: de C.V.: México, 11 octubre 2007).

A esto se añaden las descargas industriales. Las industrias que descargan al Santiago antes de la cascada de Juanacatlán, están ubicadas principalmente en tres zonas: la ciudad de Ocotlán, el corredor industrial que inicia en el Parque Industrial Guadalajara y continúa a lo largo de la carretera a El Salto y La Capilla, y el corredor instalado a lo largo del Anillo Periférico Sur de la ZCG.

De acuerdo al Inventario de Descargas en el estado de Jalisco, de la Gerencia Regional de la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA), existen 280 descargas identificadas, de las cuales 266 vierten sus aguas al río Santiago.⁷ La industria quimicofarmacéutica aporta 36.5% de este flujo; le siguen la industria de alimentos y bebidas con 15% y la textil con 12.3%; después vienen las de celulosa (papel) y la tequilera.⁸

Podemos señalar, además, que sólo en la cuenca El Ahogado, que drena la parte sur de la Zona Conurbada de Guadalajara (ZCG), existen más de diez parques y zonas industriales.

Los giros más importantes de estas industrias son el quimicofarmacéutico, alimentos y bebidas, minerales no metálicos, metalmecánica y eléctrico y electrónico. Las industrias con aportes más significativos de aguas residuales incluyen: Celanese Mexicana, Ciba Especialidades Químicas, IBM de México, Compañía Nestlé, Industrias Ocotlán y Harinera de Maíz de Jalisco.

Mientras algunas de las industrias mayores cuentan con plantas de tratamiento, la mayoría no somete sus aguas residuales a ningún tratamiento y, aun en los casos donde existen dichas plantas, los estudios indican que los efluentes siguen sin cumplir la norma.⁹

En una caracterización de estas aguas industriales por la Comisión Estatal de Agua y Saneamiento (CEAS) Jalisco, se indica que: “las descargas de estos giros pueden contener elementos de difícil remoción y asimilación en los sistemas de tratamiento biológico y en los ecosistemas acuáticos. Estos contaminantes presentan alta resistencia a la degradación al ser de tipo refractario o incluso tóxico para los microorganismos y otras formas de vida”.¹⁰

Otro estudio, publicado por Greenpeace México en febrero de 2007, analiza la contaminación ambiental provocada por la industria electrónica en este país e incluye a varias instalaciones ubicadas en la ZCG. El estudio resalta, en particular, los análisis del agua residual de un canal en la proximidad de la planta de IBM, en el municipio de El Salto. El agua muestreada contenía compuestos de alta peligrosidad no encontrados en los otros sitios considerados tanto en la ZCG como en Monterrey y Tijuana”.

Una causa más de contaminación del río Santiago, que se ha venido dando hasta fechas recientes, es el vertido de los lodos de plantas de tratamiento industriales en el cárcamo de bombeo del Sistema Intermunicipal para los Servicios de Agua Potable y Alcantarillado (SIAPA) en la colonia de La Huizachera, municipio de El Salto, en el canal El Ahogado, que trae asimismo las aguas del drenaje de la ZCG. En este lugar, empresas particulares descargaban lodos industriales, se les cobraba \$15.00 pesos por metro cúbico, sin que la planta procesara los residuos, antes de verterlos directamente al río.¹¹

⁷AYMA Ingeniería y Consultoría 4-18.

⁸AYMA Ingeniería y Consultoría 4-19.

⁹AYMA Ingeniería y Consultoría 4-44

¹⁰AYMA Ingeniería y Consultoría 4- 25.

¹¹Visita de campo realizada por personal del IMDEC el 24 de agosto de 2005.

SEVERAMENTE CONTAMINADO

En torno a la construcción de la presa de Arcediano – aguas abajo del Salto de Juanacatlán – se han realizado varios análisis de la calidad de agua del río. *El Estudio de monitoreo y modelación de la calidad del agua de los ríos Santiago y Verde*, realizado por AYMA Ingeniería y Consultoría, a solicitud de la Comisión Estatal de Agua y Saneamiento (CEAS) de Jalisco, evaluó diecinueve parámetros de calidad de agua en los ríos en el periodo de noviembre de 2002 a agosto de 2003.

Para este estudio, se consultó la normatividad de diversos países y se llegó a una clasificación del agua superficial en función de la concentración de demanda bioquímica de oxígeno (DBO5), demanda química de oxígeno (DQO) y nitrógeno amoniacal.

Esta clasificación contempla cinco categorías: Excelente, Aceptable, Ligeramente Contaminado, Contaminado y Severamente Contaminado.¹² Los puntos de muestreo incluían dos en esta zona: arroyo El Ahogado y río Santiago en El Salto-Juanacatlán. Tanto en estiaje como en época de lluvias la clasificación para ambos puntos fue ‘Severamente Contaminado’.

Otra forma de medir la calidad del agua es conforme al Índice de Calidad del Agua (ICA), un valor en escala de 0 a 100 que indica el grado de contaminación de un cuerpo de agua. Se obtiene de los IC (índices de calidad) individuales para dieciocho parámetros considerados de importancia sanitaria (oxígeno disuelto, coliformes, grasas y aceites, demanda bioquímica de oxígeno, detergentes, sustancias activas al azul de metileno, etc.).

¹²AYMA Ingeniería y Consultoría, 5-62.

¹³Microanálisis de Occidente S.C., Informe de Resultados del Estudio de Aguas Febrero del 2004, (Guadalajara, Jalisco: 2004).

Para el tramo citado del río Santiago, existen algunos análisis en base a los ICA.

El *Estudio de la contaminación del agua y de los sedimentos del Río Grande Santiago desde su nacimiento hasta la Presa Santa Rosa*, del año 2001, señala que en el punto correspondiente a El Salto, el ICA fue 31.69, lo que representa contaminación en exceso; además se considera que agua con esa calidad es inaceptable como fuente de agua cruda para potabilizar. Sólo organismos muy resistentes pueden sobrevivir en ella; cualquier uso recreativo tiene que ser sin contacto con el agua y requiere de tratamiento para su uso en la mayor parte de industrias.

Más recientemente, en febrero de 2004, el Laboratorio del Grupo Microanálisis SA de CV, realizó un estudio de las aguas del río Santiago desde El Vado, municipio de Chapala, hasta el Salto de Juanacatlán.¹³ Dicho estudio indica que: “Las aguas analizadas en todos los puntos de la cuenca se encuentran fuera de los límites permitidos para considerarlas adecuadas a los usos en riego, contacto directo o indirecto con personas o animales. Constituyen además un foco de exposición y riesgo químico (ácido sulfhídrico) y bacteriológica (coliformes) a personas y animales”.

Destacamos los siguientes resultados del estudio:

Las muestras se encuentran por arriba de los límites permisibles (NOM-001-ECOL-1996, NOM-003-ECOL-1996) para la Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO) en un rango del 100 al 1,000%.

Las muestras se encuentran por arriba de los límites permisibles para el contacto directo (NOM-003-ECOL-1996) para Grasas y Aceites en un rango del 25 al 150%.

Las muestras se encuentran por arriba de los límites permisibles (NOM-001-ECOL-1996, NOM-003-ECOL-1996) en Coliformes lo que representa un foco de infección a cielo abierto en el trayecto de las aguas analizadas.

Las muestras se encuentran fuera de los límites permisibles (NOM-127-SSAI-1994) para Sustancias Activas al Azul Metileno (surfactantes) en un rango de 20 a 400%.

En el 2004, el Centro Universitario de Ciencias Exactas e Ingenierías (CUCEI) de la Universidad de Guadalajara realizó el *Estudio para la Caracterización de los lodos de los ríos Verde y Santiago* en convenio con la CEAS. En este estudio se hicieron análisis de los sedimentos del río Santiago en catorce puntos, incluyendo la cascada del Salto de Juanacatlán. Concluye el estudio que, en los sedimentos del río Santiago, existen cantidades significativas de metales pesados como plomo, cromo, cobalto, mercurio y arsénico. Por otra parte, el sitio de El Salto se destaca por su alto grado de contaminación. Señala este estudio la presencia de altos niveles de manganeso, especialmente en los sedimentos del río Santiago, y que por sus reacciones con otros metales pesados: “posee un riesgo potencial para que se promueva el desprendimiento del resto de los metales encontrados en este estudio”. El arsénico y cromo son sustancias reconocidas como carcinogénicas en seres humanos, mientras que el mercurio y el plomo afectan el sistema nervioso.¹⁴

Este mismo estudio detectó la presencia de compuestos orgánicos en los sedimentos del Santiago. En el punto del Salto de Juanacatlán, se detectó la presencia de bencenos, tolueno, xileno, furanos, entre otros compuestos (p.2-50). Estas sustancias son de toxicidad conocida: los bencenos y furanos son carcinogénicos reconocidos, el to-

lueno afecta el sistema nervioso, y tanto tolueno como xileno puede afectar los riñones.¹⁵

Las aguas y los sedimentos del río están contaminados por metales pesados y compuestos orgánicos altamente tóxicos. Lo que se aprecia, en conclusión, es un descontrol total con respecto a la normatividad en cuanto las descargas de aguas residuales hacia bienes federales, descargas a bienes nacionales y a sistemas de alcantarillado municipal (NOM-001-ECOL-1996 y NOM-002-ECOL-1996, respectivamente).

Asimismo, los municipios que conforman la ZCG incumplen el artículo 91 BIS de la Ley de Aguas Nacionales (2004) que señala que los municipios deberán tratar sus aguas residuales, antes de descargarlas en un cuerpo receptor.

INTOXICACIÓN CRÓNICA

En el río Santiago, debido a las descargas industriales y municipales, y exacerbado por obras hidráulicas, como la cortina del Salto de Juanacatlán, que contribuyen a una retención de materia orgánica y a su descomposición anaeróbica, se dispersan gases y olores al caer el agua por la cascada. Sobresale al respecto el ácido sulfhídrico (H₂S).

Se trata de un gas incoloro, venenoso e inflamable que huele a huevos podridos.¹⁶ Por lo general, es posible detectar su presencia en concentraciones muy bajas, entre 0.0005 y 0.3 partes por millón (partes de ácido sulfhídrico en un millón de partes de aire). Sin embargo, en concentraciones altas es posible perder la capacidad de oler este gas.

¹⁴Agency for Toxic Substances and Disease Registry (ATSDR), ToxFAQs, (Atlanta: ATSDR), <http://www.atsdr.cdc.gov/es/>.

¹⁵Agency for Toxic Substances and Disease Registry (ATSDR), <http://www.atsdr.cdc.gov/es/>.

¹⁶Agencia para Sustancias Tóxicas y el Registro de Enfermedades (ATSDR), <http://www.atsdr.cdc.gov/es/>.

Según la Agencia para Sustancias Tóxicas y el Registro de Enfermedades (ATSDR), de los Centros para el Control y Prevención de Enfermedades (CDC) en Estados Unidos, la exposición a concentraciones bajas de ácido sulfhídrico puede causar: irritación de los ojos, la nariz o la garganta; dificultad para respirar para personas asmáticas y líquido en los pulmones. La exposición a bajos niveles por periodos prolongados puede ser causa de fatiga, dolores de cabeza, mala memoria, irritabilidad, mareo, y alteraciones de las funciones motoras. Además, las personas con problemas cardiacos o del sistema nervioso son más susceptibles a los efectos de dicho ácido.¹⁷

El H₂S no ha sido clasificado en cuanto a su capacidad de causar cáncer en seres humanos y existe alguna evidencia científica de que la exposición a este químico puede aumentar los abortos en seres humanos.¹⁸ A concentraciones mayores, dicha sustancia puede causar edema pulmonar, asfixia, parálisis respiratoria y muerte.¹⁹

De diciembre de 2004 a marzo de 2005, Juan Gallardo Valdez, investigador del Centro de Investigación y Asistencia Tecnológica y Diseño del Estado de Jalisco A.C. (CIATEJ), realizó un monitoreo de la presencia de ácido sulfhídrico en el área urbana tanto de El Salto como de Juanacatlán y presentó los resultados en su tesis de maestría en la Universidad de Guadalajara.

¹⁷Gallardo Valdez, Juan, Estudio Ambiental del Ácido Sulfhídrico como contaminante del aire en las comunidades de Juanacatlán y El Salto, Jalisco, 2004-2005, (México: Universidad de Guadalajara, Tesis de Maestría, 2005) 25, 102.

¹⁸Agency for Toxic Substances and Disease Registry (ATSDR), <http://www.atsdr.cdc.gov/es/>.

¹⁹Gallardo, 25.

²⁰Gallardo, 39.

²¹Gallardo, 101.

²²Gallardo, 1.

²³Gallardo, 19.

²⁴Agency for Toxic Substances and Disease Registry (ATSDR), <http://www.atsdr.cdc.gov/es/>.

El estudio parte de la hipótesis que: “el ácido sulfhídrico es uno de los gases más tóxicos que existen en la naturaleza y sus efectos pueden alterar el bienestar del entorno y salud humanas”.²⁰ Indica asimismo, que la toxicidad del ácido sulfhídrico es similar a la del cianuro, ya que “bloquea la capacidad de carga del oxígeno de la sangre, inhibe el centro respiratorio en el cerebro y bloquea el metabolismo aerobio de las células”.²¹

Los resultados arrojan niveles de H₂S entre 0 y 7 ppm, y en la mayor parte del periodo de estudio los niveles se mantienen entre 2 y 4 ppm.²²

Esta exposición a ácido sulfhídrico por la población general, es un evento extraordinario para el que no se han estudiado los límites de exposición segura. Existen parámetros únicamente para ambientes laborales. En este sentido, tanto la Agencia para la Protección del Ambiente (EPA), la Conferencia Americana de Higienistas Industriales Gubernamentales (ACGIH) y la Administración de la Salud y Seguridad Ocupacionales (OSHA), todos de Estados Unidos, señalan una concentración promedio en 8 horas sin efecto adverso (TWA) de 2 ppm.²³

Es esencial resaltar para este caso de la exposición de las poblaciones de El Salto y Juanacatlán que, para fines prácticos, la población en general no debería exponerse a ninguna concentración de este tóxico, menos aún ancianos y niños que por sus condiciones fisiológicas son más susceptibles a presentar daños a la salud, desencadenados o coadyuvados por la inhalación de este gas tóxico y altamente irritante.

Hacemos notar, en este sentido, que algunas veces los niños se exponen a cantidades mayores que los adultos, ya que el ácido sulfhídrico es más pesado que el aire y los niños tienen menor estatura que los adultos.²⁴ Los niños,

además, pasan cerca del 50% del tiempo al aire libre, son tres veces más activos que un adulto, practican deportes y otras actividades durante las cuales se incrementa su ritmo respiratorio y por lo tanto la inhalación. En este caso, igualmente, Gallardo señala que al no salir de la zona por fines laborales, los que pasan más tiempo en la zona son los niños y los ancianos.²⁵

En la zona del estudio referido, se calculó que había 6 052 estudiantes entre 6 y 14 años, que asistían a 11 escuelas primarias y 2 escuelas secundarias. Cercana a la cascada, se ubican las escuelas Mártires del Río Blanco y Maria Guadalupe Ortiz, con dos turnos, ambas al margen del río en la población de El Salto.

Tan sólo la escuela Mártires del Río Blanco, ubicada a 100 metros de la cascada, tiene 595 estudiantes, y la Maria Guadalupe Ortiz, a 270 metros de la cortina de agua, cuenta con 962 alumnos. La cercanía de estos dos planteles educativos a la caída de agua mencionada, advierte severos riesgos a la salud de sus estudiantes.

En una encuesta aplicada en 100 casas en el área de estudio, donde residen 166 niños entre 6 y 14 años, los padecimientos con mayor índice de incidencia fueron de tipo respiratorio con 49.23%, dolor de garganta con 44.61%, enfermedades de la piel con 4.61% y 1.5%, así como de otro tipo. Se reportaron además los síntomas de dolor de cabeza, náuseas, irritación de garganta, salpullido y conjuntivitis.²⁶ Concluye Gallardo que: “los efectos en la salud referidos por la población entrevistada sugieren que existe una exposición constante a bajos niveles de H₂S que afectan su salud”.²⁷

Indica Gallardo que los niveles de concentración de H₂S más frecuentes, entre 2 y 3 ppm: “pudieran provocar reacciones en el organismo que a largo plazo afectan al

sistema nervioso central”.²⁸ En este sentido, los doctores Kaye Kilburn, de la Escuela de Medicina de la Universidad del Sur de California (USC), y Marvin Legator de la Facultad de Medicina de la Universidad de Texas, han estudiado los efectos de la exposición crónica a niveles bajos de H₂S.

El doctor Kilburn investigó el impacto de exposición prolongada a niveles de H₂S arriba del umbral olfatorio (aproximadamente de 1 a 50 ppm) en dos comunidades cercanas a refinerías de petróleo, que son fuentes de ácido sulfhídrico.²⁹ Encontró síntomas como dolores de cabeza, náusea, vómito, depresión, cambios de carácter y dificultad para respirar, y concluye que: “El ácido sulfhídrico envenena el cerebro y el daño es irreversible... el H₂S es peligroso cuando sea que lo puedas oler”.³⁰

Por su parte, el doctor Legator analizará la exposición crónica a H₂S por una central termoeléctrica en Hawai en donde 88% de los sujetos decían haber experimentado el tipo de afectación al sistema nervioso central descrito por Kilburn.³¹ Lo que señala Legator, toxicólogo ambiental, es el “enorme vacío de información” en cuanto a los efectos

²⁵Gallardo, 105.

²⁶Gallardo, 95.

²⁷Gallardo, 101.

²⁸Gallardo, 102.

²⁹Kilburn, Kaye y R. Warshaw, “Hydrogen sulfide and reduced-sulfur gases adversely affect neurophysiological functions”, en *Toxicology and Industrial Health*, (March-April 1995) 185-197.

³⁰Citado en Schindler, Dana, *Survey of Accidental and Intentional Hydrogen Sulfide (H₂S) releases causing Evacuations and/or Injury in Manistee and Mason Counties from 1980 to 2002*, (Michigan: Michigan Environmental Council, 2002), 5. <http://www.mecprotects.org/oilaccidents2.pdf>.

³¹Legator, Marvin S., Chantele R. Singleton, Debra L. Morris, Donna L. Philips, “Health effects from chronic low-level exposure to hydrogen sulfide”, en *Archives of Environmental Health*, (March-April 2001), 123-131.

crónicos de niveles bajos de H_2S , una sustancia que describe como una “neurotoxina potente”.³²

Un estudio más reciente, realizado durante el periodo de septiembre del 2005 a junio del 2006 por el Dr. Francisco Parra Cervantes, médico familiar adscrito a la Unidad de Medicina Familiar No. 5 del Instituto Mexicano del Seguro Social (IMSS), en El Salto, Jalisco, arroja otros datos preocupantes sobre los efectos de este gas en los niños y niñas de esta zona. Se trata de un estudio epidemiológico ecológico observacional, de dos grupos escolares de 8 a 11 años de edad de ambos sexos, el primer grupo A (n-50) expuestos a contaminantes ambientales en donde prevalece en mayor concentración el ácido sulfhídrico; y el segundo grupo B (n-50) el cual no está expuesto a este contaminante ambiental, en las localidades de El Salto y Juanacatlán.

En los resultados del estudio, se aprecian diferencias clínicas epidemiológicas en ambos grupos. Mencionamos las más significativas, en orden de frecuencia. Con relación al aparato respiratorio, se aprecia que el grupo expuesto presentó un flujo espiratorio máximo promedio de 1,500 cc en contra de 2,000 cc del grupo no expuesto. Además, la saturación de oxígeno fue menor en el grupo A en un rango de 90 a 95 % contra el 95 a 99% en grupo B. Con respecto a los síntomas, la tos en grupo A fue del 45% contra 23% del grupo B. En cuanto a la rinorrea o secreción nasal, en grupo A es del orden de 59% contra 21% del grupo B. Con respecto a la sintomatología del aparato neurológico, se observa que existe mayor irritabilidad en los niños expuestos en el orden de 80% contra 18% de los

no expuestos. La cefalea o dolor de cabeza se presentó en el 51% del grupo A, contra el 21% del grupo B. Para la sintomatología del aparato oftalmológico, se observa que 41% del grupo expuesto presentó conjuntivitis irritativa, contra 4% del grupo B. En sintomatología general, se apreció la fatiga en 38% del grupo A contra 8% del grupo B. Y, finalmente, se observó un mayor incremento en las visitas a consulta médica por motivos de infecciones vías respiratorias, en consecuencia ausencia escolar en 37% en el grupo expuesto (A) en contra de 13% en el grupo no expuesto (B).

Para el mismo estudio, se realizó monitoreo de la concentración atmosférica del ácido sulfhídrico mes con mes en el área de ambas escuelas, en el transcurso del ciclo escolar. Se observaron variaciones importantes en la concentración del H_2S , las cuales estaban relacionadas con la temperatura y los vientos predominantes en ese momento. Se observó que los meses más significativos estos incrementos fueron: junio con 6.10 ppm, mayo con 3.80 ppm, diciembre con 3.40 ppm, y febrero con 2.80 ppm. Al mismo tiempo, el estudio señala que: “existe una correlación estrecha entre la presencia de sintomatología clínica con el correspondiente impacto a las constantes fisiológicas del flujo espiratorio máximo y la saturación del oxígeno”.

LA (NO) RESPUESTA GUBERNAMENTAL

En el año 2007, la problemática de contaminación en El Salto y Juanacatlán cobró mayor importancia en el escenario público local, no solamente por la audiencia del TLA, sino trabajan por eventos y manifestaciones de las poblaciones locales y el surgimiento de nuevas asociaciones que por el saneamiento del río, la salud y el medio ambiente, que han producido reportes y materiales didácticos y de difusión sobre esta problemática. Ante las exigencias de

³²Morris, Jim, “New alarm over hydrogen sulfide: Researchers document lasting damage to human nervous system” en Houston Chronicle, (12 noviembre 1997).

soluciones en el corto, mediano y largo plazo por parte de ciudadanos y ciudadanas, así como organizaciones, y los cuestionamientos de los medios de comunicación es interesante averiguar cuál ha sido la capacidad de respuesta de las autoridades en sus discursos. Para evaluar su acción habría que esperar porque hasta ahora no se ha transitado a acciones concretas en beneficio de la población.

La afectación de las poblaciones por la contaminación del río Santiago es claramente una problemática de salud ambiental, definida por la Organización Mundial de la Salud como lo relacionado con “todos los factores físicos, químicos y biológicos externos a una persona, y todos los factores relacionados que impacten el comportamiento... engloba la evaluación y control de aquellos factores ambientales que potencialmente pueden afectar la salud”.³³ En el caso de las respuestas que ha venido proporcionando la Secretaría de Salud Jalisco (SSJ), se aprecia la renuencia del organismo de aceptar un vínculo entre las condiciones ambientales de tan grave deterioro y la salud de la población.

El primer acercamiento del actual Secretario de la SSJ, Alfonso Gutiérrez Carranza, se dio a finales de abril de 2007, cuando acudió a una reunión con organizaciones de la sociedad civil en las instalaciones del ayuntamiento de Juanacatlán. Para esa ocasión señaló Gutiérrez a la prensa que: “Para que empecemos a manejar este problema, ahorita lo estoy viendo y está más complejo de lo que me imaginé”.³⁴ Ya para el 7 de mayo de ese mismo año, esa complejidad pareció haberse aclarado en algún grado, ya que se comprometió diciendo que: “Yo estuve revisando la estadística y de hecho en eso estoy y no ha tenido un impacto el cáncer; sin embargo, es muy molesto vivir ahí por los malos olores”.³⁵

De esta manera, el encargado de velar por la salud en el estado desestima una afectación mayor de los gases desprendidos del río, algunos de los cuales se perciben como malos olores, como si la calidad del aire que se respira no estuviera relacionada con la salud. En cuestión específicamente del cáncer, un padecimiento multifactorial, hay que dejar claro que establecer científicamente una relación de causa-efecto entre las enfermedades y la contaminación del río, requiere de estudios epidemiológicos costosos y de larga duración. Además, para este tipo de sistemas complejos donde intervienen diversos tóxicos y la población expuesta es heterogénea, como precisan Kriebel et. al.: “los efectos acumulativos e interactivos de múltiples daños a un organismo o ecosistema son muy difíciles de estudiar”.³⁶

En estos casos, es de suma importancia la aplicación del principio precautorio, incluido en el Principio 15 de la Declaración de Río sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo (1992). No existe una definición única y aceptada para el principio precautorio, pero en la Declaración Final de la Tercera Conferencia del Mar del Norte (1990) se caracterizó como: “realizar acciones para impedir los impactos potencialmente dañinos de sustancias que son persistentes, tóxicas y susceptibles de bioacumularse, aun cuando no haya evidencia científica para probar un vínculo causal entre emisiones y efectos”.³⁷

³³http://www.who.int/topics/environmental_health/en/.

³⁴González, Rolando, “Plantea Salud analizar polución”, en Mural (México: Grupo Reforma Servicio Informativo, 29 abril 2007).

³⁵García, Maru, “Foco de infección en El Salto y Juanacatlán”, en El Occidental (México: Organización Editorial Mexicana, 7 mayo 2007).

³⁶Kriebel, David et. al. “The precautionary principle in environmental science”, en *The precautionary principle: protecting public health, the environment and the future of children*, Editado por Marco Martuzzi y Joel A. Tickner, (Copenhague: Organización Mundial de la Salud, 2004) 157.

³⁷Citado en Jordan, Andrew y Timothy O’Riordan, “The precautionary principle: a legal and policy history”, en *The precautionary principle: protecting public health, the environment and the future of children*, Editado por Marco Martuzzi y Joel A. Tickner (Copenhague: Organización Mundial de la Salud, 2004) 38.

Más allá de no aplicar el principio precautorio para este caso, el secretario de la SSJ parece designar a las y los ciudadanos afectados la responsabilidad de probar el daño, desdeñando aun la posibilidad de que su Secretaría estudie la problemática. Con suma presunción, en agosto del año pasado declaró Gutiérrez que: “Los habitantes están bien porque [sólo] tienen algunos problemas de las vías respiratorias. Se les está atendiendo”.³⁸ Para quienes esas palabras no consuelen, Gutiérrez prosigue al asegurar que en relación a las estadísticas a su disposición “no hay movimientos fuertes en las cuestiones del cáncer”. Los culpables de esta preocupación son, para él, los habitantes de ambos municipios: “Ellos de eso se han agarrado, de ese tema, porque murió alguien, pero no me dan nombres específicos y no puedo investigar más. Yo estuve en Juanacatlán y no hubo algo que me demostraran, que me dijeran: mira, aquí está la estadística”.³⁹ En esa misma ocasión agregó que en la SSJ no se planeaban estudios.

En el veredicto del Tribunal Latinoamericano del Agua (TLA) para el caso “Deterioro y contaminación del Río Santiago: Municipios de El Salto y Juanacatlán, Estado de Jalisco”, el jurado advirtió de la “gran cantidad de casos de alteraciones severas a la salud en las poblaciones”.⁴⁰ En

este sentido, afirmaron en el veredicto que existen indicios de enfermedades respiratorias, dérmicas, dolores de cabeza, fatiga, insomnio y niveles inferiores en el flujo respiratorio máximo “en buen número de los pobladores de El Salto y Juanacatlán”.⁴¹ La situación ambiental que prevalece en estos poblados, a su juicio, “puede propiciar la aparición de diversas enfermedades, algunas de ellas de gravedad”, y, en resumen, la contaminación del río significa que “la población está en un constante riesgo para su salud”.⁴² Tomando en cuenta estos hechos, el jurado del TLA recomendó a las autoridades mexicanas ordenar: “la elaboración de un estudio epidemiológico e interdisciplinario, independiente y participativo”, con el afán de “determinar y analizar los daños específicos a la salud de los habitantes de El Salto y Juanacatlán, a raíz de la contaminación del río Santiago”.⁴³

Esta recomendación fue retomada, hacia finales de octubre 2007, por el Congreso del estado de Jalisco, de donde salió un exhorto al Secretario de Salud para realizar los estudios necesarios para determinar las enfermedades producidas en los dos municipios en cuestión por la contaminación del río.⁴⁴ Inamovible, Gutiérrez Carranza respondió: “No hemos sentido la necesidad de hacerlo (el estudio) porque en los últimos cinco años no ha habido una variación importante en cuanto a defunciones por cáncer”.⁴⁵

Las autoridades ambientales no han tenido una mejor actuación. Esto fue reconocido por Juan Rafael Elvira Quesada, secretario de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT), también a finales de octubre del año pasado. “Hay un marco jurídico un tanto nebuloso que no nos ha permitido avanzar” dijo al explicar la inacción tanto de la Procuraduría de Protección al Ambiente (PROFEPA) como de la CONAGUA: “esto no es una excusa, ten-

³⁸Robles, Vanesa, “Salud se deslinda de los problemas sanitarios en El Salto”, en Público (México: Grupo Editorial Milenio, 16 agosto 2007).

³⁹Robles, 16 agosto 2007.

⁴⁰Tribunal Latinoamericano del Agua, Caso: Deterioro y contaminación del Río Santiago. Municipios de El Salto y Juanacatlán, Estado de Jalisco, República Mexicana, <http://www.tragua.com/archivos-tla/audiencia-2006-guadalajara/veredictos/caso-rio-santiago-mexico.pdf> (Costa Rica: Tribunal Latinoamericano del Agua, 2007).

⁴¹Tribunal Latinoamericano del Agua, 2007.

⁴²Tribunal Latinoamericano del Agua, 2007.

⁴³Tribunal Latinoamericano del Agua, 2007.

⁴⁴El Informador, “Congreso del Estado solicita a la SSJ estudios sobre enfermedades en el Río Santiago”, en El Informador (Guadalajara: El Informador, 24 octubre 2007).

⁴⁵Grupo Reforma Servicio Informativo, “Niegan realizar estudio” en Mural (México: Grupo Reforma Servicio Informativo, 26 octubre 2007).

go programada una reunión con ambas instituciones para definir qué le toca a cada quien y que nadie pueda echar marcha atrás, sino que tengamos una actuación convincente de las autoridades”.⁴⁶ Lo que ha obstaculizado una desempeño ‘convinciente’, según relata el secretario, es la propia Ley de Aguas Nacionales, la cual no define con exactitud las responsabilidades de estas dependencias para multar o las sanciones a las empresas que vierten sus residuos a cuerpos de aguas federales.

En particular para esta gran cuenca Lerma-Chapala-Santiago, tiene otra percepción el ingeniero César Coll Carabias, actual director de la Comisión Estatal del Agua de Jalisco y anterior Subdirector General de Administración de la CONAGUA. En una reunión en junio 2007 con integrantes de varias organizaciones civiles, explicó uno de los motivos por la contaminación actual del río Santiago:

El trabajo de la CONAGUA deja mucho que desear... la CONAGUA ha sido severamente desmantelada, cuenta con tres inspectores para toda la Cuenca Lerma, Chapala y Santiago - imposible, imposible tener presencia. Entonces, se ha dejado que la gente arroje lo que les dé la gana, en las cantidades que les dé la gana y con las condiciones que les dé la gana... simple y sencillamente no hay control. No hay presencia de la autoridad.⁴⁷

Esta ausencia de la autoridad es lo que permite lo que Pedro Arrojo Agudo llama “dumping socio-ambiental”, en donde “muchas empresas que en los países desarrollados aplican nuevas tecnologías y cuidan sus vertidos a los ríos, se sienten libres para contaminar ríos y acuíferos del Tercer Mundo”.⁴⁸ En los corredores industriales de esta zona, sean empresas transnacionales o mexicanas, esta falta de presencia y control es lo que da la citada libertad, también llamada impunidad.

La Comisión Estatal de Derechos Humanos Jalisco (CEDHJ) se encuentra en proceso de integración de la queja 986/2007 en relación a la contaminación del río en la citada zona y dio a conocer, a mediados de febrero 2008, un informe especial para el caso. Este informe incluye un resumen de las respuestas gubernamentales a los interrogantes de la CEDHJ. Vale la pena citar la síntesis de estas contestaciones, que dan el pulso de la voluntad oficial. Según esta Comisión:

La Secretaría de Salud informó que el problema de la contaminación ambiental no es de su competencia y que carece de recursos para realizar estudios epidemiológicos y ambientales.

La Semades informó que el problema no es de su competencia.

La Comisión Estatal del Agua manifestó que... se tenían aprobadas otras dos macroplantas denominadas Agua Prieta y El Ahogado, pero hasta la fecha no se han instalado.

La Profepa sostuvo que no está facultada para verificar hechos relacionados con descargas de aguas industriales o residuales.

La Comisión Nacional del Agua se limitó a enunciar las acciones proyectadas por la Comisión Estatal del Agua, sin precisar cuáles son las que ese organismo realizará para erradicar la contaminación.

⁴⁶El Informador, “Actuará Semarnat en el Río Santiago”, en El Informador (Guadalajara: El Informador, 26 octubre 2007).

⁴⁷Instituto Mexicano para el Desarrollo Comunitario (IMDEC), A.C., Video documental: En aguas inciertas... La Presa de Arcediano (Guadalajara: IMDEC, A.C., 2007).

⁴⁸Arrojo Agudo, Pedro, “Las funciones del agua: Valores, derechos, prioridades y modelos de gestión” en La Gestión del Agua Urbana en México: retos, debates y bienestar, David Barkin coordinador (México: Universidad de Guadalajara, 2006), 50.

La Comisión Federal para la Protección contra Riesgos Sanitarios señaló que para emitir una evaluación epidemiológica y ambiental en la zona, solicitó a la Secretaría de Salud la realización de un estudio, el cual no ha realizado con el argumento de la falta de recursos económicos.

La Semarnat informó que el número de empresas registradas como generadoras de residuos peligrosos en la zona son 69 en El Salto; 46 en Ocotlán y 10 en Poncitlán.⁴⁹

Se concluye que cuando se llega a admitir que existe el problema, no se tarda en asegurar que no es competencia de nadie.

AGUAS LETALES

En los primeros meses de 2008, una tragedia llevó al centro del escenario público local la contaminación de este río. Miguel Ángel López Rocha, un niño de ocho años, quien vivía en un nuevo fraccionamiento asentado a orillas del Santiago, cayó accidentalmente al río, e ingirió algo de sus aguas. Fue llevado al hospital el 26 de enero, donde permaneció en coma durante diecinueve días. No logró recuperar la conciencia y falleció el 13 de febrero.

Desde su ingreso al hospital, la causa de su padecimiento se volvió polémica y se hicieron varios intentos de negar cualquier vínculo con el agua que habría ingerido. La primera hipótesis, manejada por el jefe de pediatría del Hospital General de Occidente, Enrique Rábago Solorio,

resulta incluso ofensiva. El primero de febrero, Rábago Solorio declaró que era probable que el menor conviviera con niños adictos y que se hubiera intoxicado por consumir un derivado de opio.⁵⁰ Para esas mismas fechas, el Secretario de la SSJ tenía otra información: “Tengo conocimiento de que trae un traumatismo craneo encefálico y tiene un hematoma intraparenquimatoso, que lo tiene en coma”, aseguraba Gutiérrez Carranza.⁵¹ Posteriormente se insinuó que la madre del niño, María del Carmen Rocha Mendoza, era la responsable de la muerte de su hijo.

Pareció esclarecerse la causa del estado de Miguel Ángel cuando, días antes de su fallecimiento, la doctora Luz María Cueto, fundadora del Colegio de Toxicología de Jalisco, practicó los análisis de orina al niño, resultando un nivel de arsénico de 51 microgramos por litro, mientras el rango normal es de 5 a 12 µg/l en una persona no expuesta al metal. Este resultado, según la doctora Cueto, era consistente con los síntomas presentados por el niño: “esta criatura presenta un cuadro clínico que, por estas características que estoy dando, clínicas y que constan en el expediente clínico del hospital, corresponden a un cuadro de intoxicación aguda por arsénico... sobreaguda y por vía gastrointestinal”. En cuanto a la fuente de este elemento, la especialista afirmó que el arsénico sólo procede de fuentes industriales. “La industria de la curtiduría de pieles, el templado de vidrios, metales, son los usos generales”, señaló Cueto.⁵²

Este resultado fue ratificado después de la muerte de Miguel Ángel. El secretario Carranza Gutiérrez señaló, el 25 de febrero, que el niño murió a causa de una intoxicación por arsénicos. Sin embargo, en sus palabras: “El río no fue”. Según la autoridad de Salud, los niveles de arsénico en el Santiago no son lo suficientemente altos como para provocar semejante intoxicación. Otra posible fuente

⁴⁹Comisión Estatal de Derechos Humanos Jalisco (CEDHJ), Síntesis del Informe Especial sobre la Contaminación del Río Santiago (Guadalajara: CEDHJ, 2008) <http://www.cedhj.org.mx/difusion/boletines/boletines2008/febrero/cbol08042.html>.

⁵⁰Robles, Vanesa, “Culpan al río Santiago por agonía de un niño” en Público (Guadalajara: Grupo Editorial Milenio, 2 febrero 2008).

⁵¹Notisistema, Aún no saben con exactitud por qué está en coma el niño que cayó al Río Santiago (Guadalajara: Notisistema, 1 febrero 2008).

⁵²Ferrer, Mauricio, “Elevados niveles de arsénico en el cuerpo de Miguel Ángel, confirmó el HGO”, en La Jornada Jalisco (Guadalajara: Editora de Medios de Michoacán, 13 febrero 2008).

de arsénico, declaró, son los plaguicidas y raticidas que contienen este tóxico, aunque admitió que estos productos ya salieron de circulación en México.⁵³

En esa misma semana, el arsénico fue desestimado como causa de muerte. Al dar a conocer los resultados de la necropsia practicada al niño, el Instituto Jalisciense de Ciencias Forenses (IJCF) informó que: “la causa de su muerte fueron las alteraciones provocadas por falla orgánica multifuncional secundaria a procesos infecciosos con septicemia y anemia”. Fue una infección generalizada por bacterias, sostuvieron, mientras los estudios de los órganos, para detectar metales pesados, arrojaron “concentraciones [que] corresponden a valores normales y compatibles con la vida”. Finalizaron su comunicado a la prensa, asegurando que analizaron también aguas del río Santiago cerca de la colonia popular La Azucena, donde vivía Miguel Ángel, y que: “las concentraciones de metales pesados en las aguas analizadas, se encuentran dentro de los valores que la norma 001-SEMARNAT-1996, establece como límites máximos permisibles en aguas agrícolas o residuales”.⁵⁴

Dada esta última aseveración, preocupa el desconocimiento que la autoridad manifiesta de la normatividad mexicana. La NOM-001-SEMARNAT-1996 tiene como objetivo establecer: “los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales en aguas y bienes nacionales, con el objeto de proteger su calidad y posibilitar sus usos”. Esta norma regula la calidad de descargas de aguas residuales, pero no la calidad de los ríos. Para clarificar, según la Ley de Aguas Nacionales (LAN), artículo 3 fracción VI, las aguas residuales son: “Las aguas de composición variada provenientes de las descargas de usos público urbano, doméstico, industrial, comercial, de servicios, agrícola, pecuario, de las plantas

de tratamiento y en general, de cualquier uso, así como la mezcla de ellas”. En contraste, la LAN señala que un río es una: “Corriente de agua natural, perenne o intermitente, que desemboca a otras corrientes, o a un embalse natural o artificial, o al mar” (Art. 3, XLVIII). Por lo tanto, la calidad del agua del río Santiago no se mide por los parámetros de la citada norma.

Al momento de escribir este artículo, se está viendo un esfuerzo por deslindar a los industriales de su responsabilidad por la contaminación del Santiago. En una declaración que le resultó lamentable, el coordinador del Consejo de Cámaras Industriales de Jalisco, no dudó en garantizar que: “Con un buche de agua ahí de seguro nadie se envenena”.⁵⁵ Animarse de esta manera a ingerir las aguas del río Santiago le pareció al doctor Mario Rivas Souza, director del Servicio Médico Forense (SEMEFO) estatal, ser “una pendejada en pretérito plusperfecto: una perfecta pendejada. Yo nunca había oído una pendejada tan grande como ésta”.⁵⁶

SANEAMIENTO TOTAL

“Se tiene un programa muy ambicioso para que al 2006 prácticamente quede terminado todo el saneamiento de la cuenca de El Ahogado”, declaraba en entrevista en julio de 2003 el ingeniero Raúl Antonio Iglesias, Gerente Regional para la Región Lerma-Santiago-Pacífico de la CONAGUA: “La intención es que al 2006 quede totalmente cubierto todo el saneamiento en lo que es el Alto Santiago”.⁵⁷

Sin embargo, ya en 2008, el prometido saneamiento aún no comienza. Las autoridades estatales están licitan-

⁵³Rello, Maricarmen y Sonia Serrano Iñiguez, “El río no mató al niño: Salud” en Público (Guadalajara: Grupo Editorial Milenio, 26 febrero 2008).

⁵⁴Instituto Jalisciense de Ciencias Forenses (IJCF), Concluyen peritos necropsia del niño Miguel Ángel López Rocha (Guadalajara: IJCF, 27 febrero 2008) <http://www.jalisco.gob.mx/ComunicacionCF.nsf/NotasCompletaVisualiza?OpenForm&prm=1>.

⁵⁵Romo Sahún, Patricia, “

⁵⁶Robles, Vanesa, “Forense y Ejecutivo desmienten al CCIJ”, en Público (Guadalajara: Grupo Editorial Milenio, 23 febrero 2008).

⁵⁷Comunicación personal, agosto 2003.

do alguna empresa privada para la construcción de una sola planta de tratamiento para esta cuenca de 518 kilómetros cuadrados - con el número señalado de industrias – empleando la tecnología y sistemas de tratamiento propuestos por la empresa. Mientras la construcción de una planta de tratamiento ha de contribuir a una mejora en las condiciones sanitarias, se requerirá de un esfuerzo mucho mayor para lograr el saneamiento total de cada uno de los afluentes y descargas hacia el río Santiago y su restauración. Es de verse si este 2008, declarado por la Asamblea General de la Organización de las Naciones Unidas como el Año Internacional del Saneamiento, traerá algún avance.

Mientras tanto, uno puede ir y encontrar las grandes bolas de espuma, maravilla y desgracia de los tiempos modernos, que vuelan y se pasean por la zona. Niños en El Salto y Juanacatlán suelen jugar con esta espuma que mancha hasta los coches. De pie sobre el puente, si lo aguantas, puedes oler los gases que emanan diariamente de la cascada penetrando casas, escuelas, clínicas y jardines. Allí es evidente la impunidad con que se vierten los desechos día con día. Allí mismo, todas las promesas de saneamiento se esfuman, comidos por el mismo ácido sulfhídrico que irrita ojos y piel, y que destruye los pulmones.

BIBLIOGRAFÍA

Agency for Toxic Substances and Disease Registry (ATSDR). 2004. Resumen de Salud Pública: Ácido sulfhídrico. Atlanta: ATSDR. <http://www.atsdr.cdc.gov/es/>.

AYMA Ingeniería y Consultoría. 2003. Estudio de monitoreo y modelación de la calidad del agua de los ríos Santiago y Verde del estado de Jalisco. México: Comisión Estatal de Agua y Saneamiento (CEAS) Jalisco.

Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo. 1992. Declaración de Río sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo. Ginebra: ONU.

Duran Juárez, Juan Manuel y Alicia Torres. 2006. “Agua potable para Guadalajara: Uso y fuentes de abastecimiento bajo un enfoque sustentable” en El Proyecto Arcediano y el abastecimiento de agua potable de la Zona Conurbada de Guadalajara. Análisis de la Universidad de Guadalajara, Itzcóatl Tonatiuh Bravo Padilla y Fabiola Figueroa Neri, coordinadores. Guadalajara: Universidad de Guadalajara.

Gallardo Valdez, Juan. 2005. Estudio Ambiental del Ácido Sulfhídrico como contaminante del aire en las comunidades de Juanacatlán y El Salto, Jalisco, 2004-2005. México: Universidad de Guadalajara, Tesis de Maestría.

Gallardo Valdez, Juan y Laure Vidal. 2001. Estudio de la contaminación del agua y de los sedimentos del Río Grande Santiago desde su nacimiento hasta la Presa Santa Rosa. México: Centro de Investigación y Asistencia en Tecnológica y Diseño del Estado de Jalisco (CIA-TEJ), A.C.

Kilburn, Kaye y R. Warshaw. 1995. “Hydrogen sulfide and reduced-sulfur gases adversely affect neurophysiological functions”, en *Toxicology and Industrial Health*. March-April 1995. p.185-197.

Legator, Marvin S., Chantele R. Singleton, Debra L. Morris, Donna L. Philips. 2001. “Health effects from chronic low-level exposure to hydrogen sulfide”, en *Archives of Environmental Health*. March-April 2001. p. 123-131.

Microanálisis de Occidente S.C. 2004. Informe de Resultados del Estudio de Aguas Febrero del 2004. Guadalajara, Jalisco.

Morris, Jim. 1997. “New alarm over hydrogen sulfide: Researchers document lasting damage to human nervous system” en *Houston Chronicle*. 12 noviembre 1997.

¿Por qué Arcediano?

Reflexiones sobre la estrategia de abasto de agua en la ZMG

Resumen

La Zona Metropolitana de Guadalajara (ZMG) es una de las más importantes del país. Sin embargo, debido a la problemática relacionada con el abasto de agua, este núcleo urbano podría encontrarse con una seria limitante para su desarrollo. A continuación se describen los elementos del problema en el contexto del debate social que se ha generado sobre las estrategias gubernamentales para solucionarlo.

Palabras clave: Crecimiento urbano, abasto de agua, gobernanza ambiental.

¹SALVADOR PENICHE CAMPS

²MANUEL GUZMÁN ARROYO

³JESÚS ENRIQUE MACÍAS FRANCO

INTRODUCCIÓN

La relación entre abasto de agua y crecimiento urbano plantea cuestiones de suma importancia relacionadas con la sustentabilidad en las ciudades del país. El caso de la Zona Metropolitana de Guadalajara representa un interesante estudio de caso sobre la discusión de los imperativos del desarrollo que se expresan en las decisiones en materia de gestión pública, es decir, la obligación de las autoridades para proveer a la población del vital líquido y los impactos socio ambientales y económicos de las estrategias que se emplean para lograrlo.

En el artículo se discute la relación entre crecimiento urbano y abasto del agua en el contexto de la propuesta del gobierno del estado de Jalisco para resolver el problema del abasto de agua de la zona metropolitana, con la construcción de una presa en la localidad de Arcediano, en las afueras de la ciudad de Guadalajara, en la barranca de Huentitán.

II Coloquio sobre el Futuro del Agua: Agua y Desarrollo Regional
Puerto Vallarta Jalisco, 27 al 29 de noviembre de 2005

EL AGUA COMO FACTOR DE DESARROLLO URBANO EN LA ZMG

La dinámica hidrológica de la zona ha sido un factor fundamental desde la fundación de la ciudad de Guadalajara en el valle de Atemajac, en el año de 1542, hasta nuestros días. Por sus características geográficas, Guadalajara se encuentra asentada en una zona privilegiada. Debido a su régimen pluvial de 800 mm³ y los diversos ecosistemas que rodean la ciudad encontró un escenario adecuado para el rápido crecimiento (Casillas, 2002: 42). La existencia de generosos manantiales, la cercanía del lago de Chapala y la situación orográfica que obliga a todas las aguas de los escurrimientos y manantiales de los Altos de Jalisco a encontrarse en las barrancas del río Verde y el río Santiago ha garantizado el abasto del agua. Por otro lado, desde la

¹Departamento de Economía. Centro Universitario de Ciencias Económicas y Administrativas. Universidad de Guadalajara. E mail: speniche@cucea.udg.mx

²Instituto de Limnología. Centro Universitario de Ciencias Biológicas y Agropecuarias. Universidad de Guadalajara. E mail: mguzman44@prodigy.net.mx

³Departamento de Economía. Centro Universitario de Ciencias Económicas y Administrativas. Universidad de Guadalajara. E mail: enriquemfr@yahoo.com

Colonia y por diversos motivos se ha implementado una política de concentración urbana. La concentración acelerada de la población en la zona ha sido el resultado de políticas expresas de los gobiernos posrevolucionarios, ya sea por motivos militares o por la influencia de grupos locales de poder que desarrollaron la industria alimentaria (Rodríguez, 2003:12). En épocas más recientes, la disputa por el agua de Guadalajara y su zona metropolitana consiste en la negociación sobre el aprovechamiento del líquido de Chapala con los usuarios de la cuenca del río Lerma y en el aprovechamiento del agua que proviene de los escurrimientos de las regiones de los Altos de Jalisco, en la negociación histórica con los productores ganaderos y agrícolas de las ciudades medias localizadas a lo largo del cauce del río Verde y sus tributarios.

Con el advenimiento del nuevo modelo de desarrollo caracterizado por la apertura externa y la desregulación,

se incrementaron las tendencias a la concentración urbana. La zona metropolitana reorganizó su economía apuntalando al sector electrónico como pivote de desarrollo. Con la nueva geografía industrial en el país y la llamada “segunda frontera”⁴ se dio un nuevo impulso al crecimiento urbano que incluyó a la ZMG, esquema denominado “metropolización expandida”, lo que significa una transformación de la ciudad con límites más difusos entre el espacio urbano y su periferia (Rodríguez, 2003).

LA SITUACIÓN ACTUAL

Según datos oficiales del XII Censo de Población del año 2000 la zona metropolitana de Guadalajara alcanzó una población de 3 850 000 habitantes. Para satisfacer las necesidades de agua de una ciudad de tales proporciones se requieren 12.5 metros cúbicos por segundo si consideramos las proyecciones oficiales de consumo del líquido, de 280 litros por habitante por día.

Año	Guadalajara	Tlaquepaque	Zapopan	Tonala ²	El Salto ³	Juanacatlan ⁴	Tlajomulco	ZMG
1950	380.226	33.187	27.115	11.486	8.290	4.763	18.608	483.675
1960	740.394	56.199	54.562	15.880	9.014	5.255	26207	907.511
1970	1.199.391	100.945	155.488	24.648	12.267	5.501	35.145	1.533.385
1980	1.612.764	175.914	386.028	51.806	19.786	8.050	50.377	2.304.725
1990	1.704.726	350.871	735.532	174.124	39.546	10.401	70.689	3.085.889
2000	1.611.873	534.657	1.077.694	379.458	92.997	12.963	117.109	3.826.751
2010	1.368.610	706.486	1.341.869	735.369	160.865	15.248	148.388	4.476.835
2020	1.150.007	880.313	1.620.087	1.060.915	224.346	17.675	180.414	5.133.757

Tabla 1. Proyección de la población de la ZMG.
Fuente: OECF Project, 1999.

⁴La instalación de clusters industriales de exportación más allá de la frontera física con los Estados Unidos.



El crecimiento de la zona metropolitana de la ciudad de Guadalajara ha sido muy acelerado. Se calcula que la mancha urbana se ha incrementado durante los últimos

Antes, en la década de los 80's, se dio el crecimiento explosivo y desordenado de la urbe. La población alcanzó 2 245 000 habitantes y el área urbanizada llegó a casi 24 mil hectáreas. Fue en esta época que el modelo nacional de desarrollo alcanzó sus límites lo cual repercutió en las finanzas públicas y minó la capacidad de gestión y regulación de los municipios. En este contexto se dio el marco propicio para el desarrollo de una serie de tendencias negativas, como el crecimiento no planificado, la especulación del suelo y su mercantilización indisciplinada, así como la reducción de la capacidad del Estado para proveer servicios e infraestructura apropiada.

En este contexto, la política de desarrollo urbano de los últimos años se ha venido centrando en proporcionar los recursos necesarios para el desarrollo de la ZMG, con el fin de hacer frente a los flujos externos comerciales y de inversión.



Mapa 2. Municipios de la ZMG.
(Fuente: CEAS, 2004) Manuel Guzmán Arroyo

Ante esta perspectiva, la Comisión Estatal de Aguas y Saneamiento (CEAS), ha realizado diversos estudios en donde se plantea que la demanda de agua para la zona tendrá un comportamiento permanentemente acrecentado hasta alcanzar, en el año 2030, más de 16 m³/s.

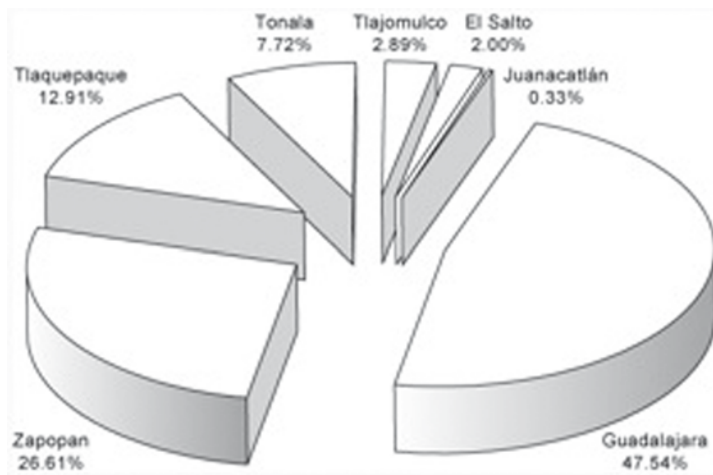
EVOLUCIÓN DEL ABASTO DE AGUA EN LA ZMG

En sus orígenes, la ZMG se abasteció de agua fundamentalmente de los manantiales que se localizan dentro de la ciudad. No fue hasta la época del crecimiento acelerado de la urbe que se utilizó el caudal del lago de Chapala, desde principios de la década de los 50's.

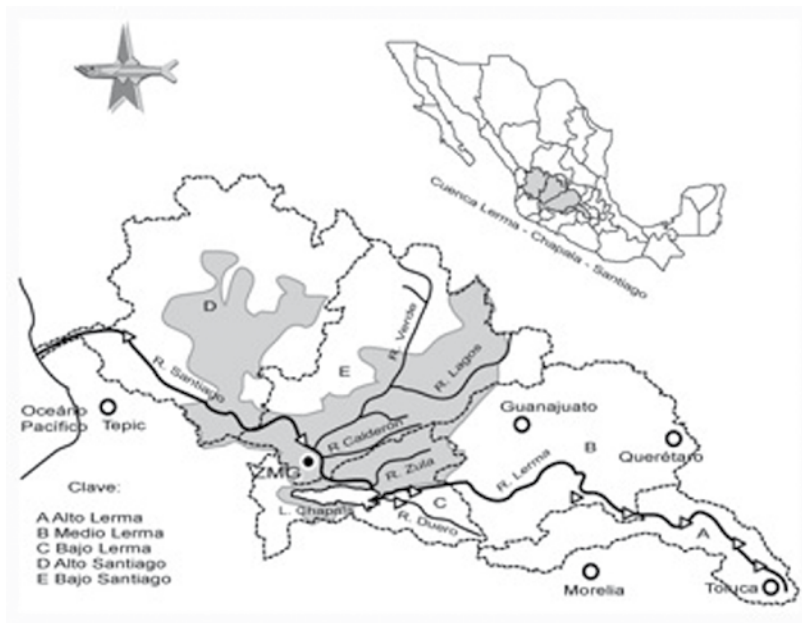
Posteriormente, el modelo neoliberal implicó un acelerado círculo vicioso que propició mayor concentración urbana y el crecimiento en flecha de la demanda de agua.

Así, en 1947, la ZMG abastecía a su población de 320 000 personas, con 427 l/s, y en 1969, la población de 1 300 000 consumía ya 4 m³/s. El salto cualitativo se dio con la construcción del acueducto de Chapala, de 1988, el cual fue proyectado para proporcionar de 8 a 15 m³/s y así, supuestamente, resolver el problema hasta el año 2010.

Aunque el agua que llega a Guadalajara desde el lago de Chapala, a través del acueducto puesto en servicio en 1988, se filtra por la cuenca del río Santiago, el líquido proviene de aguas arriba, de la cuenca del río Lerma, y se almacena en el lago. Por ello es importante destacar que esta importantísima cuenca del Lerma, que surte cerca de 50% del agua de la ZMG, tiene un grave problema de distribución de aguas y, sobre todo de calidad.



Gráfica 1. Composición de la población de la ZMG.
(Fuente: OECF Project., 1999) Manuel Guzmán Arroyo



Mapa 3. La Cuenca Lerma – Chapala – Santiago.
(Fuente: CNA, 2002)

El agua de la cuenca del Lerma se distribuye de manera muy desigual. La región es una de las más importantes del país por la actividad económica que genera.

La cuenca del río Lerma es la zona más significativa de la región hidrológica RH-XII. Tiene una superficie de 52 500 km² y es una de las más dinámicas del país. Se localiza en el centro-oeste de México, ocupa parte de los estados de México, Querétaro, Guanajuato, Michoacán y Jalisco, es decir, es el eje de las dos primeras ciudades del país: Guadalajara y el Distrito Federal. En la zona de influencia de este río se genera más de 30% de la producción industrial, 20% del comercio, y en ella se alojan 1 de cada 8 hectáreas de riego. La agricultura es de tal importancia que es justo decir que el área es responsable de gran parte de las

exportaciones agrícolas del país. La cuenca es el hogar de uno de cada 11 mexicanos (9.5 millones), de los cuales 32% es población rural. Como afirma Eduardo Mestre: “la cuenca del Lerma es una de las más pródigas de América Latina”.

El crecimiento de la economía mexicana reciente influyó en el acelerado desarrollo de la región en las últimas décadas. El aumento de la inversión nacional e internacional promovió el crecimiento industrial y la agricultura de riego aumentó de manera constante su superficie impulsando la demanda de agua. Sin una estrategia de preservación, la agricultura ha requerido en promedio de 81% de las extracciones de la cuenca.

La cuenca Lerma Chapala recibe en promedio 3% de la precipitación pluvial nacional, tiene más de 1% de los escurrimientos y contiene más de 13% de las aguas subterráneas del país...

Sin embargo, las necesidades derivadas de todos los usos superan la oferta de agua superficial y subterránea. Esto ha provocado el desequilibrio hidrológico de la cuenca y ha puesto en riesgo el desarrollo logrado..., forzando la sobreexplotación de acuíferos y el reuso de las aguas de la cuenca. El balance hidrológico de la cuenca en condiciones medias en el período 1950-79 muestra que, ante una precipitación anual de 735 mm, se genera un escurrimiento de 4,740 millones de metros cúbicos (M³m³). De estos, en promedio 3 240 se destinan al riego y 1 500 son las aportaciones al lago de Chapala que fundamentalmente provienen de la cuenca baja del río Lerma, sus afluentes y precipitación en el lago. (CNA, 1992).

Aunque en su conjunto el balance hidrológico de la cuenca del Lerma se encuentra en una situación crítica, para evaluarla con rigor es necesario considerar que la situación hidrológica e hidrosocial en sus diversas regiones

es diferente. Por ejemplo, en lo que respecta a los porcentajes de escurrimiento la distribución es desigual en el territorio: 45.2% corresponde a la costa de Jalisco, 17.1% al bajo Santiago, 10.4% al alto Santiago, 7.6% al medio Lerma, 7.3% al bajo Lerma, 6.5% al alto Lerma y 5.9% a la costa de Michoacán. Por ello, de los 28 730 M³m³ de escurrimientos anuales tan sólo le corresponde 2 172 M³m³ a regiones como el estado de Guanajuato donde la cuenca del Lerma localiza 83% de su territorio. Lo anterior, a pesar de que en este estado se tiene una gran demanda de agua, dadas sus características demográficas y económicas. Tanto en las aguas superficiales, en donde el estado tiene un déficit de 193 M³m³ al año, como en aguas subterráneas, en donde el déficit de disponibilidad alcanza casi los 1 000 M³m³ en el mismo período, Guanajuato vive un grave problema de abasto de agua.⁵

Por otra parte, el problema de la mala calidad del agua en la cuenca es grave. Según el Compendio Básico del Agua en México, elaborado por la Comisión Nacional del Agua en 2001, la subregión con mayor grado de contaminación en el país es la cuenca del Lerma con índice de calidad de agua menor a 40% (CNA, 2001)⁶

El desarrollo agrícola ha propiciado la contaminación de los cuerpos de agua por la sobreutilización de nutrientes provenientes de afluentes de aguas no tratadas. Las industrias y las comunidades se abastecen fundamentalmente de agua subterránea. Las principales actividades económicas que la utilizan son la de producción de carne y lácteos, bebidas, papel y pulpa de papel, cuero, produc-

tos petroquímicos y químicos, sin tener sistemas de tratamientos o reciclado adecuados.

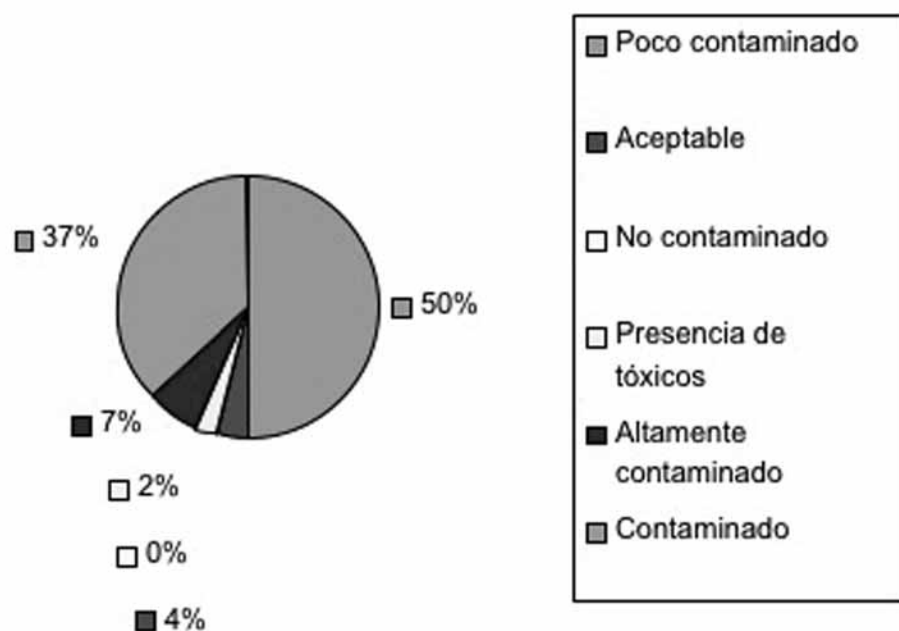
“El desarrollo en la cuenca Lerma Chapala se determina fundamentalmente por el uso intensivo del agua. Las industrias en la cuenca generan aproximadamente 0.608 x 10 al cubo de m³ a-1 de agua residual con 130,500 t a-1 de demanda bioquímica de oxígeno (BOD) de origen urbano y 424,260 t a-1 de demanda química de oxígeno (COD) de descargas industriales. Estas cargas de contaminantes orgánicos e inorgánicos y la escasa capacidad de tratamiento de aguas han intensificado los problemas de calidad del agua y reducido severamente su disponibilidad. La contaminación difusa causada por los escurrimientos que contienen fertilizantes y residuos de insecticidas provenientes de áreas de irrigación junto con los desecho sólidos arrastrados por la lluvia desde los hogares rurales carentes de sistemas domésticos de depuración de excremento y basura han contribuido a los problemas de calidad del agua.” (Mestre, 1997:4)

La calidad del agua también varía notablemente desde la perspectiva regional. De acuerdo con el reporte de la calidad del agua de la CNA (2005), 50% del agua de la cuenca está poco contaminada, 37% está contaminada, 7% altamente contaminada, 4% de calidad aceptable, y en 2% existe presencia de tóxicos (todos los parámetros por encima de la media nacional). Sin embargo, en el estado de Guanajuato todos los ríos importantes presentan diversos grados de contaminación y el Lerma, el más importante, no está en condiciones siquiera para aportar agua a la agricultura (Sandoval, 2001)

Mientras la presión sobre el lago de Chapala se iba incrementando, quedaba claro que el abasto de agua para la ZMG estaba en riesgo. Por ello, en 1990 se propuso el proyecto denominado “La Zurda- Calderón”, mismo que pretendía hacer uso del agua proveniente de la cuenca del río Verde por un volumen de 14 m³/s. El proyecto se implementó parcialmente y sólo culminó la primera fase:

⁵El medio Lerma, donde se sitúa Guanajuato es la única región con déficit de disponibilidad de aguas subterráneas ya que tanto el alto y el bajo Lerma así como el río Santiago y la costa de Jalisco presentan balances positivos.

⁶De acuerdo con al CNA, la escala de criterios de calidad de agua señala que a menos de 50% el líquido no es apto para agua potable o recreación, menos de 60% no es apto para pesca y menos de 30 no es apto para uso agrícola o industrial.



PROYECTO PARA SOLUCIONAR EL ABASTO DE AGUA PARA LA ZMG: LA PRESA DE ARCEDIANO

Las autoridades estatales presentaron la siguiente evaluación de la problemática del abasto de agua para la ZMG en el año 2004.

1. Las fuentes de abastecimiento actuales no alcanzan para cubrir la demanda de la población de la ZMG.

2. El lago de Chapala se encuentra en su cota mínima y posiblemente no se podrá disponer de los volúmenes actuales a partir de 2005.

3. Las cuencas hidrológicas actualmente se encuentran en déficit y al no poder obtener los volúmenes necesarios del lago de Chapala,

se sobreexplotarán en los próximos años.

4. Por tal motivo, se requiere de fuentes alternas de abastecimiento que logren cubrir la demanda actual y los requerimientos futuros para la ZMG.

la construcción de la presa Calderón y el acueducto que conduce sus aguas a la planta potabilizadora de San Gaspar.

Posteriormente, en el año 2000 y ante la crisis que llevó al lago de Chapala a menos de 15% de su capacidad, el gobierno promovió obras a través de un crédito japonés, que tenía el objetivo de mejorar la eficiencia del organismo administrador del agua y desarrollar obras de rehabilitación y saneamiento para proveer a la ZMG con 1.5 m³/s más. El endeudamiento, necesario, nunca se llevó a cabo debido a complicaciones en el diseño financiero y la falta de claridad del proyecto.

Ante tal panorama, la CEAS se ha planteado una vez más la tarea de terminar con el desabasto actual de agua para la urbe y resolver el problema en el largo plazo. Para ello se ha propuesto la construcción de una presa de almacenamiento en el río Santiago, en la localidad de Arcediano, en las afueras del municipio de Guadalajara. Con esta presa, según afirman las autoridades, se asegurará el abasto de agua para la ZMG en los próximos 30 años ya que aportará un promedio de 10.4 m³/s o un total de 328 Mm³ al año. La presa de Arcediano tendrá una capacidad de aproximadamente 300 millones de metros cúbicos, la



Foto 1. La ZMG junto a la barranca de Huentitán, a la altura de la comunidad de Arcediano.

cortina tendrá una altura de 125 metros y una longitud de 400 metros. El vaso inundará un área de 24 400 m² y tendrá un costo de 3 200 millones de pesos (enero 2004) y será acompañada de la construcción de un sistema de plantas de tratamiento de aguas en la cuenca local que significará una inversión de aproximadamente de 3 500 millones de pesos adicionales. Ambos proyectos constituyen el mayor endeudamiento público en la historia del estado de Jalisco.

Uno de los argumentos más importantes en relación a la viabilidad del proyecto de abasto de agua para la Zona Metropolitana de Guadalajara, consiste en que el aprovechamiento del agua de la cuenca del río Verde liberaría la presión que tiene ahora el lago de Chapala, perteneciente a la cuenca del Lerma, pero que sigue siendo la fuente principal de abasto de agua a la urbe a través del acueducto de Chapala.

El proyecto de la construcción de la presa de Arcediano ha sido muy polémico y cuestionado por grupos ambientalistas, científicos universitarios, sindicatos, agrupaciones profesionales, la Iglesia y coaliciones de ONG's. A continuación, algunas reflexiones críticas.

SOBRE LA CALIDAD DEL AGUA

La cuenca Lerma Chapala Santiago presenta el desarrollo industrial y demográfico más importante del estado; en él se asientan importantes corredores industriales de los más diversos giros. Además se localizan unas 50 poblaciones de tamaño medio.

Dado el grave riesgo del impacto en la salud pública, que amaga a la población de la Zona Metropolitana de Guadalajara; la no aplicación de las leyes ambientales y sanitaria; la ineficiencia de los sistemas de tratamiento de aguas urbanas; la inexistencia de sistemas de tratamiento de aguas industriales y de aguas pecuarias, que se vierten en la barranca y que serán la base del uso de agua del proyecto de Arcediano, existen grandes dudas sobre la posibilidad de que la calidad del agua sea la adecuada para el uso humano.

SOBRE EL DISEÑO FINANCIERO

El diseño financiero de la obra es deficiente ya que, según consta en el análisis efectuado por el comité técnico de la Universidad de Guadalajara, “no se pueden determinar con exactitud los costos del Proyecto Arcediano en virtud de que, entre otros: a) se carece de proyectos ejecutivos; b) las actualizaciones de los presupuestos no son consistentes; c) la tasa de descuento social debe ser una equivalente al costo real del financiamiento del proyecto; y d) no se cuantificaron, en la función de costos, los riesgos existentes”

EL IMPACTO SOCIOAMBIENTAL

La obra inundará una zona declarada área natural protegida según Decreto de 1934 y decretos posteriores 1997 y 2001 de los ayuntamientos urbanos, basados en la existencia de 4 especies de flora y 20 de fauna en la lista de protección por estar en peligro de extinción y en la existencia de monumentos de interés antropológico, como el primer puente colgante de América Latina.⁷

La cuenca del Santiago representa un corredor biológico de múltiples especies que emigran cada año y representa una reserva natural para la ZMG, que ofrece espacios de recreo para la población.⁸

GOBERNANZA Y CUMPLIMIENTO DE LA NORMATIVIDAD

En muchas ocasiones el gobierno no ha sabido negociar su propuesta con los grupos críticos y ha mostrado una imagen de imposición. Se ha percibido un apresuramiento en la aprobación del proyecto entre los actores políticos a nivel local, estatal y federal y sobre todo en el inicio de la construcción de la presa sin contar con las autorizaciones del Congreso del Estado y a pesar de la existencia de amparos judiciales. Durante el proceso se han dado graves irregularidades administrativas como la que figura en la solicitud del Ejecutivo del estado para liberar los fondos, fechada el 14 de marzo de 2003, la cual establece la obra en una localidad diferente al sitio en donde se han realizado los trabajos de construcción de la obra.

Existen dudas sobre el esquema de desarrollo urbano que promueve el proyecto. Arcediano podría significar la

continuación de la estrategia que privilegia la visión de la oferta de agua, la construcción de obras, en lugar de encontrar soluciones sustentables de largo plazo. Esta estrategia ha favorecido el uso extensivo descontrolado del agua. La concentración urbana que promueve el modelo propuesto contradice los programas de desarrollo regional armónico, y propicia el desarrollo sobre los límites de la capacidad de carga de los ecosistemas locales y a pesar del agotamiento de los recursos necesarios para el crecimiento económico. Como ejemplo de lo anterior se pueden señalar las propuestas de desarrollo urbano del lado norte de la barranca de Oblatos, misma que ha significado una barrera natural al crecimiento de la mancha urbana y una zona de amortiguamiento ambiental. Con la presa se ha dado autorización para el cambio de uso de suelo de la zona, que permite la urbanización de los espacios que hoy son zonas boscosas que rodean a la ciudad.

Por ello, existe gran preocupación en las poblaciones de los Altos de Jalisco, las cuales tendrán que ceder sus derechos de uso de agua necesarios para la creciente industria agroalimentaria local a favor de la gestación de la megaurbe de la ZMG. Lo mismo se percibe en las concentraciones urbanas de los estados vecinos que se nutren del río Verde aguas arriba, a pesar de los acuerdos y asignaciones existentes en la Federación.

En resumen, se teme que la construcción de la presa de Arcediano agudice el grave problema del anárquico crecimiento urbano y de la centralización de la actividad económica y políticosocial en la Zona Metropolitana de Guadalajara, que se ha venido presentando en los últimos años.

Al respecto, Arroyo indica que:

En los últimos años, la utilización de los recursos naturales del

⁷El proyecto ejecutivo contempla la relocalización del puente de Arcediano por parte del INAH.

⁸El proyecto ejecutivo de la presa incluye la organización de las actividades turísticas en la zona aunque se conocen proyectos de desarrollo urbano y de servicios turísticos privados.

país ha traído como consecuencia el deterioro acelerado del medio ambiente, causando preocupación política y movilización social en torno al problema ecológico. Sin embargo, el ritmo de la destrucción es mayor que la puesta en práctica de medidas de protección. La sociedad finca su bienestar en procesos intensos de industrialización, que son sinónimos de beneficios económicos para un pequeño grupo pero causa impactos negativos en el entorno físico que afectan a toda la población. (Arroyo, 1994)

La presa de Arcediano finalmente seguirá dependiendo de la voluntad de los usuarios de las cuencas de los ríos Verde y Santiago, de las aguas negras y grises de las ciudades a lo largo de los ríos y de las descargas de las maquiladoras del Valle del Silicio tapatío, lo cual es causa de preocupación, dado el estado lamentable del sistema de saneamiento de aguas, a pesar de la actual propuesta gubernamental de sanear la cuenca

Por otra parte, el agua que llegará a la presa de Arcediano provendrá del lago de Chapala, circunstancia que haría inútil su existencia en caso de emergencia. Dicha presa no puede resolver la crisis de Chapala, cuya causa fundamental es la administración del agua en el alto Lerma y no el abasto de agua para Guadalajara.

Existen algunas propuestas de los grupos ciudadanos para resolver la cuestión del abasto de agua para la ZMG.

1. Acuerdo de distribución sustentable

El problema fundamental de la crisis en la cuenca Lerma Chapala Santiago es la inexistencia de un acuerdo sustentable de distribución de aguas superficiales que garantice el escurrimiento necesario para la conservación de sus sistemas de soporte de vida y los diversos usos del agua. El acuerdo firmado en 2004 sólo garantiza la distribución de los excedentes de las presas situadas a lo largo del río Lerma y privilegia el uso agrícola del agua en lugar de

basarse en su uso ecológico. En este esquema, Chapala se convierte en un lago artificial, producto de descargas, que depende de los desfogues de las presas, y ha dejado de ser un lago funcional.

El balance hídrico de la cuenca ha sido inadecuado. Según datos históricos de la CNA, la cuenca, que ocupa 50,136 km², produce un escurrimiento anual de 4,740 millones de metros cúbicos, con una tasa histórica de precipitación de 735 mm⁹. De estos 4 740 M'm³ en promedio se destinan al riego 3 240 M'm³, y 1 500 M'm³ han sido las aportaciones al lago de Chapala, mismas que han provenido fundamentalmente de la cuenca baja del Lerma, sus afluentes y la precipitación en el lago. De estos 1,500 M'm³ se estima una evaporación de 1,440 M'm³, una transferencia a la ZMG de 240 M'm³ y un uso agrícola de 90 M'm³. Lo anterior arroja un déficit anual de 270 M'm³. Este déficit permanente fue el causante de la crisis que caracterizó a Chapala los últimos años.

La ausencia de una política de distribución de aguas en la cuenca Lerma Chapala Santiago ha propiciado un esquema perjudicial para el lago: los usuarios de la cuenca alta simplemente no dejan fluir el agua hacia los usuarios de la cuenca baja. Esta práctica depredadora se puede verificar con el hecho de que, mientras el lago de Chapala se redujo a menos de 15% de su volumen a principios de siglo, las presas del alto Lerma han alcanzado recurrentemente volúmenes superiores a 100%.¹⁰

En resumen, durante décadas el lago de Chapala ha sufrido una política deliberada de desecación y sólo ha sobrevivido gracias a los cambios en el régimen pluvial

⁹Datos previos a las temporadas de lluvias abundantes de 2003 y 2004 que propiciaron la recuperación de Chapala casi la mitad de su volumen total.

¹⁰Tan sólo en el 24 de diciembre de 2003 10 de las 11 grandes presas de la cuenca rebasaban el 100% de su capacidad mientras el lago de Chapala tan sólo contenía 38% de su total, fuente CNA.

y a sus propios recursos de escurrimiento. La crisis del lago ha repercutido directamente en la disponibilidad del agua para la ZMG. Una distribución sustentable del agua en la cuenca, de largo alcance, basada en la administración apropiada del recurso, daría como resultado la solución al problema del abasto de agua a Guadalajara, ya que el volumen del agua en el lago permitiría resolver el déficit existente y las necesidades para el futuro.

Si se garantiza un volumen promedio de 4 000 M'm³ en el lago de Chapala, cerca de la mitad de su capacidad total, se podría utilizar a plenitud la planta de bombeo, construida en 1994 en la ciudad de Chapala, para abastecer de agua a Guadalajara. Hoy, esta planta utiliza la mitad de su capacidad instalada y podría bombear hasta 7 m³/s. La construcción final del acueducto alcanzaría para bombear hasta 14 m³/s. Actualmente, según cifras oficiales, sólo se extraen 4.5 m³/s de Chapala pero con el flujo estable de agua para este lago, se podrían extraer los 3.5 m³/s que faltan, usando la infraestructura existente. Lo anterior es factible, aun sin tomar en cuenta las indispensables estrategias de ahorro de agua.

2. Ahorro de agua

Son dos los principales factores que determinan la posibilidad de regularizar los flujos de agua para el lago de Chapala: el régimen pluvial y el aumento de los usuarios. Los datos históricos señalan que las lluvias no han variado significativamente en la zona aunque se han dado ciclos de altas y bajas. Por ejemplo, según a CNA, de 1941 a 1998 se tuvo un promedio de precipitación anual de 735 mm¹¹. Por otra parte, ante la ausencia de medidas de administra-

ción de la cuenca, la recuperación actual del lago de Chapala se debe, exclusivamente, a las extraordinarias lluvias que lo han favorecido de 2003 a septiembre de 2004. En este periodo el volumen del vaso subió cerca de 400%, de 1,200 M'm³ a cerca de 5,000 M'm³. La cantidad de agua almacenada en las presas del alto Lerma y el despilfarro de agua vía mecanismos poco eficientes de riego son pruebas de la inexistencia de una sequía en la cuenca.

El aumento de los usuarios en la cuenca ha causado ciertamente un stress adicional al equilibrio hídrico de la cuenca; sin embargo, no existe evidencia que este factor sea determinante en la crisis pues el agua existe y está almacenada en las decenas de megapresas en el alto Lerma. El aumento de las unidades agrícolas, industriales y de usuarios urbanos es una variable dependiente de la inteligencia de planeación regional del desarrollo, factor hasta ahora ausente en la región.

En ambos casos es indispensable una política dinámica de ahorro del agua: un mayor control, por parte de la CNA, en el proceso de asignación y uso en el riego, que utiliza cerca de 80% del líquido de la cuenca. Y, por otra parte, la reducción del uso diario de agua en las ciudades y, sobre todo, abatir las fugas de la red de distribución.

Detrás de esta concepción está la idea de preservar los recursos naturales, aprendiendo a utilizarlos con responsabilidad. El lago de Chapala puede ser la solución del problema sólo si se da una administración apropiada del recurso. Con medidas como la actualización del padrón de usuarios y el control sobre la utilización y el robo del agua, podríamos esperar un ahorro efectivo que permitiera tener más certidumbre en el libre flujo del agua hacia Chapala. La tecnificación del riego, que permitiera liberar 10% del agua en la agricultura, pondría disponible cerca

¹¹Estadísticas de Medio Ambiente SEMARNAT, http://www.semarnat.gob.mx/estadisticas_ambientales/compendio/indice/index.shtml

de 474 M³m³ anuales, lo cual resolvería con creces el déficit de 3.5 m³/s que tiene actualmente la ZMG, además de hacer más eficiente la producción y generar ecosistemas más sanos. Ciertamente, la tecnificación del riego no es la solución final, dadas la eficiencia marginal que aún la caracteriza y la utilidad ecológica de recarga de acuíferos de los sistemas de entarquinamiento, pero es indudable que puede ser una herramienta importante para la recuperación de la cuenca.

La reducción del patrón de uso de agua de los ciudadanos de Guadalajara, a través de la concientización y con la aplicación de una nueva normatividad más racional, que reduzca de 276¹² litros diarios de consumo a 200 ldp, traería un ahorro de 3 metros m³/s (3 850 000 habitantes x 200 litros/segundo) que resolvería el problema del déficit actual.

La reparación de la red de distribución urbana en Guadalajara constituye otra de las grandes líneas de acción y ahorro del agua. El bajar de 43% actual para alcanzar la norma internacional de 23% de fugas en la red, daría como resultado un ahorro de 47.8 M³m³ al año (2.4 m³/s aproximadamente), lo cual contribuiría de manera importante a resolver el déficit actual de 3.5 m³/s.

Hasta aquí el ahorro. Podrían plantearse también estrategias más modernas e innovadoras para resolver el problema, más baratas y efectivas, pero ciertamente más controversiales, como la siembra de agua a través de la captación del agua pluvial. Dadas las precipitaciones en la ciudad de Guadalajara, de cerca de 800 mm anuales, se podrían captar algunas decenas de millones de metros cúbicos de agua que ayudarían a resolver el problema del

abasto en la ciudad, si se implementaran paralelamente mecanismos de reciclado y de diferenciación de usos de aguas verdes, grises y negras, como se procede en algunos países donde es crítica la carencia del recurso.

Todo lo anterior, es decir, la recuperación eficiente y barata de la cuenca, se basa en un principio de gestión democrática y participativa del recurso hídrico, que garantice una estrategia eficiente de tratamiento de aguas; una redelimitación de competencias constitucionales que asigne mayores atribuciones a las comunidades y municipios para la gestión y monitoreo de los programas; la aplicación de instrumentos económicos para aprovechar los mecanismos del mercado (tarifación, impuestos e incentivos), una estrategia de Estado para la administración del agua, el acceso a la información proveniente de redes hidrométricas públicas, una nueva normatividad y la aplicación eficiente de la misma. En resumen, es necesaria una nueva cultura del agua.

A manera de conclusión, a la luz de la oposición social a la obra y ante la inesperada recuperación del lago de Chapala y el ordenamiento parcial de su explotación con el nuevo acuerdo de distribución de aguas superficiales de 2004, la explotación racional del lago empieza a resultar una medida más coherente para resolver el problema de abasto de agua para la ZMG. Esta opción puede resultar más económica y ambientalmente más efectiva que la presa de Arcediano, la que a fin de cuentas recibirá agua tanto de Chapala como de los escurrimientos que le corresponden a la cuenca del río Verde, afectando con esto a los pobladores de los Altos de Jalisco, quienes seguramente también necesitarán el líquido en algún momento del futuro inmediato.

¹²Los cálculos oficiales han impuesto una meta de 280 ldp, lo cual es, como se sabe una norma que sobrepasa índices internacionales.

**PRINCIPALES GRUPOS RELACIONADOS CON EL DEBATE AL-
REDEDOR DE LA PROPUESTA DE LA PRESA DE ARCEDIANO:**

**1. Pronunciamientos públicos a favor del Pro-
yecto de Arcediano:**

Comisión Nacional del Agua (CEAS)
Delegación Regional de la SEMARNAT
Sistema Intermunicipal de Agua Potable y Saneamiento
(SIAPA)
Gobierno del Estado de Jalisco.
Congreso del Estado de Jalisco.
Gobierno Federal.
Coparmex Jalisco.
Consejo de Cámaras Industriales de Jalisco (CCIJ).
Cámara Nacional de Comercio de Guadalajara (CNCG).
BanObras.
Delegación Regional de la Confederación de Trabajadores
de México (CTM).
Universidad Autónoma de Guadalajara.
**2. Pronunciamientos públicos sobre irregulari-
dades en el Proyecto de Arcediano.**
Comité pro-defensa de Arcediano.
Consjo Ciudadano del Agua AC.
ONG local “Amigos de la Barranca”.
ONG local “Fundación Cuenca Lerma Chapala Santiago”.
ONG internacional “Living Lakes”.
Ciudadanos por el Medio Ambiente, AC.

Sindicato de Trabajadores Académicos de la Universidad
de Guadalajara.

Comite “Acqua” de la Universidad de Guadalajara.

Arquidiócesis de Guadalajara.

Académicos del ITESO.

Académicos de la Universidad de Guadalajara.

Ayuntamiento de Zapopan.

Ayuntamiento de Tlaquepaque.

Centro de Investigaciones y Estudios en Antropología So-
cial (CIESAS).

El Congreso Intersindical.

“Alarife” Colegio de Profesionistas de la Arquitectura y el
Desarrollo Urbano.

Federación de Colegio de Profesionistas (FCP).

Consejo Intergrupar de Evaluadores del Estado de Jalisco.

Instituto de Derecho Ambiental (IDEA).

Círculo de Mujeres (CM).

Tianguis Cultural.

Pastoral Social.

Colectivo Ecologista Jalisco.

Red Jalisciense de Educación Ambiental.

Red Ciudadana.

Federación de Estudiantes Universitarios.

BIBLIOGRAFÍA

Arroyo, Jesús y Velásquez Luis, 1994, “Implicaciones de las características de la población jalisciense para las políticas de desarrollo”, documento de trabajo, CUCEA.

Casillas, Miguel, 2002, La tercera revolución del agua. Sociedad y medio ambiente en los Altos de Jalisco, México, El Colegio de Jalisco.

Comisión Estatal de Aguas y Saneamiento, 2004, “Abastecimiento e agua para la zona conurbada de Guadalajara. Proyecto Arcediano”, México, gobierno de Jalisco.

Comisión Estatal de Aguas y Saneamiento, 2004, “Evaluación socioeconómica integral de Abastecimiento ZCG”, México, Gobierno de Jalisco.

Comisión Estatal de Desarrollo Urbano, Comisión del Agua para la ZMG, 1998, Estudio de la Problemática del Agua para la Zona Metropolitana de Guadalajara.

Comisión Nacional del Agua, 2005, Estadísticas del agua en México 2005, México, Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales.

http://www.cna.gob.mx/eCNA/Espaniol/Organismos/Central/Estadisticas/EstadisticasAgua_CNA.htm

-----, 1991, Acuerdo de Coordinación de Aguas Superficiales.

-----, 1989. “Proyecto de Suministro de Agua Potable y Saneamiento de la Zona Metropolitana de Guadalajara”, Gobierno del Estado de Jalisco

Comité técnico de análisis del proyecto de Arcediano, 2004, Universidad de Guadalajara.

Consejo Estatal de Desarrollo Urbano, 1998, “Estudio de la problemática del agua para la zona metropolitana de Guadalajara”, Comisión del agua para la ZMG.

Durán, Juan y Torres Alicia, 2001, “Crisis ambiental en el lago de Chapala y el abastecimiento de agua para Guadalajara” Carta Económica Regional, N. 78, Universidad de Guadalajara.

Gobierno Municipal de Guadalajara, 2004, Plan Municipal de Desarrollo 2004-2006.

Guzmán, Manuel, (Comp.) 2003, Chapala. Una crisis programada. Universidad de Guadalajara. México.

Mestre, Eduardo. 1992, “Managing the water transition in the Lerma-Chapala Basin, Mexico”. CNA. México.

-----, 1997, “Case study VIII- Lerma Chapala basin, Mexico”, Water Pollution Control, WHO/UNEP.

Overseas Economic Cooperation Fund, 1999. Guadalajara Water Supply And Sanitation Project In Jalisco, Mexican United States. Draft Final Report, March. Guadalajara. México.

Rodríguez, Juan, 2003, “La nueva economía en el uso de espacio urbano en la Zona Metropolitana de Guadalajara”, Carta Económica Regional, No. 84. México Centro Universitario de Ciencias Económico Administrativas, Universidad de Guadalajara.

Sandoval, Ricardo, 2001, Situación hidráulica de Guanajuato. Retos y perspectivas, México, Comisión Estatal de Aguas. Gobierno del Estado de Guanajuato.

Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, 2001, Acuerdos Celebrados entre la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, la Comisión Nacional del Agua y el Gobierno del Estado de Jalisco para la preservación del Lago de Chapala.

Universidad de Guadalajara y Comisión Estatal de Aguas y Saneamiento, 2004, “Conclusiones generales de los equipos de trabajo de la Universidad de Guadalajara y la Comisión Estatal de Agua y Saneamiento para el análisis técnico del proyecto de Arcediano”. Guadalajara.

Universidad de Guadalajara, 2004. Evaluación sobre la viabilidad del proyecto Arcediano. Informe del Comité Técnico de Análisis del Proyecto Arcediano. Universidad de Guadalajara. Guadalajara.

http://www.who.int/docstore/water_sanitation_health/wpcontrol/begin.htm#Contents

La calidad del aire en Zapopan

*ROSA ELENA REYES NODHAL

*TERESITA DE JESÚS ALVARADO CASTELLANOS

*FEDERICO CURIEL GUTIERREZ

SITUACION AMBIENTAL Y FACTORES CONTAMINANTES

Los recursos naturales se consideran como una riqueza o capital natural y su uso, conservación y restauración son materia de reflexión social, donde el tema del medio ambiente se vuelve materia de análisis económico, político y social, con el objeto de lograr la conquista ecológica para el futuro.

El análisis del medio ambiente se debe iniciar con la identificación y clasificación de las fuentes que contaminan los recursos naturales como resultado de los efectos negativos de las actividades humanas como: la producción, almacenamiento, distribución, intercambio y consumo de bienes y servicios y los procesos de transformación de materias primas que generan desechos que son arrojados al medio ambiente, en forma sólida, líquida o gaseosa, contaminando el estado natural del agua, del aire y del suelo.

Pero ¿qué se entiende por contaminante? De acuerdo con (MICHEL, 1980) es “toda materia o sustancia, o su combinación y compuestos, derivados químicos o biológicos, tales como, bacterias, residuos y desperdicios, humos, polvos, gases o cenizas, así como toda forma de energía como calor, radioactividad, ruidos, que al incorporarse, adicionarse y operar sobre el agua, aire o tierra, modifican sus características naturales o del medio ambiente”.

*Investigadores del Centro de Investigaciones Sociales y Económicas, Universidad de Guadalajara.

CONTAMINACIÓN ATMOSFÉRICA

Componentes

Se tienen referencias de la contaminación de la atmósfera desde principios de nuestra era; con el tiempo, se hizo más evidente con la Revolución Industrial del siglo XVIII. En la actualidad, con el empleo de la maquinaria de manera extensiva, con fines productivos, la contaminación del aire ha adquirido dimensiones alarmantes en algunas regiones del mundo

Si retomamos el concepto de la contaminación del aire, que se refiere a la concentración en la atmósfera de una o más sustancias dañinas a la salud tanto humana como animal y vegetal, que interfieren en el gozo de la vida y ocasionan el deterioro de los bienes muebles e inmuebles, en este sentido se puede decir, que la contaminación atmosférica es el resultado de la presencia de vapores, humos, polvos, gases o a la combinación de ellos, cuyos orígenes se identifican de acuerdo a sus fuentes.

Las fuentes, según su importancia, son fijas o móviles: la producción de energía eléctrica, los procesos industriales, así como el consumo de combustibles industriales y domésticos y el transporte.

Los contaminantes de la atmósfera se clasifican en cinco categorías: monóxido de carbono, bióxidos de azufre, bióxido de nitrógeno, ozono y partículas suspendidas. Las

tres primeras se caracterizan por ser específicas; las dos últimas pueden estar compuestas por distintos elementos.

	Tipo de contaminante
Símbolo	Definición
NO ₂	Bióxido de Nitrógeno
CO	Monóxido de Carbono
SO ₂	Bióxido de Azúfre
PM10	Partículas Suspendidas
O ₃	Ozono

Cuadro 1

Fuente: Secretaría del Medio Ambiente para el Desarrollo Sustentable (SEMADES). Jalisco. 2006

En el caso de la contaminación por desechos de hidrocarburo se debe al consumo que existe por los combustibles derivados del petróleo, y no tomar en cuenta otras fuentes de energía como pueden ser la energía solar, hidráulica o atómica. El uso intensivo de este combustible despiden gases que al concentrarse en la atmósfera en cantidades que rebasan la norma de calidad del aire establecida, se consideran nocivos, como son: bióxido de nitrógeno, monóxido de carbono, ozono, que al concentrarse impiden que los rayos solares lleguen a la tierra y generen el efecto invernadero, que altera los marcos térmicos del planeta debido al smog. En cuanto a las partículas de humo, éstas son producidas por procesos químicos y metalúrgicos, soldaduras y químicos o ambos, por calor o combustión; tienen un promedio de 0.2 a 0.3 micras y cuyos componentes son óxidos de plomo, óxido de zinc, y óxido de cadmio.

Por su parte, el ozono es un oxidante inorgánico que llega a las proporciones de contaminante cuando se combina con óxido nitroso y con los rayos ultravioleta, produciendo una reacción con el oxígeno y con moléculas orgánicas e hidrocarburos.

Efectos

La salud ambiental ha sido preocupación de las instituciones públicas de tal forma que sus políticas generan acciones orientadas a la implementación de programas de diagnóstico, tratamiento y prevención de enfermedades ocasionadas por la exposición de los individuos frente a agentes nocivos que se encuentran en el aire, el agua y los alimentos.

Los efectos de dichos agentes nocivos en la salud de la población (STRAUSS Y MAINWARING, 1995), tienen diferentes manifestaciones. Al vivir en zonas con ciertos grados de concentración y al inhalar por día aproximadamente 7500 litros de aire, los pulmones y el sistema respiratorio están en continuo contacto con las sustancias contaminantes. Los pulmones tienen la potencialidad de retener cualquier sustancia dañina que, junto con el oxígeno, se absorben y transfieren al torrente sanguíneo. El cuadro 2 contiene el número de casos por enfermedades del aparato respiratorio en aquellas entidades del país que registran mayor incidencia de estos padecimientos en el año 1999, donde el Estado de México, el Distrito Federal y Jalisco presentaron la mayor incidencia. En aquel año Jalisco ocupó el tercer lugar; para el año de 2006, en un periodo de siete años, Jalisco continuó en la tercera posición, considerando el número total de casos. Cabe señalar que Jalisco es la entidad que registra el mayor número de casos de neumonías y bronconeumonías en los años citados, no obstante que la variación porcentual en este periodo haya descendido en -14.53 por ciento.

ENTIDAD	1999		2006		CAMBIO PORCENTUAL	
	INFECCIONES AGUDAS	NEUMONIA Y BRONCONEUMONIA	INFECCIONES AGUDAS	NEUMONIA Y BRONCONEUMONIA	INFECCIONES AGUDAS	NEUMONIA Y BRONCONEUMONIA
DF	2 998,193	16,861	1 900,272	9,127	-36.61	-45.86
JALISCO	1 814,508	21,356	1 645,876	18,251	-9.29	-14.53
MEXICO	3 101,486	10,276	2 756,857	6,511	-11.11	-36.63
NUEVO LEON	1 586,979	15,566	1 008,463	11,506	-36.45	-26.08
PUEBLA	1 021,808	8,649	1 006,040	5,254	-1.54	-39.25
VERACRUZ	1 500,193	7,869	1 205,935	4,836	-19.61	-38.54
GUANAJUATO	1 441,166	11,558	1 167,859	6,122	-18.96	-47.03

Cuadro 2
México: Casos de infecciones agudas del aparato respiratorio por Entidad Federativa 1999 y 2006
FUENTE: Sistema Único de Información para la Vigilancia Epidemiológica/Dirección General de Epidemiología/SSA, 1999, 2006.

El bióxido de azufre, contaminante del aire, fácilmente soluble, se absorbe y se deposita sobre la superficie del pulmón, y ocasiona enfermedades laborales específicas como la silicosis, padecimiento común en industrias donde se manejan metales pesados, plomo, cadmio y otros.

El monóxido de carbono es el único contaminante que produce un cambio en la fisiología humana, que se puede relacionar con los niveles de concentración, ya que la función cardíaca se altera con niveles altos de carboxihemoglobina, debido a que el monóxido de carbono bloquea el transporte de oxígeno en la corriente sanguínea.

El ozono puede ocasionar inflamación pulmonar y afecciones al sistema inmunológico que afectan a órganos como el pulmón e hígado; el bióxido de nitrógeno, al acumularse en el cuerpo humano en concentraciones altas, ocasiona molestias respiratorias, edema pulmonar y finalmente la muerte.

Los metales pesados, como el plomo y el cadmio, son los contaminantes más generalizados en la atmósfera. El plomo, además de ser emitido por algunas industrias, como las generadoras de pinturas, cerámica y baterías, procede del escape de los automóviles. Sus partículas entran en el rango de lo respirable a razón de un micrómetro de diámetro, las cuales pueden alcanzar la porción inferior del pulmón. Sus efectos en el torrente sanguíneo, por envenenamiento, son: irritabilidad y atrofia del nervio óptico, entre otras (Robbins, 1999): se manifiestan también en trastornos psicomotores y abdominales (ver cuadro 3).

Las pruebas de contaminación por hidrocarburos que se encuentran en el aire urbano se asocian fuertemente con cáncer de piel, sobre todo en áreas de concentración industrial relacionada con el procesamiento de ceras y aceites, destilación de hulla y el deshollinamiento de chimeneas.

CONTAMINANTE	FUENTE	NIVELES	CONSECUENCIAS
Partículas Suspendidas PS	Motores de Combustión Vehículos Automotores Procesos Industriales Incineración	X Anual < 75 ug/m ³ X Día < 260 ug/m ³	Incrremento en la resistencia de la vía aérea. Inflamación del epitelio respiratorio Estimulación del epitelio laríngeo y nasal
Ozono O3	Reacción Fotoquímica: Óxido de Nitrógeno + Hidrocarburos	< 235 mg / m ³ < 0.12 ppm durante 1 hora	Cefalea, mareo, lagrimeo, fotofobia. Efecto oxidativo sobre mucosas Tos, disnea, broncoespasmo, asma
Monóxido de Carbono CO	Motores de Combustión Vehículos Automotores Procesos Industriales Incineración	< 10 mg / m ³ / 8 hrs < 9 ppm / 8 hrs < 35 ppm / hr	Carboxihemoglobina Trastorno en transporte de O ₂ Hipoxia Tisular
Oxido de Nitrógeno NO ₂ , NO	Motores de Combustión Vehículos Automotores Procesos Industriales Fertilizantes	X Anual < 100 ug / m ³ X Anual < 0.05 ppm	Inflamación de vías respiratorias Edema pulmonar y bronquiolitis Cianosis y disnea Lluvia ácida
Bióxido de Azufre SO ₂	Combustión de aceites y de carbón. Plantas de ácido sulfúrico	X Anual < 0.03 ppm X día < 365 ug/ m ³ X día < 0.14 ppm	Aumento de resistencia de vía aérea Brocoespasmo y edema Lluvia ácida
Plomo Pb	Motores de Combustión Vehículos Automotores Procesos Industriales Pinturas, Cerámica, Baterías	X de 3 meses < 1.5 ug/m ³	Trastornos psicomotores Disminución del desarrollo IQ Trastornos abdominales (dolor)
Bióxido de Carbono CO ₂	Todo tipo de combustión	< 5,000 ppm / 5 hrs	Efecto invernadero en la atmósfera Calentamiento del planeta

Cuadro 3
Contaminación Ambiental: fuentes y efectos
FUENTE: “Contaminación Atmosférica e Infección Respiratoria en México”. Fundación CARPERMOR, A.C., 1995

Respecto a las partículas suspendidas, los principales grupos de población de riesgo son los niños, los pacientes con enfermedad pulmonar crónica y los asmáticos. Los efectos adversos sobre la salud son incremento de las infecciones respiratorias, disminución de la función pulmonar, exceso de mortalidad e incremento de las crisis de asma. (Robbins, 1999)

ANTECEDENTES DE LA CONTAMINACION

La contaminación de la atmósfera se hizo más evidente al paso del tiempo debido a la creciente necesidad de modelos de desarrollo económico acelerados. La Revolución Industrial del siglo XVIII marcó el inicio no sólo de índices de crecimiento espectaculares en la producción debido a nuevas tecnologías y la aparición de la competencia científica y económica, sino que a la par provocó el inicio de

la degradación del medio ambiente como consecuencia del uso intensivo e irracional de los recursos naturales, el daño a los seres que habitan la Tierra y por ende a su misma especie.

La localización de actividades económicas en ciertas zonas de las ciudades se debe a la infraestructura que ofrecen, tanto en comunicación de acceso fluido por las vías de transporte urbano, como en dotación de energía y otros servicios, que las convierte en zonas de alta concentración de contaminantes atmosféricos.

En la Zona Metropolitana de Guadalajara el problema de la contaminación del aire no es reciente, su industria manufacturera, aunque rudimentaria, ya adquiría cierta importancia por los años cuarenta y cincuenta. Conforme ha pasado el tiempo el problema se ha incrementado, la contaminación se hace más densa como resultado del proceso de urbanización, del desarrollo de actividades económicas y particularmente de la actividad industrial.

Crecimiento urbano

La participación de Zapopan en el crecimiento urbano de la ZMG se observa desde mediados del siglo pasado, cuando el espacio comprendido por los municipios de Guadalajara, Zapopan y Tlaquepaque se constituyó en área metropolitana. En los años setenta continuó el crecimiento urbano de esta zona, extendiéndose sobre el municipio de Zapopan; hacia el norte incluyó Atemajac y la Experiencia y, hacia el oeste y suroeste, surgieron colonias nuevas como Ciudad Granja y Las Águilas, entre otras.

Posteriormente la urbanización absorbió espacios físicos sobre todo al norponiente del municipio. Durante los dos decenios siguientes, el crecimiento de la ZMG se observa en los municipios conurbados. En la parte nor-

poniente de Zapopan se crearon colonias nuevas como Lomas de Zapopan, Lomas de Tabachines y los Belenes y, hacia el poniente, El Colli, Jocotán, Vallarta Universidad, Villa Universitaria, Jardines Vallarta y Royal Country.

A principios del milenio, el ritmo de crecimiento urbano continuó con gran dinamismo, surgieron colonias y fraccionamientos nuevos, sobre todo al poniente, norponiente y suroeste de Zapopan, algunos colindan con el Periférico y en otros puntos ya se rebasó dicho límite; se desarrollaron fraccionamientos exclusivos y cotos privados como Puerta de Hierro y Valle Real, entre otros.

En el año 2006 el ayuntamiento de Zapopan autorizó y regularizó 17 fraccionamientos en propiedad privada, que suman aproximadamente 100 hectáreas, se ubican hacia el norte, norponiente, poniente y surponiente, entre los que se mencionan: Colinas del Río Blanco, La Venta del Astillero, Nuevo México Sur, Los Fortines, Rinconada de San Antonio, Zoquipan Sección II, Lomas del Astillero, Jardines de la Enramada, Lomas del Batán, Juan Gil Preciado, El Zapote II, La Primavera y San Francisco.

Este fenómeno lleva consigo la transformación en el uso del suelo, se han cedido espacios físicos a la edificación de áreas habitacionales, construcción de grandes centros comerciales o surgimiento de parques industriales; estos espacios constituían grandes extensiones de tierras para el cultivo de maíz preponderantemente, e incluso, áreas boscosas consideradas como reservas ecológicas, así como predios que no habían sido explotados en servicios urbanos dedicados a la especulación.

Por lo anterior la estructura económica de Zapopan ha manifestado una transformación en los últimos decenios orientada hacia las actividades urbanas: vivienda, comercio, industria, servicios, etc. en detrimento de aquellas relacionadas con el sector agrícola.

Crecimiento industrial

La industria en Zapopan se consideraba como una industria tradicional basada en la producción de bienes de consumo final; sin embargo, con la Ley de Fomento Industrial en los años sesentas, se promovieron ramas industriales (química, eléctrica, alimentaria y partes para maquinaria), que permitieron que el sector industrial adquiriera cierta importancia debido a la modificación de su estructura y a la tecnificación de sus procesos que actualmente exigen grandes inversiones en materia prima y mano de obra cuya producción se destina tanto al consumo interno como a la exportación.

Básicamente la industria que se encontraba ubicada en Zapopan a partir de los años ochenta pertenecía a la rama de transformación de alimentos con 43 por ciento de establecimientos; minerales no metálicos representaba 11 por ciento y maquinaria y equipo 10 por ciento. En 1993 los negocios dedicados a la elaboración de alimentos, artículos de madera, papel, procesamiento de sustancias químicas y fabricación de textiles y confección de prendas de vestir han sido las más dinámicas en cuanto al número de establecimientos. (INEGI 1980-1995). Cabe señalar, que a partir de este año, el sector manufacturero se extiende hacia la periferia de la mancha urbana debido a la dotación de terrenos industriales y al abaratamiento en el costo del suelo.

En el año 2004, de acuerdo con los resultados del censo económico, las ramas de actividad económica ubicadas en Zapopan corresponden a la industria alimentaria en el primer sitio respecto al número de unidades económicas, con 33 por ciento del total de la industria manufacturera del municipio; la fabricación de productos metálicos, con 17 por ciento; la fabricación de muebles representa 8 por

ciento y la manufactura del plástico y del hule, así como la industria de bebidas y tabaco, con 4 por ciento por cada una (ver cuadro 4).

Respecto al personal total que ocupa la industria manufacturera municipal, la alimentaria es la más dinámica con 17 por ciento. Destaca la fabricación de equipo de computación y componentes electrónicos, con 15 por ciento; le siguen la industria del plástico y del hule, representando el 12 por ciento; la industria de bebidas y tabaco, 7 por ciento; y la fabricación de productos químicos, 6 por ciento. Las grandes empresas dedicadas a fabricar equipo de computación y componentes electrónicos emplean 15 por ciento del personal ocupado en la industria manufacturera del municipio, con tal solo 1 por ciento de las unidades económicas emplazadas.

Las ocho ramas de actividad económica que muestra el cuadro 4 representan en forma conjunta 74 por ciento de las unidades económicas y 76 por ciento del personal ocupado total en el sector manufacturero del municipio.

El desarrollo industrial dinámico de Zapopan ha sido propiciado por factores que representan ventajas en el emplazamiento de las empresas, como son las comunicaciones, infraestructura y equipamiento urbano, mano de obra calificada, apoyo a la inversión y construcción de parques industriales. De tal suerte que al interior del municipio se desarrolla una gran actividad industrial y de manufactura. Empresas como HP Invent, Kodak, Telect, Freescale, Vogt Electronic, Pegaus Control, Technicolor, Resser, Coca-cola, Marinela, Sabritas, además de casi 150 empresas de software, tienen sus plantas ubicadas en el municipio.

Ramas de actividad económica	Unidades económicas		Personal ocupado total	
	absoluto	%	absoluto	%
Industria alimentaria	886	33.29	11 236	17.68
Fabricación de equipo de computación y equipos y componentes electrónicos	27	1.01	9 909	15.59
Industria del plástico y del hule	132	4.96	8 257	12.99
Industria de las bebidas y del tabaco	117	4.39	4 852	7.63
Industria química	81	3.04	4 295	6.75
Fabricación de muebles y productos relacionados	215	8.07	3 625	5.70
Fabricación de maquinaria y equipo	55	2.06	3 281	5.16
Fabricación de productos metálicos	464	17.43	3 066	4.82
Subtotal	1 977	74.25	48 521	76.32
Total de Zapopan	2 661	100	63 539	100

Cuadro 4
Zapopan: Unidades Económicas y Población Ocupada en Industria Manufacturera por Ramas Económicas 2004
Fuente: Censos Económicos, 2004, INEGI.

Esta tendencia hacia el desarrollo industrial ha trasformado también el concepto de su localización en parques, ciudades o corredores industriales (PCCI), lugares con cierta dotación de recursos e infraestructura adecuada para su desarrollo. Sin embargo, esta imagen ya se presentaba en Jalisco con la Zona Industrial de Guadalajara y con el corredor industrial de El Salto, a partir de los años sesenta y principios de los setenta. Pero si bien es cierto que fueron ubicados en zonas alejadas de los asentamientos

Parques industriales en el municipio de Zapopan

Como se mencionó en párrafos anteriores, en el estado de Jalisco se ha manifestado recientemente una gran tendencia hacia la industrialización, como resultado de los acuerdos internacionales de cooperación económica: el Tratado de Libre Comercio con los Estados Unidos de Norteamérica y Canadá (TLC), mismo que entró en vigor en 1994, y el Tratado Comercial con la Asociación Europea de Libre Comercio (AELC), con vigencia desde 2001. El último censo económico registra para el estado 24 742 unidades económicas y 325 887 personas ocupadas en el sector. Las cifras representan 6.9 por ciento del valor agregado nacional y lo ubican en el quinto lugar de participación total.

urbanos, con el tiempo se han convertido en áreas con graves problemas vehiculares y de contaminación ambiental, debido a que no se consideró la infraestructura vial; en la actualidad se pretende planificar la ubicación de estas zonas de especialización principalmente industrial tomando en cuenta los estándares internacionales para la preservación del medio ambiente y el respeto a las áreas urbanas cercanas a su localización o área de influencia.

El impulso del crecimiento industrial en el estado ha generado el establecimiento de parques o corredores industriales, y de acuerdo a las cifras proporcionadas por el Consejo Estatal de Promoción Económica (CEPE), Jalisco cuenta con 39 parques industriales en el 2002. Según in-

No	Nombre	Clave localización en mapa 1	No	Nombre	Clave localización en mapa 1
1	Zona Industrial Guadalajara	1	16	Parque Industrial La Azucena	26
2	Zona Industrial el Álamo	2	17	Parque Farmacéutico	27
3	Parque Industrial el Álamo	3	18	Parque Industrial Bugambilias	28
4	Parque Industrial Tecnológico	4	19	Parque Industrial San Agustín	29
5	Parque Industrial Tecnológico II	5	20	Parque Industrial Guadalajara San Agustín II	30
6	Parque Industrial El Bosque	6	21	Parque Industrial Santa Anita	31
7	Parque Industrial El Bosque II	7	22	Parque Industrial San Jorge	32
8	Parque Industrial Santa Rosa	8	23	Parque Industrial Aeropuerto	33
9	Centro Industrial Intermex	9	24	Zona Industrial Los Belenes	10
10	Parque Industrial Idea	20	25	Parque Industrial Los Belenes	11
11	Zona Industrial El Castillo	21	26	Parque Industrial Ferran	12
12	Zona Industrial El Salto	22	27	Parque Industrial Vallarta	13
13	Parque Industrial El Salto	23	28	Parque Industrial Ecopark II	14
14	Parque Industrial Guadalajara	24	29	Parque Industrial Ecopark	15
15	Parque Industrial CIMEG	25	30	Parque Industrial Integral	16
32	Parque Industrial San Angel	18	33	Parque Industrial Tecnópolis	19

Cuadro 5
Listado de Parques Industriales en al Área Metropolitana de Guadalajara
Fuente: Atlas de la Producción del Suelo en el AMG, elaborado a partir de la Guía Turística de la Zona Metropolitana de Guadalajara 1995 del Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática (INEGI);

formación contenida en el proyecto Atlas de la Producción del Suelo en el Área Metropolitana de Guadalajara, de esa cifra, se localizan, en el Área Metropolitana de Guadalajara, 33 parques

industriales ubicados hacia el norte, poniente y sur de la mancha urbana. El mapa siguiente muestra la localización de dichos parques, enlistados en el cuadro 5:

La situación anterior no es ajena a Zapopan: de acuerdo con el Centro de Promoción Económica y Turismo de Zapopan se localizan actualmente 17 parques industriales ubicados hacia el norte, norponiente y poniente del municipio, que en conjunto representan 380 hectáreas destinadas al funcionamiento de las empresas. Si se compara la superficie actual con las 150 hectáreas que ocupaban estos desarrollos en 1998, se observa un incremento de 153% en el área dedicada a la actividad manufacturera, lo cual contribuye a la expansión urbana y por consiguiente al cambio de uso del suelo. Las ramas de actividad económica que se desarrollan en estos asentamientos industriales son diversas: elaboración de alimentos, fabricación de equipo de computación y componentes electrónicos, manufactura de productos farmacéuticos, fabricación de muebles, fabricación de productos de plás-



Mapa 1

Parques Industriales del Área Metropolitana de Guadalajara

Fuente: Atlas de la Producción del Suelo en el AMG, elaborado a partir de la Guía Turística de la Zona Metropolitana de Guadalajara 1995 del Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática (INEGI); del plano de la ciudad de Guadalajara, Área Metropolitana y alrededores generación 2000 de Guía Roji; de la imagen satélite Landsat 2000.

tico y hule, producción de cosméticos y perfumes, elaboración de complementos industriales, elaboración de prendas de vestir y de calzado, fabricación de productos metálicos, entre otras.

De acuerdo con datos proporcionados por la Secretaría de Economía, para el 2004 se registran en el sector industrial del municipio de Zapopan un total de 1 122 empresas, de las cuales 272 se ubican en ocho parques industriales que emplean actualmente toda su capacidad instalada y representan 24.24 por ciento del total municipal¹. El Parque Industrial Zapopan Norte participa con 6.9 por ciento, Belenes Norte aporta 5.2 por ciento, Technology Park contribuye con 3.5 por ciento, Tecnología Electrónica Flextronics con 2.5 por ciento, Ferrán con 2.2 por ciento, Ecopark aporta 2 por ciento y Tecnópolis Belenes U de G y Vallarta 1.2 y 0.5 por ciento, respectivamente (Ver cuadro 6).

Localización	Número de empresas*		Personal ocupado	
	absoluto	%	absoluto	%
Zapopan	1 122	100	129 733	100
Total parques industriales	272	24.24	21 253	16.38
Parque Industrial Zapopan Norte	78	6.9	-	-
Parque Industrial Belenes Norte	59	5.2	3000	2.3
Paque Industrial Technology Park	39	3.5	350	.03
Parque de Tecnología Electrónica Flextronics	28	2.5	11 000	8.8
Parque Industrial Ferrán	25	2.2	3 299	2.5
Parque Tecnológico Ecopark	23	2.0	-	-
Parque Industrial Tecnópolis (Belenes U de G)	14	1.2	-	-
Parque Industrial Vallarta	6	0.5	3600	2.8

Con respecto a la participación de personal ocupado en el sector manufacturero de Zapopan, el Parque Industrial Tecnología Electrónica Flextronics representa 8.8 por ciento, Vallarta 2.8 por ciento, Ferrán contribuye con 2.5 por ciento, Belenes Norte con 2.3 por ciento, y la menor aportación es de Technology Park con 0.3 por ciento del total de mano de obra ocupada en el sector.

Estos desarrollos en forma conjunta aportan 16.38 por ciento al total de empleos generados por las actividades industriales en el municipio (Ver cuadro 6).

1 Los parques industriales: Laureles, City Park, San Angel, Belenes Milenium, El Colli, San José del Astillero, Camichines, Ferrán III e Industrial Guadalupe, no proporcionaron información suficiente o cuentan con algunas secciones todavía a nivel de proyecto.

Las cifras muestran que la industria electrónica actualmente tiene un impacto importante en la generación de empleos en el municipio de Zapopan; solamente el Parque Industrial de Tecnología Electrónica Flextronics ofrece 8.8 por ciento del total de empleos en el sector industrial.

Cabe mencionar que la extensión territorial ocupada (380 ha) por estos desarrollos industriales equivalen a 2.36 por ciento del municipio de Guadalajara que cuenta con una extensión de

Cuadro 6
Zapopan: Parques industriales, número de empresas y personal ocupado
2004
Fuente: Centro de Promoción y Turismo Zapopan, Gobierno de Zapopan, 2007.
Secretaría de Economía Padrón SIEM, 2007
SIMPPI: Sistema Mexicano de Promoción de Parques Industriales, Jalisco 2007
AMPIP: Asociación Mexicana de Parques Industriales Privados, Jalisco, 2007

160.95 km². La industrialización que se observa en el municipio de Zapopan tiene sus riesgos: además de la esperada riqueza generará problemas de tipo ambiental, como gases emitidos a la atmósfera por el uso de energéticos derivados del petróleo; desechos sólidos, como desperdicios de los procesos de transformación de materias primas, intensidad del tráfico vehicular, deterioro de viviendas y edificios, y la agresión a la salud de los habitantes en las zonas cercanas a dichos desarrollos, situación que las instancias gubernamentales, empresariales y la sociedad civil deberán tomar en consideración para la planeación integral del municipio.

MONITORES DE MEDICION ATMOSFERICA EN ZAPOPAN²

La red automática de monitoreo atmosférico de la Zona Metropolitana de Guadalajara cuenta con ocho estaciones que detectan la calidad del aire por minuto generando la información necesaria y oportuna para visualizar objetivamente el comportamiento de los contaminantes y poder llevar a cabo programas de control de las emisiones a la atmósfera.

La medición continua de concentraciones de contaminantes en la atmósfera de Zapopan se lleva a cabo a través de la red automática de monitoreo que comprende a toda la ZMG, de la cual corresponden a este municipio dos estaciones de monitoreo y dos pantallas informativas para la población. Cada una de las estaciones cuenta con ocho sistemas de monitoreo meteorológico que miden la dirección y velocidad del viento, además de la temperatura y humedad relativa.

Las estaciones de monitoreo atmosférico pertenecientes a Zapopan son las siguientes:

1. Estación Atemajac. Calle Hidalgo No. 1. Ubicada en el lado sur de la Unidad Administrativa de Atemajac, Zapopan,

2. Estación Aguilas. Avenida Adolfo López Mateos No. 5250. Ubicada en la Unidad Administrativa Sur de Zapopan.

3. En el presente análisis se incluye la Estación Vallarta, ubicada en calle Coras entre Lacandones y Rincón del Nardo; el monitor se encuentra localizado en el lado norte del centro comercial Plaza México. La inclusión se debe a que dicha estación tiene un alcance de monitoreo de dos kilómetros y comprende gran parte del municipio de Zapopan hacia el lado oriente, más no pertenece a dicho municipio.

Las pantallas informativas son parte de la red automática de monitoreo atmosférico y se ubican en los siguientes sitios:

1. “Zapopan”: Av. Manuel Avila Camacho y Av. Las Américas.

2. “Plaza del Sol”: Av. Adolfo López Mateos y Av. Mariano Otero.

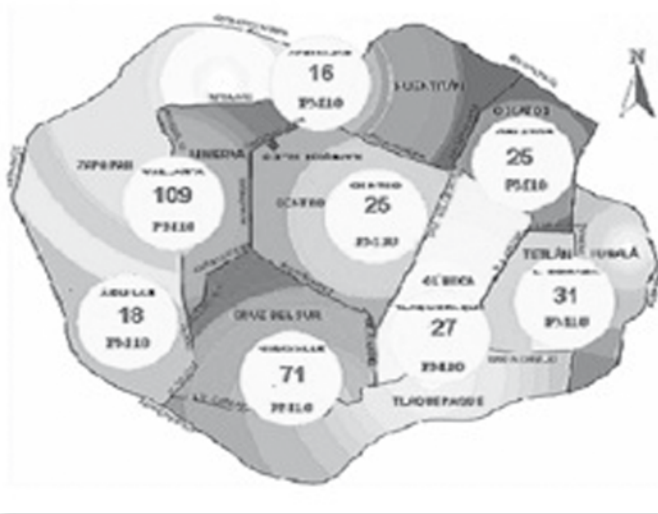
También opera una red manual de monitoreo que cuantifica partículas suspendidas totales y plomo, comprende tres estaciones ubicadas en los siguientes espacios físicos:

1. “Zapopan”: lado norte de la Biblioteca Pública del H. Ayuntamiento de Zapopan.

2. “Aguilas”: lado suroriente de la Unidad Administrativa sur de Zapopan.

3. “Atemajac”: lado sur de la Unidad Administrativa de Atemajac.

²Comisión Estatal de Ecología. Gobierno del Estado de Jalisco. 2002



Mapa 2
Red de monitoreo en Zapopan
FUENTE: Comisión Estatal de Ecología, Gobierno del Estado de Jalisco, 2006

Cabe señalar que las concentraciones de plomo en la atmósfera registrados por la red de monitoreo presentan niveles bajos, debido básicamente a la producción y consumo creciente de gasolina sin plomo. En 1992 el consumo promedio de este combustible en la ZMG era de 23% del total que ascendía a 26 mil barriles por día; en 1996 dicho consumo diario de gasolina sin plomo se incrementó 47% de un total de 30 mil barriles diarios. Durante el periodo de 1990 a 2000 el consumo de gasolina con plomo (Nova), fue decreciendo hasta desaparecer en 1998, y en 1996 se inició la distribución de gasolina Pemex “premium”, sin plomo, en el territorio nacional. (PEMEX, 2000).

En los procesos industriales, sin embargo, se utilizan combustibles también derivados del petróleo como el diesel, el combustóleo, el gas L.P. y el gas natural, que de manera conjunta representaban 34.90% del consumo total

de energéticos de la ZMG en 1996. (PEMEX, 1996); los niveles de plomo registrados actualmente se asocian a las emisiones por fuentes fijas.

En el municipio de Zapopan se presentan diversos tipos e intensidades de contaminación atmosférica según sea la actividad que se desarrolla en las diferentes áreas, como son las zonas comerciales y parques industriales. Según los monitoreos realizados en este municipio las estaciones Vallarta, Aguilas y Atemajac han alcanzado niveles elevados de contaminación los cuales, de acuerdo con el índice metropolitano de la calidad del aire (IMECA), después de 100 partículas de concentración por $\mu\text{g}/\text{m}^3$ se considera no satisfactorio.

ANÁLISIS DE LA CONTAMINACIÓN EN ZAPOPAN

De acuerdo con las estimaciones por organismos de la ONU en los últimos años más de dos millones de personas mueren por los efectos de la contaminación ambiental en el mundo. Por este motivo, la Organización Mundial de la Salud (OMS) propone medidas más estrictas de control de la contaminación al reducir los niveles máximos de concentración por $\mu\text{g}/\text{m}^3$, por tipo de contaminante. Según los estudios realizados por el mismo organismo internacional se espera que las nuevas pautas logren disminuir las muertes alrededor del 15 por ciento anual.

“Se estima que la polución del aire causa aproximadamente 2 millones de muertes prematuras en el mundo por año. Más de la mitad de estas muertes se da en personas en los países en vías de desarrollo. En muchas ciudades, los niveles medios anuales de PM10 (fuente principal de la quema de combustibles) excede a los 70 microgramos por metro cúbico, las nuevas pautas dicen que para prevenir la salud, esos niveles deben estar más debajo de los 20 microgramos por metro cúbico”³

³a. 2006. Air quality guidelines executive summary.

b. Outdoor air pollution: Who guidance on the health impacts of air pollution.

Actualmente se considera a las partículas suspendidas en la atmósfera (PM10), constituidas por nitratos y sulfatos o por carbonos orgánicos -por su conformación que puede ser de origen natural o también por reacción fotoquímica-, el mejor indicador de la calidad del aire.

En este sentido al observar las mediciones promedio de IMECAS de 1990 a 2006 en los tres monitores (Águilas, Atemajac y Vallarta), localizados en el municipio de Zapopan, se tiene que, si bien, su nivel de concentración muestra una tendencia negativa en 68 observaciones por cada monitor, solamente el monitor Vallarta tiene dos mediciones con $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$ y una con cero; las 65 restantes están por arriba de los imecas recomendados por la OMS, incluso, se observan concentraciones mayores a los $100 \mu\text{g}/\text{m}^3$ en el rango no satisfactorio.

El área menos afectada por PM10 es la monitoreada por la estación Águilas, que alcanzó una medición máxima de 81 puntos IMECA en el invierno de 1998 con rango satisfactorio; sin embargo, sus niveles de concentración en los últimos años, sobre todo en el invierno, duplican las pautas sugeridas por la OMS de $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$ para el año 2006 (Ver cuadro 9 en el anexo)

El monitor Atemajac ubicado al norte del municipio de Zapopan ha mostrado en los últimos 5 años una tendencia positiva en concentraciones de PM10, principalmente en invierno y primavera, es decir, entre los años 2002 a 2006, se observa un incremento porcentual del 21.3 en primavera ($47 \mu\text{g}/\text{m}^3$ a $57 \mu\text{g}/\text{m}^3$) y de 41.3 por ciento en invierno ($46 \mu\text{g}/\text{m}^3$ a $65 \mu\text{g}/\text{m}^3$). En ambos casos los niveles exceden en dos o tres veces los valores máximos de la OMS para proteger la salud de la población, (Ver cuadro 8 en el anexo)

Otro aspecto que interviene en el problema de la contaminación en la ZMG, son los vientos y sus efectos en la concentración y dispersión en la atmósfera, de ozono y partículas en suspensión: generalmente, a mayor velocidad del viento, mayor dilución de los contaminantes. El régimen anual de vientos en la región se divide en dos períodos definidos: uno de noviembre a junio en que prevalecen los vientos del Oeste, y de junio a octubre en que se presentan los vientos del Este (JEAN MICHEL, 1980).

El ozono, cuya aparición se debe a la reacción de hidrocarburos en la atmósfera, es otro contaminante que ha rebasado los $100 \mu\text{g}/\text{m}^3$ registrados por los monitores ubicados en el municipio de Zapopan.

Como los vientos del Este contribuyen a las concentraciones de ozono en el poniente de la ZMG, sobre todo por la frecuencia de períodos de calma, y los vientos occidentales transportan el ozono hacia el centro y este, los vientos ligeramente moderados del suroeste y sureste de la ZMG transportan los contaminantes hacia el norte.

Dichos vientos favorecen la concentración de contaminantes en el área de Atemajac ubicada al norte del municipio de Zapopan, sobre todo en la temporada de invierno en que se llegó a concentraciones de $113 \mu\text{g}/\text{m}^3$ de ozono (O_3) en 1998, en 2004 disminuye hasta $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$; pero se observa de 2004 a 2006 un incremento de 42.0 por ciento al registrarse $71 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (Ver cuadro 8 en el anexo).

No obstante que Atemajac es un área industrial incipiente, registra elevados niveles de concentración de ozono debido a la cercanía de los parques industriales Belenes y Belenes U de G, y alcanza mediciones similares a las zonas industriales de Vallarta y del sur de Zapopan.

IMECAS	CLASIFICACION
0 – 50	Bueno
51 – 100	Satisfactorio
101 – 200	No satisfactorio
201 – 300	Malo
300 – 500	Muy malo

Cuadro 7
Niveles de clasificación de la calidad del aire
FUENTE: Comisión Estatal de Ecología, 2006

Para el periodo de primavera se observa una disminución en el índice de calidad del aire, ya que registra 97 puntos IMECA de ozono como nivel máximo en 1998. En el resto de los años analizados los niveles de concentración de partículas han estado por debajo de 97 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ de ozono; en el 2006 la concentración de ozono fue 79 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, considerado como satisfactorio (ver cuadros 7 y 8 en el anexo).

El monitor Aguilas ubicado al sur del municipio presentó los niveles de ozono más altos en el invierno de los años 1992 y 1993 con índices registrados de 110 y 121 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ que rebasan el nivel de satisfactorio; para el último año de análisis, en el trimestre de marzo-mayo, se observa un nivel de 70 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Esta área se encuentra geográficamente próxima a los parques industriales ubicados al sur de la Zona Metropolitana de Guadalajara, así como a la zona industrial de Guadalajara (ver cuadro 9 en el anexo).

El área de influencia del monitor Vallarta, que cubre gran parte del oriente de Zapopan, difiere en la densidad estacional de IMECA de ozono respecto al norte y sur del municipio: alcanza niveles mayores de 100 puntos IMECA durante el otoño de 1992 y 1993, seguido por la primavera con 117 puntos en 1998. En los otros años analizados se

registran niveles satisfactorios. Sin embargo, en el trimestre de invierno del 2006 se registra su nivel más alto de los últimos 8 años al concentrar 62 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. (Ver cuadro 10)

Nótese que hacia el norte y sur de Zapopan la temporada del año que concentra mayores niveles de contaminación por partículas de ozono es el invierno. Esto se debe probablemente a la actividad industrial que genera partículas y las emite al medio ambiente que, conjuntamente con el clima frío de la época invernal, producen el efecto invernadero que mantiene una capa densa de contaminantes en el ambiente y no le permite liberarse en tanto no ascienda la temperatura. Esta es una época de alta incidencia de enfermedades relacionadas con el aparato respiratorio que sufre la población, por una parte, debido a los cambios de temperatura y, por la otra, a las altas concentraciones de partículas en el ambiente.

En este sentido, con base en estudios realizados, las infecciones en las vías respiratorias son una de las diez causas de morbilidad en México y son uno de los factores más importantes de muerte para niños y ancianos. Las enfermedades respiratorias, presentes durante todo el año, tienen un incremento importante en los cambios de estación y mayor incidencia en otoño e invierno, dado que los mecanismos de defensa del organismo son afectados por las condiciones ambientales adversas, las modificaciones bruscas de temperatura y por supuesto la contaminación. (LUEVANOS ANTONIO, 1999).

En el caso del bióxido de nitrógeno (NO_2), cuya fuente principal es la combustión en industrias y vehículos, resulta ser el otro contaminante presente en la atmósfera del municipio de Zapopan, ya que en el periodo analizado 1990 a 2006 se observa que 13.0 por ciento de las mediciones de NO_2 exceden los 40 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, promedio anual

recomendados por la OMS. De este porcentaje, 50.0 por ciento de los niveles fuera de norma se observan en la zona de influencia del monitor Vallarta; 27.0 por ciento en el monitor Aguilas y 23.0 por ciento restante para Atemajac.

Las sustancias generadas por la combustión incompleta de hidrocarburos, que contienen carbono, así como los incendios, se identifican como monóxido de carbono (CO). Este contaminante ha presentado mediciones entre 10 y 50 puntos IMECAS durante el periodo analizado en los tres monitores, Aguilas, Atemajac y Vallarta, niveles que no sobrepasan la norma mexicana de la calidad del aire; sin embargo, el norte del municipio de Zapopan presentó en el 2006 la medición más alta desde 1997, con 45 puntos IMECAS.

Cabe mencionar que el bióxido de azufre (SO₂) -producto de la combustión de carbón, del diesel, del combustóleo y la gasolina con azufre, además de fundiciones de vetas metálicas ricas en azufre, procesos industriales y erupciones volcánicas-, se ha ubicado dentro de los límites establecidos tanto por la norma mexicana de 340 µg/m³ y la recomendada por la OMS de 40 µg/m³ durante el periodo analizado (ver cuadro 11).

Estimación de la tendencia por contaminante

En lo que se refiere a las tendencias estimadas mediante series de tiempo para los 5 contaminantes, los resultados manifiestan en términos generales tendencias negativas en el periodo 1990-2006, excepto para el bióxido de nitrógeno en Atemajac y Águilas. La tabla 1 muestra los resul-

CONTAMINANTE	Exposición aguda (Concentración y tiempo promedio)	
	NORMA MEXICANA*	MODIFICACION** OMS
Ozono (O ₃)	216 µg/m ³ 0.11 ppm (1 hora)	100 µg/m ³ (por ocho horas)
Bióxido de azufre (SO ₂)	340 µg/m ³ 0.13 ppm (24 horas)	20 µg/m ³ (24 horas)
Bióxido de nitrógeno (NO ₂)	395 µg/m ³ 0.21 ppm (1 hora)	40 µg/m ³ (media anual) 200 µg/m ³ (una hora)
Monóxido de carbono (CO)	11 ppm (8 horas)	Sin cambio
Partículas fracción respirable (PM ₁₀)	150 µg/m ³ (24 horas)	20 µg/m ³ (Media anual) 50 µg/m ³ (24 horas)

Cuadro 11
Valores normados para los contaminantes
Fuente: *Diario Oficial de la Federación 1994.
** World Health Organization 2006. “Dado a la evidencia creciente del impacto sobre la salud de la polución del aire, la OMS revisó sus pautas de la calidad del aire existentes (AQGs) para Europa y las extendió para producir las primeras pautas que son aplicables a Nivel mundial”

tados para cada uno de los monitores ubicados en la zona de análisis (ver mapa 2).

Los resultados mostrados en la tabla 1 para la estación de Atemajac son reveladores, ya que si bien es cierto que los niveles de contaminación han descendido de acuerdo con las normas mexicanas de la calidad del aire, al compararlas con las pautas de la OMS, el bióxido de azufre (SO₂) y las partículas (PM₁₀) muestran en su parámetro alfa valores de 14.62 y 67.27 respectivamente, esta última

mucho mayor al recomendado por la OMS, que es de 20 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Asimismo, las tendencias negativas para los parámetros beta de (-0.44) PM10, (-0.55) O₃ y (-0.001) CO muestran que la disminución por año de estas sustancias contaminante son poco o nada significativas, menores a un $\mu\text{g}/\text{m}^3$ en el lapso de 1990 a 2006. Se puede decir por ejemplo, para el caso de PM10, que deben pasar alrededor de 15 o 20 años para lograr las pautas propuestas de 20 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ y limpiar la atmósfera de partículas de PM10 para evitar las enfermedades respiratorias como el asma, bronquitis y enfisemas pulmonares y molestias como la irritación de los ojos y el tracto respiratorio.

En la zona de influencia del monitor Vallarta, el ozono es el contaminante con mayor presencia en la zona centro del municipio de Zapopan, con una concentración de 92.37 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ en el periodo 1990-2006, apenas 7.63 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ abajo del límite establecido por la Organización Mundial de la Salud de 100 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ y su tendencia a disminuir es de sólo -0.71 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ en las 240 observaciones en la serie. Asimismo, las concentraciones de PM10 y bióxido de azufre (SO₂), presentan valores por arriba de las pautas OMG de 20 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ al mantener promedios de 69.57 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ y 25.31 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, respectivamente.

El sur del municipio de Zapopan muestra concentraciones de PM10 mayores a 69.54 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ en los años analizados; pero, al contrario del nitrógeno, el promedio de PM10 excede más de dos veces los 20 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ de la OMG, por lo que los habitantes de esta parte de Zapopan están más expuestos a contraer enfermedades como la silicosis y la asbestosis. Asimismo, estas partículas agravan el asma y las enfermedades cardiovasculares. El bióxido de azufre y el monóxido de carbono han disminuido su concentración muy lentamente -0.24 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (SO₂) y -0.19 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (CO) en el lapso analizado.

La situación en las mediciones es distinta en la estación Águilas ya que el bióxido de nitrógeno es el único contaminante que ha manifestado un crecimiento positivo de 0.11 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ en el lapso de 1990 a 2006. Además, su promedio de 24.57 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ es menor a los 40 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, pauta OMG, pero dada su tendencia positiva este contaminante aumentará su promedio en el tiempo.

Cabe mencionar de manera general, que el ozono (O₃) y las partículas (PM10) son las sustancias de mayor concentración en el municipio de Zapopan, al registrar mediciones promedio de 92.37 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ en la estación Vallarta, de 89.66 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ en Atemajac y 89.25 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ en el monitor Águilas, valores muy cercanos al límite máximo permitido por la OMS de 100 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

En lo que se refiere a PM10 sus niveles promedio son 69.54 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ en la estación Águilas, de 69.57 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ para el monitor Vallarta y 67.27 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ en Atemajac. El bióxido de azufre también registró mediciones mayores a los 20 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ en Las Águilas y Vallarta, de 1990 a 2006; estos dos contaminantes rebasan el límite de 20 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, no obstante que sus tendencias presentaron signo negativo en la serie, estas disminuciones son poco significativas al no rebasar un $\mu\text{g}/\text{m}^3$ como son los casos del PM10 y O₃, en la zona de influencia del monitor Atemajac el monóxido de carbono (CO) sólo disminuyó en (-0.006) $\mu\text{g}/\text{m}^3$ durante el lapso analizado.

NORMATIVIDAD EN MATERIA ATMOSFERICA

Son diversos los esfuerzos por parte de las autoridades gubernamentales, tanto estatales como municipales, así como de la sociedad civil, para mejorar las condiciones ambientales de la entidad y de los municipios que la conforman.

TABLA 1

Series de tiempo por contaminante*

ESTACION ATEMAJAC

Variable dependiente	Regresor	Coeficiente	Ecuación	Desviación Estándar	Prueba "t"	R2
NO2	1 Tiempo	23.58 .11	NO2= 23.58 + 0.11T	2.58 0.07	9.13 1.72	0.13
PM10	1 Tiempo	67.27 - 0.44	PM10 = 67.27 - 0.44T	3.05 0.08	21.99 -5.74	0.33
CO	1 Tiempo	27.71 - 0.006	CO = 27.71 - 0.001T	1.91 0.05	14.48 -0.02	0.015
SO2	1 Tiempo	14.63 - 0.12	SO2 = 14.63 - 0.12T	0.96 0.02	14.99 - 4.78	0.26
O3	1 Tiempo	89.66 - 0.56	O3 = 89.66 - 0.56T	3.54 0.09	25.29 -6.27	0.37

ESTACION AGUILAS

Variable dependiente	Regresor	Coeficiente	Ecuación	Desviación Estándar	Prueba "t"	R2
NO2	1 Tiempo	24.57 0.11	NO2= 24.57 + 0.11T	1.93 0.05	12.73 2.41	0.081
PM10	1 Tiempo	69.54 - 0.45	PM10 = 69.54 - 0.45T	3.04 0.08	22.82 -5.98	0.35
CO	1 Tiempo	34.01 - 0.19	CO = 34.01 - 0.19T	2.43 0.06	13.95 -3.08	0.13
SO2	1 Tiempo	21.11 - 0.24	SO2= 21.11 - 0.24T	1.66 0.04	12.71 - 5.67	0.33
O3	1 Tiempo	89.25 - 0.68	O3= 89.25 - 0.68T	4.77 0.12	18.70 -5.70	0.33

Continúa tabla 1...

Continuación tabla 1...

ESTACION VALLARTA						
Variable dependiente	Regresor	Coefficiente	Ecuación	Desviación Estándar	Prueba "t"	R2
NO2	1 Tiempo	37.40 - 0.13	NO2= 37.40 – 0.13T	6.94 0.20	6.77 - 1.91	0.05
PM10	1 Tiempo	69.57 - 0.46	PM10 = 69.57 – 0.46T	3.97 0.10	17.51 -4.62	0.24
CO	1 Tiempo	32.92 - 0.21	CO = 32.92 – 0.21T	2.13 0.05	15.44 -3.90	0.19
SO2	1 Tiempo	25.31 - 0.31	SO2= 25.31 – 0.31T	1.96 0.49	12.90 - 6.30	0.38
O3	1 Tiempo	92.37 - 0.71	O3= 92.37 – 0.71T	3.26 0.08	28.33 -8.69	0.53

* La tendencia representa el comportamiento predominante de la serie. Esta puede ser definida como el cambio de la media a lo largo de un periodo, la ecuación a estimar es de la forma $Y(t) = a + bt$

A iniciativa de la Secretaría de Desarrollo Urbano y Ecología, en 1991, se implementó el Programa Regional de Administración de la Calidad del Aire en Zonas Críticas, que incluyó la ZMG. En este programa se identificaron las fuentes fijas y móviles como contribuyentes al problema de la contaminación así como las fuentes contaminantes de tipo natural.

Por mandato del gobierno del estado de Jalisco se elaboró, en 1993, el Plan Estatal de Protección al Ambiente, mismo que incluyó el tema de Calidad del Aire en la entidad. De manera específica se dictaron acciones para mejorar la calidad del aire en la ZMG.

A partir de 1991, por iniciativa de la Secretaria de Salud y la Comisión Estatal de Ecología (COESE), se con-

vocó a instituciones públicas , privadas y a la población civil a integrar un grupo de trabajo con el fin de estudiar y tratar problemas de contaminación atmosférica durante el invierno, época del año en que se presentan las inversiones térmicas. Resultado de esto fue la Comisión Interinstitucional para la Preservación de la Calidad del Aire en la ZMG, en 1995, que implementó un Plan de Trabajo tendiente a mejorar la calidad de aire en la ZMG.

En diciembre de 1999 se publicó la Ley Estatal de Equilibrio Ecológico y la Protección del Ambiente del Estado de Jalisco, cuyo objetivo era preservar y restaurar el equilibrio ecológico, así como la protección del ambiente en la entidad, teniendo como ámbitos de competencia el estatal y el municipal.

De manera simultánea y coordinada con la Ley anterior, se elaboró el Programa para el Mejoramiento de la Calidad del Aire en la Zona Metropolitana de Guadalajara 1997-2001, en el cual participaron el gobierno del estado de Jalisco, la Secretaría del Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca (SEMARNAP) y la Secretaría de Salud, teniendo como objetivo proteger la salud de la población a través del abatimiento gradual y permanente de los niveles de contaminación atmosférica, en un marco de desarrollo urbano sustentable.

Recientemente, en junio de 2001, se aprobó el Reglamento de Protección del Medio Ambiente y Equilibrio Ecológico, con el objetivo de concienciar y educar a los habitantes de Zapopan en cuanto al respeto, cuidado y protección del medio ambiente.

COMENTARIOS FINALES

La problemática ambiental puede analizarse a partir de información que va desde la escala local, hasta la nacional y la mundial. Este fenómeno surge así al ponerse de manifiesto la ideología verde en planos diferentes, como la gestión económica y empresarial, la problemática del empleo y el consumo, la acción política y la gestión educativa e incluso los cambios estructurales en las economías de algunos países.

Los gobiernos, tanto estatales como municipales, deben intervenir decididamente en la formulación de políticas encaminadas a la conservación y reproducción de los recursos naturales y a la preservación del medio ambiente, que contengan los puntos importantes para la observancia del control de las emisiones contaminantes, que se regulen los espacios adecuados para delimitar los usos del suelo y sobre todo una eficiente educación ambiental, como estrategia para revertir la poca atención política y la

indiferencia social y empresarial, debidas a que el conocimiento de las regulaciones medioambientales es pobre y las inversiones en esta materia lo son aún más.

Es importante mencionar que los niveles más elevados de concentración de ozono en la atmósfera se presentan en el período invernal sobre todo hacia el norte y sur de Zapopan como consecuencia de la estabilidad relativa de los contaminantes en la atmósfera por las diferencias de densidad del aire causadas por las bajas temperaturas; por otra parte, la mayor densidad de partículas superiores a diez microgramos por metro cúbico en suspensión, se observa durante la primavera básicamente en las áreas centro y sur del municipio. Esta situación deberá tomarse en cuenta para prevenir sus efectos en la salud de los habitantes así como la degradación ambiental en estas áreas.

Por lo anterior y no obstante al grado de industrialización que se ha alcanzado y el beneficio económico que puede generar en cualquier punto de su localización, en gran medida este avance tecnológico ha dado origen a una reflexión: cómo lograr altos índices de desarrollo industrial sin que se ignoren los riesgos ambientales (contaminación del aire, del suelo, del agua) y el deterioro de la salud de los habitantes. El debate permanece, en medio del desconcierto general, entre mejorar el medio ambiente o lograr niveles mayores de desarrollo. Zapopan tendrá que tomar una decisión en un futuro inmediato.

El fenómeno de la urbanización en el municipio de Zapopan lleva consigo la transformación en el uso del suelo. Se han cedido espacios físicos a la edificación de áreas residenciales, construcción de grandes centros comerciales y de inmuebles que ofrecen servicios médicos especializados o surgimiento de parques industriales; estos espacios constituían grandes extensiones de tierras rurales

dedicadas al cultivo de maíz preponderantemente, e incluso, áreas boscosas consideradas como reservas ecológicas. La estructura económica de Zapopan ha manifestado una transformación en los últimos decenios orientada hacia las actividades urbanas: vivienda, comercio, industria, servicios, etc. en detrimento de aquellas relacionadas con el sector agrícola.

En cuanto a la modificación de la calidad del aire en Zapopan se puede decir que se debe al cambio de usos del suelo, con el crecimiento de la mancha urbana tanto en zonas residenciales como en áreas de uso industrial donde las sustancias contaminantes se han hecho presentes de manera importante afectando el medio ambiente

Con respecto a la emisión y concentración de contaminantes se concluye que el ozono (O₃) las partículas (PM₁₀) son las sustancias de mayor concentración en el municipio de Zapopan al registrar mediciones promedio de 92.37 µg/m³ en la estación Vallarta, de 89.66 µg/m³ en Atemajac y 89.25 µg/m³ en el monitor Aguilas, valores muy cercanos al límite máximo permitido por la OMS de 100 µg/m³.

En lo que se refiere a PM₁₀ su nivel promedio es de 69.54 µg/m³ en la estación Águilas, de 69.57 µg/m³ para el monitor Vallarta y de 67.27 µg/m³ en Atemajac. El bióxido de azufre también registró mediciones mayores a los 20 µg/m³ en Las Aguilas y Vallarta, de 1990 a 2006; estos dos contaminantes rebasan el límite de 20 µg/m³, no obstante que sus tendencias presentaron signo negativo en la serie, estas disminuciones son poco significativas al no rebasar un µg/m³, como son los casos del PM₁₀ y O₃ en la zona de influencia del monitor Atemajac. El monóxido de carbono (CO) sólo disminuyó en -0.006 µg/m³ durante el lapso analizado, situación que debe tomarse

muy en cuenta para que en México se analicen con mayor cuidado y profundidad las normas de la calidad del aire vigentes desde 1994, es decir, que han tenido una permanencia de 14 años sin modificaciones poniendo en riesgo la salud de la población no sólo del municipio de Zapopan sino de toda la ZMG y del estado de Jalisco.

BIBLIOGRAFÍA

- ALFONSO GARCIA Y OSCAR FERNANDEZ, "La Contaminación y la Pequeña Industria en México", Comercio Exterior, Vol. 48, México 1998.
- ANTONIO LUEVANOS, "Contaminación, detonante de enfermedades", Gaceta U de G, 1999
- EMMEL. "Ecología y Biología de las Poblaciones", Interamericana, México 1983.
- E. P. ODUM; "Ecología", Interamericana, México 1984.
- F. VIZCAINO MURRAY; "La Contaminación en México", Fondo de Cultura Económica, México 1975.
- JEAN ELIZABETH MICHEL; "La Contaminación Atmosférica y la Salud", IGE, UdeG. México 1979.
- JOHN H. SEINFELD; "Contaminación Atmosférica", IEADL. Madrid, 1978.
- TURK, TURK, WITTES; "Ecología – Contaminación – Medio Ambiente", Interamericana, México 1984.
- STRAUSS W. Y MAINWARING S. J. "Contaminación del Aire" Trillas, México 1995.
- FIEL BARRY C. "Economía ambiental" McGraw Hill, México 1990.
- FREEMAN; "Control de la Contaminación del Agua y del Aire" Limusa, México 1995

LUDEVID ANGLADA; “El cambio Global en el Medio Ambiente”

Alfaomerga, México, 1998.

INEGI, Censos económicos y de población y Vivienda. Varios años

GOBIERNO DEL ESTADO DE JALISCO, Programa para el Mejoramiento de la Calidad del Aire en la Zona Metropolitana de Guadalajara 1997-20001, México, 1997.

PEMEX, Secretaría de Energía, Programa de Trabajo 1999-2000.

ROBBINS, “Manual de patología estructural y funcional”, McGraw-Hill Interamericana , España, 2000.

Estrategias y control del agua en Guadalajara, Siglo XIX.

El caso de las industrias textiles

*ANA ROSA GONZÁLEZ GARCÍA

INTRODUCCIÓN

A lo largo del siglo XIX se crearon en México las condiciones necesarias para que diversas actividades económicas capitalistas como las industriales y las comerciales pudieran prosperar. En el caso del estado de Jalisco, en el año de 1824 se promulgó la primera Constitución Política del Estado (y del País) y posteriormente en el año de 1825, el primer gobernador del estado, Prisciliano Sánchez, se dio a la tarea de emitir diversos decretos que fueran compatibles con la filosofía liberal imperante.

La noción liberal que relacionaba el valor económico de la tierra con su capacidad productiva contribuyó a lo largo de esa centuria a transformar significativamente la relación entre la sociedad y su medio ambiente.

Este artículo pretende estudiar las estrategias que siguió un grupo social y económico muy destacado de la ciudad de Guadalajara (el de los empresarios comerciantes y de textiles) y que les permitieron, a lo largo del siglo XIX y primeras décadas del XX, controlar una de las más importantes zonas hidrológicas del valle de Atemajac.

El por qué de conocer las estrategias de este grupo radica en que hay una vinculación muy directa entre el control sobre los recursos hídricos y la evolución del capital. El agua fue uno de los elementos más importantes para la

consolidación de éste sector productivo y contribuyó en la generación de actividades productivas sumamente lucrativas como el transporte o la electricidad. De ahí el interés de los dueños de estas fábricas por expandir su dominio y control hacia otras zonas cada vez más lejanas, pero que tenían en común el agua.

Además a diferencia de otros usos productivos relacionados con los aprovechamientos del agua, el que se relaciona con la producción de telas requiere de un abasto continuo de agua, pero no sólo es un asunto de cantidad sino de forma; ya que este recurso debe manejarse bajo una lógica específica.

Los empresarios textiles fueron los que construyeron las primeras presas y canales que tuvieron un mayor impacto sobre el medio ambiente en la zona por estudiar. Estas obras hidráulicas fueron más allá del entorno inmediato, alteraron los ritmos naturales del cauce de los ríos y sirvieron para negarle el agua a otros usuarios a los que llegaron a considerar que podrían ser una competencia sobre el recurso.

EL ESPACIO HIDRÁULICO DE LA ZONA POR ESTUDIAR

Guadalajara es una ciudad fundada por españoles en el valle de Atemajac, en el siglo XVI. Los españoles escogieron la zona cercana al río San Juan de Dios para la fundación porque les pareció que reunía las mejores condiciones y dentro de ellas se encontraba el agua que corría por un

*Doctorante del programa en Ciencias Sociales del Ciesas-Occidente

río que recibió por nombre en primer lugar Guadalajara, pero después cambió al de San Juan de Dios con el que actualmente se le conoce.

Otras fuentes naturales de agua cercanas a la población tapatía eran los manantiales de Mexicaltzingo, Agua Azul (que nutrían gran parte del caudal de San Juan de Dios) y Agua Blanca.

A esta zona geohidrológica se le conoce con el nombre de Atemajac-Tesistán y de acuerdo con información del INEGI cuenta con una densidad aproximada de 1 a 1.45 pozos en promedio por kilómetro cuadrado. (INEGI, 2000)

El valle de Atemajac, fisiográficamente, se encuentra en la zona conocida como Eje Neovolcánico, es decir, que su suelo y las condiciones geológicas se formaron entre los períodos Terciario y Cuaternario.

Debido a la capacidad de infiltración de los suelos, la conducción de agua por debajo de estos es abundante por lo que hay ríos subterráneos desde Tesistán por el Norponiente, hasta Toluquilla en el Sur. Por el Norte está la zona de la barranca (al que se conoce por dos nombres: Oblatos y Huentitán) y el río Santiago; por el Oeste está el bosque de la Primavera, el cual también incrementa la recarga de agua subterránea debido a que recoge el agua de lluvia que va a dar de manera natural hacia la zona de Atemajac del valle.

Los ríos superficiales en este lugar son abundantes aunque muchos de ellos ya no se puedan apreciar debido a que se han entubado; sin embargo, diferentes mapas y planos históricos dan referencia del nombre de algunos de ellos: la Campana, el Chocolate, la Ermita, de Zapopan, de Zoquipan. El cauce de estos ríos iba a dar a la zona de la

barranca y durante su recorrido juntaban sus aguas con las de otros afluentes menores como los de la zona del Batán. En la actualidad varios de estos ríos son aprovechados para el abasto urbano, otros más han sido convertidos en ríos de aguas negras, o incluso, tanto su caudal como su cauce seco, han desaparecido bajo la construcción de una vía pública.

La otra zona de estudio es la del río Blanco, ubicada en el municipio de Zapopan en su parte norte. Es abundante en agua subterránea y ríos superficiales. El más importante de ellos es el llamado río Blanco y también desemboca en la zona de la barranca. Las aguas de este río y otros menores fueron aprovechadas por los primeros industriales para el funcionamiento de las máquinas textiles.

La agricultura y la ganadería de esta zona también son actividades importantes. De hecho, hasta el siglo XIX y principios del XX todavía funcionaban varias haciendas como: Santa Lucía (la más grande y productiva), Copala, La Magdalena, La Soledad y la de El Lazo, conocida también como del Salto, debido a que las aguas del río Blanco desembocaban en sus terrenos y provocaban una caída de agua en forma de cascada.

La agricultura que se practicaba en esta zona era principalmente de temporal y se sembraba maíz, sorgo, frijol, cebada; en algunos casos, como en la hacienda de La Soledad, se sembraba caña de azúcar. En la hacienda del Salto, se producían naranjas y café. (Zapopan, 1992)

La zona de Atemajac también se caracterizó por tener haciendas y ranchos cuya producción fue importante, como la hacienda La Providencia, el rancho de Santa Inés, Rancho Nuevo, baños y lavaderos públicos como: los Colomos o los Colomitos.

Según lo plantea Miguel Barceló, para que un recurso hidráulico tenga algún tipo de aprovechamiento es necesario que estén presentes por lo menos cuatro elementos:

1. Acuífero (el agua y su caudal),
2. Las pendientes o condiciones ambientales que hacen posible el transporte de dicho caudal,
3. Las parcelas irrigadas (que vendría siendo el trabajo humano invertido para el aprovechamiento del agua),
4. Las estimaciones que el grupo social hace sobre la cantidad de agua que se debe aprovechar en un perímetro determinado (en otras palabras, la estrategia que se debe seguir para permitir la reproducción social). (Barceló, 1995.)

El principal reto al estudiar en un espacio hidráulico no es tanto el definirlo, también hay que entender cómo funciona; es decir no sólo se trata de explicar las condiciones hidráulicas; sino la de comprender los distintos aprovechamientos que la sociedad ha hecho de la misma, dependiendo de la época y la organización social.

El concepto de espacio hidráulico parece interesante porque nos permite entender que no sólo es necesario tomar en cuenta los factores ambientales sino también los sociales. El agua para la industria textil fue mucho más que un recurso destinado como insumo; de hecho, el control sobre este recurso fue lo que le permitió a este importante grupo económico continuar con su sistema de reproducción social. Es por eso que los criterios de producción textil a lo largo del siglo XIX y principios del XX fueron importantes ya que se diferenciaron significativamente de otros usos productivos del agua como el agrícola o el urbano; establecieron una nueva forma de relación con la tierra y el agua, transformando con ello el espacio ambiental

e impusieron uno nuevo que quedaría bajo su dominio.

SOCIOS Y AMIGOS: LA FUNDACIÓN DE LAS EMPRESAS TEXTILES DE GUADALAJARA EN EL SIGLO XIX (1840-1880)

La zona de Atemajac

Para 1840 se conformó La Prosperidad Jalisciense, una sociedad industrial que tuvo el propósito de explotar dos tipos de fábricas: una de telas llamada Fábrica de Atemajac y la otra, de papel, llamada El Batán. Ambas se construyeron a lo largo del cauce del río Atemajac, el cual provenía de la zona de Los Colomos, en el municipio de Zapopan; la primera se ubicó aguas arriba y la segunda aguas abajo, con una distancia de un kilómetro entre ambas. Los desperdicios de tela de la primera servían para elaborar papel para la imprenta y cigarros. (Olveda, 1991: 295)

Las fábricas de la sociedad industrial comenzaron a trabajar algunos años después de la fundación de la sociedad ya que primero fue necesario reunir el capital suficiente para construir las fábricas y todas las obras materiales indispensables para su funcionamiento.

El agua era un elemento indispensable para la producción, por diversas razones. Como parte del proceso productivo se usaba para blanquear o teñir las telas, para almidonarlas, o generar vapor; y por otro lado, como fuente de energía ya que los telares se movían mecánicamente gracias a la potencia que se generaba con este recurso. El agua, al pasar por unos canales que se encontraban en el sótano de la fábrica, movía una gran rueda que, sujetaba una banda a la que se conectaban los telares.

Por esta razón, el interés por controlar el agua fue de primera importancia para estos empresarios textiles. En 1844, la Prosperidad Jalisciense realizó mejoras materiales para la ampliación del molino del Batán con la finalidad

de aprovechar esa agua. (AIPJ. Protocolo de Mariano Hermoso, 14 de febrero de 1844.)

Es necesario destacar que para estos hombres de negocios, el incursionar en una arena industrial era una novedad ya que su experiencia venía sobre todo del comercio; es decir, que hubo una circulación del capital que fue de lo comercial a lo industrial. Además las fábricas textiles sólo podían funcionar si se vinculaban el capital de varios socios ya que era difícil que un solo propietario tuviera la suficiente capacidad económica para levantar una empresa como esa. Algunos de los hombres de negocios que destacaron en la fundación de la Prosperidad Jalisciense fueron Francisco Martínez Negrete y José Palomar.

Además de esta sociedad industrial, otros empresarios se unieron para fundar la propia que llevó por nombre La Experiencia y sólo explotó una fábrica textil. Se fundó en 1851 y comenzó a trabajar hasta el 15 de noviembre de 1853 (Morales, 1996). Los socios que la integraron fueron Manuel Olasagarre, Sotero Prieto, Daniel Lowerce y Vicente Ortigosa.

La participación de cada uno de los socios fue diferente. Por ejemplo, Ortigosa puso una parte de un terreno de su propiedad en donde tenía un molino que llevaba por nombre El Salto y desde el principio se dejó muy claro cuánta agua tenía derecho a usar cada quién.

En la escritura consultada, (AIPJ. Protocolo de Mariano Hermoso, 1 de julio de 1852, fojas 79-83) el señor Ortigosa se comprometió a no construir edificios que pudieran provocar conflictos por la distribución del agua y sólo podría utilizar los terrenos para las labores agrícolas. La sociedad construiría en un ojo de agua un canal para conducir su cauce hasta el lugar más conveniente, pero sólo podría utilizar una tercera parte de ésta y dejaría el resto a beneficio de Ortigosa.

[112]

La Experiencia tenía contemplado iniciar los trabajos con 50 malacates que serían movidos por la energía hidráulica; pero se especificó que el edificio que albergaría la fábrica debería de tener espacio para por lo menos cuarenta telares y cien malacates. Los gastos de esta inversión serían cubiertos por cuatro socios conforme su participación en las acciones.

Así como Ortigosa se comprometió a no construir edificio alguno en los terrenos colindantes entre su molino y la fábrica, ésta última tampoco debía comprometerse a tomar negociación alguna sobre trigo o molino; salvo que el arquitecto estuviera de acuerdo.

En caso de que las fábricas de Atemajac y el Batán no permitieran que el agua llegara a la presa del Molino del Salto, debido a los días no laborables, o bien, en caso de que el agua de otras vertientes no fuera suficiente para hacer funcionar los telares y malacates; así como para el mismo molino, la sociedad y Ortigosa convenían en hacer uso común del agua que se recibía independientemente de la de Atemajac. El reparto del agua sería en tiempo, no en cantidad; en razón de dos a uno. Por ejemplo, si la fábrica hacía uso del agua durante un día, Ortigosa podría hacer uso de ella durante dos, pues esa era su parte proporcional dentro de la sociedad. Además de lo anterior, si lo deseaba, el arquitecto podría ser administrador de la fábrica y recibiría un sueldo a cambio de su desempeño.

Ya desde 1845, Ortigosa se había empeñado en comprar algunos terrenos a varios indígenas del pueblo de Atemajac. Las escrituras consultadas sólo explican el propósito de la transacción y poco informan sobre cuál podría haber sido su interés por adquirir esas propiedades; lo que sí queda claro es que todas tenían agua e incluso en una de ellas se especifica que el traspaso era sólo por el derecho

al agua del río y no por la propiedad de la tierra. (AIPJ. Protocolo de Mariano Hermoso, año de 1845, varias escrituras).

La Experiencia inició sus trabajos en 1853 y hubo una gran fiesta para inaugurar el lugar. Los padrinos abrieron las exclusas que iniciaron el movimiento del motor hidráulico:

Fue un momento de intensa emoción el oír los ruidos propios de esas maniobras y por fin comenzaron a girar las ruedas, las bandas de cuero empezaron a subir y a bajar y se escuchó desde entonces ese ruido especial de la hilatura, pues en ese tiempo no se instalaron telares. (Morales, 1996:45)

En sus inicios, la fábrica contó con 972 husos en movimiento. Utilizaba 1 110 quintales de algodón y producía al año 90 000 libras de hilaza. Cada quintal de algodón tenía un valor de 25 a 34 pesos y la hilaza valía de 3.5 a 4.5 reales por libra. Contaba con 50 trabajadores y los gastos de sueldo eran de 7 200 pesos. El edificio y la máquina valían 70 000 pesos. (Valerio, 1999: 550 551)

La zona de Río Blanco

La otra zona que también se incluye dentro del espacio hidráulico de nuestro interés es la del río Blanco, ubicada también en el municipio de Zapopan. Aquí se construyeron dos fábricas textiles, la más grande de ellas en lo que fueron los terrenos de una enorme propiedad denominada La Magdalena, se nombró La Escoba. La otra llevó por nombre Río Blanco.

La fábrica textil de La Escoba fue fundada por Manuel Escandón y Manuel Olasagarre en los terrenos de la hacienda de la Magdalena, propiedad de este último y que cedía buena parte de ella a la negociación. Dicha fábrica recibiría los afluentes de los diversos ríos que recorrían el lugar los cuales, en su trayecto hacia el norte, desembocaban en la zona de la barranca, y se juntaban con el río Santiago.

La fábrica empezó a construirse en el año de 1840; sin embargo fue hasta 1844 que se protocolizó la escritura de su constitución “por la mucha confianza que se tenían)” (AIPJ. Protocolo de Mariano Hermoso, 27 de junio de 1844). Escandón puso el capital en su totalidad, Olasagarre se comprometió a administrar la fábrica; además, se le compensaría económicamente por la toma que la negociación industrial hiciera de los recursos naturales (piedra, agua y madera) que se encontraban dentro de la hacienda de la Magdalena.

Cuando iba avanzada la construcción de la fábrica, Francisco Vallejo entró a la negociación como socio capitalista, aportando veinte mil pesos. Por su parte Olasagarre, como dueño de la hacienda de la Magdalena, podía hacer uso del agua y de materiales restantes siempre y cuando no afectaran a la fábrica y se quedara a cargo de la administración de la misma. La sociedad duraría cinco años “contados desde el día en que anden cuando menos mil malacates” y al término de los mismos se haría un inventario para deducir ganancias. Los tres socios quedarían entonces en libertad para decidir si continuaban con la negociación o bien, si se retiraban.

La Escoba inició sus trabajos en 1843 y ya se habían incorporado otros dos socios más: Julio Moyssand y Sotero Prieto, cada uno de los cuales invirtió el capital de veinte mil pesos. Las ganancias que se obtuvieron después de un año de trabajo fueron de doscientos doce mil pesos y se repartieron conforme a la participación de cada uno de los socios.

Después de esta primera liquidación, los socios estuvieron de acuerdo en continuar con la empresa. Olasagarre se comprometió a ceder una parte de su terreno en la Magdalena; así como el uso del agua necesaria para mover

no sólo dos mil malacates, “si no en todo lo demás a que pueda comprometerse para hacer funcionar la maquinaria actual y la que pueda aumentarse” (AIPJ. Protocolo de Mariano Hermoso, 27 de junio de 1844)

Esta fábrica era más grande que las de la Experiencia o de Atemajac. Para 1844 trabajaba con 2 112 malacates, su consumo anual de algodón era de 6 500 quintales, los cuales valían de 25 a 34 pesos cada uno. En cuanto a la hilaza, la fábrica producía 20 000 libras anuales y se vendía de 3.5 a 6 reales la libra. También fabricaban 28 000 piezas de manta las cuales eran vendidas a 5 pesos la pieza. Los sueldos y rayas anuales eran de \$13 810; por su parte el edificio y la máquina valían \$476 606 (Valerio, 1999: 580)

Para el año de 1845 los socios de La Escoba ya estaban aportando un capital aproximado a los \$242 000 para el funcionamiento de la misma. En la escritura consultada se reconocía el papel que tuvo Olasagarre como socio industrial, sobre todo en los inicios de la construcción de la fábrica, al haber proporcionado los recursos materiales necesarios. Sin embargo, ahora que la negociación volvía a rectificarse algunas de estas obligaciones habían cambiado para Olasagarre.

En primer lugar, ya no estaba obligado a proporcionar más recursos ambientales, podría incluso dar a sus terrenos el uso que mejor le pareciera; siempre y cuando respetara el consumo del agua y la presa de la fábrica:

(...) se reserva el del uso de dichas aguas siempre y cuando pueda hacerlo sin perjuicio ni gravamen de la fábrica, transfiriendo igualmente (...) el derecho que tiene para sacar piedra, tierra y además materiales para construcción de la Magdalena” (AIPJ. Protocolo de Mariano Hermoso, 27 de junio de 1844)

La fábrica de Río Blanco recibió ese nombre por la

zona hidrológica del lugar. Sus dueños eran de origen estadounidense (Valerio, 1999: 583).

De los casos que se presentaron con relación a la fundación de las fábricas textiles y sus socios podemos obtener algunas generalidades. En primer lugar se puede observar que sólo a partir de la acumulación de capital fue posible la fundación de estas empresas, el origen del mismo provino principalmente de las actividades comerciales.

Estos señores no sólo fueron destacados hombres de negocios; también los vinculó una fuerte amistad y confianza, elemento indispensable para llevar a cabo una empresa como la industrial textil, a mediados del siglo XIX. La experiencia que estos socios tenían debido a los negocios que manejaban era importante; sin embargo también lo eran las formas de ayuda mutua que estos industriales manejaron porque eso permitió que todos se sintieran parte del mismo proyecto.

Por otra parte, la producción textil requirió de ciertas cantidades de insumos que no debían faltar porque el trabajo se retrasaría; por eso no podían arriesgarse a construir las fábricas en lugares que después tuvieran problemas por la falta de agua, de madera, o de piedras; de modo que no fue por casualidad que la principal aportación de estos socios fuera la del terreno y el recurso agua.

Por último, se debe señalar que aunque no todos los socios fundadores de estas fábricas estuvieron presentes a lo largo del siglo XIX, la lógica de apropiación hacia los recursos hídricos no cambió y de hecho, aumentó conforme crecía el negocio.

Esta lógica de apropiación puede entenderse y explicarse de una mejor manera si se toma en cuenta el contexto socio económico y político de tipo liberal que propició

el que estas industrias textiles en poco más de ochenta años (1840-1930) lograran controlar y concentrar una gran cantidad de recursos naturales y capital, y llegaron incluso a competir con las necesidades del abasto urbano. En el siguiente apartado se explicará cuál fue ese contexto liberal que se ha estado haciendo referencia desde el principio.

EL MARCO LEGAL DE LA ÉPOCA

El contexto político y económico de la época favoreció en mucho a que estas industrias textiles aprovecharan los recursos ambientales en la forma en que lo hicieron. Para el caso de Jalisco, en el año de 1824, se promulgó la primera Constitución Política del Estado. En 1825, el primer gobierno liberal, encabezado por Prisciliano Sánchez, se dio a la tarea de emitir diversos decretos que fueran compatibles con la filosofía imperante.

En términos ideales, el proyecto liberal se mostraba a favor de la conformación de una nueva sociedad que se basara en los principios Libertad, Igualdad y Fraternidad. El Estado – apenas constituido – debía tomar otro tipo de funciones, por ejemplo, dedicarse a la promoción de la riqueza y a establecer las mejores condiciones para que los individuos las generaran por sí solos.

Una de las primeras decisiones del primer gobernador y del Congreso, fuera el eliminar este tipo de figura jurídica y crear una nueva: la de la propiedad individual. El 16 de febrero del año de 1825 los indios fueron declarados propietarios individuales de las tierras que poseían comunally. El 9 de mayo de ese mismo año, se dispuso la extinción de las comunidades de los indios y se negaron solicitudes para que se pudieran adquirir en lo sucesivo terrenos por esta vía aunque se respetarían aquellas propiedades que habían sido adquiridas en conjunto por la

comunidad como templos y edificios. En ese mismo año se autorizó una ley para que se denunciaran tierras ociosas para promover así, la productividad de las mismas. (Olveda, 1991: 227)

Las disposiciones liberales de aquella época tuvieron como principales propósitos: “liberar la fuerza de trabajo, reforzar el proceso de acumulación de riqueza, fomentar la inversión y promover la formación de una burguesía.” (Olveda, 1991: 229). Además de incorporar a la producción industrial los recursos naturales de la región.

Según este mismo autor, Jalisco fue uno de los primeros estados de la República

en promover distintas reformas de tipo liberal, lo que propició la aparición de la pequeña propiedad o de ranchos, que si bien no fueron tan influyentes como los grandes hacendados, sí mantuvieron niveles de producción que les permitieron sobrevivir a lo largo del siglo XIX y XX.

A lo largo del siglo XIX las reformas liberales permitieron que la propiedad de la tierra cambiara junto con los recursos que en ella se podían aprovechar. En teoría, cualquier particular podía hacer uso de ellos; sin embargo, en el caso de este trabajo, se puede observar cómo poco a poco los recursos naturales fueron acaparados por los dueños de las fábricas. El control que ejercieron de estos recursos fue de manera directa (es decir, que ellos mismos lo llevaran a cabo) o de manera indirecta (involucrando a otros actores a hacerlo).

Además de que este control propició el desarrollo de otro tipo de actividades económicas las cuales giraron prácticamente a su alrededor; como el transporte, el cual involucró una red de caminos que permitieran llevar y traer mercancías de las fábricas a Guadalajara u otros lugares. O bien, la adquisición de servicios.

Aunque no siempre la adquisición de los recursos ambientales fue un asunto sencillo, como en el caso de la Prosperidad Jalisciense cuyos dueños tuvieron que buscar un mejor lugar para captar las vertientes provenientes de Los Colomos; sabemos de otro caso en donde el Sr. José Palomar reclamó el cumplimiento de un contrato celebrado con el Sr. Roberto Noble, ya que éste se había comprometido a entregar maderas a la negociación, pero no cumplió con lo pactado y con ello perjudicó la producción de la fábrica, por lo que se le exigía responder a su compromiso; de lo contrario tendría que indemnizar. (AIPJ. Protocolo de Mariano Hermoso, 18 de mayo de 1844).

La necesidad que tenían los dueños de las fábricas por hacerse de recursos ambientales suficientes para el buen funcionamiento de las máquinas, era mucha. Los lugares donde se asentaron las fábricas de La Experiencia y La Escoba eran propiedad de alguno de los socios y proporcionaba seguridad a la producción. Además de que había una cierta garantía de que no habría tantos problemas a la hora de tener que construir una presa o un acueducto.

De hecho, si se analiza bien, las participaciones que tuvieron los señores Manuel Olasagarre y Vicente Ortigosa en las fábricas fue de mucha importancia ya que cada uno de ellos entró a la negociación con un capital diferente al de los demás socios. Olasagarre no puso dinero, pero puso su “pericia” y los recursos materiales necesarios para la construcción de la fábrica La Escoba.

Por su parte, Vicente Ortigosa sí cooperó con una acción de cinco mil pesos, e hizo valer su condición de ser el dueño de las tierras en donde se construiría el edificio de la fábrica de La Experiencia.

Como se podrá observar, tanto en el caso de la conformación de las fábricas como en la adquisición de terrenos por fuera de éstas, los acuerdos sobre cómo se iban a repartir o a distribuir los tiempos de disfrute de aguas se arreglaba exclusivamente entre los interesados. Debido a que el agua era importante para todos los socios industriales, era necesario que se pusieran de acuerdo sobre cómo utilizarla para que ninguno saliera perjudicado; y como en el fondo la mayoría de los ellos o estaba emparentado, eran amigos, o se conocían de tiempo, atrás era relativamente más fácil ponerse de acuerdo sobre cómo controlar el agua.

Además, conforme avanzaba el siglo XIX, la legislación favoreció al liberalismo económico; es decir, estos empresarios tuvieron a la mano diferentes mecanismos legales para aprovechar tierras y aguas; argumentando siempre el derecho de posesión porque éstas estaban “inutilizadas” o “se desperdiciaban”.

Cuando fue necesario recurrieron a la expropiación de tierras —sobre todo indígenas— en nombre de la utilidad pública, o bien, a la denuncia de tierras baldías; o bien, a la adquisición de derechos por vía gubernamental, o a las estrategias mercantiles más conocidas como la compra, la renta o el traspaso.

Estas estrategias formales, permitieron a este grupo de industriales acaparar grandes cantidades de agua y con ello diversificar sus negocios. Sin embargo, para la legislación de la época esto no era mal visto, al contrario, se tenía la creencia de que eso contribuiría al fortalecimiento del estado, aumentarían las rentas y en general, el país sería más productivo.

Por desgracia, estaban equivocados y sólo se beneficiaron estos empresarios y fue hasta mucho después que

el Gobierno –sobre todo Federal- intentó poner límites a este monopolio.

CONCENTRACIÓN, DOMINIO Y EXPANSIÓN. LAS INDUSTRIAS TEXTILES EN SU SEGUNDA ETAPA DE CONSTITUCIÓN (1880-1910)

Dentro de la historia de las industrias textiles de Guadalajara, encontramos un segundo momento que surge cuando algunos de los socios fundadores importantes fallecen y es necesario reconstituir la sociedad. En las fábricas, esta situación se presentó en tiempos más o menos similares.

En el caso de la sociedad La Prosperidad Jalisciense (la que tenía una fábrica de papel en el Batán y otra de tela en Atemajac) uno de sus principales socios falleció en 1873 y dejó muchos herederos producto de sus tres matrimonios (Durand, 1986: 40). Sus herederos siguieron administrando los negocios familiares aunque para 1889, la sociedad ya estaba gestionando los trámites correspondientes para la liquidación de la compañía.

Los dueños de la sociedad eran: “Viuda e hijos de Corcuera”, doña Francisca de la Hoz; el Lic. Emiliano Robles; don Manuel L. Stampa en representación de su esposa Dolores Espinosa –hija de don Vicente Ortigosa; don Celso Camacho, Martín del Campo, doña Concepción Palomar de Corcuera y Carmen Palomar de Granados. (AIPJ. Protocolo de Salvador España, 22 de octubre de 1889)

En octubre de 1889, la Prosperidad Jalisciense se declaró en quiebra por lo que se procedió a remate público de todas las propiedades de la empresa que en total valían un capital de \$844 173 e incluía: la fábrica de Atemajac, la

fábrica de papel del Batán, terrenos anexos y utensilios y otros materiales diversos existentes en las fábricas (manta, papel, hilaza, cordón y pabilo).

En el remate, Ignacio Moreno, quien decía ser agricultor, ofreció una cantidad muy inferior a la mitad de lo que dichas propiedades valían, pero como no hubo mayores ofertas, las fábricas le fueron vendidas en \$ 337 669.

Por su parte, el español Francisco Martínez Negrete, quien también fue socio fundador de la Prosperidad Jalisciense y de La Experiencia, falleció en el año de 1874 y su hijo, del mismo nombre, continuó a cargo de los negocios de su padre. La fábrica no interrumpió sus trabajos con este heredero, al contrario, en 1886, le compró a doña Francisca Espinosa de Ortigosa,¹ un terreno que se encontraba a espaldas de la fábrica. Martínez Negrete junior lo deseaba para que la caída de agua tuviera mayor potencia. (AIPJ. Protocolo de Heraclio Garcíadiego, 24 de marzo de 1886).

Para 1877 ya aparece Francisco Martínez Negrete junior como único dueño, con un capital invertido de \$36 000 de los cuales, \$16 000 correspondieron a la maquinaria y

\$20 000 a los edificios; había 700 husos y 40 telares, (Valerio, 1999: 551). Para 1889, la fábrica de “La Experiencia” se había valuado en \$60 000. Sin embargo, para finalizar el siglo XIX, Francisco Martínez Negrete junior se deshizo de la fábrica y se la vendió a su hermana Rosalía pues tenía el propósito de solicitar un préstamo al Banco de Jalisco y construir una nueva fábrica más grande llamada Río Grande, ubicada en Juanacatlán.

En 1881, la fábrica de Río Blanco, propiedad de los señores “Lowerce Hermanos”, también fue declarada en quiebra y se sacó a remate público donde fue adquirida

¹Francisca Espinosa de Ortigosa, fue esposa del arquitecto Vicente Ortigosa, uno de los fundadores de la fábrica de La Experiencia. Tuvo con este señor ocho hijos: Carlota, Clarisa, Manuela, Francisca, Vicenta, Alejo, Vicente y Luis. Doña Manuela, estuvo casada con Manuel Stampa, importante agricultor de la región, así como prestamista.

por Hilarión Romero y después por Néstor Arce y Jacobo Navarro. Sin embargo, para 1884, se volvió a levantar otro juicio de embargo por falta de pago, por lo que fue igualmente rematada y finalmente “Fernández del Valle Hermanos” adquirió la fábrica, por la cantidad de

\$31 297.34. En este caso, al igual que en el de La Prosperidad Jalisciense, se pagó por la fábrica mucho menos de su valor, que era de \$ 46 946. (Valerio, 1999: 584)

La empresa “Fernández del Valle Hermanos” ya había estado adquiriendo diversas propiedades cercanas a estas fábricas y controlando el agua que en ellas se encontraba. Por ejemplo, en 1882, compraron el rancho El Martel, y un potrero conocido como Las Mulas en la cantidad de \$15 000 a los herederos de don Sotero Prieto (AIPJ. Protocolo de Heraclio Garcíadiego, 14 de octubre de 1882). Dichos terrenos pertenecieron a la antigua hacienda de la Magdalena, en donde se construyó la fábrica.

Por otra parte, la propiedad del Cedral —que era la casa de descanso que se encontraba en los terrenos de la antigua hacienda de La Magdalena, quedó en propiedad de Néstor Arce y para evitar conflictos por los usos del agua llegó a un acuerdo con Manuel Fernández del Valle en el cual se debería respetar el nivel de agua que mantenía la presa de la Escoba, así como el muro de tepetate. Se prohibía que el nivel del agua estuviera más elevado de lo que se encontraba pues no debería invadir más terreno.

El dueño de la fábrica quedaba a perpetuidad obligado a darle mantenimiento a la presa y en caso de hacerle algunas mejoras o reparaciones, se debería de pedir autorización al señor Arce o a alguno de sus encargados. (AIPJ. Protocolo de Heraclio Garcíadiego, 11 de agosto de 1844).

Para el año de 1888, la empresa “Fernández del Valle Hermanos” le compró a Francisca Espinosa de Ortigosa el Molino del Salvador. Dicha propiedad pertenecía a la vendedora gracias a la herencia que le dejara su marido, Vicente Ortigosa. El molino constaba de dos partes, una que era conocida por el nombre del Molino del Salvador y la otra cuyo nombre era Molino del Salto. La venta se hizo por \$15 000. (AIPJ. Protocolo de Emeterio Robles Gil, 27 de junio de 1888).

También en 1888, “Fernández del Valle Hnos.” era dueña de la fábrica de La Escoba y casi dueña de La Experiencia, ya que Rosalía Martínez Negrete era la dueña titular, pero al estar casada con un Fernández del Valle, este era quien que realmente la administraba.

Fue así que en diciembre de 1889, o sea, dos meses después de que se declaró la quiebra de la Prosperidad Jalisciense, se conformó una nueva compañía textil que integraría las negociaciones más importantes textiles y papeleras de la zona de Atemajac y Río Blanco.

La empresa llevaría por nombre Compañía Industrial de Jalisco y quedaría conformada por las siguientes casas comerciales: Fernández del Valle Hermanos, Somellera Hermanos, Moreno Hermanos, Viuda e Hijos de Corcuera, Ancira y Hermanos, Gas y Cogordan, Fourtoul y Chapuy

Se requirió de un millón de pesos para conformar la Compañía Industrial de Jalisco, y una vez que se obtuvo, la sociedad incluyó las siguientes propiedades:

- a) La fábrica de Atemajac, con sus edificios, aguas, terrenos, maquinaria y demás útiles.
- b) Fábrica del Batán, con sus terrenos, edificios, aguas y maquinaria, aparatos y demás útiles.

- c) Fábrica de hilados y tejidos La Escoba, con sus terrenos, aguas maquinaria y demás útiles
- d) Fábrica de hilados y tejidos “Río Blanco”, con sus terrenos, aguas, e incluso “El Molino del Salto”; maquinaria y demás pertenencias.
- e) Doscientos pesos en efectivo dispuestos para reparaciones, compra de maquinaria, o cualquier otro objeto similar.

La idea era la de trabajar las fábricas cuarenta años, de 1889 a 1930. De acuerdo con lo acordado, los accionistas se repartirían las ganancias conforme a su participación. Los socios mayoristas eran los “Fernández del Valle Hermanos”, los “Moreno Hermanos” y “Viuda e Hijos de Corcuera”, los cuales aportaron \$250 000 cada uno. Ahora se comprende cuál era el interés de los Fernández del Valle por adquirir varios terrenos cercanos a las fábricas: incluirlos a la compañía como parte del capital y que aumentaran su valor.

A pesar de que la Compañía Industrial de Jalisco tuvo como propósito trabajar durante treinta años tan sólo trabajaron dos, ya que para 1891 los dueños decidieron disolver dicha sociedad. Los interesados en comprar fueron los señores “Moreno Hermanos”; “Fernández del Valle”, “Fortoul y Chapuy”; y “Gas y Cogordan”.

Como consecuencia de esta disolución, las negociaciones textiles se separaron de las papeleras: los nuevos socios que administraron las fábricas textiles nombraron a su sociedad Compañía Industrial de Guadalajara. Las empresas “Fernández del Valle Hermanos”, “Moreno Hermanos”, “Fourtoul y Chapuy” y “Gas y Cogordan”; se quedaron con la negociación de las industrias textiles (Atemajac, La Escoba y Río Blanco).

Al separarse, los dueños dejaron bien claro qué manejo le darían al agua, pues si alguno de ellos abusaba y no respetaba los acuerdos perjudicaría a los demás:

...Se declara: que los dueños de la fábrica de Atemajac tendrán en todo tiempo la obligación de dejar correr el agua que sirve para mover la maquinaria del Batán y las demás fábricas que están más abajo, haciéndolo así desde el amanecer hasta las nueve y media de la noche, que la hora en que de ordinario concluye la velada, cuando los trabajadores están al corriente. Cuando en la fábrica de Atemajac no se trabaje, sea por la causa que fuere, no por eso se contendrá el agua, sino que se hará correr como si se trabajara hasta la hora expresada a fin de que no resientan perjuicio las fábricas de abajo. (AIPJ. Protocolo de Heraclio Garcíadiego, 18 de abril de 1891)

La preocupación anterior tiene que ver con el manejo que ciertos usuarios de río arriba hacían del recurso, el cual perjudicaba a los otros usuarios de río abajo. Los acuerdos entre los dueños de estas empresas en torno al agua se respetaron, pues como ya se ha comentado, en términos legales, el agua era un asunto que correspondía a cuestiones entre particulares. Otra cosa que influía en que los acuerdos se respetaran era que en realidad se trataba del mismo grupo socio-económico que presentaba intereses comunes, además de que muchos hasta parientes eran. El recurso se repartía entre las mismas manos, de ahí que los conflictos por la administración del agua entre estas fábricas no salían de su círculo.

Además de la concentración de capital, también la concentración y el dominio sobre las fuentes de agua apareció como un asunto de primera importancia. Como ya se mencionó, los Fernández del Valle comenzaron a adquirir propiedades cercanas a las fábricas para incluirlas en la ne-

gociación; sin embargo, todas estas no tendrían el mismo valor si no hubieran contado con la cantidad de agua necesaria para hacer funcionar un nuevo tipo de tecnología que apareció al finalizar el siglo XIX: la hidroeléctrica.

ENERGÍA Y CAPITAL. EN BUSCA DEL CONTROL Y EL DOMINIO DE LAS FUENTES DE AGUA

Ya desde 1880 encontramos los primeros esfuerzos por aprovechar la potencia del agua y generar energía hidroeléctrica. En ese tiempo, los Fernández del Valle comenzaron a realizar una serie de mejoras a la fábrica Río Blanco con el fin de generar dicha energía.

El interés por asegurar cantidades de agua mayores, llevó a estos empresarios a situaciones no previstas y que volvieron más complejo el manejo de los negocios. Fue así que surgió la vinculación entre el control del agua, la concentración de capital y la diversificación de éste.

Como ya se ha mencionado, en un principio este suministro de agua era mucho menor, y se pudo asegurar porque los dueños de los terrenos formaban parte de la sociedad, pero en la medida en que las fábricas requirieron de mayores cantidades de agua ésta tuvo que conseguirse de lugares cada vez más lejanos en donde los propietarios de los terrenos eran otros y era más difícil negociar con ellos.

Además, a los dueños de las fábricas sólo les interesaba manejar el agua, no la actividad productiva que estos terrenos ya tenían, por lo que muchas de las negociaciones con los particulares sólo incluyeron el traspaso del agua. El dueño del terreno podría continuar haciendo uso de sus tierras como de costumbre siempre y cuando respetara el agua que usaban las fábricas.

Por ejemplo, el terreno Rancho Nuevo, que fue introducido a la Compañía Industrial de Guadalajara, fue arren-

dado al señor Gregorio Rubio por la cantidad de \$3 600 por año. Con relación al uso del agua, la compañía dejó muy en claro que el señor Rubio sólo podía aprovechar el agua de la presa del “Agua Delgada”, más no de la de San Juan de Dios, ya que ésta era de uso exclusivo de la fábrica La Experiencia.

También debía permitir la entrada y salida de los trabajadores que designara la Compañía Industrial de Guadalajara ya que ésta iba a construir una línea de conducción de energía eléctrica sobre los terrenos del rancho, que llegaría hasta la ciudad, y también se reservaba el derecho a ocupar una faja de terreno necesario para construir una línea de tranvías.

Por su parte, el arrendatario tenía que respetar los árboles frutales y no frutales ya plantados en la propiedad y podía tomar de ellos el producto correspondiente. Debía comprometerse a cuidar las instalaciones, la presa y todo lo que se encontraba en la propiedad y en caso de que se necesitaran algunas mejoras, éstas correrían por cuenta del arrendatario y quedarían en beneficio de la misma (AIPJ. Protocolo Manuel F. Chávez, 25 de septiembre de 1900).

Los dueños de la Compañía Industrial de Guadalajara no querían distraerse con atender otro tipo de negocios que no estuvieran directamente vinculados a las fábricas, por eso permitieron que otros particulares los manejaran. Es decir, que la concentración del capital obligó a estos empresarios a tener un mayor dominio sobre los recursos hidráulicos y a su vez eso los llevó a diversificar los negocios en otro tipo de actividades como las agrícolas, de transporte, o incluso, las eléctricas.

De las últimas, en 1897, cuando Francisco Martínez Negrete junior aún era propietario de La Experiencia,

consiguió de la Secretaría de Industria y Fomento una autorización para que tomara hasta 15 mil litros de agua por segundo de los terrenos Los Guzmanes, o de El Refugio y de Las Juntas, los cuales lindaban con la barranca de Huentitán y podía aprovecharse su caudal y su potencia antes de que fueran a dar al río Santiago. Cuando Martínez Negrete junior se declaró en quiebra, en 1902, estos terrenos fueron adquiridos por la Compañía Industrial de Guadalajara.

Como se podrá apreciar, el interés de los socios industriales hacia el control y manejo del agua iba en aumento conforme se daban cuenta de los múltiples usos que podían generarse a raíz de su almacenamiento. En 1904, la Compañía Industrial de Guadalajara celebró un contrato de arrendamiento de energía eléctrica con el Ayuntamiento de Guadalajara. El tiempo del convenio sería por cuatro años (AIPJ. Protocolo de Manuel F. Chávez, 26 de septiembre de 1902).

A la Compañía Industrial le fue relativamente fácil controlar y dominar en aquellos terrenos en donde los particulares no pudieran resistirse a sus intereses. Sin embargo, una situación muy diferente se presentó cuando otros usuarios no se sometieron a su voluntad, llegando incluso, a presentarse conflictos por el uso del agua.

Por ejemplo, el gobierno del estado tenía en propiedad una hacienda llamada Santa Inés, ubicada a lo largo del cauce del río San Juan de Dios: lindaba con terrenos de la hacienda de Oblatos y tenía una extensión de 300 hectáreas. Esta hacienda era muy productiva y de hecho, proporcionaba una importante renta al erario público.

En la medida en que los empresarios textiles comprendieron la importancia del agua para la generación de elec-

tricidad, demostraron sus intenciones de arrendársela al gobierno por lo menos durante los siguientes quince años. El gobierno se negó y solamente autorizó la operación por cuatro años.

La renta sería de \$36 020 por los cuatro años, pero por cada uno de ellos se pagarían \$9 005 al año. Se especificó que en la hacienda Santa Inés se encontraban el molino de Piedras Negras y el del Refugio, los cuales estaban en muy mal estado o en ruinas inminentes.

En la hacienda se sembraba alfalfa y árboles frutales, además de que gran parte del inventario consistía en artículos para los molinos, tornos y herramientas para procesar harinas. (AIPJ. Protocolo de Manuel F. Chávez, 04 de junio de 1903).

Todo indica que el interés de la Compañía Industrial de Guadalajara por poseer por tanto tiempo la hacienda de Santa Inés se debía a la capacidad que tendrían para controlar el agua de San Juan de Dios que por ahí pasaba y que incluía todas las aguas negras de la ciudad, no tanto por dedicarse al sector harinero o agrícola. De hecho, en 1904, la compañía la dio en subarrendamiento a Tiburcio Cervantes junto con los molinos del Refugio y Piedras Negras que ahí se encontraban.

Don Tiburcio podría usar el agua de San Juan de Dios, la de San Ramón y la del drenaje de la ciudad a partir de las seis de la mañana hasta las seis de la tarde y, salvo en días festivos, el agua quedaba reservada para que la Compañía la aprovechara como potencia para su planta de energía eléctrica que se encontraba en la barranca de La Experiencia.

Si hubiere algún problema en cuanto a la falta de potencia de agua para generar energía, la Compañía Indus-

trial tendría todo el derecho de impedir que el Sr. Cervantes hiciera uso del agua ya que debería de dejar que ésta corriera libremente aún en los días y horas que se había estipulado a que tenía derecho el arrendatario.

Si el señor Cervantes o sus mozos o empleados no dejaran correr el agua cuando se les avisase, se harían acreedores a una multa de \$500 y a la tercera vez de reincidir, se causaría el cese de dicho contrato, sin indemnización alguna. El arrendamiento duraría de 1904 a 1907 y por la renta se pagarían \$7 500 anuales. La Compañía Industrial tendría todo el derecho de vigilar los terrenos de la hacienda para detectar cualquier desvío en el curso del agua a través de los canales (AIPJ. Protocolo de Manuel F. Chávez, 19 de febrero de 1904).

También en el año de 1906, la Compañía decidió arrendarle a Cervantes la finca rústica de Rancho Nuevo. Las condiciones del arrendamiento estipulaban que la Compañía Industrial se reservaba el derecho para construir sobre este terreno todas las obras necesarias para hacer llegar energía eléctrica a la ciudad, por lo que el arrendatario no debería impedir el paso a los trabajadores, y debería permitir que se construyera una línea de tranvías.

El arrendamiento fue por cinco años y Cervantes pagaría la cantidad de \$2 500 por año. Podría hacer uso del agua de la presa del Agua Delgada, salvo en el caso extraordinario de que la Compañía requiriese de más agua para su planta de luz en la fábrica de La Experiencia; entonces debería abstenerse de tomar agua de ese lugar. (AIPJ. Protocolo de Manuel F. Chávez, 17 de abril de 1906).

También se valieron de los recursos de las denuncias o expropiaciones en otros terrenos para controlar mejor el agua, por ejemplo, en 1904 encontramos un caso de expropiación que el gobierno del estado le autorizó

a la Compañía Industrial de Guadalajara sobre unas propiedades pertenecientes al licenciado José Vereá, Manuel Fernández y Cía. y los herederos de Gertrudis Leñero de Vera. (Protocolo de Manuel F. Chávez, 2 de noviembre de 1904).

La Compañía Industrial también se interesó por acrecentar sus terrenos hacia el norte del Zapopan, rumbo a la zona de Tesistán para controlar el agua de la zona de Río Blanco. Por ejemplo, le compró a Gregorio Gutiérrez un terreno llamado Rancho de la Cruz valuado en \$10 000, y por \$6 000 adquirieron en propiedad las aguas de los manantiales y pantanos del potrero Los Sauces. Además, Gregorio Gutiérrez permitiría que la Compañía Industrial aprovechara todas las aguas que en estos terrenos fluyeran sin derecho a desviarlos ni a detenerlos en ninguna parte de su curso, sino que debería dejarlos correr hasta el arroyo que iba a la fábrica de La Escoba.

La Compañía podría construir en los terrenos referidos las obras necesarias para el drenaje, dar corriente a las aguas y llevarlas hasta el arroyo que va a la fábrica de La Escoba y Río Blanco. Todo ello a cuenta de la Compañía y por lo mismo, el señor Gregorio Gutiérrez no debería impedir el curso de las obras que se iban a construir. (AIPJ. Protocolo de Manuel F. Chávez, 2 de mayo de 1906).

Como se podrá observar, en todos los casos, ya fuera de arrendamiento, venta o cesión de terrenos, la Compañía Industrial de Guadalajara mostró un especial interés por controlar el agua debido a los múltiples beneficios que obtenía de manera directa o indirecta.

Sin embargo, previo al inicio de la Revolución Mexicana, en 1907, la Compañía Industrial decidió separar los negocios textiles de los energéticos y sólo se interesó por administrar los primeros, dejando fuera a la planta de

energía de La Juntas y el ferrocarril, que conformaron una negociación aparte denominada “Compañía de Tranvías, Luz y Fuerza de Guadalajara” (AHA. Exp. 36 476 /Caja 2 603 / Fojas 2).

La legislación que se generó con los gobiernos posrevolucionarios, así como el crecimiento de la demanda de agua por un número mayor de usuarios transformaron el escenario que hasta entonces había sido orquestado por la Compañía Industrial de Guadalajara. Poco a poco comenzaron a aparecer conflictos entre diferentes actores: comunidades agrarias vs las industrias, fraccionadores vs comunidades agrarias e industriales, comunidades agrarias vs hacendados.

Lo que puede apreciarse en el fondo de estos conflictos es que el agua, conforme avanzó el siglo XX, se convirtió en un recurso cada vez más indispensable para la satisfacción de las necesidades urbanas (agua potable, drenaje, electricidad), los usos tradicionales del agua, como el agrícola, fue perdiendo terreno hasta que terminaron por desaparecer.

A los dueños de las industrias textiles les fue cada vez más difícil mantener el control sobre el agua y comenzaron a perderlo; además el desarrollo propio de la actividad textil en el país no contribuyó mucho a su permanencia. Los españoles vendieron a principios del siglo XX su parte la sociedad a los franceses, quienes se mantuvieron como dueños hasta la década de los setentas cuando ya no pudieron ni siquiera cumplir con sus obligaciones patronales. La huelga se presentó, el fallo fue a favor de los obreros y en 1977 el gobierno federal intervino para que la empresa fuera comprada por unos libaneses quienes las trabajaron durante algún tiempo, pero comenzaron a vender parte de sus propiedades ya que valían más como propiedad urbana.

CONCLUSIONES

El agua fue para los empresarios textiles un elemento de múltiples significaciones. Por un lado no sólo se convirtió en un elemento necesario en la producción textil, sino que a partir de la diversificación de los usos del agua se podía obtener de ella otro tipo de valores, como la generación de energía mecánica, después eléctrica. Además, podían dominar una importante zona productiva de la ciudad en la que se incluían pequeños propietarios, dueños de haciendas, ranchos y hasta molinos.

En el presente trabajo, desde el principio se quiso establecer una línea de conducción que diera cuenta sobre cómo, en la medida en que estas empresas concentraban capital, también concentraban recursos naturales, lo que permitía que al mismo tiempo se diversificaran sus negocios. En otras palabras, dimos cuenta del proceso de mercantilización del agua dentro de la producción textil a lo largo del siglo XIX.

Ciertamente, el agua no fue el único recurso natural que usaron estas fábricas textiles; sin embargo fue uno de los más importantes. El interés de los empresarios por acapararla da muestras de que el agua valía porque precisamente lo que se pagaba por ella no era mucho; lo que ampliaba enormemente el margen de ganancia.

Para la filosofía imperante de la época, el agua por sí sola no podía tener ningún valor. Estaba ahí en la naturaleza “inutilizada” o “desperdiciándose”; es decir, el valor económico del agua radicaba en la inversión del trabajo y el capital para que produjera algo. Sin embargo, el agua también incrementó su valor de intercambio no sólo por la tecnología disponible o el capital; sino por el marco legal que facilitó las operaciones.

En un principio, el agua fue tomada por las industrias como algo exclusivo de su interés e inversión; por lo tanto, realizaron las mejoras necesarias para aprovecharla. Es decir, le invirtieron otro tipo de recursos para canalizarla de manera adecuada, construir presas para obtener la potencia hidráulica necesaria y sus dominios o espacios de control físico se extendieron más allá de los límites de las fábricas.

Este tipo de organización de trabajo y de medios de producción, fortaleció el sentido de pertenencia hacia el agua por parte de los industriales; en otras palabras lo convirtieron en un asunto de esfera privada. Por eso se dieron los acuerdos sólo entre particulares y las compraventas realizadas a través de la vía civil, sin la intervención de una autoridad reguladora; a su juicio esto se justificaba porque, después de todo, ¿Qué, acaso no eran ellos quienes solventaban los gastos de inversión?

Las estrategias que usaron los empresarios textiles, a lo largo del siglo XIX, para beneficiarse con el uso del agua encontraron cabida dentro del mismo marco legal y no representaron problema alguno. Sin embargo, el control sobre fuentes de agua cada vez más lejanas también trajo dificultades porque cada vez era más difícil imponer sus intereses a los de los demás.

Por último, los industriales tuvieron éxito en sus estrategias de dominio sobre el agua mientras imperó la noción de que esta era un asunto de exclusivo interés particular. Sin embargo, esto cambió en la medida de que los gobiernos —en especial el federal— comenzaron a percibir, cada vez más, que los asuntos del agua debían ventilarse en la esfera pública y no en la privada.

BIBLIOGRAFÍA

Appadurai, Arjun. La vida social de las cosas. Perspectiva cultural de las mercancías. México: Editorial Grijalbo, CONACULTA, 1986.

Aboites, Luis. El agua de nuestra nación. México: CIESAS, 1998.

Barceló, Miguel. Saber lo que es un espacio hidráulico y lo que no lo es, o Al-Andalus y los federales. En González Alcantaud, José y Antonio Cuello (coord..) El agua, mitos, ritos y realidades, Barcelona: Anthropolos, Diputación Provincial de Granada, 1995.

Beato, Guillermo, Los inicios de la gran industria y la burguesía en Jalisco, REVISTA MEXICANA DE SOCIOLOGÍA, 1/86, enero-marzo 1986, UNAM

Dawn Keremitsis. La industria textil mexicana en el siglo XIX, México: SepSetentas, 67, 1973

Durand, Jorge. Los Obreros de Río Grande, Zamora: El Colegio de Michoacán, 1986

Gabayet Luisa. Obreros somos. Diferenciación social y formación de la clase obrera en Jalisco, Guadalajara: El Colegio de Jalisco, CIESAS, 1988.

Gómez Galvarriato Aurora (coord..). La industria textil en México, México: Instituto Mora/El Colegio de México/El Colegio de Michoacán/UNAM. 1999.

Jiménez Pelayo Águeda. Agua para Guadalajara. En Capítulos de la Ciudad de Guadalajara, Guadalajara: Ayuntamiento de Guadalajara, Tomo I, 1992.

Marx, Carlos. El capital. Crítica a la economía política. México: F.C.E., 1971.

Morales Velarde, Francisco. Historia de las fábricas textiles en Jalisco. En Jalisco Industrial, CONSEJO DE CÁMARAS INDUSTRIALES DEL ESTADO DE JALISCO, Guadalajara: Editorial Ágata, 1996

Olveda Jaime. La oligarquía de Guadalajara. México: CONACULTA, 1991.

Silva Santiesteban, Fernando. Introducción a la antropología Jurídica, México: F.C.E. Universidad de Lima, 2000.

Suárez Cortéz, Blanca Estela y Diana Birrichaga Gardida. Dos estu-

dios sobre los usos del agua en México (siglos XIX y XX) México: CIESAS, IMTA, 1997.

Coord.) Historia de los usos del agua en México. México: CNA, CIESAS, IMTA, 1998.

Trujillo Bolio, Mario. Empresariado y manufactura textil en la Ciudad de México y su periferia, Siglo XIX, México: CIESAS, 2000.

Operarios fabriles en el valle de México 1864-1884, México: CIESAS, EL Colegio de México, 1997.

Valerio, Sergio, Capitalismo y oligarquía en Jalisco, 1976-1910, Tesis Doctoral, El Colegio de México, 1999.

White Leslie, A. The evolution of cultura. The development of civilization to the fall of Rome, New York: MacGraww-Hill Book Company, 1959

Wright Mills, C. La elite del poder, México: FCE, 1978.

Distribución del agua potable en la zona metropolitana de Guadalajara. Desigualdad y perturbación ecológica

¹PORFIRIO CASTAÑEDA HUIZAR

²CARMEN VENEGAS HERRERA

INTRODUCCIÓN

A pesar del poderío económico que muestra la zona metropolitana de Guadalajara (ZMG), en su interior se presentan serios desequilibrios que se reflejan nítidamente en algunas zonas de su territorio. Estas desigualdades se pueden observar en la distribución del agua potable entre las distintas áreas geoestadísticas básicas (AGEBS) que la integran; a la vez, el desabasto de este líquido se relaciona con las características de marginación de la población que habita esos espacios. Con relación a lo expuesto, en este artículo se presentan tres apartados a través de los cuales será posible: 1) plantear una descripción teórica sobre la relación que existe entre el crecimiento urbano, el abastecimiento y la distribución del agua potable en las ciudades; 2) revisar y analizar desde un enfoque espacial, a través del empleo de sistemas de información geográfica (SIG), las disparidades que existen en la distribución del agua entre las distintas zonas del interior de la ZMG, identificando cuáles son las áreas que sufren de desabasto y que requerirían de una atención inmediata por parte de las administraciones públicas municipales que integran

esta mancha urbana; y, 3) correlacionar las áreas marginadas y el desabasto de agua potable de la ciudad. A partir de estos elementos, relacionados con aspectos de ecología, crecimiento urbano, desabasto y pobreza, se identifican y se definen las prioridades y necesidades urgentes para la población que subsiste en esas áreas de la ciudad.

SUSTENTABILIDAD, EXPANSIÓN URBANA Y DISTRIBUCIÓN DEL AGUA POTABLE

Nuestro primer razonamiento en este análisis tiene que ver con el concepto de sustentabilidad, dada la naturaleza del recurso hídrico. Tradicionalmente, la sustentabilidad se ha definido como la “satisfacción de las necesidades de las generaciones presentes sin comprometer la capacidad de las generaciones futuras para satisfacer sus propias necesidades” (Brundtland, 1988). Al respecto, Martínez y Roca (2000: 364-417) establecen que “la definición parece en principio muy clara, pero lo es menos si profundizamos en el concepto”. Estos autores indican que “la idea central de este concepto es la de mantener el patrimonio natural, considerar a la naturaleza como un legado que hay que conservar, que hay que usufructuar de modo que mantenga la capacidad de cumplir sus diferentes funciones”. Siendo así, ellos identifican una primera objeción. “Si se tratase de mantener el patrimonio natural en todos sus elementos, cualquier uso de recursos no renovables, por pequeño que fuera, sería incompatible con la sustentabilidad”.

¹Profesor-docente del Departamento de Estudios Regionales-INESER del Centro Universitario de Ciencias Económico Administrativas de la Universidad de Guadalajara. Correo electrónico: pcastane@cucea.udg.mx.

²Profesora-investigadora del Departamento de Estudios Regionales-INESER del Centro Universitario de Ciencias Económico Administrativas de la Universidad de Guadalajara. Correo electrónico: cvenegas@cucea.udg.mx

Al definir criterios más prácticos, estos autores afirman que “podríamos fijarnos en la conservación del patrimonio natural como proveedor de recursos de las actividades económicas” (Ídem: 366). En el caso de los recursos renovables, “aunque potencialmente agotables, puede definirse un criterio claro de uso sustentable: usarlos sólo al ritmo de su renovación. Ello no resuelve, sin embargo, cuál ha de ser el stock óptimo de recursos y, además, se plantea el problema del nivel de agregación y espacial de referencia. No se trataría, por ejemplo, de mantener inalterable cualquier bosque (aunque alguna área determinada sí puede tener un valor especial único que haga prioritaria su conservación) o campo de cultivo, sino de no disminuir en conjunto la superficie forestal (no se trata sólo de número de árboles) o el área fértil”. Estos mismos especialistas afirman que “la sustentabilidad requeriría, desde luego, cuidar los servicios que directamente proporciona la naturaleza. Se trata, en primer lugar, de no producir alteraciones en los ecosistemas que afecten a servicios esenciales como la vida o que puedan conducir a situaciones potencialmente catastróficas. Pero se trata también de tener el máximo respeto por la conservación de espacios naturales, que en el futuro pueden ser cada vez más valorados para la calidad de vida” (Ídem: 370).

³El crecimiento urbano, se entiende como “el incremento en número de la población de las ciudades” (Polése, 1998:30) y por consecuencia, del espacio territorial en el que habitan.

⁴“Para designar las ventajas que las empresas, tanto públicas como privadas, obtienen al reagruparse en el espacio, los economistas hablan de economías reaglomeración. Se trata de ganancias de productividad atribuibles a la aglomeración geográfica de poblaciones o de actividades económicas. Puesto que las fuentes de estas ganancias de productividad se ubica fuera de estas empresas en su entorno general se habla de economías externas o externalidades. En análisis urbano regional, se mencionan a menudo las economías de aglomeración para explicar el tamaño y crecimiento de las ciudades” (Polése, 1998:83).

Acorde con lo anterior, cuando hacemos referencia sobre el crecimiento³ y el desarrollo de las localidades consideradas como urbanas, se hace indispensable relacionar la expansión territorial que ello genera, con la conservación o, en todo caso, la destrucción que este fenómeno pudiera producir en los espacios naturales que se ven afectados. Siguiendo con los mismos autores, éstos plantean dos preguntas interesantes que nos hacen reflexionar sobre esta relación: “¿cabe hablar realmente de ciudades sustentables? o ¿hay que ver a las ciudades como “parásitos” que chupan energía y materiales, y excretan residuos? (Ídem: 399). Desde este punto de vista, cabría entonces esperar que, las externalidades positivas que trae consigo la aglomeración,⁴ se transformen en externalidades negativas, y a partir de ese momento, rompan con el equilibrio que la propia naturaleza ha establecido, y por lo tanto, los conglomerados urbanos se conviertan, precisamente en parásitos cuyo crecimiento genera destrucción sobre el medio ambiente.

La degradación ambiental propiciada por el crecimiento de los centros urbanos puede llegar al extremo y generar escasez. En el caso que nos ocupa, relacionado con la dotación de agua potable a las comunidades, es posible mencionar algunas cifras preocupantes que se presentan a nivel mundial ligadas con este fenómeno: 1) “existen más de mil millones de personas que no disponen de instalaciones para abastecerse de agua...”; 2) se calcula que “cada día mueren en el mundo 6,000 personas, en su mayoría niños menores de cinco años, a consecuencia de enfermedades diarreicas causadas por el problema del agua”; y, 3) desde 1900, han desaparecido el 50 por ciento de los humedales del mundo” (Friers, 2007). Este fenómeno se puede explicar a través del crecimiento económico “que se ha multiplicado por siete, en los últimos 50 años del siglo

XX, condicionando en forma decisiva la vida de muchas personas del siglo XXI”, y contribuye también a este problema la “explosión demográfica de las últimas décadas, y sobre todo, en gran medida el crecimiento de las ciudades o el proceso de urbanización generalizada a nivel mundial” (Ídem, 2007).

Siguiendo con el tema del agua, existe un punto de vista, cada vez más creciente entre los interesados en la conservación del medio ambiente y sus recursos, de que “el ambiente juega un papel esencial en la renovación y depuración de los recursos hídricos. Por lo cual, para cumplir con este papel, el ambiente requiere parte del recurso como cualquier otro sector” (Frers, 2007). Al respecto, Martínez y Roca establecen lo siguiente, “domenar los ríos, evitar que se pierda el agua, ha sido el sueño de muchos ingenieros hidráulicos, pero, desde el punto de vista ecológico, el agua de los ríos no se pierde, sino que desempeña funciones ecológicas en las riberas, proporciona sedimentos en los deltas (que ayudan a compensar su subsistencia natural más el previsto aumento del nivel del mar por el efecto invernadero), se depura así mismo al oxigenarse, y lleva nutrientes al mar; contribuyendo así a la prosperidad de las zonas pesqueras litorales. Esas ideas de gestión ecosistémicas de los ríos, según las cuales el agua que no se usa para la economía tiene sin embargo importantes funciones ecológicas que el mercado olvida, no han llegado aún a la conciencia pública. Aquí, el uso del mercado no es ciertamente una solución sino un problema para una gestión ecosistémica del agua” (Martínez y Roca, 2000:359-360).

De acuerdo con este enfoque, la escasez del agua debería tratarse con una perspectiva orientada hacia la gestión de la demanda y no hacia el incremento del suministro, como tradicionalmente se ha tratado. Las políticas orien-

tadas hacia el incremento del abasto de este líquido, hacen pensar que el problema es sólo de cantidad, es decir, “se hace una proyección de la futura demanda del agua con base en el aumento de población y del ingreso, y entonces se prepara un plan de abastecimiento, acudiendo a nuevas fuentes o mediante embalses”. Este último caso, “ha sido un procedimiento muy importante para aumentar el abastecimiento del agua, y en la segunda mitad del siglo XX han abundado como fuente de hidroelectricidad, pero también de agua para regadíos agrícolas, trasvases entre cuencas y zonas urbanas” (Martínez y Roca, 2000: 358-359). Al respecto, se calcula que en el mundo, “el número de grandes embalses se ha incrementado vertiginosamente de poco más de 5 000 en 1950 a cerca de 38 000 en la actualidad” (Sommer, 2002). Dicha situación, es la que ha facilitado en gran medida los desequilibrios del medio ambiente y escasez de los recursos naturales; situación que perjudica directamente a las clases sociales más desfavorecidas. Por mencionar un ejemplo, se calcula que el consumo de agua “para usos domésticos, oscila entre los mil litros por persona al día entre la gente más rica en California y los veinte litros por persona al día en la gente muy pobre de zonas urbanas. Más allá de esos mil litros por persona al día, o incluso antes, la elasticidad-ingreso de la demanda doméstica de agua se torna cero, pero como ocurre en otros casos de desmaterialización relativa, llegar al punto en el que el uso de agua ya no aumenta, supone un gasto tan alto que difícilmente podrá conseguirse con generalidad si hay que mantener, además, los otros usos de agua para la industria y la agricultura” (Martínez y Roca, 2000: 358).

**Mapa 1. Crecimiento territorial de la ZMG
1990-2000**



Fuente: PROCISDE con datos del INEGI, cartografía digital 1990, 2000.

DISPARIDADES EN LA DISTRIBUCIÓN DEL AGUA POTABLE AL INTERIOR DE LA ZONA METROPOLITANA DE GUADALAJARA (ZMG)

La zona metropolitana de la ciudad de Guadalajara, hasta el año 2000, se delimitaba geográficamente por seis localidades urbanas de los municipios centrales del estado de

Jalisco que presentan conurbación física, tales como: Guadalajara, Zapopan, Tlaquepaque, Tonalá, El Salto y Tlajomulco de Zúñiga⁵ (mapa número 1). Entre las características generales de esta mancha urbana, y de acuerdo a los datos estadísticos del X Censo de población y vivienda en México proporcionados por el Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI), encontramos una población total en la ZMG mayor a los 3 millones y medio de habitantes (SCINSE, 2000), todos ellos distribuidos en una superficie aproximada de 46 576 hectáreas. Asimismo, presenta una tasa elevada de crecimiento poblacional de 2 por ciento entre 1990 y el año 2000, lo que quiere decir que en este perio-

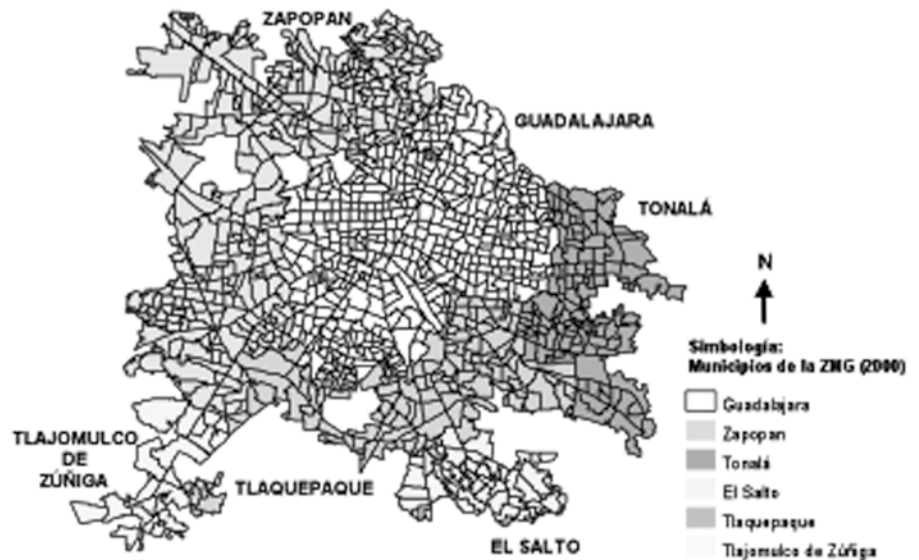
do de tiempo hubo un incremento de 633 422 habitantes y 17 576 hectáreas respectivamente, en esta conurbación. En este estudio se identificaron un total de 1 264 áreas geoestadísticas básicas⁶ (AGEBS), y más de 30 localidades pertenecientes a los municipios ya mencionados.

²Si consideramos como sustento el criterio adoptado por la Secretaría de desarrollo social (SEDESOL), el Consejo nacional de población (CONAPO) y el Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI) en conjunto, una zona metropolitana se considera como tal cuando reúne alguna de las siguientes características: 1) comparten una conurbación intermunicipal, es decir, una unión física entre dos o más localidades censales de diferentes municipios y cuya población en conjunto asciende a más de 50 mil habitantes; 2) son municipios con localidades de 50 mil o más habitantes que muestran un alto grado de integración física con municipios vecinos predominantemente urbanos; 3) municipios con ciudades de un millón o más habitantes; y, 4) municipios con ciudades que forman parte de una zona metropolitana transfronteriza (SEDESOL, CONAPO e INEGI, 2004: 17).

⁶El Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI) define al Área Geoestadística Básica como “la unidad básica del Marco Geoes-tadístico Nacional. Sus límites están dados por detalles geográficos, de infraestructura permanente, o bien límites prediales identificables en el te-rreno”. Estas áreas se clasifican en dos tipos: rurales o urbanas. En el caso que nos interesa, el AGEB urbana “es el área geográfica que se encuentra dentro de una localidad de 2 500 o más (incluye todas las cabeceras municipales aunque no alcancen esa población). Se integra por un conjunto de manzanas edificadas y perfectamente delimitadas por calles y avenidas. El uso del suelo es habitacional y/o industrial, comercial, recreativo o de otro uso no agropecuario ni forestal” (CONAPO, 2000A).

El crecimiento territorial de esta ciudad ha sido importante con el paso de los años. Más recientemente, las nuevas áreas incorporadas a esta mancha urbana se agrupan alrededor de un círculo periférico⁷ cuyas condiciones de vida son aún más difíciles que las zonas más tradicionales de la ciudad. En el mapa número 2 se muestra la expansión urbana de 1990 al año 2000. Este ensanchamiento se reparte proporcionalmente hacia el norte y oeste, en el municipio de Zapopan (32.53 por ciento); al este en Tonalá (10.83 por ciento) y Tlaquepaque (14.31 por ciento); y, al sur en Tlajomulco de Zúñiga (8.09 por ciento) y El Salto (5.62 por ciento) respectivamente. Además, se muestran algunas localidades cuya integración a la mancha urbana en el mediano plazo es inminente⁸, como: Tesistán, La Venta del Astillero, San Esteban, Puente Grande, Juanacatlán, San José del Castillo, La Alameda, Cajititlán, Atequiza, Atotonilquillo, Zapote del Valle, San Miguel Cuyutlán, San Sebastián el Grande, Jardines de San Sebastián, y Santa Cruz de las Flores. Resulta claro que el avance de la ciudad sobre el anillo periférico, ha abarcado zonas de tipo rural, algunas de las cuales representaban un alto valor agrícola, tales como el valle de Tesistán o Toluquilla; o un valor ecológico, como el bosque La Primavera. Dicha situación no termina de impactar a las autoridades municipales, involucradas en esta situación, las cuales no han sabido reaccionar ante el

Mapa 2. Definición del área de estudio.
Zona Metropolitana de Guadalajara.
Año 2000



Fuente: Elaboración propia a partir de información de INEGI, 2000

crecimiento desordenado de esta ciudad, y como consecuencia no han planteado aún, en la agenda pública para esta zona urbana, las políticas públicas necesarias que frenen u ordenen dicho crecimiento.

Con relación a la disposición del agua potable en la ZMG, debemos partir de la descripción general de sus fuentes de abastecimiento, y las condiciones en las que éstas se encuentran actualmente, dado el alto nivel de explotación a las que se han visto sometidas. De acuerdo al plan de desarrollo para la región 12 Centro del estado

⁷En el presente trabajo se considera que la periferia comprende una extensión territorial ubicada después del anillo periférico, en donde sobresalen las porciones de los municipios hacia donde se está dando el crecimiento físico de la mancha urbana, tales como, Zapopan, Tonalá, Tlaquepaque, El Salto y Tlajomulco de Zúñiga.

⁸Esta situación significa una ampliación territorial buscando las partes más planas del entorno físico de la zona metropolitana de Guadalajara, es decir, el noroeste en el municipio de Zapopan y hacia El Arenal y Tala; el sur, que sin lugar a dudas seguirá involucrando a Tlajomulco de Zúñiga y El Salto, pero además terminará por incorporar a localidades de Juanacatlán y Chapala en un futuro próximo.

Tabla 1. Tipo de fuente de abastecimiento de agua potable y extracción media diaria para la zona metropolitana de Guadalajara, 1998.

Municipios	Fuentes de abastecimiento				Extracción media diaria (lps)			
	Pozos profundos	Manantiales	Otras**	Total	Pozos profundos	Manantiales	Otras**	Total
*Guadalajara	76	3	2	81	1,289.20	n.d.	9,300	10,589.2
*Tlaquepaque	11	1		12	131.79	7		138.79
*Tonalá	4	1		5	20	2		22
*Zapopan	119	4		123	1,897.00	27.50		1,924.50
El Salto	10			10	235.17			235.17
Tlajomulco	34	2	1	37	452.25	10	5	467.25
ZMG	254	11	3	268	4,025.41	46.5	9,305	13376.91
%	94.78	4.10	1.12	100	30.09	0.35	69.56	100

*Municipios que integran el Sistema Intermunicipal de Agua Potable y Alcantarillado (SIAPA).

** Aguas superficiales: Lago de Chapala y Presa Calderón.

Fuente: Plan de desarrollo para la región 12 Centro del estado de Jalisco.

de Jalisco, esta ciudad “se localiza principalmente en dos cuencas hidrológicas: la del Valle de Atemajac, la cual abarca casi 45 por ciento de la superficie total metropolitana, y comprende las subcuencas: Coyula, Arroyo Hondo y el Caballito; y, la cuenca del Ahogado, cuya extensión representa el restante 55 por ciento, incluida la subcuenca de Puente Grande”. En la tabla número 1, se pueden observar las cantidades de agua potable que abastecen a los seis municipios de la zona metropolitana, así como las distintas fuentes que las generan.

De esta tabla, se pueden obtener algunas conclusiones interesantes como las siguientes:

1. la ZMG se abastece de agua potable a través de 268 fuentes, las cuales son clasificadas en pozos profundos, manantiales y otras —se especifica que en este último ran-

go se encuentra el Lago de Chapala y la presa Elías González Chávez;

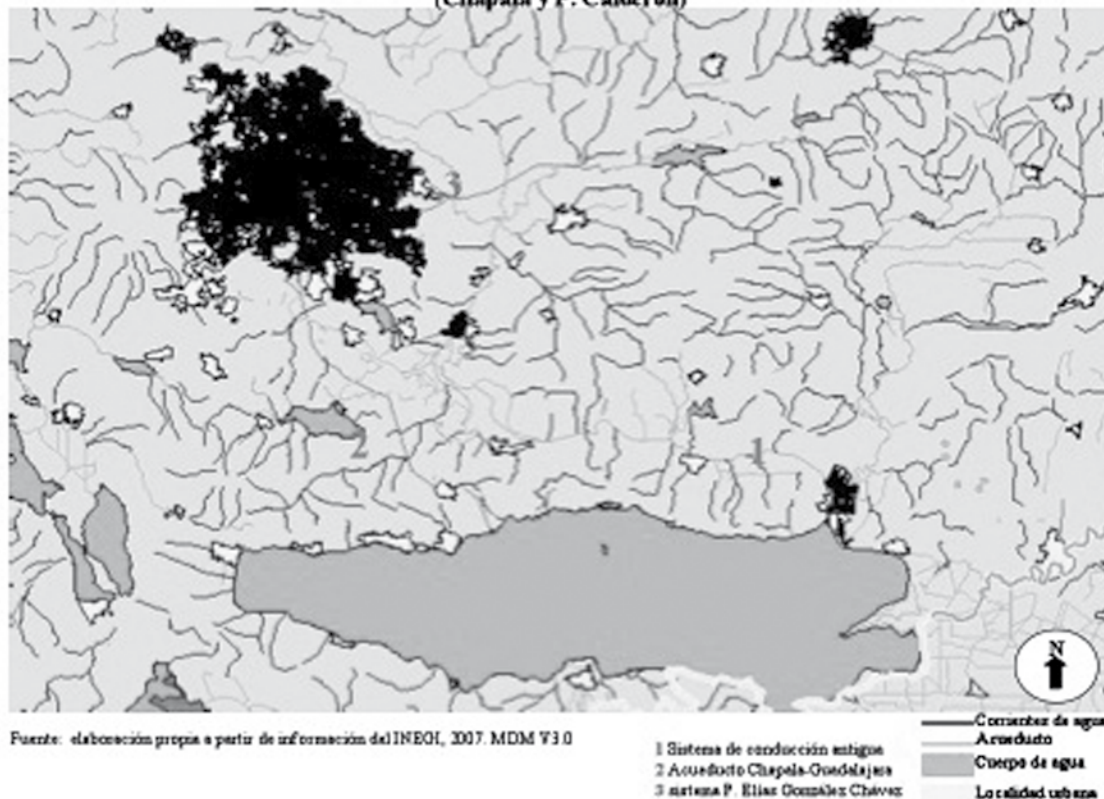
2. con relación a la extracción media diaria en litros por segundo (lps), destaca el empleo de las fuentes superficiales, cuya extracción promedio total es de 9 305 lps al día, cantidad que representa casi 70 por ciento del abasto total a la ZMG;

3. se puede observar otro hecho importante: ese 69.56 por ciento de extracción media diaria, proveniente de fuentes superficiales, se destina prácticamente en su totalidad (99.94 por ciento) al municipio ciudad de Guadalajara, cuya abasto respecto del total de agua destinada a la ZMG (13,376.91 lps) es de 79.16 por ciento, en el año de 1998;

4. con relación a este último punto se tiene que hacer hincapié en que Guadalajara es el municipio que posee una mayor cantidad de habitantes en la ZMG. De acuerdo al censo poblacional del año 2000, dicha cantidad representó un alto porcentaje del total.

A través de esos datos, es posible reafirmar la importancia del lago de Chapala para la vida de los habitantes de la zona metropolitana de Guadalajara, dado que es el embalse natural que aporta la mayor cantidad de agua para el desarrollo de diversas actividades, a pesar de algunos inconvenientes, como la distancia, los costos, y la calidad del agua. Habrá que recordar que existen dos caminos para llevar este líquido a la ZMG: el más antiguo⁹ mide aproximadamente 90 kilómetros de longitud, mientras que el acueducto Chapala-Guadalajara,¹⁰ de más reciente creación, 42 kilómetros. Pero además, existe otra fuente superficial de abastecimiento para la zona metropolitana de Guadalajara: la presa Elías González Chávez,¹¹ a una distancia de 31 kilómetros. Estos sistemas se presentan en el mapa número 3. Asimismo, se calcula que los costos son elevados y el precio de este líquido no corresponde a la realidad, además de que las aguas superficiales presentan signos alarmantes de conta-

Mapa 3. Sistema de distribución de agua potable a la ZMG a través de fuentes superficiales (Chapala y P. Calderón)



minación. El abasto de agua potable se complementa con la operación de seis sistemas de pozos profundos ubicados en las cuencas de Tesistán, Río Blanco, Atemajac, El Ahogado, San Juan de Dios y Colimilla.

⁹La construcción de este acueducto, se inició en el año de 1954, empleando el río Santiago y canales de conducción con la ayuda de dos plantas que bombean los caudales a una altura de 80 metros.

¹⁰Construido entre el año de 1984 y 1991, hasta la ZMG.

¹¹Geográficamente, este cuerpo de agua se encuentra en Zapotlanejo y Acatic, municipios muy próximos a la zona metropolitana de Guadalajara. Sus aguas se conducen por el acueducto Calderón-San Gaspar, el cual se opera desde el año de 1990, desde el este de la ciudad hasta la Planta Potabilizadora ubicada en San Gaspar, municipio de Tonalá.

El abastecimiento de agua potable en la ZMG se caracteriza por las siguientes condiciones:

- 1. cada una de las distintas fuentes de abastecimiento presenta signos de agotamiento debido a la excesiva e irracional manera de explotarlas, al descuido y a la distribución. El caso más preocupante es la agonía del lago de Chapala, cuyo impacto ecológico se empieza a sentir a través del cambio climático en la región y el deterioro de su propio ecosistema. Si bien es cierto que la zona metropolitana no es el único culpable, si contribuye al ecocidio que se presenta en esa región del estado;
- 2. con relación a lo anterior, se calcula que aproximadamente 43 por ciento de las aguas provenientes del lago de Chapala se pierden en el camino; pero además, están contaminadas y una vez utilizadas el tratamiento es prácticamente nulo;

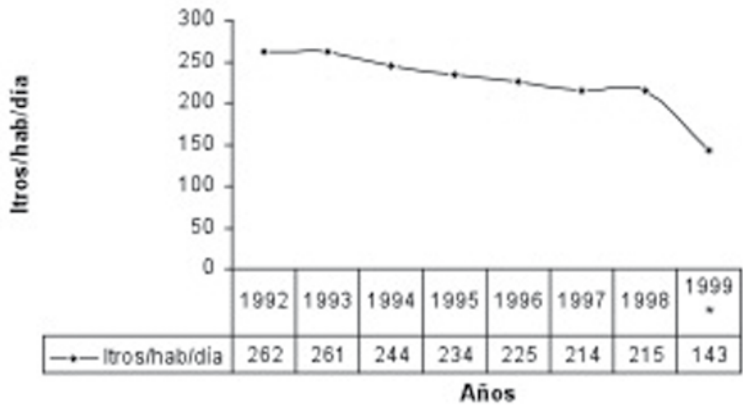
- 3. el crecimiento urbano se sigue manifestando con más pobladores y más hectáreas incorporadas a la mancha citadina, y por lo tanto, la demanda por los servicios de agua potable y saneamiento van en aumento;
- 4. en la tabla número 2 se observa que durante el último año reportado (1998), el consumo del agua en la ZMG disminuyó de 207 441.6 a 181 800.6 miles de litros; de estos últimos, 92.5% se utiliza en predios privados; y de esta cantidad, 81 por ciento se destina al uso habitacional; 11.24 a comercio y servicios; y 4.41 por ciento a la industria, por lo tanto, el problema del abasto a la población es mayúsculo.
- 1. es manifiesta además, la disminución del consumo per cápita de agua potable en la ZMG, tal como se muestra en la gráfica 1 durante el periodo 1992-1999. Conforme a estos datos, éste disminuyó de 262 a 143 litros por habitante al día.

Año	1994	1995	1996	1997	1998
ZMG*	207 441.6	207 857.3	223 763.8	211 462.5	181 800.6
1) Predios privados:					
Industrial	8 411.5	9 782.4	8 473.9	8 501.5	7 413.6
Comercial	13 976.6	13 916.7	18 258.3	20 377.8	18 904.9
Habitacional	171 701.8	172 350.0	185 457.5	170 923.9	135 424.6
Otros servicios	7 015.6	6 838.5	6 936.0	7 025.6	6 438.6
Predios del gobierno:					
Federal	4 201.5	2 858.1	2 661.5	2 448.8	11 353.3
Estatad	1 257.3	1 329.1	1 199.2	1 413.6	1 537.9
Municipal	291.8	295.8	342.8	626.7	648.0
Otros	585.5	486.6	434.6	144.6	79.7

Tabla 2. Consumo de agua en la ZMG según uso (1994-1998)

*Incluye solamente a los municipios de: Tonalá, Tlaquepaque, Zapopan y Guadalajara.
Fuente: SEMARNAT, 2002.

Gráfica 1. Consumo per cápita de agua en la ZMG (1992-1999)



Fuente: Elaboración propia a partir de datos de SEMARNAT, 2002.

2. se continúan aplicando las políticas públicas orientadas al consumo del agua sin implantar los controles que se deben ejercer para disminuir el peligro de un colapso en el abasto y sin tomar en cuenta a la naturaleza. Un ejemplo de ello, es la construcción de la presa de Arcediano, la cual será eficiente hasta el año 2020;

3. el desequilibrio sobre el medio ecológico afecta directamente la oferta de agua a la ciudad; esto se traduce en escasez y desabasto de este líquido, principalmente en zonas rezagadas, tal como se analizará más adelante.

Para adentrarnos en el tema de la distribución del agua potable, debemos considerar que los gobiernos municipales son los principales responsables de este proceso, ya que están obligados a garantizar el abasto de dicho líquido en favor de la población, a través del artículo 115 constitucional. Sin embargo, la eficiencia de los municipios en la administración de los recursos locales no siempre

es la óptima. Se aduce, como pretexto, la carencia de recursos suficientes para cumplir con las responsabilidades definidas en las leyes. Ello se refleja en la acumulación permanente de rezagos en cada una de las localidades. Las estadísticas lo demuestran: “sólo una de cada cuatro ciudades mexicanas de 50 mil habitantes o más registra índices altos de cobertura de la infraestructura básica; poco más de ocho de cada diez ciudades mexicanas de ese tamaño tienen una cobertura de pavimentación inferior a la mitad de su red vial; la gran mayoría de los núcleos urbanos del Sistema Urbano Principal no brinda al grueso de las aguas residuales algún tipo de tratamiento primario o secundario o bien disponen de la mayoría de los desechos en tiraderos a suelo abierto; cuatro de cada diez ciudades experimentaron entre 1990 y 2000 un incremento en el número absoluto de viviendas sin agua entubada en el predio o conectadas a la red de drenaje; la falta de infraestructura y servicios, que a menudo tiene su origen en procesos desordenados de crecimiento”. Sin lugar a dudas, estas limitantes plantean un reto fundamental para la administración y operación de las ciudades.

Para abastecer de agua potable la zona metropolitana de Guadalajara, existe el Sistema Intermunicipal de Agua Potable y Alcantarillado (SIAPA)¹², que agrupa a cuatro de los seis municipios integrados físicamente en esta ciudad: Guadalajara, Zapopan, Tlaquepaque y Tonalá; en cuanto a las áreas urbanas de Tlajomulco de Zúñiga y El Salto, cada

¹²Este sistema, convertido en un organismo público descentralizado (OPD) tiene como misión: Suministrar los servicios de agua potable y alcantarillado para los habitantes de los municipios de la zona conurbada de Guadalajara que forman parte del convenio de asociación. Cumpliendo nuestros procesos con los más altos estándares de calidad; con sentido de equidad y responsabilidad social, en la explotación del agua, su tratamiento y disposición final; mediante un manejo honesto y efectivo de los recursos financieros, materiales y de su capital humano.

uno de estos ayuntamientos ejerce de manera individual dicha función. Con relación al aspecto administrativo de la distribución del agua potable en la ciudad se pueden identificar algunas deficiencias importantes, como las siguientes:

1. la desvinculación que existe entre los municipios tradicionales de la zona metropolitana de Guadalajara con los de más reciente incorporación, para resolver el problema de una manera solidaria, considerando que la tendencia del crecimiento físico de esta ciudad se dirige hacia los territorios de estos últimos;

2. en cuanto al SIAPA, se trata de un organismo que no genera recursos suficientes para mantener en buenas condiciones técnicas la red de distribución de agua potable y que esta llegue en forma equitativa entre la población; y,

3. nuevamente se observa el dominio de una visión tradicional para definir las soluciones al desabasto de agua potable en la ciudad metropolitana, a través de la búsqueda de nuevas fuentes que complementen el suministro.

Sin lugar a dudas, cada uno de los factores mencionados afecta en forma negativa la distribución del agua potable en la zona metropolitana de Guadalajara. Para iniciar con este análisis, se considera necesario identificar cuáles son los sitios de la gran mancha urbana que no disponen de este servicio público. Conforme a la información que el INEGI genera, la disponibilidad de agua entubada se define como “la accesibilidad de los ocupantes de la vivienda al uso de agua entubada, así como la forma de abastecimiento cuando no disponen de ella”. Conforme a lo anterior, “las viviendas se clasifican de acuerdo con el acceso que sus ocupantes tienen al agua entubada” (INEGI, 2000):

1) Disponen de agua entubada en el ámbito de la vivien-

da, ya sea dentro o fuera de la vivienda pero dentro del terreno;

2) Disponen de agua entubada por acarreo, de la llave pública o hidrante y de otra vivienda; y,

3) No disponen de agua entubada; por lo cual, las personas tienen que recurrir al uso de agua en pipa, o de algún pozo, río, lago, arroyo u otra fuente (Ídem, 2000).

Al procesar los datos en un sistema de información geográfica (SIG), fue factible concretar los mapas 4, 5 y 6, en los cuales se georreferencián los dos primeros casos. A partir de éstos se obtuvieron algunas observaciones importantes, las cuales se presentan a continuación:

a) Se observa que el desorden en el crecimiento urbano de la zona metropolitana de Guadalajara, ha generado una diferencia en la calidad de las viviendas en cuanto a la dotación de servicios públicos municipales que ahí se ofrecen. De esta manera, podemos identificar *áreas consolidadas* en las cuales se concentran una mayor cantidad de servicios, infraestructura y equipamiento urbano. Por el contrario, las áreas menos favorecidas, que se localizan en las periferias, se caracterizan principalmente por el grado elevado de insuficiencia en la recepción de servicios públicos, y otra serie de problemas relacionados con los grados de marginación urbana. Al observar los tres mapas, la graduación de colores permite identificar estas diferencias para el caso de la disponibilidad de agua potable.

b) Espacialmente, existe una mayor cantidad de viviendas particulares con agua potable entubada en su interior, en los municipios de Guadalajara y buena parte de Zapopan, con rangos porcentuales que oscilan entre 89.54 y 100 por ciento. Las zonas con un color más oscuro del mapa 4 muestra esta situación. Para el caso de la

ciudad municipio de Guadalajara, la cobertura en el año 2000 fue de 97.39 por ciento (Durán, 2002: 92), la más alta, si comparamos las coberturas de los otros municipios que integran la ZMG. Le sigue Zapopan con 86 por ciento, solamente (Ídem, 2002: 92);

c) En cuanto a las viviendas que cuentan con agua potable entubada en el predio (fuera de la vivienda pero dentro del terreno) encontramos que entre 43.02 y 100 por ciento de éstas se localizan en zonas periféricas de la ciudad, en los municipios de Zapopan, Tonalá, Tlaquepaque, El Salto y Tlajomulco de Zúñiga;

d) Igualmente, el mayor porcentaje (de 24 a 100 por ciento) de las viviendas particulares que acceden al agua a través de acarreo (de la llave pública o hidrante o de otra vivienda) se localiza en los AGEBS periféricos de la zona metropolitana en estudio. Se comprueba entonces la problemática que espacialmente se presenta hacia las orillas de esta ciudad.

d) En el mapa 7 se muestra lo anterior así como una ZMG en la cual la mayor parte de sus AGEBS contiene entre 91.69 y 100 por ciento de viviendas con agua potable en su interior, en el predio o por acarreo,¹³ durante el año 2000. Pero además, se identifica claramente una periferia con una cantidad de viviendas cuyo abastecimiento de agua potable es de un rango mucho menor que el anterior.

En el mapa 8 se muestra la distribución espacial de las áreas que no disponen de agua entubada en su vivienda.

1. Un tipo de abastecimiento del servicio de agua potable entubada desde el centro hacia las orillas, cuya mayor deficiencia se muestra en la periferia;

2. El desabasto medio (que oscila entre 27.03 y 52.66 por ciento) hasta el muy elevado (entre 79.51 y el 100 por

ciento) en la ZMG, se presenta en la periferia de la mancha urbana, y se hace más notable hacia el este, sur, oeste y noroeste, específicamente en los municipios de Tonalá, Tlaquepaque, El Salto, Tlajomulco de Zúñiga y Zapopan. Aquí se localizan entre el 27.03 y el 100 por ciento de los hogares que no cuentan con dicho servicio.

3. Se observa que todas ellas son áreas de más reciente incorporación a la mancha urbana; además, esta situación involucra principalmente a los municipios cuya capacidad financiera, tanto de captación de recursos como de gasto, es menor.

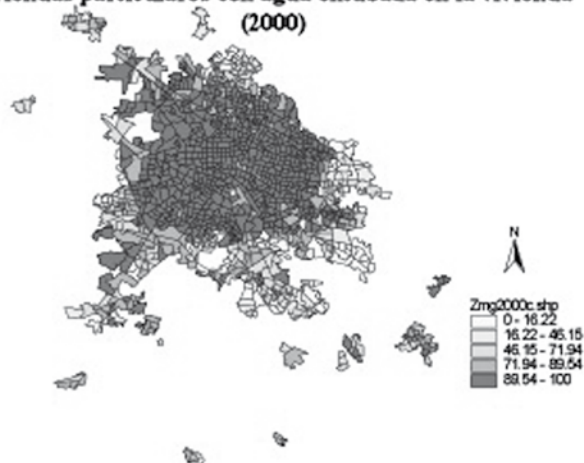
Tabla número 3. Características generales encontradas en Las zonas marginadas de la ZMG (2000).

Indicadores	Zonas marginadas
Número de pobladores	1'118,751
Número de alfabetas	478,670
Habitantes no nativos en la entidad	140,306
Población económicamente activa	354,449
Población ocupada como empleado y obrero	22,589
Población que percibe ingresos menores a un salario mínimo	24,542
Número de AGEBS	445

Fuente: elaboración propia a partir de los datos proporcionados por Venegas y Castañeda (2006:10-13)

¹³Metodológicamente estas cifras se obtuvieron al sumar el porcentaje de viviendas particulares que cuentan con agua entubada en la vivienda más el porcentaje de viviendas particulares que cuentan con agua entubada en el predio más el porcentaje de viviendas particulares que cuentan con agua entubada por acarreo. De esta manera se obtuvo el porcentaje total de viviendas particulares que cuentan con agua potable entubada en la zona metropolitana de Guadalajara durante el año 2000, con cifras del INEGI.

Mapa 4. Distribución espacial del porcentaje de viviendas particulares con agua entubada en la vivienda (2000)



Mapa 5. Distribución espacial del porcentaje de viviendas particulares con agua entubada en el predio (2000)



Mapa 6. Distribución espacial del porcentaje de viviendas particulares con agua entubada por acarreo (2000)



Fuente: elaboración propia a partir de información de INEGI, 2000

Mapa 7. Distribución espacial del porcentaje de viviendas particulares con agua entubada en la vivienda, el predio o por acarreo en la ZMG (2000)



Fuente: elaboración propia a partir de información de INEGI, 2000

personas se clasificaban como población económicamente activa (PEA), de las cuales 222 589 eran empleados u obreros. De éstos, aproximadamente 11 por ciento ganaba menos de un salario mínimo.

1. Como se analizará en el siguiente apartado, estas áreas se relacionan directamente con las zonas de mayor marginación urbana de la ciudad, lo cual hace pensar en un olvido sistemático temporal por parte de las autoridades cuya capacidad de gasto es altamente limitada.

DESIGUALDADES Y CONTRADICCIONES SOCIALES EN LA DISTRIBUCIÓN DEL AGUA POTABLE EN LA ZONA METROPOLITANA DE GUADALAJARA

4. Al analizar las cifras socioeconómicas de estas zonas se encuentran rasgos de pobreza considerables:

a. Para el año 2000, en la zona metropolitana de Guadalajara existían aproximadamente 1 118 751 personas en condiciones de pobreza elevada, en más de 400 áreas geoestadísticas básicas;

b. En materia educativa, encontramos casi medio millón de personas, mayores de 6 años, analfabetas.

c. De los habitantes de estas áreas, más de 140 mil no eran nativos de esta entidad.

d. Con relación al aspecto económico, más de 350 mil

Una vez identificadas las áreas con mayor desbaste de agua potable en la zona metropolitana de Guadalajara, en este apartado se muestra la relación que guardan éstas con la marginación social al interior de la mancha urbana. Para este caso, se considera el índice de marginación urbana por AGEBS, calculado por el Consejo Nacional de Población (CONAPO) para el año 2000. Este índice se define como “una medida resumen que permite diferenciar las Áreas Geoestadísticas Básicas (AGEBS) urbanas del país según el impacto global de las carencias que posee la población residente en las mismas”. Según el Consejo Nacional de Población, “tales medidas pueden ser sumamente

Mapa 8. Distribución espacial del porcentaje de viviendas particulares sin agua potable en la ZMG (2000)



útiles para el diseño y la puesta en práctica de políticas sociales, pues permiten diferenciar pequeñas unidades territoriales al interior de las localidades según la intensidad de las privaciones que padece su población, así como establecer órdenes de prioridad en los programas y proyectos orientados a mejorar la calidad de vida de la población en áreas urbanas y así fortalecer la justicia distributiva en el ámbito local y regional” (CONAPO, 2000).

Se entiende que la marginación es un fenómeno multifactorial, por lo cual, en su cálculo se toman en cuenta cinco dimensiones relacionadas con el acceso a la salud, educación, vivienda, ingresos monetarios; y las desigualdades de género; de las cuales es posible “identificar once formas de rezago, cuya intensidad espacial es medida como el por-

centaje de la población que no participa del disfrute de bienes y servicios esenciales para el desarrollo de sus capacidades básicas” (Ídem) . Conforme a los cálculos de esta dependencia gubernamental se identifican rangos que van de -1.893 a 11.015 para los grados de marginación medio a muy alto . Si georreferenciamos estos datos a través del empleo de sistemas de información geográfica (SIG) podemos agrupar esta información, de manera tal, que es posible establecer zonas de comportamiento de la variable utilizada, es decir, se pueden crear grupos de valores de un mismo tema, y observar cómo se distribuyen en el territorio.

El resultado de este proceso se muestra en el mapa número 9.

El análisis de esta información genera las siguientes conclusiones:

1) se encuentra que la mayoría urbana marginada en la ZMG, con grado medio a muy alto, para el año que se analiza, se localiza en los AGEBS ubicados alrededor o en la periferia de la ciudad.

2) Encontramos que todos los municipios que integran esta mancha urbana contienen en su territorio una buena cantidad de zonas marginadas. Sin embargo este fenómeno aumentado a medida que se avanza hacia la periferia,

Mapa 9. Distribución espacial de la marginación en la ZMG (2000)

Fuente: elaboración propia a partir de información del CONAPO, 2000

aunque se pueden observar algunos lunares que no cumplen con dicha característica, ya que suelen ser lugares amurallados, cercanos a población marginal pero aislados;

3) Asimismo, se localizan las áreas más consolidadas al poniente de la zona metropolitana, donde se presentan las mejores condiciones de vida de toda esta ciudad;

4) Puede concluirse que, conforme ha venido creciendo la ciudad de Guadalajara, se observan los problemas en regiones bien definidas, sobre todo en áreas de reciente urbanización, hacia la periferia de la mancha urbana, como al norte de Zapopan; al oriente, en el municipio de Tonalá;

al sur, en los municipios de Tlaquepaque, Tlajomulco de Zúñiga y El Salto; y, al poniente, en donde se encuentra la mayoría de los pobres.

5) Esta carencia o falta de acceso a la mayoría de los servicios públicos, en una parte importante de la ciudad, se conjuga con los niveles elevados de marginación, y plantea muy difícil el abatimiento de las desigualdades en la macrociudad.

Cuando hablábamos, en el apartado anterior, de la cantidad de viviendas particulares que disponían de agua entubada en su interior encontramos que solamente 75.34 por ciento de la totalidad de hogares en la ZMG disponían de este servicio. Sin embargo, la incomodidad de las personas se manifiesta si consideramos que aproximadamente 4.57 por ciento lo tiene en el mismo predio y 3.22 por ciento, por acarreo.

Por otra parte, 16.87 por ciento no contaba con una gota de agua de los servicios públicos municipales. La mayoría de estas personas, la obtienen a través de la compra de pipas, y en muchas ocasiones su transporte y almacenamiento no reúnen las condiciones higiénicas para considerarlos limpios. De esta manera, y conforme a los mismos datos, aproximadamente un cuarto de la población presenta problemas para abastecerse de agua potable, ya sea que no cuente con el líquido o que tenga que acarrearlo hasta su vivienda. La contraparte se encuentra en aquellas colonias o fraccionamientos que administran, incluso, su

propia dotación de agua potable y cuentan con el servicio las veinticuatro horas del día.

A través de la georreferenciación espacial, fue posible encontrar una correlación importante entre las zonas marginadas y las áreas que carecen de este servicio público. Dicha aseveración se muestra claramente en el mapa número 10. Para la integración de éste, en un primer momento, se seleccionaron únicamente los AGEBS cuya marginación abarca los grados medio hasta el muy alto. Luego, con relación al abastecimiento de agua potable se seleccionaron las áreas geoestadísticas básicas cuyo porcentaje de viviendas particulares habitadas y que no cuentan con el servicio es mayor a 21.3 por ciento. Al relacionar ambos

espacios utilizando sistemas de información geográfica, es posible describir las siguientes situaciones de importancia:

1. Con relación a las zonas sin agua potable se obtuvieron los siguientes datos estadísticos: existe un total de 249 AGEBS en la zona metropolitana de Guadalajara con esta deficiencia, que va de 21.30 a 100 por ciento. Podemos afirmar que durante el año 2000, en cada una de las áreas geoestadísticas básicas, con un desabasto medio hasta muy alto de agua potable, aproximadamente 76.09 por ciento de las viviendas particulares habitadas se encontraban en esta situación.

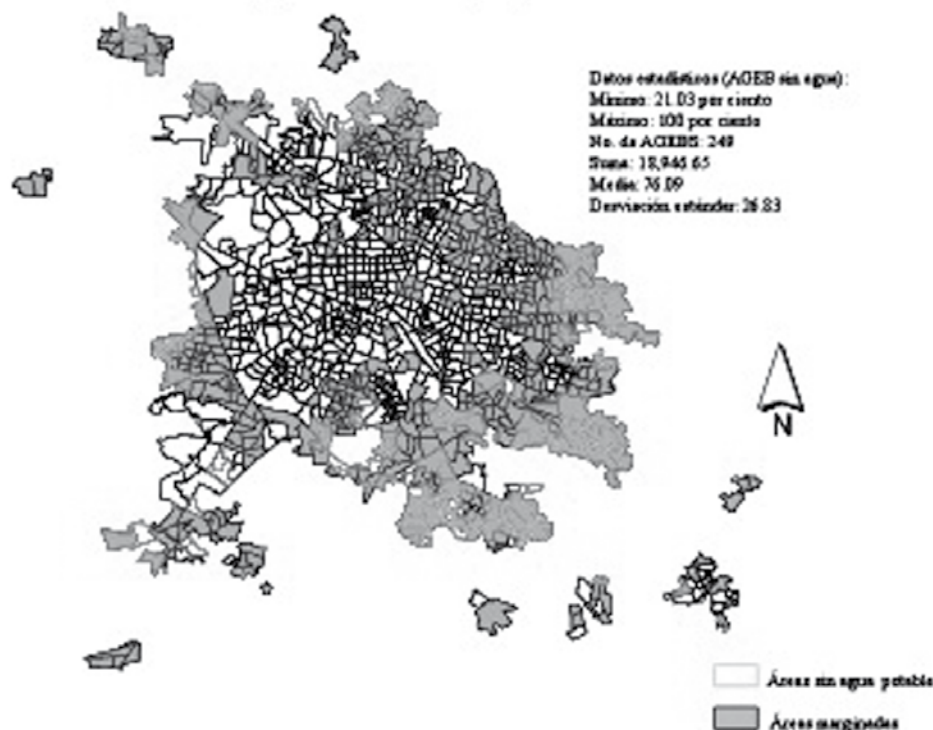
2. Asimismo, se definieron un total de 575 áreas geoestadísticas básicas con características de marginación media a muy alta, cuyos rangos oscilan entre -1.876820 y 5.8897. Cada AGEBS de este tipo, alcanza niveles promedios de marginación iguales a -0.09684;

3. Encontramos entre ambas regiones un coeficiente de determinación (R^2) igual a 0.25 y un error típico de 28.63 para los 1 264 AGEBS contemplados en el análisis.

CONCLUSIONES FINALES

Por medio del análisis realizado en este artículo, fue posible comprobar que a pesar de que la zona metropolitana de Guadalajara es la ciudad más grande y de mayor importancia, no solamente del estado de Jalisco, sino también del occidente del país, ello no garantiza que sus habitantes alcancen los niveles

Mapa 10. Relación entre las áreas marginadas y la zonas que no cuentan con el servicio de agua potable en la ZMG (2000)



Fuente: elaboración propia a partir de información de INEGI y Censap, 2000

de bienestar óptimos y que, además, los desequilibrios socioculturales y espaciales se minimicen hasta donde sea posible. Lamentablemente, la pobreza generalizada y la mala distribución del ingreso en la ciudad limitan el alcance de la participación política de los grupos sociales en la solución de esta problemática y tienden a centrar la acción política en el alivio inmediato y local de la pobreza a costa de una utilización de los recursos sostenibles a largo plazo. La realidad indica que el crecimiento de la ciudad, solamente está generando una cantidad importante de áreas cuya característica común se relaciona con los indicadores de la marginación, la carencia de infraestructura básica y de servicios públicos, que son fundamentales para la vida de las personas, como el del agua potable.

El caso de la distribución de este recurso natural renovable en la zona metropolitana de Guadalajara es confuso. En cuanto a las fuentes naturales que proporcionan el agua a la ciudad, se definen como insuficientes. Incluso el lago de Chapala, que constituye la fuente superficial más importante para la metrópoli, se encuentra en peligro de colapso. Asimismo, el recurso que se sustrae de los mantos freáticos del subsuelo se clasifica como agotado. No obstante, el problema se sigue planteando y enfrentando de una manera altamente tradicional, orientado a resolver el cuestionamiento de cómo abastecer una mayor cantidad de agua a la población de esta localidad. Con relación a ello, podemos mencionar el proyecto de la construcción de la presa de Arcediano, en la barranca localizada al norte de la mancha urbana actual, a pesar del alto costo y la mala calidad del agua. Sin embargo, surge una pregunta básica, ¿qué pasará en el futuro inmediato cuando las cantidades de agua que genere este embalse ya no satisfaga las necesidades de la población? Desde esta óptica, simplemente se localizarán otras fuentes temporales de abastecimiento en perjuicio de otras regiones.

De esta manera, el concepto de sustentabilidad se sigue tratando solamente en el discurso político y demagógico, o en el léxico de los académicos. Pero en la práctica, sigue siendo nulo. Como se mencionó en este artículo, el medio ambiente también debe ser considerado como usuario del recurso agua. Conforme a ello, es necesario fijar cantidades máximas de uso humano y de uso ambiental, de tal manera que el reparto sea más equitativo. Al respecto existe una barrera, que se traduce en la siguiente pregunta ¿en este caso quién responde por la naturaleza? Un asunto relacionado a este tema, es la calidad de agua que se regresa al medio ambiente. Aunque no fue asunto de este análisis, la zona metropolitana de Guadalajara usa, desperdicia, contamina, y después vierte sus desechos a las corrientes de agua superficiales, sin el cuidado suficiente y los tratamientos necesarios. Esto nos hace reflexionar sobre la pregunta de Martínez y Roca: ¿la ciudad es un parásito solamente...?

Al interior de la ciudad, el reparto del agua potable se realiza también inequitativamente. Es claramente visible, la falta de planeación, organización, dirección y control que justifique el desempeño de las autoridades locales. Hasta el momento, no se ha planteado seriamente un límite al crecimiento de la zona metropolitana de Guadalajara y el aprovechamiento de los recursos regionales; tradicionalmente, su territorio ha crecido de una manera anárquica, lo cual se traduce en más áreas pobres y con pocos servicios públicos. De esta manera, se observa que buena parte de las zonas marginadas carecen de agua potable, en gran medida por la falta de planificación, por la carencia de fuentes de abastecimiento, de recursos económicos de los ayuntamientos y, sobre todo, de ingresos de la propia población. Asimismo, a través de la identificación de las áreas más necesitadas y que no cuentan con el servicio de agua

potable, es posible plantear las zonas que deben considerar las agendas públicas municipales como prioritarias, de una manera urgente, alejados de cualquier intención política como tradicionalmente se lleva a la práctica.

BIBLIOGRAFÍA

- Brundtland, G.H. (1988). *Nuestro futuro común*, Alianza, Madrid.
- CONAPO, 2000 A. Anexo B. Metodología para la estimación del índice de marginación urbana. México.
- CONAPO, 2000 B. Concepto de marginación urbana. México.
- CONAPO, 2000 C. Descripción de la base de datos del índice de marginación urbana. México.
- Durán Juárez, Juan Manuel, 2002. Problemas de abastecimiento de agua y desarrollo urbano sustentable: el caso de la zona metropolitana de Guadalajara. En la Carta Económica Regional. Números 87 y 88. Universidad de Guadalajara. México.
- Frers, Cristian, 2007. Buscándole soluciones a la gestión del agua. En: <http://agua.ecoportal.net/content/view/full/66966>.
- Martínez Alier, Joan y Roca Jusmet, Jordi (2000). *Economía Ecológica y Política Ambiental*. Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA) y Fondo de Cultura Económica, México.
- Polése, Mario. 1998. *Economía urbana y regional*. LUR. Costa Rica.
- Rodríguez Bautista, Juan Jorge. 2006. *La nueva economía y sus efectos en la ciudad de Guadalajara. La última década del siglo XX*. Universidad de Guadalajara. México
- SCINSE, 2000.
- SEDESOL, CONAPO e INEGI, 2004.
- SEMARNAT, 2002. Ambiente urbano. En: http://app1.semarnat.gob.mx/dgeia/estadisticas_ambientales/compendio/05ambiente_urbano/zmg.shtml.
- Sistema Intermunicipal de agua potable y alcantarillado (SIAPA), 2007. *Todo un mundo de agua para ti*. En: www.siapa.gob.mx/CUA-DRIPTCICO.pdf
- Sommer, M., 2002. Agua: despilfarro, escasez y contaminación. En: <http://agua.ecoportal.net/content/view/full/20998>.
- Venegas Herrera, Carmen y Castañeda Huizar, Porfirio, 2005. Crecimiento urbano y las características socioeconómicas de la zona metropolitana de Guadalajara. En Carta Económica Regional. Número 94. Universidad de Guadalajara. México.
- Venegas Herrera, Carmen y Castañeda Huizar, Porfirio, 2006. Mapa de pobreza urbana en la ZMG y definición de las zonas marginadas para la aplicación de políticas públicas. En Carta Económica Regional. Número 96. Universidad de Guadalajara. México.

La estructura urbana, los usos de suelo y la cuenca: el río Atemajac en el primer lustro del siglo XXI

¹CARLOS RIOJAS

²ALFONSO ALARCÓN

INTRODUCCIÓN

Entre las principales funciones que el gobierno cumple para organizar y dirigir la convivencia en una sociedad está la de controlar los usos del suelo, de modo que se garantice, además de un ambiente sano, las posibilidades de contar con los servicios elementales y de evitar los roces y litigios entre los pobladores.³ Las herramientas con las que cuentan las autoridades para controlar el uso del suelo son jurídico administrativas, y se supone que, más que correctivas, están encaminadas a dirigir un determinado crecimiento de las poblaciones, es decir, definen con Leyes y Reglamentos, la proporción y el uso adecuado de los espacios y los elementos de que éste se compone. Los autores que modifican el uso del suelo *natural* son los ciudadanos, con obras privadas o los gobiernos, con obras públicas. Tanto unos como otros deben atenerse a las reglas que para este fin señala el Estado. Generalmente, los usos del suelo definidos en las localidades suelen ser los ejemplos más notorios para describir el poco respeto que se tiene al estado de derecho.⁴

¹Profesor Investigador del Departamento de Estudios Regionales de la Universidad de Guadalajara (criojas@cucea.udg.mx).

²Profesor Investigador del Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Occidente, Departamento de Estudios Sociales y Jurídicos.

³Héctor Alimonda, "Presentación", en Héctor Alimonda (comp.) Los Tormentos de la Materia: aportes para una ecología política, (Buenos Aires, Argentina, CLACSO, 2006): 5.

⁴Guillermo Deloya Cobián, El Estado de Derecho en México, (Puebla, México, UAP-Porrúa, 2007): 14.

⁵Hugo Rodríguez Uribe, Ideología y Política ambiental en el siglo XX, (México, D.F. Universidad Autónoma de la Ciudad de México, 2005): 18.

Un enfoque muy en boga para la toma de decisiones acerca del uso del suelo es la racionalidad (Rodríguez Uribe, 2005).⁵ Con este enfoque se mide muy bien el costo y el empleo de materiales adecuados en función del objetivo de un proyecto determinado. Lo que deja de considerarse con este enfoque es el contexto tanto físico y sobre todo humano del espacio ampliado donde se piensa realizar una obra pública. Otro enfoque contempla precisamente el análisis de las variables físico ambientales del espacio ampliado, y socio políticas y económicas de la población que se vería beneficiada o afectada con una determinada modificación del uso del suelo en el lugar de su residencia.

El presente trabajo intenta desarrollar lo relativo a las variables socioeconómicas de la cuenca del río Atemajac, en función de que, en dicho lugar, se ha presentado un proyecto de obra pública llamado Paseo incluyente del Río Atemajac, que consiste, básicamente, en tapar con una loza la parte sur del río, que comprende desde Plaza Patria hasta el Mercado de Atemajac, para convertirlo en un paseo para ciclistas y peatones. El proyecto incluye también la realización de dos parques acuáticos artificiales, al principio y al final de dicho paseo, con fines de negocio pues serían realizados con capital privado.

Conviene precisar, por último, que el polígono considerado en este estudio como la Cuenca del Río Atemajac, no coincide con lo que comúnmente y de acuerdo con la Comisión Estatal del Agua, se ha definido como la Cuenca

Atemajac, que es más grande y conforma una de las cuencas de la Zona Metropolitana de Guadalajara.

ESTRUCTURA URBANA

a) La zona metropolitana

A partir de la segunda mitad del siglo XX México experimentó un proceso de crecimiento urbano acelerado, caracterizado por la formación y consolidación de zonas metropolitanas. Lo anterior ha representado un desafío a lo largo del tiempo para los gobiernos municipales y estatales. Ante la necesidad de establecer mecanismos de cooperación y coordinación, los principales problemas han radicado en establecer adecuadas iniciativas de planeación, regulación de los usos de suelo y provisión de servicios

(agua potable, drenaje, alcantarillado, recolección de basura, seguridad, transporte, etc.). Asimismo destacan aspectos como el cuidado del medio ambiente y la conservación de los recursos naturales en general.

El estado de Jalisco, al igual que otras entidades como los estados de México, Veracruz, Puebla y el Distrito Federal, ha experimentado un crecimiento económico vinculado con una acelerada urbanización. De acuerdo con el II Censo de Población y Vivienda de 2005 del Instituto Nacional de Estadística, Geográfica e Informática de México (INEGI), en estas cinco entidades federativas se concentraba 40.7% de los habitantes del país. Jalisco se ubicó en el cuarto lugar con una población de 6 752 personas, lo que equivalía a 6.5% de la población nacional.

Este proceso de urbanización aun toma mayor importancia si se considera que tan sólo cinco zonas metropolitanas concentran 29.7% de todo México. Donde la Zona Metropolitana de Guadalajara (ZMG) se ha constituido como el segundo lugar con 4.1 millones de habitantes y una tasa de crecimiento poblacional de 2000 a 2005 de 1.8 en promedio anual (Mapa 2).

En este estudio se considera a la ZMG como la conformación de 37 localidades de ocho municipios, a saber: una localidad del municipio de Guadalajara, una de Juanacatlán, dos de Ixtlahuacán de los Membrillos, dos de Tlaquepaque, tres de To-

Mapa 1
Entidades Federativas más pobladas en 2005



Mapa 2



b) Ámbito Municipal

Resulta importante iniciar con una breve descripción histórica, para destacar la importancia, en la vida de la ZMG, del río Atemajac, ubicado en el valle del mismo nombre .

El centro occidente de México posee características históricas lo distinguen de otros antiguos dominios españoles en América, concre-

nalá, seis de El Salto, ocho de Zapopan y 14 de Tlajomulco de Zúñiga . En total suman 1 276 áreas geo-estadísticas básicas (Ageb). El municipio con mayor número de AGEBS en el área de estudio es Guadalajara, con un total de 437, cantidad que representa 34% del universo. Lo anterior obedece a que prácticamente todo el municipio es parte de la ZMG, seguido por Zapopan, con 360 AGEBS, equivalente a 28% del total.

En 2005 en la ZMG habitaban 3 623 841 personas, de las cuales 45% radicaban en el municipio de Guadalajara, 27% en las localidades de Zapopan, 13% en las de Tlaquepaque, 9% en las de Tonalá, y el restante 5.5% en las localidades de Tlajomulco de Zúñiga, El Salto, Juanacatlán e Ixtlahuacán de los Membrillos (Cuadro 1 y Gráfica 1).

tamente de la Nueva España. Oficialmente, la ciudad de Guadalajara fue fundada el 14 de febrero de 1542 por Juan de Oñate, después del recorrido que hizo Nuño Beltrán de Guzmán por el occidente. Una arraigada tradición en el imaginario de los habitantes de Guadalajara relaciona estrechamente la fundación de la ciudad y la consolidación del Valle de Atemajac . Las peculiaridades de este espacio facilitaron el desempeño de la vida cotidiana, tanto material como inmaterial. El recurso agua se tornó crucial no solamente en los inicios de la vida urbana sino también a lo largo del tiempo . Además, la cuenca estaba destinada a moldear la identidad tapatía.

El Valle de Atemajac es un ejemplo de la influencia de la geografía en general y de las cuencas hidrográficas en

Cuadro 1

Municipios, localidades y agebos que conforman la Zona Metropolitana de Guadalajara				
Nombre de Municipio	Nom. de localidades por municipio	Nom. de agebos por municipio	Nombre de localidad	Nom. de agebos por localidad
Guadalajara	1	437	Guadalajara	437
Ixtahuacán de los Membrillos	3	14	Ixtahuacán de los Membrillos	6
			Atequiza	8
Juanacatlán	1	12	Juanacatlán	12
Tlaquepaque	2	161	Tlaquepaque	154
			Santa Ana	7
Tonalá	3	131	Tonalá	118
			Cosala	8
			Puerta Grande	7
Zapopan	8	286	Zapopan	208
			Nuevo México	19
			San Sebastián	2
			Tecolotlán	18
			La Verda del Apolero	2
			RAMSA	2
			Valle Real	4
			Ciudad Guzmán	5
El Salto	6	80	El Salto	16
			Las Pintas	11
			Las Pintas	18
			San José del Castillo	10
			San José el Verde	5
			El Quince	14
Tlajomulco de Zacoiga	14	81	Tlajomulco de Zacoiga	12
			Capatzen	5
			San Miguel Guaymas	9
			Los Gavilanes	1
			San Agustín	14
			San Sebastián el Grande	10
			Santa Cruz de las Flores	5
			Santa Cruz del Valle	9
			Zapala del Valle	2
			Ciudad de San Santa Ana	1
			La Alameda	3
			Pacimar	3
			La Tierra	6
			Jardines de San Sebastián	1
Totales	37	1,276		1,276

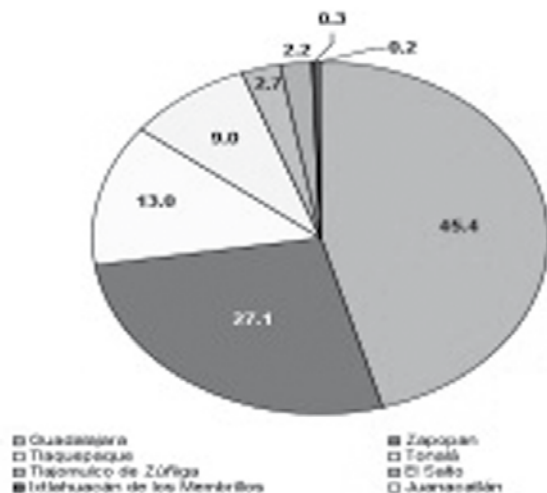
Fuente: Elaborado por el Programa de Georreferenciación de Información Socioeconómica para el Desarrollo (PROGISDE) de la Universidad de Guadalajara, con base en datos del Sistema para la Consulta de Información Censal (SCINCE2000) del INEGI y datos de la Delimitación de las Zonas Metropolitanas de México de SEDESOL, CONAPO e INEGI 2004.

particular, en el devenir histórico de las ciudades, en este caso Guadalajara . El hecho se manifestó desde el siglo XVI: Nuño de Guzmán entró por la zona norte del río Lerma-Santiago y tomó este caudal como referencia principal en su incursión. De esta manera consideró apto el Valle de Atemajac para fortalecer la vida urbana de una de las ciudades más importantes del reino de Indias. La afluencia del río Atemajac intervino en su decisión. Todo lo anterior transcurrió en los primeros meses de 1530 .

Los territorios conquistados fueron conocidos como la Nueva Galicia, cuya referencia geohistórica esencial ha sido el Valle de Atemajac, en cuyo seno corría el río homónimo . En 1560, partir de la fundación de Guadalajara, se inició una paulatina y sinuosa ascensión de la ciudad como capital de la Nueva Galicia. Desde su nacimiento, Guadalajara y el Valle de Atemajac se destacaron como lugares hegemónicos, en el occidente, del futuro México .

Gráfica 1

PORCENTAJE DE POBLACIÓN DE LAS LOCALIDADES QUE CONFORMAN LA ZONA METROPOLITANA DE GUADALAJARA CON RESPECTO AL TOTAL METROPOLITANO, 2000



Fuente: Elaborado por el PROGISDE de la Universidad de Guadalajara, con base en datos del SCINCE2000 del INEGI y datos de la Delimitación de las Zonas Metropolitanas de México de SEDESOL, CONAPO e INEGI 2004.

Una particularidad en el funcionamiento administrativo de la Nueva Galicia fue su casi autonomía con respecto a las autoridades de la Nueva España. Formalmente, sólo dependía en lo militar de esta última. En un principio, la capital de la Nueva Galicia fue Compostela, pero debido a problemas de entendimiento entre sus Oidores y al decrecimiento demográfico, las autoridades reales intervinieron para reconsiderar una nueva ubicación de la capital, donde probablemente contemplaron la capacidad institucional para gestionar y explotar los recursos naturales, entre ellos el agua. En 1550, el obispo de Nueva Galicia se mudó a Guadalajara. De acuerdo con la Cédula Real, procedente de Toledo, fechada el 10 de mayo de 1560, la Audiencia y la Caja Real se trasladaron también de Compostela a Guadalajara. Doce años después, la Audiencia de

Guadalajara quedaba definitivamente integrada como capital del reino, con sus respectivas autoridades coloniales y una abundancia relativa de recursos hídricos. Durante la Colonia, Guadalajara funcionó como sede de una de las once audiencias de Indias. En 1708 fue capitanía general; bajo el nuevo esquema de administración, de 1786, una de las doce intendencias del reino de la Nueva España residió en la misma ciudad, la cual estaba unida a la presidencia de la Audiencia.

Conforme transcurrió el tiempo Guadalajara y el Valle de Atemajac ampliaron sus alrededores, al influjo de la ciudad y de la mencionada cuenca. Su importancia se incrementó gracias a su consolidación como centro urbano, jurídico, político y militar. Fue una de las cinco intendencias más pobladas de la Nueva España (las otras cuatro eran: México, Guanajuato, Puebla y Valladolid). Podemos considerar el siglo XIX como un periodo crucial para el Valle de Atemajac: se consolidó como un área estratégica para el devenir urbano de Guadalajara y para las relaciones territoriales que marcaron el occidente mexicano.

Por lo que respecta a los factores económicos, durante el siglo XIX existieron en Jalisco distintos tipos de unidades productivas dedicadas a la transformación de las materias primas. Una de ellas fue la fábrica. En el Valle de Atemajac, concretamente en las inmediaciones del río Atemajac, se presentaron una serie de características socioeconómicas y territoriales que permitieron el desenvolvimiento de unidades productivas relativamente avanzadas en aquella época, como fue el caso de las fábricas. La mayoría de ellas, producto del primer intento de industrialización en México, llevado a cabo entre 1838 y 1845, buscaron instalarse cerca del río Atemajac. No obstante que el fenómeno en Jalisco se dio bajo condiciones particulares, se incluye en un proceso con alcances nacionales,

Cuadro 2

POBLACIÓN DEL ESTADO DE JALISCO Y LOS MUNICIPIOS QUE CONFORMAN LA ZONAS METROPOLITANA DE GUADALAJARA, 2000 Y 2005				
Estado/Municipio	Población			
	2000		2005	
	Absolutos	% con respecto al Estado	Absolutos	% con respecto al Estado
Jalisco	6,322,002	100%	6,752,113	100%
Guadalajara	1,646,319	26%	1,600,940	24%
Zapopan	1,001,021	16%	1,155,790	17%
Tlaquepaque	474,178	8%	563,006	8%
Tonalá	337,149	5%	408,729	6%
Tijomulco de Zúñiga	123,619	2%	220,630	3%
El Salto	83,453	1%	111,436	2%
Ixtlahuacán de los Membrillos	21,605	0.3%	23,420	0.3%
Juanacatlán	11,792	0.2%	11,902	0.2%

Fuente: Elaborado por el Programa de Georreferenciación de Información Socioeconómica para el Desarrollo (PROGISDE) de la Universidad de Guadalajara, con base en datos del Anuario Estadístico del Estado de Jalisco, Edición 2002 y del II Censo de Población y Vivienda, 2005 INEGI.

El Batán, ubicado en las orillas del río Atemajac, en fábrica de papel. A finales del siglo XIX, en las inmediaciones de la cuenca, también había un sinnúmero de pequeñas unidades de producción de las más variadas actividades, así como proyectos de instalación de nuevas fábricas . Todos estos centros productivos estaban ubicados en un contexto con profundas tradiciones agrícolas. En aquel entonces el Valle de Atemajac abrazaba tanto las actividades de las actuales municipalidades de Zapopan y Guadalajara.

que fue en un principio impulsado por el gobierno central. Los problemas políticomilitares de la segunda mitad del siglo XIX afectaron el desempeño económico.

En el siglo XIX, en Jalisco se registraron las siguientes fábricas textiles: en el cantón de Tepic, La Jauja (1838), perteneciente a la Casa Comercial Barron & Forbes; y Bellavista, de Juan Antonio Aguirre . Mientras que en el Valle de Atemajac estaban La Prosperidad Jalisciense o Atemajac, de Don José Palomar, cuya instalación se realizó en 1841; La Escoba se fundó en 1844, por Sotero Prieto, Manuel Olasagarre, Manuel Escandon, Francisco Vallejo, Julio Moifsard y Guillermo Davis . Después, en 1852, otra vez Manuel Olasagarre y Sotero Prieto, ahora con Daniel Loweree y Vicente Ortigosa, establecieron cerca de su otra fábrica, La Experiencia . Posteriormente, la aparición de fábricas en esta cuenca fue irregular: en 1866, los hermanos Loweree instalaron Río Blanco. Fuera del sector textil, el mismo José Palomar transformó el molino de

En las empresas del Valle de Atemajac predominó la organización de tipo familiar, aunque también era factible encontrar otra estructura organizativa . El fenómeno tomó mayor importancia en el transcurso del siglo XIX, cuando los hermanos Fernández del Valle eran prácticamente dueños de casi todas las fábricas textiles en el Valle de Atemajac . Los vínculos familiares al interior de las empresas se debilitaron cuando apareció, en 1899, la Compañía Industrial de Guadalajara Sociedad Anónima , la cual rompió con los rasgos explícitos de una estructura familiar en las fábricas instaladas en las inmediaciones del río Atemajac; además, dio lugar a una nueva época en el proceso de industrialización en la entidad, que coincidió con el arribo del siglo XX. A partir de entonces el fenómeno tomó características más dinámicas y complejas en cuanto a su organización productiva se refiere.

La fundación de la Compañía Industrial de Guadalajara, Sociedad Anónima (1899), cuyos establecimientos

Figura 1



industriales seguían enclavados en el corazón del Valle de Atemajac, se dio en torno al río del mismo nombre. Los antiguos dueños, los Fernández del Valle, se percataron de la problemática por la que atravesaba Jalisco y del imperativo por transformar la organización interna de las empresas. De tal forma que la cuenca nuevamente se transformó para consolidarse durante el siglo XX como uno de los bastiones clave de actividad económica e identidad ciudadana en las tareas urbanas de Guadalajara. La función que jugarían los elementos económicos, sociales y culturales en dicha cuenca sufrieron un cambio trascendente a finales del siglo XX, ante la crisis estructural y la decaden-

cia de las actividades tradicionales, lo que dio como resultado la etapa más crítica en cuanto a su importancia como centro histórico, con todas las características tangibles e intangibles que ello implica en el Valle de Atemajac. Precisamente, a partir de este fenómeno se originó uno de los principales desafíos para las autoridades de los municipios de Guadalajara y Zapopan, quienes han mostrado un interés intermitente por rescatar el Valle de Atemajac como un centro patrimonial imprescindible para el imaginario de los habitantes de la ZMG.

Con el crecimiento urbano de la ZMG durante el siglo XX, el río Atemajac quedó ubicado en el nor-

te de la ciudad, entre los dos municipios más importantes: Guadalajara y Zapopan. La importancia de estos municipios no es solamente metropolitana sino también estatal. El municipio de Guadalajara concentró en 2000 26% de la población total de Jalisco y en 2005 la misma cifra fue de 24%. En tanto que Zapopan aumentó el número de habitantes de 16 a 17% entre 2000 y 2005, con respecto al estado. Esto se debe en gran medida al crecimiento inmobiliario que se ha presentado en este último municipio.

En el área estudio seleccionada para hacer referencia al río Atemajac se asientan 27 497 habitantes del municipio de Guadalajara, lo que equivale a 23% de la población del

Cuadro 3. Datos de población de 1990 para los Ageb´s del área Río Atemajac

Ageb's	Municipio	Población Total	Viviendas Totales	Viviendas Habi- tadas	Promedio de ocupantes/ Vivienda
003-0	Guadalajara	2776	717	716	3.8
004-5	Guadalajara	6296	1573	1573	4
407-1	Guadalajara	2736	619	619	4.4
224-2	Zapopan	3927	1016	1016	3.9
309-6	Zapopan	2776	650	650	4.3
308-1	Zapopan	2712	641	641	4.2
035-4	Zapopan	5759	1124	1124	5.1
036-9	Zapopan	5623	1131	1131	5
Total		32605	7471	7470	4.3

Fuente: Elaborado por Programa de Georreferenciación de Información Socioeconómica para el Desarrollo (PROGISDE) de la Universidad de Guadalajara, con base en datos del Sistema para la Consulta de Información Censal (SCINCE1995) del INEGI.

Cuadro 4. Datos de población de 1995 para Ageb´s del área Río Atemajac

Ageb's	Municipio	Población Total	Viviendas Totales	Viviendas Habi- tadas	Promedio de Ocupantes/ Vivienda
003-0	Guadalajara	2744	750	743	3.6
004-5	Guadalajara	6211	1648	1642	3.8
407-1	Guadalajara	2704	676	672	4
224-2	Zapopan	3835	1047	1047	3.7
309-6	Zapopan	2553	630	627	4.1
308-1	Zapopan	2498	614	613	4.1
035-4	Zapopan	5675	1177	1176	4.8
036-9	Zapopan	5821	1200	1190	4.9
Total		32041	7742	7710	4.1

Fuente: Elaborado por el PROGISDE de la Universidad de Guadalajara, con base en datos del Sistema para la Consulta de Información Censal (SCINCE1995) del INEGI.

Cuadro 5. Datos de población de 2000 para Ageb's del área Río Atemajac

Ageb's	Municipio	Población Total	Viviendas Totales	Viviendas Habi- tadas	Promedio de Ocupantes/ Vivienda
003-0	Guadalajara	2904	854	844	3.36
477-7	Guadalajara	3365	965	957	3.46
407-1	Guadalajara	2609	669	666	3.9
224-2	Zapopan	3988	1171	1166	3.4
309-6	Zapopan	3491	946	934	3.67
308-1	Zapopan	2465	636	635	3.88
035-4	Zapopan	5800	1282	1274	4.53
036-9	Zapopan	5534	1181	1171	4.69
Total		30156	7704	7647	3.9

Fuente: Elaborado por PROGISDE de la Universidad de Guadalajara, con base en datos del Sistema para la Consulta de Información Censal (SCINCE2000) del INEGI.

área y 30% de las manzanas, es decir, 75 manzanas; en el municipio de Zapopan se localizan 21 278 habitantes, 77% la población, y 70% de las manzanas, cuyo total es 171. El área abarca una extensión de aproximadamente 235.25 hectáreas con una densidad poblacional de 117 habitantes por km². Según la división por Ageb del 2000, esta cuenca comprende ocho AGEBS; pero en el caso de uno de ellos no lo cubre por completo. Sin embargo, según la información que proporciona INEGI, las AGEBS no se pueden fragmentar. A lo largo del documento, los datos que hagan alusión al área de estudio por AGEBS, describirán el total de esos ocho AGEBS y no sólo las partes que cubre el área de estudio.

c) Ámbito Distrital

En cuanto al ámbito distrital, el área de estudio del río Atemajac comprende los distritos urbanos siguientes: por parte del municipio de Guadalajara, el área se localiza en

Mapa 3



el distrito urbano Guadalajara 2, denominado Minerva, en el subdistrito 11. En lo que toca al municipio de Zapopan, se sitúa en el distrito Zapopan 1, denominado Zapopan Centro Urbano, en los subdistritos 8, 9, 10 y 11. Entre los rasgos más importantes del área se encuentra el asentamiento histórico del Valle de Atemajac, de acuerdo con lo expuesto en párrafos anteriores.

De los 27 497 habitantes mencionados, 47% son hombres y 53%, mujeres. Para el análisis de la dinámica poblacional fue necesario realizar una revisión de la división de Ageb desarrollada por INEGI para tres periodos disponibles: 1990, 1995 y 2000. En el área de estudio ha descendido la cantidad de habitantes de 32 605 habitantes en 1990 a 30 156 en el año 2000: esto significa un decremento de 7.5% en una década, fenómeno sobresaliente dada la trayectoria de crecimiento urbano de la ZMG. Para las viviendas la situación es diferente: se pasó de 7 471 en 1990 a 7 704, en 2000. El incremento de viviendas representa 3.1%.

La diferencia entre la disminución de población y el aumento de viviendas puede ser explicada por la caída sistemática en los promedios de ocupantes por vivienda que presenta el área, debido a una posible transferencia de uso de suelo habitacional a comercial y de servicios, además de la reconversión de algunas áreas habitacionales que mediante la aplicación de planes parciales modificatorios pasaron de usos habitacionales de baja densidad a usos de alta densidad por la construcción de desarrollos habitacionales del tipo multifamiliar.

LOS USOS DE SUELO

El área del río Atemajac se presenta como una zona básicamente habitacional, dotada de comercios, servicios y equipamiento urbano, así como de espacios verdes. Los

Mapa 4

ESPACIOS VERDES DEL PROYECTO RIO ATEMAJAC.



Mapa 5

COMERCIOS Y SERVICIOS DEL PROYECTO RIO ATEMAJAC.



Mapa 6



Mapa 7



usos habitacionales son principalmente del tipo H3 (densidad media) y H4 (densidad alta). Como se aprecia en el Mapa 3, la mayor parte del área de estudio está dominada por el uso habitacional, fundamentalmente H3 hacia el suroeste y H4 hacia el noreste. La dotación de espacios verdes para el esparcimiento se encuentra entreverada con áreas habitacionales; la mayoría de ellos corresponde a pequeños jardines vecinales aledaños a las grandes zonas habitacionales, donde sobresale un parque temático al suroeste y un centro deportivo al sureste (Mapa 4).

En cuanto a las zonas comerciales y de servicios existen varios corredores, centros barriales y un importante espacio de comercio localizado precisamente en el centro este. Al apreciar en su conjunto esta área se observa que se encuentra en las principales avenidas, como Federalismo Norte, Zoquipan, Patria, y Enrique Díaz de León. Destacan un mercado y un almacén (donde antiguamente se encontraba la Fábrica Atemajac) como comercio central

Mapa 8



Mapa 9



Mapa 10



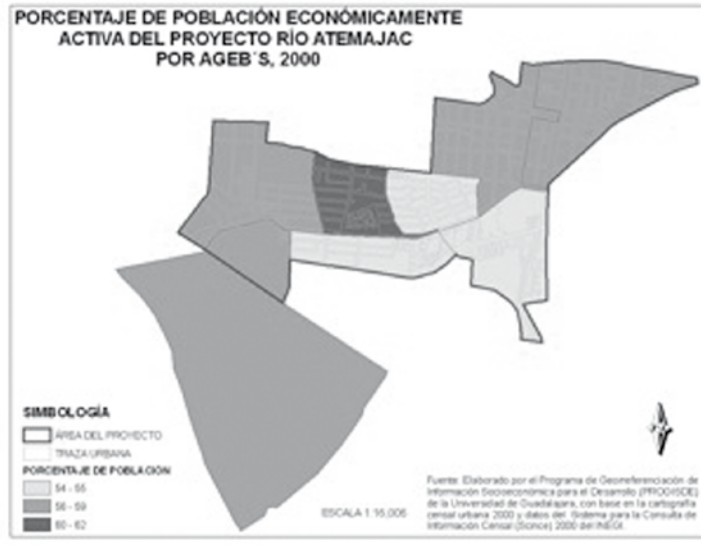
Mapa 11



que abastece al subdistrito. Además, existe otro más, de reciente incorporación, situado al suroeste. Lo anterior significa que ha prevalecido la vocación histórica en cuanto a la manifestación de actividades económicas en la cuenca del río Atemajac. Las avenidas se encuentran dominadas por franjas de comercios y servicios, tanto de carácter vecinal como barrial, que distribuyen sus bienes a las zonas habitacionales inmediatas. Los usos mixtos se establecen al sureste, rodean al centro comercial, lo que probablemente evolucione en un futuro cercano a zonas de comercio y servicios (Mapa 5).

El equipamiento urbano que se encuentra en el río Atemajac es principalmente para la atención del subdistrito; sin embargo, se presentan también dos zonas con una mayor cobertura: una de equipamiento central y otra regional. La primera se localiza donde se encontraba la Fábrica Atemajac, la cual está protegida como patrimonio

Mapa 12



Mapa 13

COLECTORES OPERADOS POR SIAPA EN EL AREA DEL PROYECTO RÍO ATEMAJAC



histórico, mientras que la segunda corresponde al Hospital de Zoquipan, que atiende pacientes de Jalisco y otros estados de la República. Las demás zonas marcadas como equipamiento distrital, barrial y vecinal, corresponden a escuelas, tomas de agua, módulos de vigilancia etc. (Mapa 6).

Como se ha mencionado, en la cuenca se encuentra uno de los asentamientos humanos más antiguos de la ciudad; sin embargo, aún quedan algunas reservas territoriales, que por encontrarse dentro de la mancha urbana se clasifican como reservas de corto plazo (RTCP). Aunque las reservas son pocas, éstas se ubican en puntos estratégicos debido a que están en avenidas y alrededor de las áreas de comercio central, lo que probablemente ha repercutido en el incremento de su valor comercial y se dificulte su utilización (Mapa 7).

Mapa 14



Mapa 15a



LA INFRAESTRUCTURA URBANA PARA EL SUMINISTRO Y SANEAMIENTO DE AGUA

La información proporcionada por el Sistema Intermunicipal de Agua Potable y Alcantarillado (SIAPA) muestra que la red de alimentación de agua potable, el sistema de válvulas y la presencia de tapas ciegas, es consistente en la mayor parte del área del río Atemajac. Sin embargo se aprecia un vacío en la parte noreste (Mapa 8).

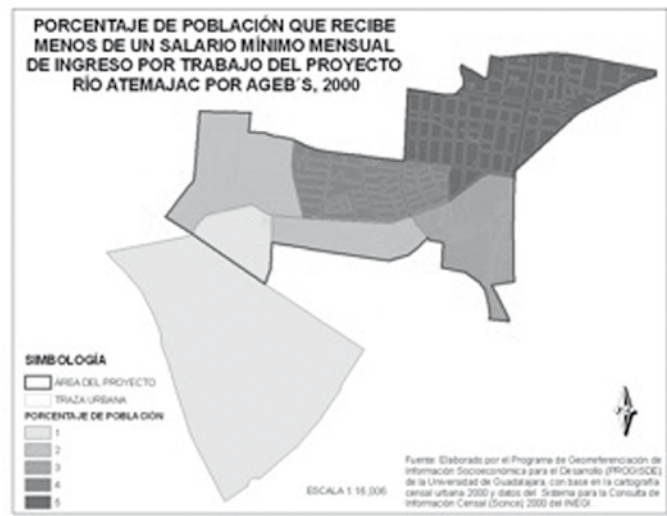
En cuanto a las líneas de alimentación de agua potable, la cobertura es similar a la de válvulas. La sección centro y suroeste, donde las líneas son las más recientes, es la de mayor cobertura (Mapa 9).

Cuadro 6. Datos de manufacturas comercio y servicios en 1999 para Ageb's del Río Atemajac

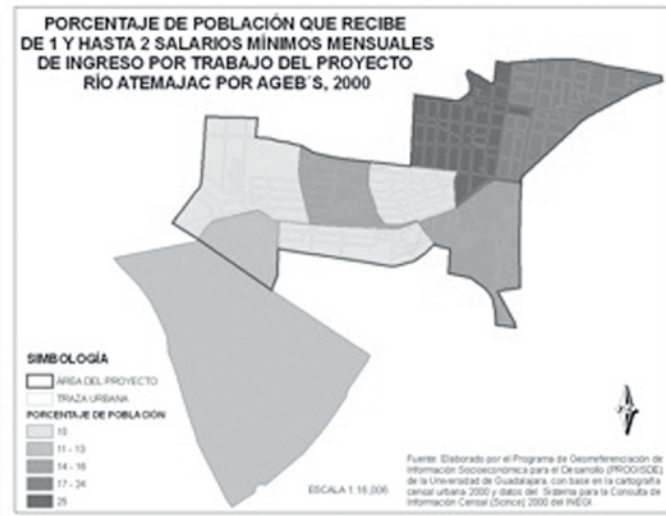
Número de ageb's	Total de unidades económicas	Total de personal ocupado	Total de unidades económicas micro	Total de personal ocupado en establecimientos micro	Total de unidades económicas pequeñas	Total de personal ocupado en establecimientos pequeños	Total de unidades económicas medianas y grandes	Total de personal ocupado en establecimientos medianos y grandes
141200001224-2	102	1546	92	264	9	308	1	974
141200001036-9	308	776	300	585	8	191	0	0
141200001035-4	242	875	234	625	8	250	0	0
141200001308-1	48	108	48	108	0	0	0	0
141200001309-6	59	158	57	125	2	33	0	0
140390001003-0	169	2219	141	660	25	899	3	660
140390001477-7	42	175	40	106	2	69	0	0
140390001407-1	139	865	131	370	6	200	2	295
Total	1109	6722	1043	2843	60	1950	6	1929

Fuente: PROGISDE, Universidad de Guadalajara, con base en los resultados definitivos de los Censos Económicos 1999 del INEGI.

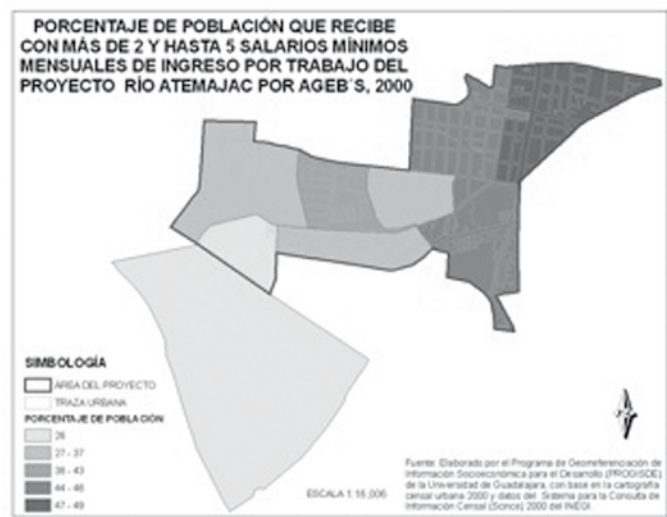
Mapa 15b



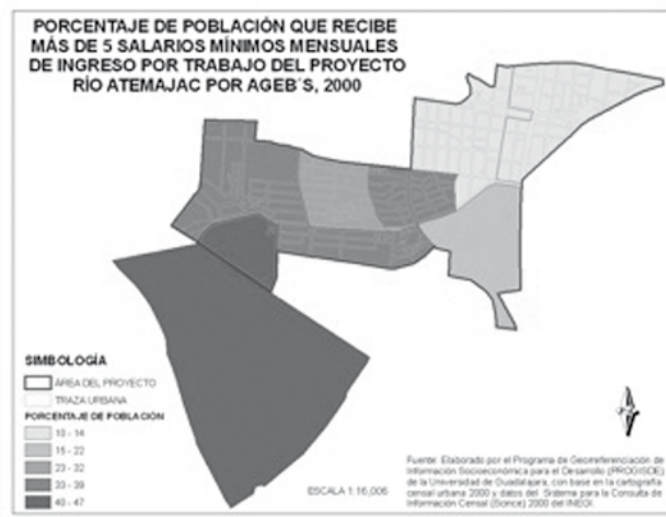
Mapa 16



Mapa 17

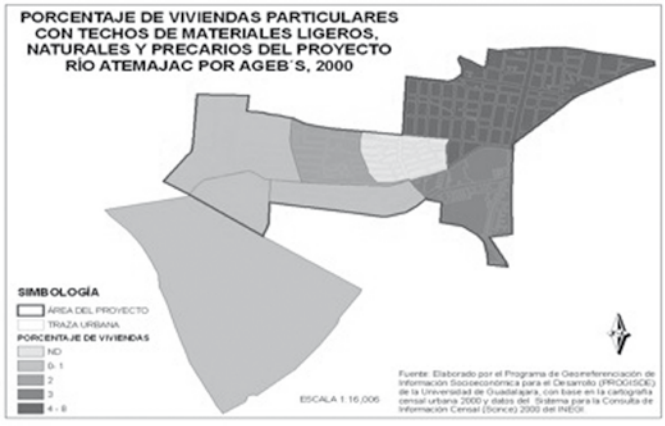


Mapa 18

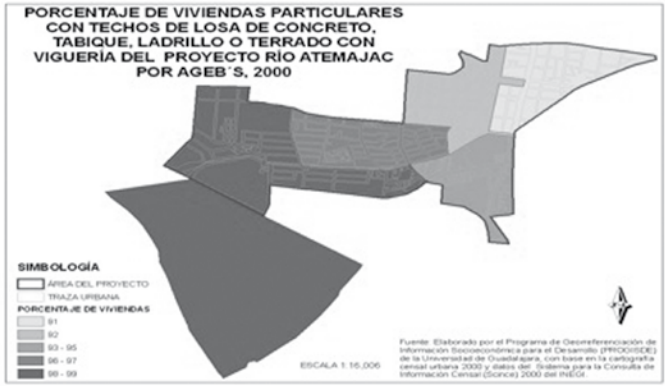


Las tapas ciegas se encuentran principalmente en las avenidas y probablemente estén incorporadas a la red de colectores existente en la cuenca (Mapa 10). Los colectores que atraviesan el área corren principalmente por la Avenida Patria y desembocan en el Mercado de Atemajac (Mapa 11).

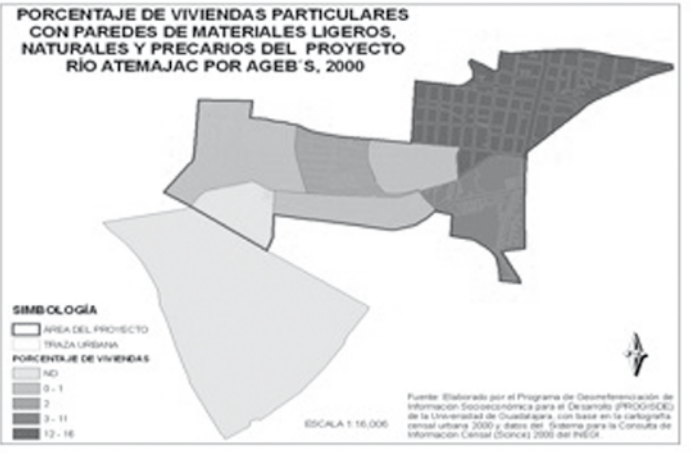
Mapa 19



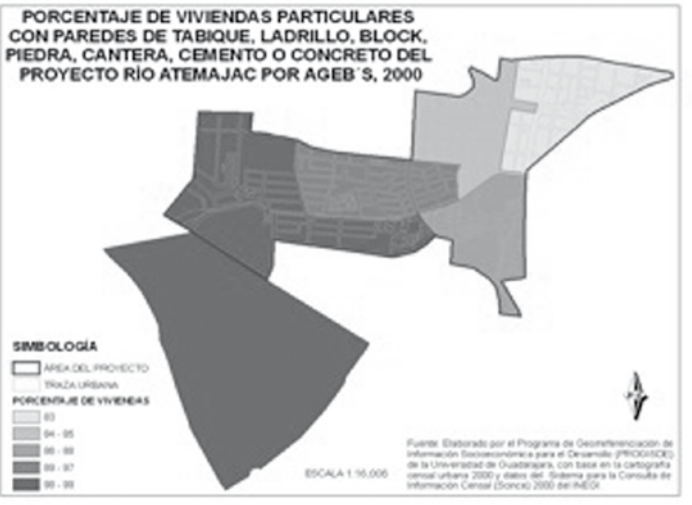
Mapa 20



Mapa 21



Mapa 22

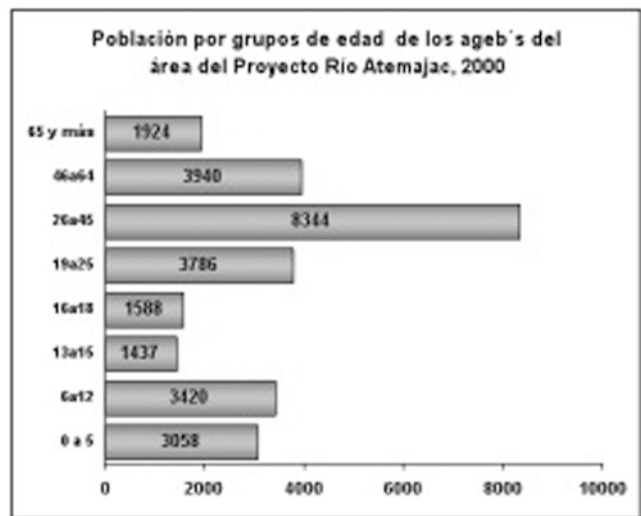


LOS INDICADORES ECONÓMICOS

a) Población Económicamente Activa e Inactiva

De acuerdo con lo expuesto en la sección de los usos de suelo, el río Atemajac está orientado en su mayor parte al uso habitacional. Sin embargo, la actividad económica

Gráfica 2



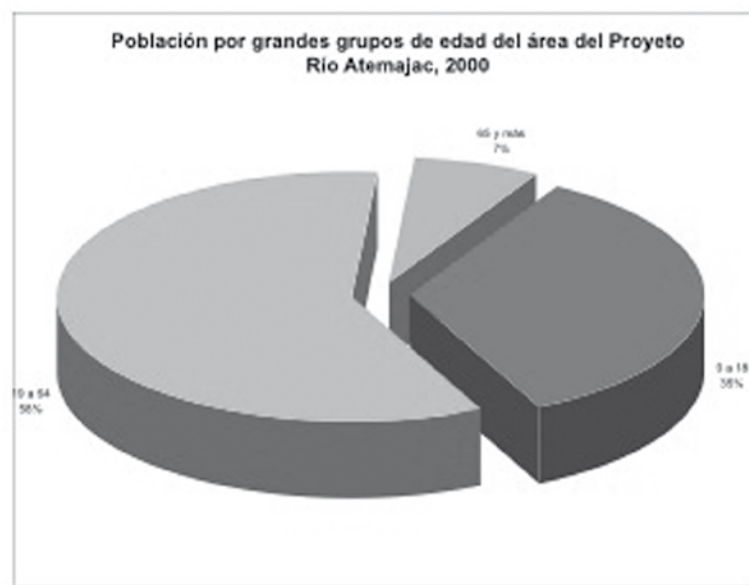
Fuente: Elaborado por el PROGISDE de la Universidad de Guadalajara, con base en datos del Sistema para la Consulta de Información Censal (SCINCE2000) del INEGI.

presente en la zona reviste especial importancia debido a los negocios de comercio central. La población económicamente activa en 2000 fue de 13 400 personas, lo que representó 57% del total (Mapa 12). Mientras que la población económicamente inactiva sumó 9 948 personas y representó 43% del total poblacional (Mapa 13).

b) Población Ocupada por Sector

La población ocupada asciende a 13 311 habitantes, dado que es un área totalmente urbanizada. Sus moradores se reparten de manera mayoritaria entre industria y servicios; es decir, 21% corresponden a industria y 74% a servicios; el resto (5%) se reparte entre empleados, jornaleros y trabajadores por cuenta propia (Mapas 14 y 15).

Gráfica 3



Fuente: PROGISDE con base en datos XII Censo General de Población y Vivienda, 2000 INEGI.

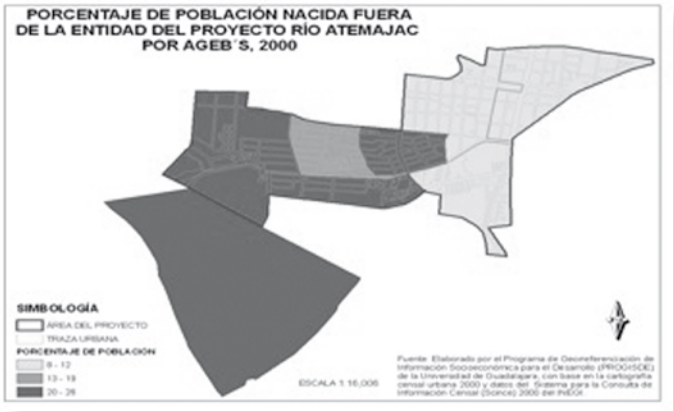
c) Actividad Económica

De la actividad económica sólo contamos con los resultados definitivos de los Censos Económicos de 1999. En el Cuadro 6 se aprecia la distribución de actividades económicas, la cual muestra que existe un total de 1 109 unidades productivas; 94% son micro, 5% pequeñas y 1% se dividen entre medianas y grandes. En lo referente al personal ocupado son 6 722 individuos, de los cuales 42% están en establecimientos micro, 29% en pequeños y los otros 29%, en medianos y grandes.

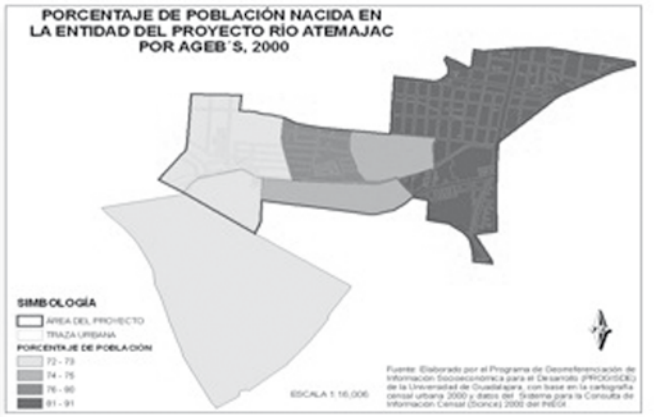
d) Nivel de Ingresos por salarios

El nivel de ingresos de la zona se estratifica de manera similar a lo observado en el rubro de habitacionales, es

Mapa 23



Mapa 24



Mapa 25



Mapa 26

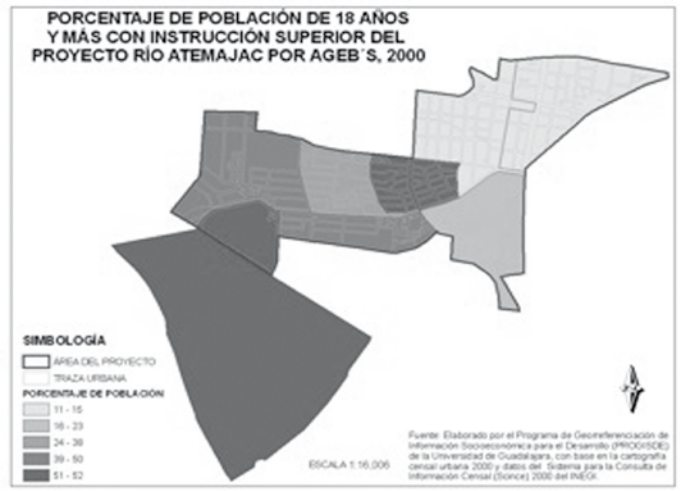


decir, es superior el nivel de ingresos en donde el uso habitacional es menos denso, e inferior donde el uso es más denso (Mapas 15 a y b, 16, 17 y 18).

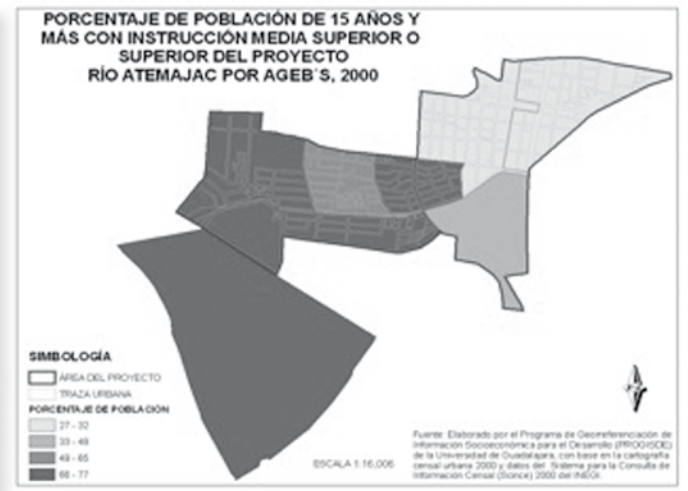
e) Características de la vivienda

De acuerdo a la información captada en el Censo de Población y Vivienda de 2000, el área del río Atemajac cuenta con un total de 7 704 viviendas, de las cuales, 246 tienen techos con materiales ligeros o precarios, lo que significa

Mapa 27



Mapa 28

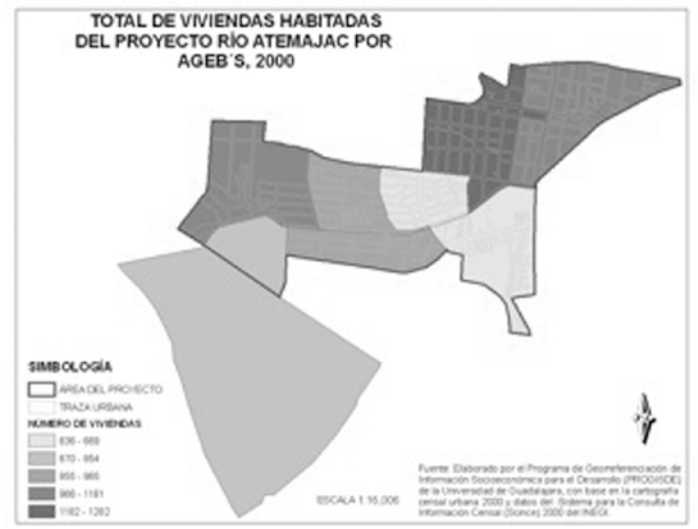


3.2%; 485 presentan paredes de materiales ligeros o precarios, las cuales representan 6.3% del total (Mapas 19, 20, 21 y 22).

f) Estructura poblacional (de AGEBS y manzanas)

Como se aprecia en la Gráfica 2, que da cuenta de la población por grupos de edad de los Ageb del área río Atemajac, el grupo de 26 a 45 años es el más numeroso, al cual pertenecen los adultos jóvenes y supera a su similar de 46 a 64 años de edad; esto indica que el grupo de adultos mayores será numeroso en un futuro. El grupo de 0 a 5 años presenta una ligera reducción si se compara con el de 6 a 12 años de edad, lo que indica que las tasas de natalidad en la zona van a la baja. Sin embargo éste último grupo es numéricamente mayor que los dos siguientes (13 a 15 y 16 a 18) lo que significa que ejercerá mayor presión en educación y servicios.

Mapa 29

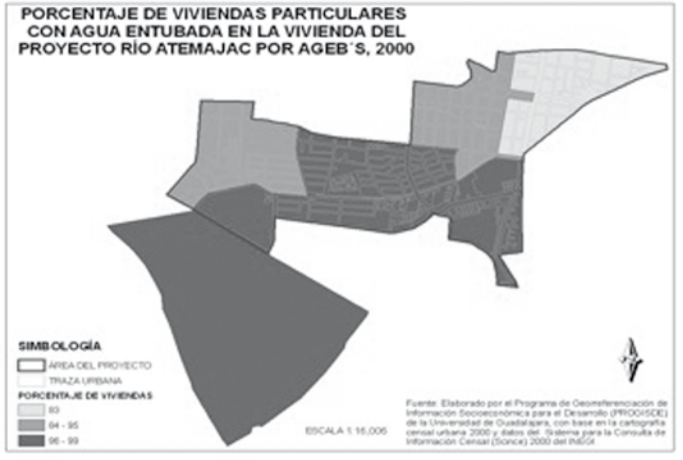


En la Gráfica 3, población por grandes grupos de edad, se aprecia que la sección más importante es la de adultos, la cual representa más de la mitad de los habitantes de la cuenca. El grupo de los jóvenes es 5 veces mayor que el

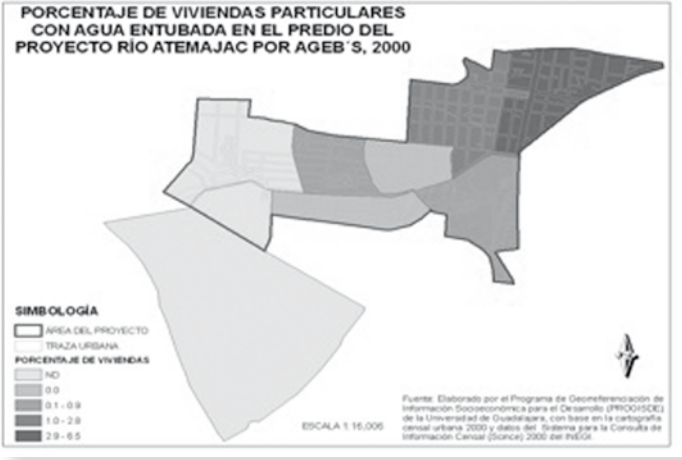
Mapa 30



Mapa 31



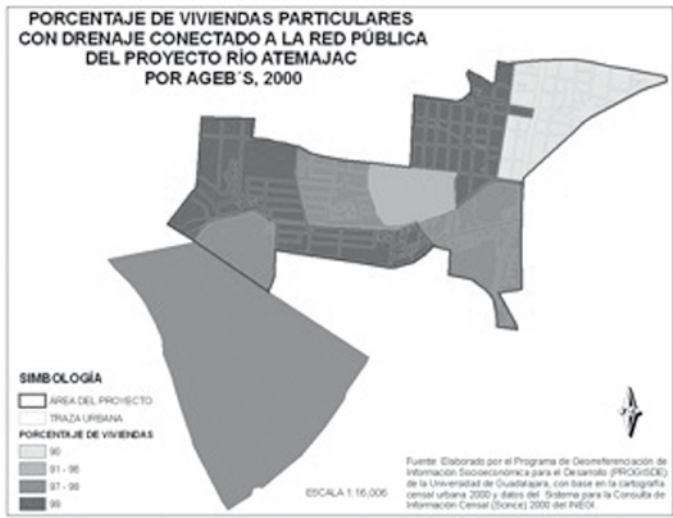
Mapa 32



Mapa 33



Mapa 34



de los ancianos; este último sólo significa 7% de la población total. De lo anterior se infiere que el área del río Atemajac, en el futuro, demandará más centros de atención médica y que el grupo que arribará a la edad mayor será mucho más numeroso que el actual, pero en contraparte el grupo joven que ocupará su lugar será más pequeño.

LO SOCIAL

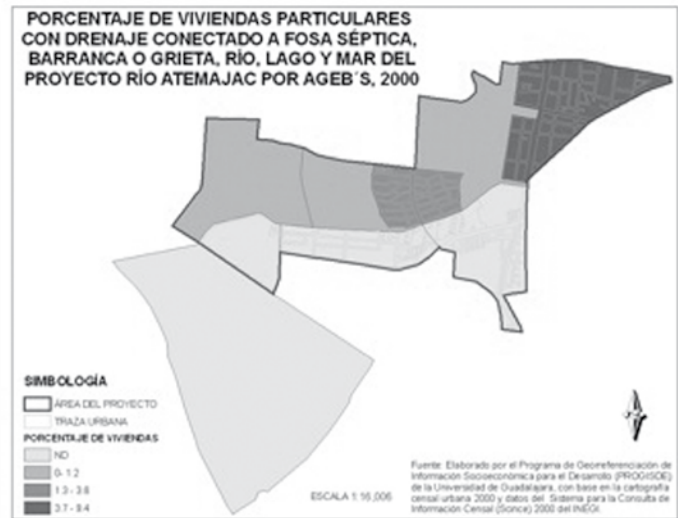
a) Población nacida fuera y dentro de Jalisco.

b) Del total de los habitantes de la zona más antigua del río Atemajac, 82% nació dentro del estado de Jalisco, mientras que el restante 18%, nació fuera (Mapas 23 y 24).

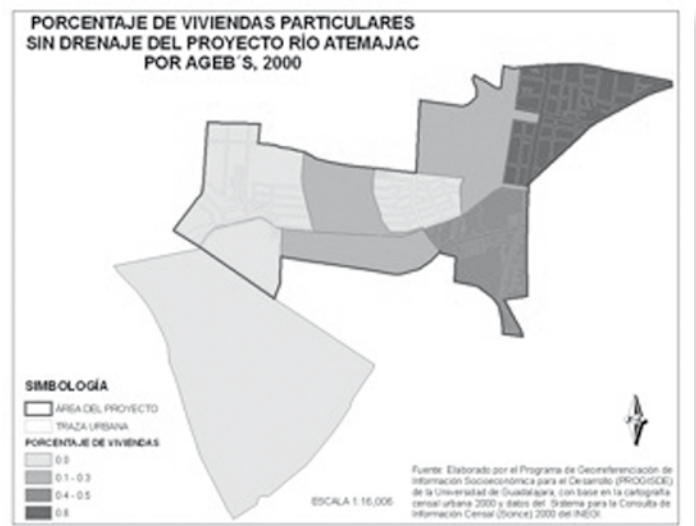
a) Nivel de escolaridad

En el año 2000, de los 21 924 habitantes de la cuenca, de 15 años o mayores, 623 (3%) no tenían instrucción, en tanto que 21% contaba con instrucción secundaria y

Mapa 35



Mapa 36



Mapa 37



Mapa 38



Mapa 39



Mapa 40



estudios técnicos o comerciales. Este grupo poblacional se concentra principalmente en la parte noreste, correspondiente a los estratos económicos más bajos.

Como contraparte de los casos anteriores, la población con instrucción media superior o superior se ubica al centro y sur del río Atemajac, y representa 55% del total. Mientras que la población de 18 años o más -cuyo total es de 20 265- con instrucción superior, es de 6 747 habitantes, lo que representa 33% del total.

b) Total de viviendas

En los AGEBS que abarcan el área de la cuenca se localizan 7 704 viviendas habitadas, cuya mayoría está ubicada en el noreste. De éstas, 99% son particulares y el resto, colectivas.

c) Dotación de servicios en las viviendas particulares habitadas

En cuanto a los servicios de las viviendas asociados a la

dotación de agua potable, al drenaje y a la electricidad, se observa que un total de 7 704 viviendas en el área del río Atemajac, prácticamente todas cuentan con electricidad. En el Mapa 30 se aprecia que en el sureste del área cuentan con 99% de este servicio; se trata de una reserva urbana que por su tamaño no se ha electrificado del todo.

El suministro de agua potable se clasifica bajo diferentes modalidades según los datos provenientes del XII Censo General de Población y vivienda 2000. En el caso de la cuenca de estudio se presentan las siguientes denominaciones y porcentajes: 1) Suministro de agua entubada a la vivienda: 94%. 2) Suministro de agua entubada al predio: 123 predios. 3) Suministro de agua por acarreo, de llave pública o de otra vivienda: 124 viviendas (Mapa 31, 32 y 33).

Los servicios de drenaje también se muestran bajo diferentes modalidades en los datos provenientes del XII Censo General de Población y vivienda 2000. Por lo tanto, con

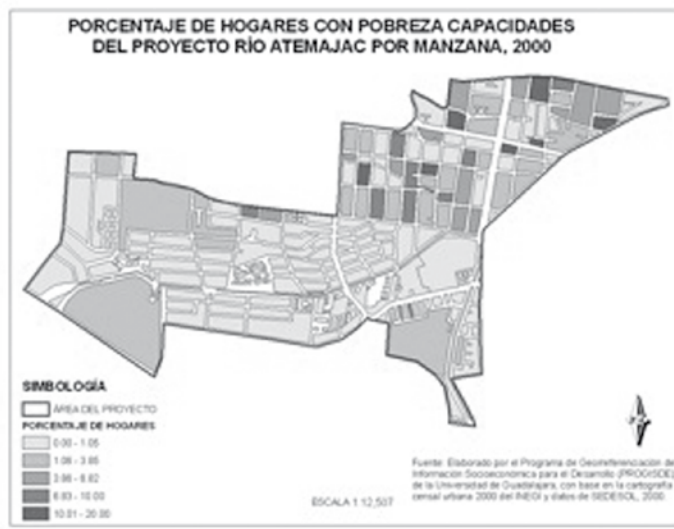
Mapa 41



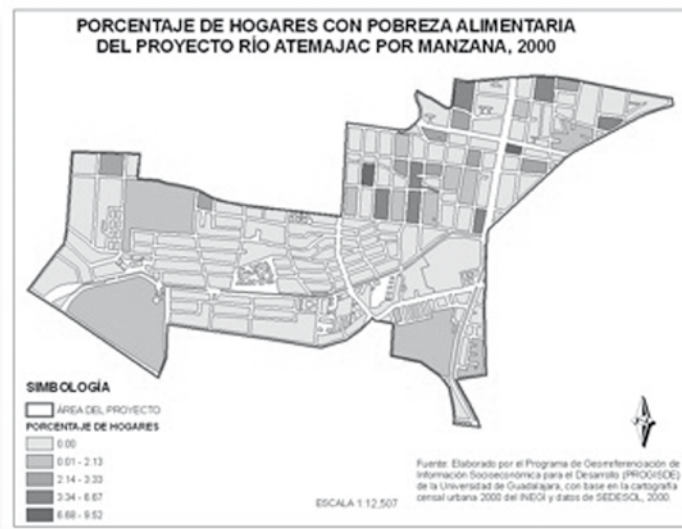
Mapa 42



Mapa 43



Mapa 44



respecto al caso que nos compete tenemos lo siguiente: 1) Viviendas con drenaje conectado a la red pública: 94%. 2) Viviendas con drenaje a fosa séptica, barranca o grieta, río, lago y mar: 151 viviendas. Y 3) Viviendas sin drenaje: el censo registra sólo 20 casos (Mapa 34, 35 y 36).

d) Información de hogares por manzana

Con la intención de hacer un análisis más preciso en términos de la carencia en el servicio de agua potable y drenaje se incorporaron algunos datos, por manzana, de hogares. El hogar como unidad de análisis es más detallado que la vivienda, debido a que contempla diversas maneras de habitarla. Por lo tanto, en un principio teníamos 7 704 viviendas en las AGEBS que cubren el área de estudio, y ahora contamos con 7 197 hogares en la delimitación exacta del área río Atemajac (Mapa 37).

En los Mapas del 38 al 41 se ofrecen datos por manzana, lo cual permite ubicar las carencias de los servicios

vinculados al suministro de electricidad y agua potable. De los 7 197 hogares registrados en la cuenca, solo 8 de ellos no cuentan con el servicio de energía eléctrica. 5% de los hogares (384) no reciben el servicio de agua potable en la vivienda. Mientras que 7% (507) de los hogares no disponen de agua en el baño. Y 3%, 248 hogares, no disponen de agua en el terreno.

e) Hogares pobres

El tema de la pobreza es un punto clave en este diagnóstico. Por lo tanto, es necesario tener un panorama general de dicha condición social en el área del río Atemajac. A continuación se presenta una descripción al respecto: En México se tiene una clasificación de la pobreza, realizada por el Comité Técnico para la Medición de la Pobreza, cuya fuente primaria es la Encuesta Nacional de Ingresos y Gastos de los Hogares –agosto y diciembre de 2000-, elaborada por el INEGI. A partir de lo anterior se definieron

tres líneas de pobreza: 1) Pobreza de patrimonio, entendida como la proporción de hogares cuyo ingreso por persona es menor al necesario para cubrir el patrón de consumo básico de alimentación, vestido, calzado, vivienda, salud, transporte público y educación, equivalente a 41.8 pesos diarios del 2000 en áreas urbanas; 2) Pobreza de capacidades: proporción de hogares cuyo ingreso por persona es menor al necesario para cubrir el patrón de consumo básico de alimentación, salud y educación, equivalente a 24.7 pesos diarios de 2000 en áreas urbanas; y 3) Pobreza alimentaria: proporción de hogares cuyo ingreso por persona es menor al necesario para cubrir las necesidades de alimentación, correspondientes a los requerimientos establecidos en la canasta alimentaria de INEGI CEPAL, lo que equivalente a 20.9 pesos diarios de 2000 en áreas urbanas .

Por lo tanto, con base en lo anterior, apreciamos en el Mapa 42 que el área con mayor porcentaje de pobreza patrimonial (entre 11 y 43%) se localiza al noreste. De la misma manera que la pobreza patrimonial, su similar de capacidades se vuelve a concentrar en la zona noreste. Sin embargo los porcentajes son menores, los cuales oscilan entre 1 y 20% (Mapa 43). El porcentaje de hogares con pobreza alimentaria es mínimo: se encuentra en un rango de 0.01 y 9.5% de los hogares, los cuales se ubican también en el noreste del área (Mapa 44).

f) Actores públicos

Finalmente, con base en el seguimiento de los principales diarios locales durante el primer semestre de 2005, fue posible tener una muestra de los principales actores sociales, los cuales se presentan a continuación clasificados por área de influencia, pero están relacionados con toda la zona del río Atemajac. (Se describen también las metas

recientes y los problemas principales detectados por algunos de ellos).

POR PARTE DEL GOBIERNO MUNICIPAL DE GUADALAJARA:

El Regidor Presidente de la Comisión de Ecología y Medio Ambiente del Ayuntamiento de Guadalajara. (Martín Márquez Carpio)

El Presidente del Consejo Consultivo de Ecología y Medio Ambiente de Guadalajara. (Rene Solinís)

Metas recientes:

Conseguir presupuesto para el próximo año

Tener presencia con jefes operativos

Entrevista con próximo presidente mpal. para informarle del consejo

Reuniones con departamentos del Ayto: Parques y Jardines,

Desarrollo Público, Recolección de basura

Problemas principales:

Autoridades no aprovechan el consejo consultivo y su evaluación

Falta de presupuesto

Agua:

Cobro pequeño por el agua, algunos no pagan (económico)

Cuidar el agua (cultural)

El Titular de la Dirección de Parques y Jardines del Ayuntamiento de Guadalajara. (Ing. Daniel Rentería Rodríguez)

El Titular de la Dirección de Cultura del Ayuntamiento de Guadalajara. (Santiago Baeza Sánchez).

El Director de la Dirección de Medio ambiente y ecología, Lic. Alfonso Ramírez Valdivia.

Metas recientes:

Lograr la limpieza de la ciudad.

Limpieza de alcantarillados tapados que provocan inundaciones en tiempos de lluvias.

Responsabilidad de la población.

Control del cumplimiento de la normatividad de descarga de aguas en GDL.

Problemas principales:

Propuestas con entidades regionales y federales (Semarnat y Semades) para poder intervenir

(financiamiento y aspecto jurídico).

reducir gastos en consumos de combustible, de refacciones y en cobertura de servicios de colección.

mejorar el sistema de recolección de residuos .

cierre del relleno Cuyula Matatlán y labores del cierre.

incremento en transporte de residuos.

comprar equipo, por ahorro en el presupuesto.

Por parte de las Instituciones involucradas con el manejo del Agua, de diferentes ámbitos:

De la Conagua, como miembros de un equipo de 7 personas:

Martín Velasco (agua subterránea)

Francisco Javier Fragoso (Calidad del agua).

Ángel Valero (Administración del agua).

[170]

Metas recientes:

Solicitud ante el Senado: norma para la recarga artificial de acuíferos con agua pluvial.

Atemajac: tratamiento más amplio de acuíferos completos sin límites estatales o municipales.

Fundación de un comité técnico de agua subterránea (CO-TAS) para la ZMG (acuífero de Atemajac)

Problemas principales:

Falta de personal y dinero por parte de Conagua

Conflicto con universidades.

Mucha descarga clandestina control e inspección tarda en localizarla

Conflictos con SIAPA: nunca han cumplido con sus permisos de descarga y eso provoca que toda la cuenca del río Santiago tenga agua de muy mala calidad, tenemos el mismo problema con todos los municipios del estado.

Falta de personal: 4 inspectores por 6000 km de ríos.

De la Comisión estatal de Agua y Saneamiento (CEAS)

Representante, Lic. José Guadalupe Ocegüerra.

Metas recientes:

construcción de Arcediano

lograr la construcción de las plantas de tratamiento de la ZMG

estudio de agua de lluvia en ZMG (por parte de SIAPA)

cambio de administración (que no produzca tanto trabajo)

Problemas principales:

liberación de terrenos para obras (propietario no da permiso) el tiempo (obras que quedan sin concretizar)

DEL SIMAPES

Director General, Lic. Luis Alvarez.

Metas recientes:

Sistema de ionización para sanear aguas negras*

Equipo de pozos más moderno*

Ampliar redes de suministro de agua*

Perforación de un pozo nuevo en La Huizachera (LH) (a terminar en Nov).

Problemas principales:

Desabasto

Tomas clandestinas (detectadas más de mil)

Para el abastecimiento:

Muchas viviendas no tienen depósito o cisterna

Abastecimiento: reparto por falta de pozos: de jueves a domingo en LH, de domingo a miércoles en otras colonias.

la gente no paga

Perforación de pozo cuesta más de 2 Millones de pesos
viviendas irregulares (la mayoría de LH es zona irregular)
ejidatarios no escrituran.

DE LA COMISIÓN PARA LA REGULARIZACIÓN PARA LA TENENCIA DE LA TIERRA (CORETT).

Director de la Comisión, Lic. Alfonso Ramírez Padilla.

Metas recientes:

Regularizar (escriturar) lotes en asentamientos humanos irregulares en tierras de origen ejidal, comunal o de propiedad federal.

Problemas principales:

Ejido no da permiso para regularizar porque pierde tierra, pierde poder.

La Ley da la posibilidad al ejido de regularizar tierra.

Hay gente conforme con la situación de no pagar impuestos y así no tener servicios.

Después de la regularización hay gente que desatiende la escritura.

POR PARTE DE OTRAS PERSONAS DEL MEDIO ACADÉMICO, MEDIOS, U ORGANIZACIONES NO GUBERNAMENTALES QUE TIENEN O HAN TENIDO ALGUNA INTERVENCIÓN RECIENTE EN EL LUGAR:

1. Del Instituto del Derecho ambiental, Investigadora, Raquel Gutiérrez Nájera.

Metas recientes:

Protección del medio ambiente

Desarrollo sustentable mediante instrumentos jurídicos

Capacitación a organizaciones sociales, rurales y ejidos para el uso de las leyes para la protección del medio ambiente

Promover políticas de desarrollo sustentable

Empoderamiento a comunidades en la toma de decisiones del medio ambiente

Tecnologías alternativas:

Agricultura sustentable

Propuesta para ZMG: „Programa hidrológico sustentable para GDL“ (2003)

Problemas Principales:

fortalecimiento institucional de IDEA

consejo directivo más sólido y amplio

seguir con los 10 casos y capacitaciones

2. Coordinadora del proyecto del departamento de Geografía de la Universidad de Guadalajara: Margarita Anaya Corona

3. Investigador de la Universidad de Guadalajara: Arturo Curiel Ballesteros

4. Mónica Pérez Taylor, miembro del grupo Ciudadanos por el Medio Ambiente y editora de la revista “tragaluz”.

POR PARTE DE LAS ASOCIACIONES O JUNTAS DE COLONOS:

De los Colomos:

El Presidente, Sr. Jorge Armando Mejía González

El Secretario, Sr. Miguel Preciado Ruiz.

Metas recientes:

Riego por aspersión

Manifestación contra el plan de uso del suelo, en concreto contra la construcción de una escuela del CODE

Problemas principales:

Seguridad (fuerte problema)

Electricidad

Jardines mal atendidos

Limpieza

Mucha gente de 3ª edad

Poca credibilidad en las autoridades

Ningún apoyo financiero por el gobierno mpal.

De los Colomitos:

El Presidente, Sr. Alejandro Pizano

El vocal de ecología, Ronald Walker.

El Vocal de Asistencia social, Josefina Tejeda.

Jefa de manzana, Margarita Carrasco.

Metas recientes:

Rescatar el acuífero.

Rescatar área, como área protegida, contra planes del gobierno de construcción de 300 viviendas.

Presentar planes de uso de suelo al público.

Estudio histórico sobre Colomitos (antes toda la colonia abarcó una fábrica de textiles grande.

Problemas Principales:

carga vehicular muy fuerte en Av. Federalismo como fuente de contaminación

Apatía de colonos / poca participación

Sólo 30% pagan cuota

la gente no es cooperativa

no existe conocimiento del plan de uso del suelo actual

inundaciones en estación de tren ligero

De las Colonias Marginadas:

1. Presidentes de colonos

2. División del Norte: Francisco Javier Pérez Mendoza.

3. El Jagüey: Esperanza Rodríguez Tepatillo

4. Lomas del Paraíso: María de Jesús Ramos

5. Santa Elena de la Cruz: Antonia Velásquez Briones

De Santa Elena de la Cruz, Alcalde Poniente:

El Presidente, Sr Bonifacio Rosas Barba.

Problemas principales:

Drenaje en el río.

SIAPA entubó sólo 200m de un total de 800m.

Tardan las reparaciones que debe realizar el SIAPA

POR PARTE DE INSTITUCIONES RELIGIOSAS:

De la Parroquia de Santa Elena de la Cruz:

El párroco, Engelberto Polino Sánchez

2.- Asistente, María Refugio Chávez.

Metas recientes:

Meter más el tema de ecología como las “semanas de ecología” en la Pastoral).

reuniones con el encargado de la Pastoral de la Ecología (Padre Miguel Espinoza) y especialistas de la UdG en tema de ecología.

despertar conciencia del uso del agua (desarrollado poco hasta ahora).

hacer cooperativa de medicina alternativa.

Problemas principales:

Drogadicción, robo, desintegración familiar.

Domicilios pegados al río en propiedad federal.

Falta de conciencia ecológica.

Indiferencia de la gente.

Falta de organización.

Pobreza en zona pegada al río.

CONCLUSIONES

Con base en el análisis anterior creemos que cualquier iniciativa de política pública en la cuenca del río Atemajac no debiera desatender una perspectiva sociohistórica, a través de la cual es factible considerar una dimensión más amplia del contexto local y evaluar con mayor profundidad los puntos favorables y desfavorables. Lo anterior complementará la información basada única y exclusivamente en los cálculos financieros de la obra pública y en los costos políticos que en un determinado momento surjan.

La mayoría de las variables expuestas ayudan a visualizar a través del espacio una creciente polarización social, especialmente aquellas que dan luz en temas como educación, ingreso y características de las viviendas. Los grupos con mayor grado de marginación se encuentran en la zona norte u oriente de la cuenca río Atemajac. Es necesario que cualquier iniciativa de política pública contemple la cuenca en su conjunto y no sólo se atiendan los bordes del río, debido que se corre el riesgo de acentuar aún más la polarización. Por lo tanto, es importante trabajar en la recuperación del imaginario colectivo y la cohesión social que un momento jugó un papel clave en torno al río Atemajac, tal y como se manifestó en el siglo XIX, en el primer intento de industrialización en el área de estudio, factores históricos de los cuales aún es posible encontrar algunos vestigios.

Desde el punto de las instituciones formales (leyes y normas respectivas), los ciudadanos tienen el derecho opinar y participar en cualquier iniciativa de política pública, con la finalidad de preservar las corrientes, manantiales e

infraestructura hidrológica en general. Es necesario que las autoridades muestren de manera más contundente la voluntad para impulsar los derechos e intereses de la comunidad con respecto al uso y gestión del agua en la cuenca río Atemajac. No obstante que surjan intereses en disputa, existen los elementos formales e informales para llegar a un acuerdo con base en criterios regulatorios.

Dado que las reservas territoriales dentro de la cuenca están prácticamente agotadas y que la proporción de los espacios verdes dentro de la misma están muy por debajo de la meta pública nacional (15%) y del estándar internacional (50%), es necesario apoyar la reforestación del área y proponer acciones concretas para preservar la masa forestal que existe.

Durante la mayor parte del siglo XX el proceso de urbanización en México ha caminado en un sentido contrario, es decir, primero se construyen las casas, las cuales formaron las colonias; posteriormente se les dotó de servicios urbanos, como el agua, drenaje y energía eléctrica, lo cual dificulta conservar las reservas territoriales dada la especulación que existe en torno al espacio, situación que deteriora los recursos naturales de manera importante. Sin embargo, en lugares donde la urbanización comenzó en el siglo XIX y ahora se encuentra prácticamente finalizada, como es el caso de la cuenca río Atemajac, es factible diseñar estrategias públicas de reconversión espacial con la finalidad de atender una gestión eficiente del agua en particular y del medio ambiente en general.

Tanto las variables políticas, como las ambientales, ahora juegan un papel crucial en el desenvolvimiento urbano. En este sentido, sería valioso conocer con mayor profundidad las opiniones de los grupos sociales acerca de las necesidades y del valor que le darían a las diferentes

iniciativas de política pública, con el objetivo de que estos actores se vean identificados con dichas iniciativas, y se fortalezcan tanto la cohesión social como el imaginario colectivo.

FUENTES COMPLEMENTARIAS

Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI), XII Censo General de Población y vivienda 2000 (INEGI, México, 2001).

INEGI, Sistema para la Consulta de Información Censal (SCIN-CE2000), (INEGI, México, 2001).

INEGI, Resultados definitivos de los Censos Económicos 1999, (INEGI, México, 2001).

INEGI, Sistema para la Consulta de Información Censal (SCIN-CE1995), (INEGI, México, 2001).

INEGI, Anuario Estadístico del Estado de Jalisco, (INEGI, México, 2003).

INEGI, II Conteo de Población y Vivienda 2005, (INEGI, México, 2006).

Secretaría de Desarrollo Social (SEDESOL), Consejo Nacional de Población (CONAPO) e INEGI, Delimitación de las Zonas Metropolitanas de México (SEDESOL, CONAPO e INEGI, México, 2004).

Ayuntamiento de Guadalajara, Plan Parcial de Desarrollo Urbano de 2003, (H. Ayuntamiento de Guadalajara 2001-2003, 2001, México).

Ayuntamiento de Zapopan, Plan Parcial de Desarrollo Urbano de 2003-2006, (H. Ayuntamiento de Zapopan consulta en línea 25 de abril de 2005: <http://opzb.obp.zapopan.gob.mx>)

Sistema Intermunicipal de Alcantarillado y Agua Potable (SIAPA), Mapas de la red de alimentación de agua potable, sistema de válvulas, tapas ciegas del SIAPA 2005, (SIAPA, México, 2006).

El Impacto de la “PH Aguamilpa” en las especies pesqueras, en la Cuenca Baja del Río Santiago, Nayarit

¹MANUEL GUZMÁN ARROYO

²ARACELI ORBE MENDOZA

³ROBERTO MACIEL FLORES

⁴MARTÍN LÓPEZ HERNÁNDEZ

INTRODUCCIÓN

El conocimiento de las relaciones entre las obras y los sistemas ecológicos es relativamente limitado, ya que muchos de los problemas en México se deben a que estos aspectos no se incluían habitualmente en los estudios previos y menos en el diseño de las obras hidráulicas; además, sólo se ha contemplado un uso específico de las mismas, sin considerar todos los aprovechamientos posibles. Las obras hidráulicas que el hombre realiza tienen un efecto multiplicador sobre el medio ambiente donde ejercen su influencia, desde la alteración del microclima hasta la modificación aguas abajo de los sistemas asociados a la red hidrológica, esto es, en la cuenca baja, el estuario y el medio marino adyacente, donde finalmente descargan sus aguas, ocasionando cambios no sólo en el comportamiento hidrológico sino también sobre la fauna y la flora, y las actividades humanas, en particular la pesca y la acuicultura. La Presa Aguamilpa forma parte del Plan General de Aprovechamiento Hidroeléctrico del Río Santiago, de la Comisión Federal de Electricidad.

ANTECEDENTES

Durante los años de 1991 y 1992, el Instituto de Biología, el Instituto de Ingeniería de la Universidad Nacional Autónoma de México, conjuntamente con otras instituciones como la Escuela Superior de Ciencias Biológicas del Instituto Politécnico Nacional y el Instituto de Limnología de la Universidad de Guadalajara, realizan una serie de estudios con la Comisión Federal de Electricidad (CFE), tendientes a conocer sus características y determinar los efectos del impacto que sobre el entorno del río Santiago puede tener la construcción y operación de la Presa Hidroeléctrica Aguamilpa, Nayarit.

La CFE, en 1989, realizó una Manifestación de Impacto Ambiental sobre los efectos de la obra de la presa. Mobayed y Alvarez (1992) realizan un modelo de análisis de los escurrimientos del río Santiago. La Comisión Federal de Electricidad (1993) realiza un estudio sobre la calidad de agua del río Santiago. Sandoval (1993) desarrolla una base de datos sobre la calidad del agua del río Santiago con fundamento en el estudio anterior.

Guzmán (1990) hace un estudio sobre la fauna acuática de la Nueva Galicia, incluyendo a Nayarit; Bueno y colaboradores (1992a y 1992b) elaboran los informes generales sobre la fauna acuática de la P.H. Aguamilpa. Bueno, Barba y Barrera (1992) desarrollan investigaciones sobre Entomología. Villalobos, Díaz y Lira (1992) sobre crustá-

¹Instituto de Limnología. CUCBA. Universidad de Guadalajara. Chapala, Jal.

²Centro Regional de Investigación Pesquera - Pátzcuaro. Instituto Nacional de la Pesca. Pátzcuaro, Mich.

³Instituto de Ciencias Sísmicas. CUCEI. Universidad de Guadalajara. Guadalajara, Jal.

⁴Instituto de Ciencias del Mar y Limnología. Universidad Nacional Autónoma de México. México, D.F.

ceos. Becerril y colaboradores (1992) en peces. Casas y colaboradores (1992) sobre anfibios y reptiles. Landin (1993), elabora un documento sobre la fauna silvestre del Corredor Tepic Aguamilpa. Bravo e Isaías (1993) sobre el Uso de los Recursos Naturales por parte de los Huicholes. Sobre el impacto ambiental de los proyectos hidroeléctricos en la cuenca Baja del Río Santiago (Guzmán, 1995). Orbe y colaboradores (1998a y 1998b), sobre ordenamiento y pesca en la presa.

LA PRESA AGUAMILPA

Se localiza en la porción central del estado de Nayarit, en los municipios del Nayar, La Yesca, Santa María del Oro y Tepic. Esta formada principalmente por los ríos Santiago y Huaynamota, dentro de las coordenadas siguientes: $21^{\circ} 50' 32''$ Lat N y $104^{\circ} 46' 20''$ Long W.

El vaso se forma por la construcción de una cortina de materiales graduales y enrocamiento con pantalla de concreto, con una elevación de 235 m snmm. La longitud de la corona es de 642 m y la altura total de la cortina es de 187 m. El espejo de agua en el Nivel de Aguas Máximo Extraordinario (NAME) tiene un área estimada de 11 477.29 has y en el Nivel de Aguas Máximo Ordinario (NAMO) de 10 900 has.

Otra obra que completa el complejo hidroeléctrico es el vertedor de demasías, situado en la margen izquierda del río, con capacidad de 13 000 m³/s, que puede desahogar una avenida con un gasto máximo extraordinario de 17 482 m³/s. Este tipo de obras se construye para proporcionar el suministro de agua a los asentamientos humanos, generación de energía eléctrica, irrigación de



Fig. 1. Localización de la Presa Aguamilpa y del Río Santiago en Nayarit.

zonas agropecuarias, y producción de diversas especies de importancia pesquera. (De la Lanza y García, 1995). Esta última actividad se desarrolla ampliamente en la presa de Aguamilpa.

HIDROLOGÍA

El río Santiago nace en Ocotlán, Jalisco, atraviesa la Sierra Madre Occidental por un estrecho cañón; penetra en el estado de Nayarit para cambiar de dirección hacia el

occidente, atravesar la planicie costera y descargar en el Océano Pacífico. Sus más destacados afluentes son el río Verde, el arroyo de Achichilco, los ríos Juchipila, Bolaños y Apozolco; en las estribaciones de la sierra y la planicie costera se le une el río Huaynamota, último afluente de importancia. Después de pasar por Santiago Ixcuintla, penetra en una zona aluvial de tipo deltaíco y descarga al mar en la Boca del Titiritero. (Tamayo, 1984).

Los ríos de Nayarit pertenecen a la vertiente del Océano Pacífico. El Acaponeta, el San Pedro Mezquitil y el Huaynamota, afluentes del Santiago, nacen en Durango. El río Teacapán o Coños se encuentra al norte; el río Grande de Santiago penetra a Nayarit procedente de Jalisco y fertiliza una extensa zona del estado. En el sur, el río Ameca, que nace en Jalisco. El río Santiago, procedente de Jalisco, entra a Nayarit por Analco, recorre 265 kilómetros y desemboca en el Océano Pacífico. En su curso recibe, por la margen derecha, los ríos de Bolaños, Amatlán de Jara, Palmillas, Aguapán, Toro Mocho y Huaynamota; y por el izquierdo, los de San Antonio, Santa Fe, Suspiro, Platanito y Tepic. El río Huaynamota drena una superficie de 4 994.7 km² y tiene una longitud de 280 km hasta la confluencia con el río Grande de Santiago.

CLIMA

El clima predominante en la entidad es cálido; el cálido subhúmedo se concentra principalmente en la llanura costera del Pacífico y en las zonas bajas de los valles de los ríos Huaynamota y San Pedro. En menor grado se distribuyen los climas de tipo semicálido en una franja que va de norte a sur, situada precisamente en la zona de transición entre la llanura costera y las estribaciones de la Sierra Madre Occidental, de la Sierra Madre del Sur y del Eje Neovolcánico. Los climas templados subhúmedos se restringen a peque-

ñas áreas diseminadas en las partes altas de las sierras. El régimen pluviométrico general del estado es el de lluvias en verano. Los climas cálidos Aw (Awo, Aw1 y Aw2) de la llanura costera del Pacífico, ocupan aproximadamente 62.6% de la superficie del estado. Los municipios y las poblaciones de Tepic y Huaynamota se encuentran en su mayor parte en zonas semicálidas, sus tipos de clima son A(C) y Aw.

ICTIOFAUNA

Los peces son un grupo de fauna bien representado en el área. Como familias neárticas se encuentran: los Boquinetes o Chuimes (Catastomidae) y las carpas (Cyprinidae). Como familias neárticas transicionales están los bagres (Ictaluridae). Familias de origen neotropical exclusivas: las sardinitas (Characidae). Familias neotropicales transicionales como los gupis (Poeciliidae) y las mojarras nativas (Cichlidae). Familias que son compartidas entre ambas regiones como las carpas con dientes (Ciprinodontidos) son los grupos que más caracterizan la cuenca baja del río Santiago (Alvárez y Lachica, 1974; Guzmán, 1990a).

PESCA

La pesca de la Presa Aguamilpa representa 77% de la producción pesquera en agua dulce del estado de Nayarit. Al respecto, Ulloa y colaboradores (2006) mencionan:

“Los registros oficiales disponibles datan de 1993, año en que se contabilizó una producción inicial de 36.8 toneladas, al año siguiente la producción ascendió a 904.4 toneladas y posteriormente fue descendiendo año con año hasta 1998 con una producción de 310.8 toneladas, pasando este año la producción se ha incrementando gradualmente y para el año 2000 se obtuvo un registro de 832.4 toneladas. Este incremento ha sido producto de la implementación de vedas parciales acordadas entre autoridades pesqueras y los pescadores y de algunos programas de repoblamiento efectuados particularmente en el año 2001, cuando se sembraron aproximadamente medio millón de crías de Tilapias de variedad Sterling.

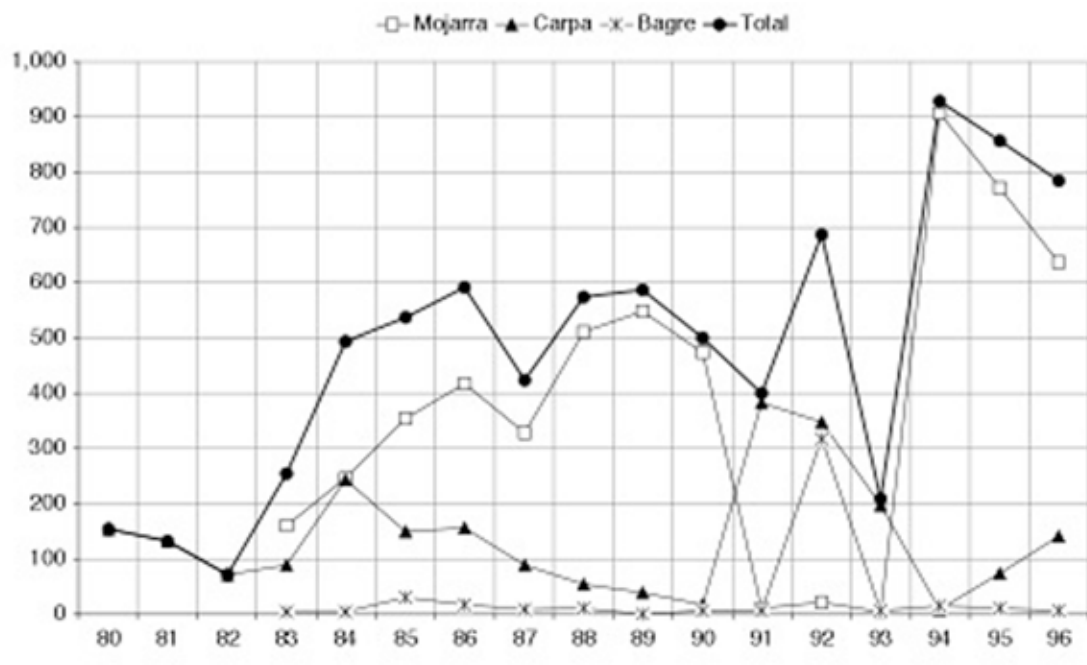


Fig. 2. Captura total y por especies de agua dulce del Estado de Nayarit. (Fuente: Orbe, et al, 1998a).

Las capturas de especies de agua dulce en el estado de Nayarit se incrementaron a partir de 1984, y se obtuvo, en el periodo 1984-1993, un promedio de 500 t/año. Sin embargo, para el periodo 94-95 creció más su producción para obtener en promedio 796.25 ton/año, debido a que a partir de 1994 comenzó a registrarse la captura de la presa de Aguamilpa.

En la grafica se puede observar cómo la producción estatal se ve incrementada en relación con el comportamiento de la producción de la presa Aguamilpa. Cabe hacer notar que las estadísticas de producción pesquera mezclan la información de las mojarra marinas con las mojarra de agua dulce, como lo es la tilapia. El éxito de la tilapia, como lo han mencionado algunos autores (Morales, 1991), se debe a su capacidad de soportar ambientes

estresantes y a su amplio espectro trófico. La presa Aguamilpa no es la excepción, ya que la tilapia ocupa 96% de la captura total del embalse.

PESCADORES

En la Presa de Aguamilpa se encuentran registradas 44 uniones de pescadores y 10 permisionarios. Del total de pescadores (922), 92.23% pertenecen a la Unión Campesina de Ejidatarios Independientes (UCEI), los cuales habitan en las comunidades indígenas que rodean la presa, mientras que 7.77% son pescadores de pueblos cercanos a la presa. Ambos obtienen una tasa de captura de 0.71 t/pescador/año. Por otro lado, 58.78% (fig. 9) de las embarcaciones pertenecen a los pescadores miembros de la Unión de Pescadores (UCEI), mientras que el resto (41.22%) pertenecen a pescadores de otras comunidades

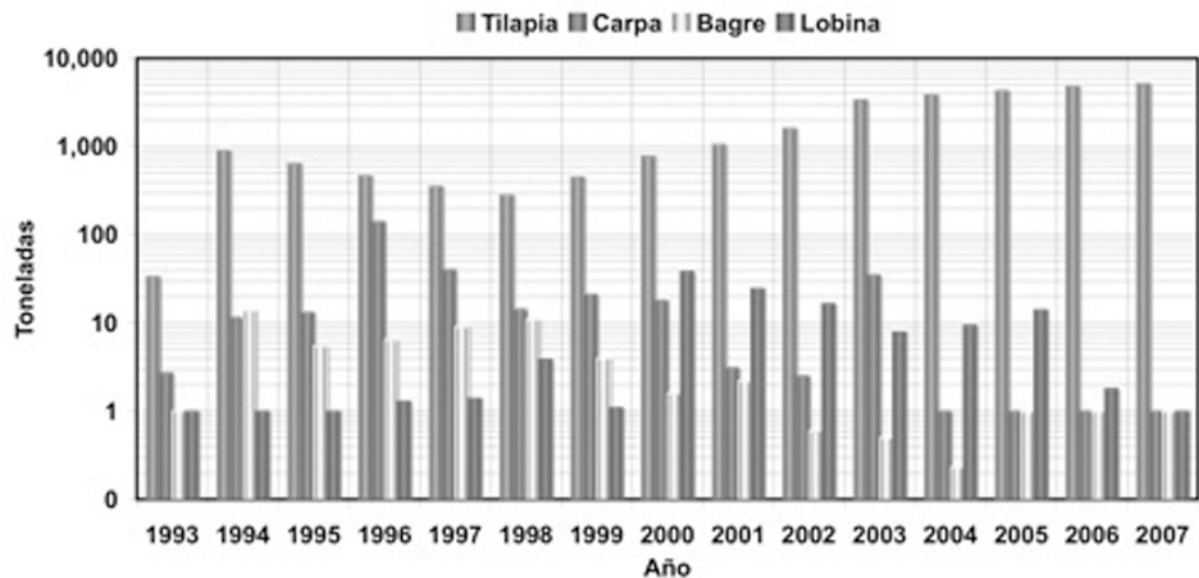


Figura N° 3. Producción pesquera de la Presa Aguamilpa, Nayarit (1993-2007).
Fuente: CoNaPesca, 2006 y 2008.

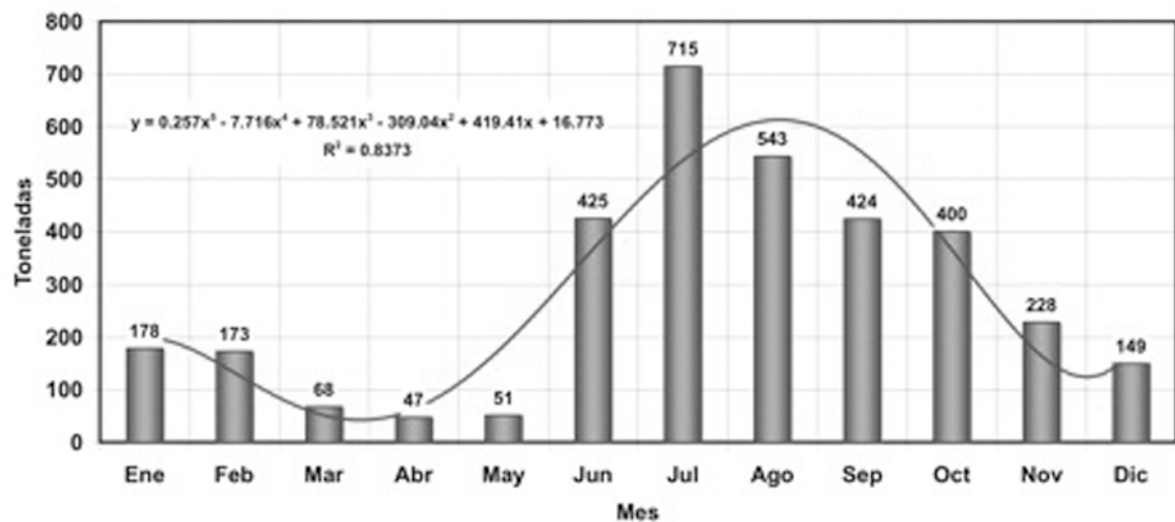


Figura N° 4. Presa Aguamilpa. Producción mensual de Tilapia en el año 2003.
(Fuente: CoNaPesca, 2005)

no indígenas. Si se divide la producción de la presa entre el número de embarcaciones se obtiene una tasa de captura de 2.11 t/embarcación /año. Más de la mitad del total de artes de pesca (59.43%) pertenecen a pescadores de la UCEI, el resto a los demás pescadores, y presentan una tasa de captura de 0.16 t/red/año.

POBLACIÓN RIBEREÑA

Los municipios colindantes a la Presa Aguamilpa son cuatro: La Yesca, El Nayar, Santa María del Oro, Samao y Tepic. Las poblaciones ribereñas aledañas a la Presa Aguamilpa y al río Santiago son 20, comunidades localizadas en los municipios del Nayar, Samao y Tepic, cuyo número total de habitantes en el censo de 1996 fue de 5 087. La proporción entre la población de las cinco comunidades indígenas y los 15 ejidos es de 1 a 5.

La tenencia de la tierra al nivel de agua máximo extraordinario (NAME) de la presa es de 11 477.29 has, las cuales fue necesario enajenar en favor de la Comisión Federal de Electricidad.

EL IMPACTO AMBIENTAL

El impacto ambiental es el efecto causado por las acciones del hombre sobre el ambiente, con la característica de que este efecto debe ser negativo, perjudicial, no previsto o no deseado y en ocasiones, desconocido para el proyectista o el que realiza la acción. Dicho impacto puede ser tratado como un cambio estructural y funcional de los factores ambientales a través del tiempo y por causa de intervenciones humanas; así, quedará constituido tanto por los cambios en las características ecológicas o impacto ecológico, como por los aspectos que caen en los impactos

Organización	Localidad	Municipio	Población	%	Subtotal	
Comunidad Indígena	Huaynamota	El Nayar	436	8.57%	3,052	60.00%
	La Palmita	El Nayar	64	1.26%		
	Zoquiapan	El Nayar	184	3.62%		
	El Buruato	Samao	368	7.23%		
	Santiago Pochotitan	Tepic	2,000	39.32%		
Ejido	Aguamilpa	El Nayar	14	0.28%	2,035	40.00%
	Coyulita de Mala Noche	El Nayar	47	0.92%		
	Cuahutemoc	El Nayar	84	1.65%		
	El Colorin	El Nayar	91	1.79%		
	El Roble	El Nayar	295	5.80%		
	Naranjito de Copal	El Nayar	330	6.49%		
	Playa de Golondrinas	El Nayar	113	2.22%		
	Paso de Alicia	El Nayar	174	3.42%		
	Novillero o Agua Caliente	El Nayar	100	1.97%		
	Las Cuevas	Samao	100	1.97%		
	Huanacaxtle	Samao	100	1.97%		
	Carretones de Cerritos	Tepic	372	7.31%		
	Colorado de la Mora	Tepic	88	1.73%		
	El Capulin y/o el Llarero	Tepic	100	1.97%		
	Zapote de Picachos	Tepic	27	0.53%		
Población total			5,087	100%	5,087	100%

Cuadro 1. Población Ribereña en el área de influencia de la Presa Aguamilpa.
Fuente: INI, 1996; Orbe et al, 2002).

socioeconómicos y culturales del ambiente humano, que van en detrimento de la productividad de los ecosistemas y de su capacidad de amortiguación de procesos degenerativos y que impiden el desarrollo, al disminuir la calidad de la vida. Se excluyen los efectos positivos de las obras ya que caen dentro de las intenciones esperadas con las modificaciones del ambiente, marcadas en el desarrollo de los proyectos; si son imprevistos o positivos para el hombre, caen dentro del contexto de factor condicionante de la existencia y conservación del mismo (Medina, et al., 1976).

LOS EFECTOS SOBRE LA PESCA

La calidad del Agua. Las presas sirven como sistemas de autodepuración de las condiciones físico-químicas del agua, esto es, que las mejoran notablemente, al atrapar los sedimentos y llevarse a cabo procesos biogeoquímicos que en las condiciones del río no se daban. Además, por el sistema de uso del agua en la operación de los proyectos hidroeléctricos, ya que toman el agua superficial (Epilimnion) para mover las turbinas. Esta agua es la de mejor calidad, ya que las aguas profundas (Hipolimnion) se mantienen en la presa con una mayor degradación.

El gasto hidráulico. Las obras hidráulicas producen cambios en los patrones anuales del gasto y por tanto cambios en la velocidad de la corriente; hay embalsamiento, protección de inundaciones y construcción de redes de canales y drenes. Todo esto causa cambios profundos en los ambientes naturales, pues cuando la biota regional no constituye ecosistemas con organismos evolutivamente adaptados y con flujos energéticos equilibrados que permitan amortiguar esos cambios, se presentan los consecuentes daños a los organismos nativos y al equilibrio natural. Otro aspecto en el cambio del gasto hidráulico, es

que de ser estacional (época de lluvias) ahora se vuelve regular a lo largo de todo el año, de acuerdo con la operación hidráulica de la presa.

Las inundaciones. En torno a las inundaciones se tiene aspectos positivos y negativos. Dentro de los primeros, al quedar regulado el gasto por la presa, los daños producidos por las inundaciones quedan bajo control e incluso puede llegar el grado de que sean eliminados totalmente o al menos de reducirlos considerablemente. Por el contrario, esto permite incrementar la frontera agrícola sobre antiguas áreas de inundación e incluso sobre la vegetación palustre o de manglar. La fertilidad que ocasionan las inundaciones en los sistemas naturales, tales como los humedales, se verían notablemente restringidos, con la pérdida gradual de estas zonas.

Los sedimentos. La erosión produce deslaves y azolves en cauces de corrientes y en vasos de almacenamiento, disminuye la vida útil de las presas; además, el arrastre del suelo va acompañado de una degradación en la calidad del agua, al aumentarse su turbidez así como el incremento de nutrientes que propicia la eutroficación en el embalse. La cortina retiene los sedimentos y, aguas abajo, la aportación de sedimentos en las llanuras de inundación y en la plataforma continental marina, que son severamente afectados, y ocasionan una disminución en la productividad biológica y un desequilibrio en la remoción - depósito de los mismos.

La salinidad. La disminución del gasto hidráulico ocasiona que la energía opuesta por él a las cuñas salinas en la zona estuarina se vea mermada, permitiendo la mayor penetración de aguas salobres, que por una parte incrementan la penetración de especies marinas a la zona del estuario; también incrementan la salinización del manto

freático y de los suelos, tanto con efectos nocivos para uso agrícola, como efectos positivos sobre los humedales salobres (manglares).

ASPECTOS AMBIENTALES

La construcción de presas repercute tanto en las comunidades de organismos, como en las variables del medio ambiente. Las modificaciones del hábitat pueden interferir en las relaciones equilibradas de los organismos. Uno de los efectos notables es el de favorecer a determinada especie y convertirlas en problemas, y disminuyendo otras, lo que sucede más fácilmente cuando se introducen especies extrañas. Las relaciones e interacciones de los componentes bióticos del ecosistema son determinadas por una larga historia evolutiva de ajustes mutuos. Cualquier acción humana puede afectar el punto de equilibrio, al cambiar la magnitud o la dirección de los flujos de energía y puede también reflejarse sobre el hombre mismo, según la naturaleza y magnitud del impacto, que puede ocasionar un aumento exagerado en cierta dirección, favoreciendo a una o pocas especies, en detrimento de las demás (Contreras, et al., 1976).

Es fácil que los impactos ambientales intensos reduzcan el tamaño de las poblaciones de cada especie, al grado de impedir que el grueso de la población no se reproduzca lo suficiente para compensar la pérdida de individuos. En cualquier caso, la supervivencia de las especies es amenazada con el riesgo, inclusive, de llegar a la extinción. Los fenómenos biológicos que se presentan en las poblaciones pueden usarse como indicadores del equilibrio dinámico entre los factores físicos y bióticos de los ecosistemas. Los cambios en las poblaciones causan efectos que ocasionan retrasos en las etapas sucesionales primarias y secundarias, representadas muchas veces por la aparición de especies

problema, con abatimiento de la productividad y alteraciones físicas consecuentes. La información acerca de la población en cada una de las especies, o de las especies clave, dará la pauta para planear su conservación, de acuerdo con el interés o su importancia (Medina, et al., 1976; Alvarez del Toro, 1975).

Los efectos que las obras hidráulicas pueden producir en los ecosistemas se basan en las alteraciones de los patrones estructurales y funcionales, así como en la intensidad de los cambios y en la capacidad de amortiguamiento. La protección adecuada de los ecosistemas se fundamenta en el conjunto de poblaciones y en sus relaciones con los factores físicos. Otros criterios usados para proteger los ecosistemas son los que se refieren a equilibrios artificiales locales de poblaciones utilizadas directamente por el hombre. En este aspecto son importantes los análisis integrales y comparativos en el tiempo, de tal forma que se detecten los cambios fundamentales y los puntos críticos para la conservación del ecosistema.

En general, entre los indicadores del impacto en los cuerpos de agua se encuentran los cambios en las poblaciones de peces y la invasión de malezas acuáticas. Los cambios en las poblaciones de peces se deben a la introducción de especies exóticas, a la imposibilidad de migraciones y a la dispersión natural causada por barreras en las corrientes tales como presas, cambios en la calidad del agua, reducción en los gastos aguas abajo de las presas y modificación en el caudal de los manantiales a causa de la sobre explotación. Estas modificaciones ocasionan la destrucción de recursos pesqueros, la desaparición de especies de algún interés económico, cultural o científico y desequilibrios ecológicos generales.

La invasión de las malezas acuáticas es un reflejo de cambios o desequilibrios ecológicos; dichas malezas obstaculizan el flujo en canales, drenes y turbinas, impiden la navegación, aumentan la evaporación y azolves, reducen o eliminan la productividad fitoplanctónica y provocan cambios generales en las condiciones físicoquímicas del agua. Las actividades humanas producen cantidades considerables de aguas residuales que necesitan ser dispuestas en forma adecuada ya que, por sus condiciones físicoquímicas, al quedar sujetas a diluciones con cuerpos de agua, pueden limitar o impedir los usos posteriores y eliminar otros recursos (Medina, et al., 1976). Corf y colaboradores (1977), elaboran una matriz de impactos sobre el medio ambiente acuático, así como el efecto que tienen dichas actividades sobre diversas variables ambientales (temperatura, oxígeno, pH, salinidad, sedimentos, nutrientes, metales pesados, tóxicos, basura y salud).

Presa Agumilpa. En relación con la calidad del agua, el problema que enfrenta el vaso de la presa en el corto plazo es la enfermedad de los embalses jóvenes, que se presenta por la degradación de la materia orgánica proveniente de la cubierta vegetal en descomposición en el fondo de la presa. El periodo de lluvias estacional y el gasto hidráulico, producto de la operación de la presa, ocasionarán una seria dificultad para la implantación de vegetación acuática ribereña y palustre, debido a los grandes cambios de nivel, propiciando una erosión moderada en las riberas descubiertas, entre los niveles ordinarios de mínimo (NAME = 190 m snmm) y máximo de llenado (NAME = 220 m snmm).

El sedimento producto de la erosión de la cuenca aguas arriba se irá acumulando en el fondo de la presa y conjuntamente con la degradación de la materia orgánica vegetal, determinará la capa anóxica (sin oxígeno) y abiótica (sin

vida) del embalse, limitando con ello la capacidad productiva del mismo. Respecto a la fauna acuática, principalmente los peces, se ha tratado a lo largo del trabajo el efecto sobre las comunidades típicamente lólicas que tenderán a desaparecer en el cuerpo del embalse o a reducirse drásticamente. En cambio las especies lénticas incrementarán sus poblaciones creando un desequilibrio inicial, que con el tiempo se va estabilizando. El caso de las especies migratorias que no pueden sortear el obstáculo que representa la cortina de la presa, desaparecerán irremediablemente, no sólo del vaso sino también de los ríos y arroyos tributarios donde habitualmente viven.

Durante el llenado la pesca comercial es afectada tanto por las modificaciones a las especies como por la pérdida de zonas de embarcadero y de pesca tradicionales, en tanto no se regularicen las nuevas líneas de playa de la presa. En la medida que se estabilicen las comunidades acuáticas, las especies de importancia económica que se benefician con el embalse, incrementarán lentamente sus poblaciones hasta niveles de captura comercial. Paralelamente, los pescadores, por su propia iniciativa, se irán incrementando y en un proceso de interacción de algunos años, se podrá establecer una pesquería mínima artesanal. La acuicultura no existe en el área y difícilmente puede establecerse sin un programa técnico adecuado.

Pie de Sierra. En esta parte del río, la calidad del agua, mejorará significativamente con la operación del proyecto hidroeléctrico, al utilizar el agua subsuperficial del embalse, ya que es la más sana en cuanto a oxígeno y ausencia de sedimentos. Respecto al gasto hidráulico, esta zona estaría sometida a las pulsaciones hidráulicas del programa de operación, siendo la zona más afectada por este mecanismo, ya que estaría directamente aguas abajo de la cortina y prácticamente no tiene grandes aportaciones de los

tributarios para amortiguar este efecto. La aportación de sedimentos en esta área estaría dada por la erosión local únicamente y por la aportación de los tributarios, ya que la mayor parte de los sedimentos quedan atrapados por la presa. La fauna acuática, en especial los peces, se verá seriamente alterada por las pulsaciones de la operación de la presa, que implica grandes variaciones del nivel y del gasto, afectando el establecimiento de comunidades de organismos. La pesca en esta región ha sido muy limitada y de carácter artesanal o de subsistencia, y siendo esta actividad sobre los organismos más grandes de los sistemas acuáticos, será afectada por las fluctuaciones del nivel y del gasto hidráulico, al igual que la fauna acuática, por lo tanto no deben esperarse grandes rendimientos pesqueros. La acuicultura de agua dulce no existe en la zona y es difícil de realizar proyectos de esta naturaleza por lo accidentado del terreno.

Lomeríos de la Planicie Costera. En general la calidad del agua, en esta parte del río Santiago, será similar a la parte antes mencionada de las estribaciones; las modificaciones que pueda tener en cuanto a la calidad, dependerán de las aportaciones de los arroyos tributarios. La presencia de la presa del Gileño en esta parte del río, aún cuando de menor tamaño, volverá a mejorar la calidad del agua. En cuanto al gasto hidráulico, el efecto de las pulsaciones del gasto por efecto de la operación serán menos bruscas que en el tramo anterior; la presa del Gileño hará más regular el gasto. Al igual que el tramo anterior las aportaciones de sedimentos serán provistos por las cuencas locales que drenan en esta parte, más las aportaciones del tramo anterior, y menos la mínima retención por la presa del Gileño y de los sedimentos que salen por efecto de la operación del distrito de riego. La fauna acuática tendrá mas oportunidad de estabilizarse, a medida que se aleje de la pri-

mera parte del río después de la presa, en la medida que los pulsos del gasto se vengán minimizando. Al igual que el tramo anterior, la pesca es incipiente pero a semejanza de lo mencionado para la fauna acuática en general, se considera que la pesca gradualmente podrá incrementarse a partir de esta sección del río. La pesca en la presa del Gileño se incrementará ligeramente como mejoría de la calidad del agua. Dado su pequeño tamaño sus rendimientos serán pequeños. No hay actividades de acuicultura y las condiciones del terreno no son propicias para proyectos de gran escala.

Planicie Costera: Curso Semirecto. Si bien la calidad del agua ha venido mejorando por el efecto de autodepuración de las presas de Aguamilpa y del Gileño, en menor grado, las aportaciones de los tributarios que pasan ya por zonas agropecuarias y de las primeras poblaciones asentadas en la Planicie Costera, la calidad del agua tendrá un mayor nivel de degradación. Las fluctuaciones en el gasto hidráulico, debido a la operación, tenderán cada vez a ser menos extremas. Las inundaciones extremas anteriores a la realización del P.H. Aguamilpa, alcanzaban esta parte del río, con gastos de 5 500 m³/s. La capacidad de retención de la presa, de las grandes avenidas, hará que al menos el periodo de retorno sea más amplio. La aportación de sedimentos se irá incrementando por el drenado de las cuencas de los tributarios. En esta porción del río que cambiaba de nivel estacionalmente con el estiaje y las lluvias, la operación de la presa permitirá mantener un nivel de agua más estable, a lo largo del año, por lo que la fauna tendrá también cambios en su estructura original. La pesca, por el efecto antes mencionado, podrá tener una mayor regularidad a lo largo del año, dependiendo de la productividad natural de esta parte del río, que será modificada por las alteraciones al aporte de sedimentos. No

existen actividades de acuicultura, pero la topografía más suave, permitirá ya el desarrollo de la misma.

Planicie Costera: Curso Meándrico; Zona Limnética. La calidad del agua vendrá deteriorándose en la medida de que el río reciba las aportaciones de tributarios, los retornos o lavados de suelos agropecuarios y las descargas municipales agroindustriales. Aunado a esto, la erosión por la deforestación de las subcuencas y por la falta de protección en las márgenes del río y tributarios. Tal y como se ha venido mencionando, el patrón de pulso del gasto hidráulico, se va regularizando a medida que se aleja más de las presas. En esta parte del río los cambios debidos a estos pulsos serán mínimos. El patrón estacional de las inundaciones cambiara drásticamente de acuerdo al nuevo sistema de operación, las inundaciones máximas tendrán un tiempo de retorno mucho más amplio del que históricamente tenían. Los sedimentos que se aportan provendrán de las escurrimientos locales. Por esta razón la fertilización natural de los suelos asociada a las inundaciones y a los sedimentos será menor, por lo cual los suelos agrícolas y ganaderos se verán afectados en el corto o mediano plazo.

Los agricultores necesitaran el uso de fertilizantes químicos para compensar esta pérdida. Las zonas bajas con áreas inundadas de manera semipermanente (durante varios años) irán desapareciendo y serán utilizadas para actividades agropecuarias o urbanas. La cuña salina aumentará su penetración (distancia) y su permanencia (duración) en el río, y los límites anteriores a la operación se moverán hacia esta zona, con un efecto posible sobre el incremento de la salinización de las tierras agropecuarias inmediatas. La ictiofauna en la porción mas baja de este tramo puede modificar su composición, de una fauna típicamente limnética a una fauna limnética con elementos estuarinos, por

el incremento en la penetración y permanencia de la cuña salina en esta zona.

Las especies migratorias tendrán más tiempo de realizar sus movimientos, dado que los niveles de agua y el gasto hidráulico serán más estables y regulares a lo largo del año. La pesca se verá beneficiada dado que las especies estuarinas son de mayor valor que las limnéticas, es posible que se incremente por ello la población de pescadores o bien que los pescadores de la zona estuarina se muevan a estas áreas. No hay proyectos de acuicultura en la zona, aún cuando ya presenta altas posibilidades, al estar sujeta a un mayor control de las inundaciones.

Planicie Costera: Curso Meándrico; Zona Estuarina. La calidad del agua que se vino degradando a partir de aguas abajo de las presas por las diversas aportaciones al río, mejora significativamente por la presencia y mezcla con el agua marina mas sana, que en términos generales tiene una temperatura mas baja y una mayor concentración de oxígeno disuelto que la aportada por el río. La presencia de la salinidad es muy importante en los aspectos sanitarios; al mezclarse tiene un efecto de autodepuración de los mismos, ya que muchos de los elementos nocivos no sobreviven a la presencia del agua salada. Las fluctuaciones del gasto hidráulico en este tramo del río son ya imperceptibles, se mezclan con los cambios de nivel producto de las mareas. Siendo la parte más baja del río, las inundaciones serán afectadas por la operación de la presa, pero en menor grado que en las otras zonas del río, por lo que el tiempo de retorno cambiará menos. La fertilización de los suelos por las inundaciones y los sedimentos al igual que lo antes mencionado, va a cambiar pero en menor grado que en las áreas anteriores.

Los sedimentos que finalmente aportará el río a la planicie costera inmediata serán mucho menores que antes del llenado u operación de la presa, por la retención de los mismos. Los efectos en el ambiente marino serán un desequilibrio entre los sedimentos aportados por el río y la erosión marina, por lo que la erosión marina continuará y se llevará sedimentos ya consolidados de las playas, erosionando las mismas en búsqueda de ese equilibrio, por lo que se puede hablar de pérdida futura de playas, no sólo en la desembocadura sino al norte o al sur de la misma, que en un momento dado puede afectar instalaciones (puertos) o áreas naturales (esteros o lagunas). La cuña salina tendrá una mayor influencia ya que al eliminarse los grandes gastos estacionales durante las lluvias, tendrá una mayor presencia a lo largo del año. Si bien ahora, en el estiaje, el río tendrá un gasto mayor al que tenía anteriormente, por lo que la cuña salina retrocederá y será menor en esta época. Al modificarse el patrón hidráulico del estuarino en función del nuevo gasto, tanto en volumen, en periodicidad como en estacionalidad, las comunidades faunísticas serán afectadas en su composición y abundancia, no fáciles de predecir.

Durante un tiempo se observarán fluctuaciones en los patrones de estas comunidades, hasta que nuevamente lleguen a estabilizarse, en un tiempo difícil de determinar. La pesca ligada a los fenómenos antes mencionados tendrá también un periodo de ajuste, al cambiar la abundancia (aumento o disminución) de algunas especies comerciales e incluso la presencia de estas especies, o de nuevas especies que llegan a colonizar los nuevos espacios de los ambientes modificados.

La acuicultura estuarina no existe en la zona de influencia del río, los proyectos en desarrollo en la zona inmediata al sur del río han implicado alteraciones graves tanto en

las zonas de manglar, de gran importancia ecológica, por el puro uso de los terrenos, como por la modificación de los patrones hidráulicos de escurrimiento.

CONCLUSIONES

La actividad pesquera en la cuenca baja del río Santiago, tanto en la zona original del P.H. Aguamilpa, como en la porción baja hasta la desembocadura del río, es una actividad económica precaria, con un carácter de subsistencia o artesanal, muy dispersa y eventual, que involucra sólo a una pequeña porción de la población económicamente activa de la región, hecho que la hace difícil de cuantificar. El río Santiago, en su porción estuarina, presenta una mayor actividad pesquera en dos aspectos; opera como un punto de desembarque de una flotilla de lanchas que laboran en la zona costera marina inmediata y utilizan únicamente el río como puerto; el segundo, como un grupo de pescadores que operan directamente en esta zona.

La dificultad de separar cuantitativamente a estos dos grupos radica en que pertenecen a la misma organización pesquera, y dependiendo de los recursos a su disposición como lancha, redes y motor, operan en una u otra zona. La actividad acuícola no existe como tal en el río Santiago, en su cuenca media o baja. En términos generales los cambios que genera el P.H. Aguamilpa serán más favorables que perjudiciales: los embalses son más productivos que los ríos, dado que la presa en operación puede soportar una pesquería mucho más importante que la que actualmente se realiza. Las especies migratorias serán afectadas en sus desplazamientos por la cortina de la presa.

El gasto hidráulico más regular permite una mayor estabilidad en el río y esto beneficia a las especies comerciales que viven en él, o bien las especies marinas que penetran por la boca del mismo. El control de las inundaciones

permitirá el uso de las zonas ribereñas para el desarrollo de proyectos acuícolas, aún cuando la frontera agropecuaria puede invadir las zonas de manglar. La aportación de los sedimentos tanto a las llanuras de inundación como a la plataforma marina adyacente, disminuirá la fertilidad de estas áreas. La erosión marina será mayor en las playas. La cuña salina se incrementará en la zona estuarina hacia aguas arriba del río y por lo tanto hará posible la extensión del ambiente estuarino para un mayor número de especies comerciales. Por otra parte el problema de salinización de las tierras puede incrementarse, aunado a la destrucción del manglar, lo que implica una pérdida de hábitat y zona de crianza para numerosas especies de importancia pesquera: crustáceos, moluscos y peces.

BIBLIOGRAFÍA

- Alvarez del Toro, M., 1975. Aspectos de la fauna superior de Chiapas, con referencia a los impactos causados por las obras hidráulicas. Informe técnico. Comisión del Plan Nacional Hidráulico. México. s/d pp.
- Alvarez, T. y F. de Lachica. 1974. Zoogeografía de los vertebrados de México. En *El Escenario Geográfico II. Recursos naturales*. Sría. Educ. Públ., Inst. Nal. Antropol. Hist., México. 219-332 pp.
- Becerril, M.D., et al. 1992. Ictiofauna. En: Bueno, S.J. et al. (Coord) Informe final de los estudios específicos de fauna del P.H. Aguamilpa, Nayarit. Instituto de Biología. Universidad Nacional Autónoma de México. Comisión Federal de Electricidad. Unidad Ecología y Medio Ambiente. México. 150 pp.
- Bravo, B.O. y A.A. Isaías. 1993. El uso de los recursos naturales por los huicholes de Colorado de la Mora en el área del embalse del P.H. Aguamilpa, Nayarit. Comisión Federal de Electricidad. Unidad de Ecología y Medio Ambiente. Tepic. 80 pp.
- Bueno, S.J., (Coord.) 1992a. Tercer informe semestral de actividades de asesoría y monitoreo. P.H. Aguamilpa, Nayarit. Instituto de Biología. Universidad Nacional Autónoma de México. Comisión Federal de Electricidad. Unidad Ecología y Medio Ambiente. México. 75 pp.
- Bueno, S.J., (Coord.) 1992b. Estudios específicos de Fauna de la zona del embalse del P.H. Aguamilpa, Nayarit. Informe final. Instituto de Biología. Universidad Nacional Autónoma de México. Comisión Federal de Electricidad. Unidad de Ecología y medio Ambiente. México. 73 pp.
- Bueno, S.J., R.A. Barba y E.V. Barrera. 1992. Entomología. En: Bueno, S.J. et al. (Coord) Informe final de los estudios específicos de fauna del P.H. Aguamilpa, Nayarit. Instituto de Biología. Universidad Nacional Autónoma de México. Comisión Federal de Electricidad. Unidad Ecología y Medio Ambiente. México. s/d pp.
- Casas, A.G. et al. 1992. Anfibios y reptiles. En: Bueno, S.J. et al. (Coord) Informe final de los estudios específicos de fauna del P.H. Aguamilpa, Nayarit. Instituto de Biología. Universidad Nacional Autónoma de México. Comisión Federal de Electricidad. Unid. Ecol. Med. Amb. México. 102 pp.
- CFE. 1989. Manifestación de Impacto Ambiental. Modalidad intermedia. Comisión Federal de Electricidad. Gerencia de Proyectos Hidroeléctricos. P.H. Aguamilpa, Nayarit. s/d pp.
- CFE. 1993. Características de la calidad del agua del Río Santiago. Unid. Ecol. Med. Amb. México. s/d pp. Comisión Federal de Electricidad. Nayarit. 12p.
- Contreras, B.S., 1975. Impactos ambientales de las obras hidráulicas en el mundo y en México; estado actual de conocimiento, evaluación y medidas correctivas. Informe técnico Plan Nacional Hidráulico. México. s/d pp.
- Contreras, B.S., Landa, S.V., Villegas, T.G. y Rodríguez, G.O., 1976. Peces, piscicultura, presas, polución, planificación pesquera y monitoreo en México o la danza de las P. Mem. Simp. Pesq. Aguas Cont., Tomo I. México. 315-346 pp.
- Corf, J.N., B. Blanscett y M. Boulé. 1977. A method for determining the location and relative potential of aquaculture projects. Corf & Shapiro Inc. 40 pp.
- González, Q.L., 1974. Tipos de vegetación de México. En *El escenario geográfico II. Recursos naturales*. Sría. Educ. Públ., Instituto Nacional de Antropología e Historia. México. 109-218 pp.
- Granados, B.A y M.A. Guzmán, 1985. Contribución al conocimiento de la Biología y aspectos poblacionales del langostino de río, Ma-

crobrachium americanum Bate 1896, (Decapoda Palaemonidae) en algunas áreas de Michoacán y Guerrero. Universidad y Ciencia (2): 27-38 pp.

Guzmán, A.M., 1990a. La Fauna Acuática de la Nueva Galicia. Una aproximación a la problemática de su estudio y conservación. Universidad de Guadalajara. Tiempos de Ciencia 20: 1-46 pp.

Guzmán, A.M., 1990b. El hombre y su impacto en las comunidades de peces continentales del Occidente de México. I Seminario Internacional de Limnología. Comisión Nacional del Agua. Guadalajara. 18 pp.

Medina, G.J.A., et al. 1976. El impacto ambiental de las obras hidroeléctricas en México. Comisión del Plan Nacional Hidráulico. México. 120 pp.

Mobayed, K.N. Y E.M. Alvarez. 1992. Análisis de los escurrimientos en el Río Santiago, modificados por la operación futura del P.H. Aguamilpa, Nayarit. Comisión Federal de Electricidad. Ger. Ing. Civil. México. 54 p.

Morales, D.A., 1991. La mojarra en México. Biología cultivo y pesquerías. AGT Editores, S.A. México. 188 pp.

Orbe, M.A., G.J. Acevedo y M.D. Hernández. 1998. La Pesquería de la Presa Aguamilpa, Nayarit. Instituto Nacional de la Pesca. Centro Regional de Investigaciones Pesqueras de Pátzcuaro. 20 pp.

Orbe, M.A., M.D. Hernández, G.J. Acevedo y A.M. Guzmán. 2002. Presa Aguamilpa, Nayarit. En de la Lanza E.G. y García C. J.L. (Comp.) Lagos y Presas de México. AGT Editor. México. 401-420 pp.

Orbe, M.D.A., 1998. Proyecto de norma oficial mexicana NOM-025-PESC-1998, que regula el aprovechamiento de los recursos pesqueros en el embalse de la presa "Aguamilpa, ubicada en el estado de Nayarit. Instituto Nacional de la Pesca. Centro Regional de Investigación Pesquera Pátzcuaro, Mich. 6 pp.

Sandoval, V.P., 1993. Estudio de Calidad del Agua. Base de datos. Unidad de Ecología y Medio Ambiente. P.H. Aguamilpa. Comisión Federal de Electricidad. Tepic. 15 pp.

SPP. 1991. Síntesis Geográfica del Estado de Nayarit. Secretaría de Programación y Presupuesto. México. 225 pp.

Tamayo, J.L., 1984. Geografía moderna de México. Edit. Trillas. México. 400 pp.

Ulloa, P.R., V.J.L. Patiño y R.R. Sánchez. 2006. Dictamen para la implementación de la veda 2006, Aguamilpa, Nayarit. Centro Regional de Investigación Pesquera Bahía de Banderas, Nayarit. Instituto Nacional de la Pesca. Secretaría de Agricultura, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación. México. 11 pp.

Villalobos H.J.L., A.C.B. Díaz y E.F. Lira. 1992. Carcinología. En Bueno, S.J., et al., (Edit.) Informe final de los estudios específicos de fauna del P.H. Aguamilpa, Nayarit. Instituto de Biología. Universidad Nacional Autónoma de México. Comisión Federal de Electricidad. Unidad de Ecología y Medio Ambiente. México. s/d pp.

La fauna acuática del Río Santiago: curso medio y bajo antes del llenado de la “PH Aguamilpa”

¹MANUEL GUZMÁN ARROYO

²ARACELI ORBE MENDOZA

³MARTÍN LÓPEZ HERNÁNDEZ

¹LAURA E. PEÑA GARCÍA

LA IMPORTANCIA BIOGEOGRÁFICA DEL ÁREA DE ESTUDIO

Las Regiones Biogeográficas del planeta fueron propuestas por Sclater y Sclater (1899) y bajo ese criterio, es de notable interés la región del Occidente de México, donde se enmarca el área de estudio. En ella se encuentran los límites de dos de estas grandes regiones, en una frontera no definida: la Región Neártica en la mayor parte de la región, conformada por la Sierra Madre Occidental, la Sierra Madre del Sur, el Eje Neovolcánico, la Mesa del Norte y la Mesa Central; y La Región Neotropical, con las llanuras costeras noroccidental y del sur hasta las estribaciones de las Sierras Madres, Occidental y del Sur (Simpson, 1964a y 1964b; Cox, et al., 1976).

Regan (1906-1908), con un criterio ictiológico, subdivide a la Región Neártica con la Subregión Lerma, desde una franja del Altiplano a Bahía de Banderas y hacia el norte y la Región Neotropical con la Provincia del Balsas, hacia la zona costera. Smith (1941), Goldman y Moore (1946) dividen a México en provincias bióticas (En: Álvarez y Lachica, 1974), en forma muy similar a Stuart (1964), modificado por Álvarez y Lachica (Op. cit.) y con base en la distribución de la fauna de vertebrados, el occidente de

México estaría conformado por varias Provincias Bióticas: la Sinaloense (norte y centro de la llanura costera noroccidental; Sinaloa y norte de Nayarit); La Sierra Madre Occidental (oeste y sur de Durango, suroeste de Zacatecas, norte y este de Nayarit y noroeste de Jalisco); La Volcánica Transversal (Eje Neovolcánico; sureste de Nayarit, centro y este de Jalisco, Guanajuato y norte de Michoacán); la Nayarit-Guerrero (parte sur de la llanura costera noroccidental y la llanura costera del sur; Nayarit, oeste y sur de Jalisco, sur de Colima y sur de Michoacán). De acuerdo a esto la zona de estudio estaría en el vértice teórico de tres Provincias Bióticas: la Sinaloense, la Sierra Madre Occidental y la Volcánica Trasversal (Guzmán, 1990a).

Tamayo (1984), con base a la flora, divide a la región en una manera muy aproximada a la anterior, abarcando las mismas áreas y variando solamente en la terminología, con las siguientes provincias: Sinaloense, Sierra Madre Occidental, Chihuahuense (Chihuahua-Zacatecas). Neovolcánica (Volcánica Trasversal), Balsas Sudpacífquense (Nayarit-Guerrero).

¹Instituto de Limnología. CUCBA. Universidad de Guadalajara. Chapala, Jal.

²Centro Regional de Investigación Pesquera - Pátzcuaro. Instituto Nacional de la Pesca. Pátzcuaro, Mich.

³Instituto de Ciencias del Mar y Limnología. Universidad Nacional Autónoma de México. México, D.F.

01. Paso de Bueyes
02. Colorado de la Mora
03. Jesús María
04. Chapalangana
05. Los Sabinos
06. Las Adjuntas
07. Aguamilpa
08. Santa Rosa
09. El Gileño
10. El Capomal
11. Villa Hidalgo
12. Boca del Asadero



Figura 1. Localización de las estaciones de muestreo en el Río Santiago

FAUNA ACUÁTICA

Se realizó una síntesis de la información obtenida, por los estudios específicos realizados en los diversos programas de fauna relacionados con el P.H. Aguamilpa como son los de Carcinología (Villalobos et al., 1992); Entomología (Bueno et al., 1992; 1992b); Ictiología (Becerril et al., 1992) y Herpetología (Casas et al., 1992).

La riqueza de especies en general es considerablemente alta (577 spp.) para esta región; en términos globales por estación, es mayor para los Sabinos (322 spp.); las Adjuntas (284 spp.) ocuparían el segundo lugar, seguido de Colorado de la Mora (257 spp.), la estación de Playa Golondrina con un número menor (116 spp.) y finalmente Paso de Bueyes (23 spp.).

El número de especies en peligro de extinción es bajo, de acuerdo a los listados internacionales, solo se registran 2 especies de vertebrados acuáticos en esta situación: Pe-

ces: Mojarra de Sinaloa *Cichlasoma beani*; Reptiles: Cocodrilo americano *Crocodylus acutus*. Se registran 9 especies acuáticas endémicas en la zona: una de crustáceos y ocho de peces. Para la vertiente del Pacífico se reportan 17 especies de crustáceos y 15 especies de peces endémicas.

De las especies de importancia económica, están registradas 38 de los diferentes grupos zoológicos, entre las que destacan los peces, que han representado un papel importante en la alimentación. En menor escala, los crustáceos, aves y mamíferos. Y reptiles que, además de este uso, tienen otro aprovechamiento: tal es el caso del cocodrilo, cuya piel es muy apreciada.

Dada la riqueza biológica de esta zona se analizaron varios parámetros a manejar, para reunir la mayor información posible que permitiera, como marco comparativo, el correlacionar con fauna de otras zonas. Uno de estos pará-

Cuadro 2. Número de especies del Río Santiago, Nayarit

Spp.	Insec.	Crust.	Peces	Anfi b. Rept.	Aves	Mamí/f	Total
Playa	39	4	10	10	53	-	116
Paso de Bueyes	-	3	-	-	-	20	23
C. de la Mora	118	8	10	18	85	18	257
Los Sabinos	181	5	13	20	85	18	322
Las Adjuntas	189	6	12	18	45	14	284
Total	311	19	15	44	129	63	581
Costa del	5	-	15	-	11	6	37
Peligro extinción	-	-	1	1	1	1	4
Endémicas	-	1	8	-	-	1	10
Exóticas	-	-	3	1	-	3	7
Comerciales	8	3	5	2	17	3	38

Fuente: Bueno et al., 1992b.

metros, fue la comparación de la riqueza específica con la fauna de la vertiente del Pacífico, y se encontraron 61.2% de especies comunes con esa fauna, en general. Este porcentaje es medianamente significativo.

La fauna registrada es mayoritariamente de afinidad tropical, con 85.1% de especies neotropicales (Bueno,

Cuadro 3. Porcentaje de especies del Río Santiago, Nayarit

% Spp	Insec.	Crust.	Peces	Anfi b. Rept.	Aves	Mamí.	Media
Costa del	-	99.0	53.0	28.2	48.3	77.7	61.2
Neotropicales	90.0	100	73.7	86.2	83.0	78.1	85.2
Acuáticas	30.0	100	100	27.3	35.1	1.0	48.9
Selva baja	70.0	-	-	47.7	54.8	38.7	52.8
Selva mediana	3.0	-	-	25.0	67.5	41.9	34.4

Fuente: Bueno et al., 1992b.

1992b). Es importante subrayar esta característica, ya que en esta zona se encuentran los límites de las regiones biogeográficas mundiales Neotropical y Neártica (Guzmán, 1990a).

La presencia de especies acuáticas fue de 48.9%; dicho porcentaje nos indica que esta fauna es medianamente representativa del área.

En la tabla a continuación se presentan los porcentajes para los diversos grupos faunísticos.

Carcinofauna. Se determinaron 1 clase, 2 órdenes, 8 familias, 10 géneros y 19 especies. El orden Decápoda fue el mejor representado con 17 especies. De las 8 familias, destaca la familia Palaemonidae, con 30.0% de las especies, seguida por Atyidae y Ocypodidae, con 16.0% cada una.

Sobresale el género *Macrobrachium*, como el más diverso y frecuente, con 33.0% de las especies, seguido por *Uca* (17.0%) y por el *Penaeus* (11.0%). La especie *Macrobrachium hobbsi*, es la más abundante y la más constante, apareció en todas las estaciones de la porción dulceacuícola del río. Otras especies abundantes fueron: *Macrobrachium occidentale* y *Potimirim glabra*, además de *M. olfersii* que se presentó en un buen número de estaciones (80.0%). Especies como *Atya margaritacea*, *Atya* sp., *Pseudothelphusa* sp., *Macrobrachium michoacanum* y *Macrobrachium americanum*, fueron poco abundantes durante los muestreos y excep-

to por *M. americanum* que se registró en mas de 50% de las estaciones (Villalobos et al., 1992).

De las colectas en Boca de Asaderos, se registraron 8 especies de las familias Grapsidae, Palaemonidae, Penaeidae, Portunidae y Ocypodidae. Por su presencia en los muestreos, destacó *Macrobrachium tenellum*, que durante la época de lluvias (septiembre), tuvo una mayor abundancia, relacionada con la disminución de la salinidad en esta porción del río. Relacionada con este último fenómeno, se encuentra la presencia y la ausencia de los camarones⁴ *Penaeus* (L.) *stylirostris* y *P. (L.) vannamei*, que durante el primer muestreo (Junio) se registraron en buen número y en la salida de septiembre no se colectaron. De las familias Grapsidae y Ocypodidae presentaron 3 especies cada una, son cangrejos típicos de zonas de manglar y que, excepto por *Sesarma magdaleniensis*, tienen una amplia distribución. De la familia Portunidae se colectó *Callinectes arcuatus*, moderadamente representada.

Respecto al número de especies y de ejemplares, se registro a Boca de Asadero, como la mas diversa, con 9 especies, debido a la influencia que los crustáceos marinos ejercen en las zonas estuarinas, las cuales generalmente son usadas como áreas de crianza. Colorado de la Mora, Las Adjuntas II y Los Sabinos, tuvieron el mayor número de especies; con 8, 6 y 5 respectivamente.

En función de su abundancia relativa y presencia por estación, se determinaron dos grupos con una asociación bien definida, el primer grupo esta formado por especies del género *Macrobrachium*: *M. hobbsi*, *M. olfersii*, *M. occidentale* y *M. americanum*, especies típicamente limnéticas. El segundo grupo conformado por *M. tenellum*, *Penaeus* (L)

⁴De acuerdo a las recientes revisiones taxónomicas de este género se ha cambiado su nombre por el de Farfantepenaeus.

stylirostris, *P. (L.) vannamei*, *Goniopsis pulchra*, *S. magdaleniensis*, *Callinectes arcuatus*, *U.P. princeps*, *Uca ecuadoriensis* y *U. Zaca*. características de ambientes estuarinos. 3 especies *M. michoacanus*, *Pseudothelphusa* sp. y *Trichorhina squamata* muestran un afinidad menor con este grupo. El resto de especies *Atya* sp., *A. margaritacea* y *P. glabra*, aún cuando muestran cierta afinidad entre ellas se relacionan levemente con el grupo estuarino.

Ictiofauna. Fueron determinadas 1 clase, 5 órdenes, 10 familias, 14 géneros y 15 especies. La familia Poeciliidae fue la más abundante con 2 especies el 68.1% de la abundancia relativa, la familia Atherinidae con 1 especie le siguió con el 17.3%, la familia Cichlidae con 2 especies presentó el 8.4% de la abundancia. La familia Ictaluridae y la Catostomidae con 1 especie cada una, presentan entre las dos el 4.0% de la abundancia, el resto de las 5 familias con 8 especies tienen 2.2% restante.

De las especies registradas la mayor abundancia relativa fue para *Poeciliopsis latidens* con 44.6%, y le siguen *Poecilia butleri* con 23.5% y *Atherinella crystallina crystallina* con 17.3%; 4 especies conforman 12.4% estas son: *Oreochromis mossambicus* (4.8%); *Cichlasoma beani* (3.6%); *Ictalurus dugesi* y *Moxostoma austrinum* (2.0%). El 2.2% restante lo componen las otras 8 especies. Las especies *Moxostoma austrinum* y *Oreochromis mossambicus*, se registraron en todos los muestreos (7), siendo 12.5% de todas las especies. 33.3% corresponde a especies colectadas en 6 muestreos y son *Atherinella crystallina crystallina*, *Cichlasoma beani*, *Ictalurus dugesi*, *Poecilia butleri* y *Agonostomus monticola*. *Poeciliopsis latidens* estuvo presente en 5 de los muestreos. *Gobiesox fluviatilis* en 4. En 3 salidas se colectó 13.3% de las especies, solo 2 especies *Notropis* sp. y *Yuriria alta* se registraron una sola vez.

En Los Sabinos se registraron 13 especies (86.7%), de las cuales 2 (13.3%) *Yuriria alta* y *Notropis sp.* únicamente fueron capturadas en esta localidad. En Colorado de la Mora se colectaron 10 especies (66.7%), 7 (46.7%) de las cuales se presentaron en otras 3 localidades. En Playa de Golondrinas se registraron 9 (60.0%) especies, de las cuales *Poecilia reticulata* solo se observó en esta localidad y 7 (46.7%) se presentaron en otras 3 localidades. En las Adjuntas se registraron 12 (80.0%) especies.

Se encontró que 8 de ellas tienen una distribución relativamente restringida a la zona de estudio y áreas cercanas, estas especies son: *Notropis sp.* al parecer es una especie nueva, de origen neártico, incluida en el grupo *Notropis calientis*, que tienen una distribución en los ríos Fuerte, Mezquital y Santiago. *Yuriria alta* es una especie endémica del Lerma-Santiago, constituye el registro mas norteño conocido. *Moxostoma austrinum* es una especie neártica, tiene una amplia distribución en la región. *Ictalurus dugesi* también es una especie neártica que se distribuye en los ríos Fuerte, Mezquital y Santiago. *Gobiesox fluviatilis* esta especie no había sido reportada para el Santiago ni para el Huaynamota. *Poeciliopsis latidens* es una especie abundante, que tiene una distribución en otros sistemas cercanos. *Atherinella crystallina crystallina* solamente se ha reportado para la zona de estudio. *Cichlasoma beani* esta especie neotropical, representa una de las especies de la familia con distribución más norteña del lado del Pacífico y es exclusiva de la región.

Los peces catádrolos como *Agonostomus monticola* y anádrolos como *Arius liropus* y *Awaous trasandeanus*, serán afectados tanto por las cortinas de las presas, los cambios en el gasto hidráulico, como por los cambios en la salinidad en la zona estuarina. Es evidente que al cambiar la forma y curso del río se afectarán estas poblaciones de peces.

Se determinó este grupo debido a la importancia que juegan en el sistema, se incluyen las especies exóticas debido a que afectan a las poblaciones de peces. *Cyprinus carpio*, *Oreochromis mossambicus* y *Poecilia reticulata*, las dos primeras se han depositado indiscriminadamente en la mayoría de los ríos, lagos y presas, no pudiéndose actualmente estimar el daño causado hacia otras especies. *Poecilia reticulata* es una especie de ornato, ha sido trasfaunada de la vertiente del Golfo de México, se ha distribuido en numerosos ríos y presas en el país (Guzmán, 1990a; Becerril et al., 1992).

De acuerdo a la clasificación dada por Myers (1940) para caracterizar a las especies, se encontró que de las 15 especies, 5 son primarias, es decir, que viven en aguas estrictamente dulces, estas son *Cyprinus carpio*, *Notropis sp.*, *Yuriria alta*, *Moxostoma austrinum* e *Ictalurus dugesi*. 5 son secundarias o especies que toleran cambios de salinidad, *Poecilia butleri*, *P. reticulata*, *Poeciliopsis latidens*, *Cichlasoma beani* y *Oreochromis mossambicus* y 6 son vicarias, es decir especies de origen marino que pueden vivir en ambientes francamente de aguas dulces, estas son *Arius liropus*, *Gobiesox fluviatilis*, *Atherinella crystallina crystallina*, *Agonostomus monticola* y *Awaous trasandeanus*.

Las familias marinas más importantes que penetran a los ríos costeros son: las guavinas y popoyotes (Eleotridae); los chupapiedras (Gobiesocidae); los gobios (Gobiidae); los lenguados (Bothidae y Soleidae); la lisa y la trucha de tierra caliente (Mugilidae); las mojaras (Gerridae); los róbalo (Centropomidae) y los pargos (Lutjanidae), (Lagler et al. 1962; Alvarez, 1970; Velasco, 1976; Margalef, 1983; Guzmán, 1987 y 1990a).

Los peces son un grupo bien representado en la región y posiblemente sean los mejores indicadores de una dis-

tribución biogeográfica, dada su limitada movilidad restringida a las cuencas hidrográficas. Como familias neárticas exclusivas se encuentran: Los boquinetes o chuimes (Catastomidae), las carpas (Cyprinidae). Como familias neárticas transicionales están los bagres (Ictaluridae). Familias de origen neotropical exclusivas: las sardinitas (Characidae). Familias neotropicales transicionales como los gupis (Poeciliidae) estimados como especies de acuario y las mojarra nativas (Cichlidae). Familias que son compartidas entre ambas regiones como las carpas con dientes (Ciprinodontidos), son los grupos que más caracterizan a esta región (Alvárez y Lachica, 1974; Guzmán, 1990a).

Los peces conforman tres grupos básicos, el primero formado por las especies *C. carpio*, *Notropis sp.*, *Y. alta*, *G. fluvialis*, *A. monticola*, un subgrupo asociado con las especies *M. austrinum* e *I. dugesi*. El segundo grupo formado *A. liropus*, *P. reticulata* y *A. trasandeanus*. El tercer grupo esta formado por las especies *P. butleri*, *P. latidens*, *A. crystallina*, *C. beani*, y *O. mossambica*. Los grupos no reflejan preferencias ambientales específicas comunes, al igual que los crustáceos, ya que se encuentran mezcladas especies limnéticas y estuarinas.

Herpetofauna. Aguas arriba del P.H. Aguamilpa, en la parte que será el embalse de la presa, se colectó un total de 13 especie de anfibios anuros y 31 especies de reptiles del grupo de las tortugas, lagartijas, serpientes y cocodrilos. El número de especies de la planicie costera es mucho mayor que la de la parte de la presa, aún cuando la lista todavía es preliminar (Casas et al., 1992). Aguas abajo del P.H. Aguamilpa se registraron 16 especies de anfibios anuros y 52 de reptiles, es decir, un total de 68 especies (1 de tortuga, 16 de lacertilios, 34 de serpientes y 1 de cocodrilos).

Se obtuvieron porcentajes de riqueza para el sur de Sinaloa, Aguamilpa y la costa de Jalisco. Para el oeste de México se han registrado 156 especies, de las que corresponde una riqueza de 28.2% para el P.H. Aguamilpa, de 42.9% para el sur de Sinaloa, siendo el área de mayor riqueza la costa de Jalisco con 54.5% de las especies. Esto indica que el número y riqueza de especies del P.H. Aguamilpa es bajo. Se determinó la riqueza faunística entre las estaciones muestreadas en el embalse, y la y Los Sabinos fue la más rica, con 45%, contra 41% para Colorado de la Mora y Las Adjuntas. Esta riqueza de Los Sabinos se puede atribuir a un menor deterioro del ambiente, debido a su aislamiento y menor densidad de poblados a su alrededor.

Aunque en Nayarit el grado de endemismo de anfibios y reptiles es bajo, se encuentran ejemplares de alguna de las pocas especies endémicas de la región como *Rana pustulosa*, distribuida en Sinaloa, Durango, Nayarit, Jalisco, Colima, Michoacán y México. No existen realmente especies endémicas en el P.H. Aguamilpa, ni siquiera para su región de influencia.

La única especie en peligro de extinción registrada, para la zona de estudio, fue el cocodrilo americano *Crocodylus acutus*, que al igual que hace muchos años permanece en la lista respectiva. Inicialmente se colectó una piel en Colorado de la Mora; se tienen registros visuales en Playa Golondrinas, Las Adjuntas y Los Sabinos. El 5 de marzo de 1993 se realizó un vuelo en helicóptero, sobre el río Huaynamota, desde el río Chapalagana hasta las Adjuntas y sobre el río Santiago desde el Cajón hasta la cortina de la presa. El total de cocodrilos contados fue de 34, de ellos 32 eran mayores de 3.5 m de longitud total. El 13 de junio se realizó otro vuelo similar, el conteo fue de sólo 12 cocodrilos (Casas et al., 1992).

En relación con los anfibios se tiene: familias neárticas como son los ajolotes (*Ambystomatidae*) y las salamandras (*Salamandridae*, *Sirenidae* y *Pelobatidae*). Una sola familia de salamandras neárticas transicionales (*Plethodontidae*). Familias neotropicales exclusivas: sólo las cecilias y las salamandras tropicales (*Caeciliidae* y *Rhynophrinidae*). Las ranas tropicales (*Leptodactylidae*) constituyen la única familia neotropical transicional. Familias compartidas para ambas regiones: los sapos (*Bufo*), las ranas (*Rana*) y las ranas arbóreas (*Hyla* y *Microhyla*), de importancia ecológica como control de plagas agrícolas (Álvarez y Lachica, 1974; Guzmán, 1990a).

La asociación entre las diversas especies de anfibios y reptiles conforman 3 grupos: el primero constituido por *Bufo* sp., *Bufo mazatlanensis*, *Kinosternum integrum* y *Pseudemys scripta ornata*. Un segundo grupo formado por *Bufo occidentalis*, *Eleutherodactylus hobartsmithi*, *Hylactophyrus augusti*, *Tomodactylus nitidus*, *Leptodactylus melanonotus* y *Pachymedusa dacnicolor*. El tercer grupo formado por *Bufo kelloggi*, *Hyla smithi*, *Smilisca baudini*, *Bufo marinus horribilis*, *Crocodylus acutus* y *Rana pustulosa*.

Zooplankton. Como un apéndice a los grupos de crustáceos, peces, anfibios y reptiles, antes mencionados, se ha considerado importante incluir la información proporcionada por De la Lanza (1986) sobre el zooplankton del sistema formado por la laguna de Mezcatitlán, la laguna de Toluca y del estero del Camichín, 25 Km. al norte de la desembocadura del Río Santiago.

Los grupos de invertebrados reportados fueron: Foraminífera, Hidrozoa (medusas), Polychaetae (gusanos), Gasteropoda (caracoles), Araneae (arañas), Ostracoda, Copepoda, Stomatopoda (camarones esquila), Mysidacea, Isopoda, Amphipoda, Decapoda (camarones), Brachyura

(cangrejos), Diptera, Chaetognata y Thaliacea. Como se observa en la mayor parte de los grupos se encuentran especies netamente marinas y estuarinas, solamente los dípteros son limnéticos. Como Ictioplancton se encontraron las familias Engraulidae (anchovetas) y Scianidae (roncos), corresponden a especies marinas y la familia Gobidae (gobios), que es estuarina.

CONCLUSIONES

La determinación de la fauna acuática en el río Santiago, antes de la terminación y operación de la PH Aguamilpa, y del resto de plantas hidroeléctricas que se plantea construir, establece un antecedente muy importante sobre el impacto que estas obras tienen sobre la biota acuática. Se toman medidas de remediación, pero estas no son significativas para la magnitud del entorno alterado.

El cambio de un sistema limnético lótico (río) a uno léntico (lago/presa) determina la desaparición de muchas de las especies, en particular las migratorias, que aunada al hecho de la siembra de especies exóticas con fines de aprovechamiento vía la pesca, agravan el problema al desplazar a las especies nativas.

BIBLIOGRAFÍA

- Alvarez, V.J., 1970. Peces mexicanos (Claves). Sría. Ind. Com., Inst. Nal. Inv. Biol. Pesq., Inv. Pesq. (1): 166 pp.
- Arredondo, F.J.L., 1983. Especies animales acuáticas de importancia nutricional introducidas en México. *Biótica* 8 (2): 175-199 pp.
- Behler, J.L. y F.W. King. 1979. Field Guide to North American Reptiles and Amphibians. The Audubon Soc., New York. 743 pp.
- Becerril, M.D., et al., 1992. Ictiofauna. En Bueno, S.J. et al., (Edit.) Informe final de los estudios específicos de Fauna del P.H. Aguamil-

pa, Nayarit. Inst. Biol., Universidad Nacional Autónoma de México. Com. Fed. Elect., Unid. Ecol. Med. Amb. México. s/d pp.

Bravo, B.O. y A.A. Isaías. 1993. El uso de los Recursos Naturales por los Huicholes de Colorado de la Mora, en el área del embalse del P.H. Aguamilpa, Nayarit. Comisión Federal de Electricidad. Unidad Ecología y Mededio Ambiente. Tepic Nayarit, México. 182 pp.

Bueno, S.J., (Coord.) 1992b. Estudios específicos de Fauna de la zona del embalse del P.H. Aguamilpa, Nayarit. Informe final. Inst. Biol., Universidad Nacional Autónoma de México. Com. Fed. Elect., Unid. Ecol. Med. Amb. México. pp.

Bueno, S.J., R.A. Barba y E.V. Barrera. 1992. Entomología. En Bueno, S.J. et al. (Ed.) Informe final de los estudios específicos de Fauna del P.H. Aguamilpa, Nayarit. Inst. Biol., Universidad Nacional Autónoma de México. Com. Fed. Elect., Unid. Ecol. Med. Amb. México. s/d pp.

Casas, A.G. y A.M. Guzmán. 1970. Estado actual de las investigaciones de los cocodrilos mexicanos. Inst. Nal. Inv. Biol. Pesq., México. Ser. Div., (3). 50 pp.

Casas, A.G., et al., 1992. Anfibios y reptiles. En Bueno, S.J. et al., (Edit) Informe final de los estudios específicos de Fauna del P.H. Aguamilpa, Nayarit. Inst. Biol., Universidad Nacional Autónoma de México. Com. Fed. Elect., Unid. Ecol. Med. Amb. México. s/d pp.

Castro, A.J.L., 1978. Catálogo sistemático de los peces marinos que penetran a las aguas continentales de México con aspectos zoogeográficos y ecológicos. Dir. Gral., Inst. Nal. Pesca., Depto. Pesca. Serie Cient. 19. 298 pp.

Contreras, B.S., 1975. Impactos ambientales de las obras hidráulicas en el mundo y en México; estado actual de conocimiento, evaluación y medidas correctivas. Informe Técnico. Plan Nacional Hidráulico. Octubre. s/d pp.

Contreras, B.S., Landa, S.V., Villegas, T.G. y Rodríguez, G.O., 1976. Peces, piscicultura, presas, polución, planificación pesquera y monitoreo en México o la danza de las P. Mem. Simp. Pesq. Aguas Cont., Tomo I. México. 315-346 pp.

De la Lanza, G.E., 1986. Calidad ambiental de la Laguna de Mezcatitlán, Nayarit, México. Durante el estiaje. Nota Científica. An. Inst.

Cienc. Mar y Limnol. Universidad Nacional Autónoma de México, 13 (2): 315-328 pp.

Escalante, C.M.A. y S.B. Contreras. 1984. Especies exóticas. Su distribución en México (Trasfaunadas de sus ecosistemas nativos). Parte I. Univ. Autón. Sinaloa. Rev. Ciencias del Mar. México. 1 (6): 25-30 pp.

Escalante, C.M.A. y S.B. Contreras. 1985. Especies exóticas. Su distribución en México (Trasfaunadas de sus ecosistemas nativos). Parte II. Univ. Autón. Sinaloa. Rev. Ciencias del Mar. México. 1 (7): 18-24 pp.

Guzmán, A.M. 1973. Biología e Importancia económica de los cocodrilos mexicanos. Tesis Profesional. Facultad de Ciencias. Universidad Nacional Autónoma de México. México. 123 pp.

Guzmán, A.M. y C. Kensler. 1977. Posibilidades de cultivo del langostino *Macrobrachium* en el área de Cd. Lázaro Cárdenas, Mich. y zona de influencia. Centro Cienc. Mar Limnol., Universidad Nacional Autónoma de México. 19 pp.

Guzmán, A.M., 1990a. La Fauna Acuática de la Nueva Galicia. Una aproximación a la problemática de su estudio y conservación. Tiempos de Ciencia. Univ. Guadalajara. 20: 1-46 pp.

Guzmán, A.M., 1990b. El hombre y su impacto en las comunidades de peces continentales del Occidente de México. I Seminario Internacional de Limnología. Comisión Nacional del Agua. Guadalajara. 18 pp.

Guzmán, A.M., C.B. Kensler y B.A. Granados. 1978. Los langostinos del género *Macrobrachium* en México y sus posibilidades de cultivo. II Simp. Asoc. Latinoamer. Acuic., México. 112 pp.

Miller, R.R., 1986. Composition and derivation of the freshwater fish fauna of Mexico. An. Esc. Nal. Cien. Biol., México. 30. 121-153 pp.

SePesca. 1987. Pesquería en aguas continentales. Sría. Pesca. Dir. Gral. Admon. Pesq., México. 287 pp.

Villalobos H.J.L., A.C.B. Díaz y E.F. Lira. 1992. Carcinología. En Bueno, S.J., et al., (Edit.) Informe final de los estudios específicos de fauna del P.H. Aguamilpa, Nayarit. Inst. Biol., Universidad Nacional Autónoma de México. Com. Fed. Elect., Unid. Ecol. Med. Amb. México. s/d pp.

Índice

- 3** **PREFACIO**
- 5** **INTRODUCCIÓN**
Francisco García Romero
- 9** **A VUELO DE PÁJARO: EL PROYECTO ARCEDIANO**
Manuel Guzmán Arroyo, Salvador Peniche Camps, Roberto Maciel Flores
- 13** **IMPACTOS AMBIENTALES Y ALTERNATIVAS DE SOLUCIÓN EN EL RÍO GRANDE DE SANTIAGO, JALISCO**
Roberto Maciel Flores, Laura Peña García, Manuel Guzmán Arroyo, Salvador Peniche Camps, Héctor Cruz Michel Parra
- 39** **LA CONTAMINACIÓN DEL RÍO ZULA**
Juan Alfredo Morales del Río, Nicolás Ramírez Lara, Francisco Javier Salcedo Olide, Luis Arturo Macías.
- 49** **LA CALIDAD DEL AGUA EN EL RÍO SANTIAGO**
Manuel Guzmán Arroyo, Salvador Peniche Camps, Martín López Hernández, Laura Peña García

- 59** **AGUAS ABAJO: O RESPIRAR VENENO EN JUANACATLÁN Y EL SALTO, JALISCO**
Cindy McCulligh
- 73** **¿POR QUÉ ARCEDIANO? REFLEXIONES SOBRE LA ESTRATEGIA DE ABASTO DE AGUA EN LA ZMG**
Salvador Peniche Camps, Manuel Guzmán Arroyo, Enrique Macías Franco
- 87** **EL IMPACTO DE LOS PARQUES INDUSTRIALES EN LA CALIDAD DEL AIRE EN ZAPOPAN**
Rosa Elena Reyes Nodhal, Teresita de Jesús Alvarado Castellanos y Federico Curiel Gutiérrez
- 109** **ESTRATEGIAS Y CONTROL DEL AGUA EN GUADALAJARA, SIGLO XIX. EL CASO DE LAS INDUSTRIAS TEXTILES**
Ana Rosa González García
- 127** **DISTRIBUCIÓN DEL AGUA POTABLE EN LA ZONA METROPOLITANA DE GUADALAJARA. DESIGUALDAD Y PERTURBACIÓN ECOLÓGICA**
Porfirio Castañeda Huízar y Carmen Venegas Herrera
- 145** **EL CRECIMIENTO URBANO, EL USO DEL ESPACIO Y LA CUENCA: EL RÍO ATEMAJAC DE CARA AL SIGLO XXI**
Carlos Riojas y Alfonso Alarcón
- 175** **EL IMPACTO DE LA PH AGUAMILPA EN LAS ESPECIES PESQUERAS DE LA CUENCA BAJA DEL RÍO SANTIAGO, NAYARIT**
Manuel Guzmán Arroyo, Araceli Orbe Mendoza, Roberto Maciel Flores, J. Guadalupe Michel Parra

- 189** **LA FAUNA ACUÁTICA DEL RÍO SANTIAGO: CURSO MEDIO Y BAJO ANTES DEL LLENADO DE LA PH AGUAMILPA**
Manuel Guzmán Arroyo, Araceli Orbe Mendoza, Martín López Hernández, Laura Peña
García, J. Guadalupe Michel Parra

NOVIEMBRE 2009

Estudios de la Cuenca del Río Santiago. Un enfoque multidisciplinario