

Universidad de Guadalajara



Gobernanza del agua en las ciudades

Salvador Peniche Camps / Martín G. Romero Morett
José Héctor Cortés Fregoso / Fabián González González
Manuel Guzmán Arroyo / Enrique Macías Franco
Gabriela Zavala García



P/PIFI-2012-14MSU0010Z-08 Fortalecimiento de los programas de estudio de licenciatura y posgrado, los cuerpos académicos que los sustentan y la formación integral del estudiante en el Centro Universitario de Ciencias Económico Administrativas.

Primera edición, 2013

© 2013, Universidad de Guadalajara
Centro Universitario de Ciencias Económico Administrativas
Periférico Norte núm. 799, Núcleo Los Belenes.
C.P. 45100 Zapopan, Jalisco, México

ISBN: 978-607-450-881-9

Impreso y hecho en México
Printed and made in Mexico

Contenido

Presentación	9
1. Retos de cambio en la gestión de aguas en Jalisco <i>Pedro Arrojo Agudo</i>	21
2. Las tarifas del agua: debate central de la sustentabilidad <i>Salvador Peniche Camps, Martín G. Romero Morett y Manuel Guzmán Arroyo</i>	51
3. Propuesta de un modelo de reingeniería para la gestión de organismos operadores de agua: caso zona metropolitana de Guadalajara <i>Alma Alicia Aguirre Jiménez, Francisco Morán Martínez y Gemma Cithlalli López López</i>	65
4. Eficiencia técnica relativa de la gestión del agua urbana en México <i>José Héctor Cortés Fregoso</i>	97
5. La participación social y la defensa política del lugar en el caso de las mujeres afectadas por la presa El Zapotillo <i>Anahí Copitzky Gómez Fuentes</i>	119
6. El impacto ambiental y social de las obras hidroeléctricas del río Santiago, Jalisco-Nayarit, México. II Parte: posibles soluciones. <i>Manuel Guzmán Arroyo, Salvador Peniche Camps, Martín López Hernández y J. Guadalupe Michel Parra</i>	139
7. Distribución espacial de las fuentes de contaminación fija en el alto Santiago <i>Omar Arellano Aguilar, Pablo Gesundheit y Laura Elena Ortega Elorza</i>	155

El impacto ambiental y social de las obras hidroeléctricas del río Santiago, Jalisco-Nayarit, México. II Parte: posibles soluciones

MANUEL GUZMÁN ARROYO¹

SALVADOR PENICHE CAMPS²

MARTÍN LÓPEZ HERNÁNDEZ³

J. GUADALUPE MICHEL PARRA⁴

Resumen

Se tomó como base el trabajo *El impacto ambiental y social de las obras hidroeléctricas del río Santiago, Jalisco-Nayarit, México*, presentado en el Primer Seminario Internacional del Río Santiago (Guzmán, et al., 2010), donde se analiza la problemática que presentan las obras hidráulicas del río Santiago (Jalisco-Nayarit) por su impacto ambiental y social. En este trabajo se proponen algunas alternativas que permitan el repoblamiento de las especies migratorias salvando el obstáculo que representa la cortina y el cuerpo de agua de la presa.

1. Instituto de Limnología, CUCBA, UdeG.
2. Departamento de Economía, CUCEA, UdeG.
3. Instituto de Ciencias del Mar y Limnología, UNAM.
4. Departamento de Producción Animal, Cusur, UdeG.

Palabras clave: río Santiago, impacto ambiental, presas hidroeléctricas.

Abstract

Based work: *The Social and Environmental Impact of the Santiago River Hydroelectric Power Projects, Jalisco-Nayarit, Mexico*, presented at the First Santiago River International Seminar (Guzman, *et al.*, 2010), which discusses the problems that arise waterworks Santiago River (Jalisco-Nayarit) for its environmental and social impact. In this paper we propose some alternatives to the repopulation of migratory species saving the obstacle of the blind and the body of water from the dam.

Keywords: Santiago River, environmental impact, hydroelectric dam.

Clasificación JEL: Q25.

Introducción

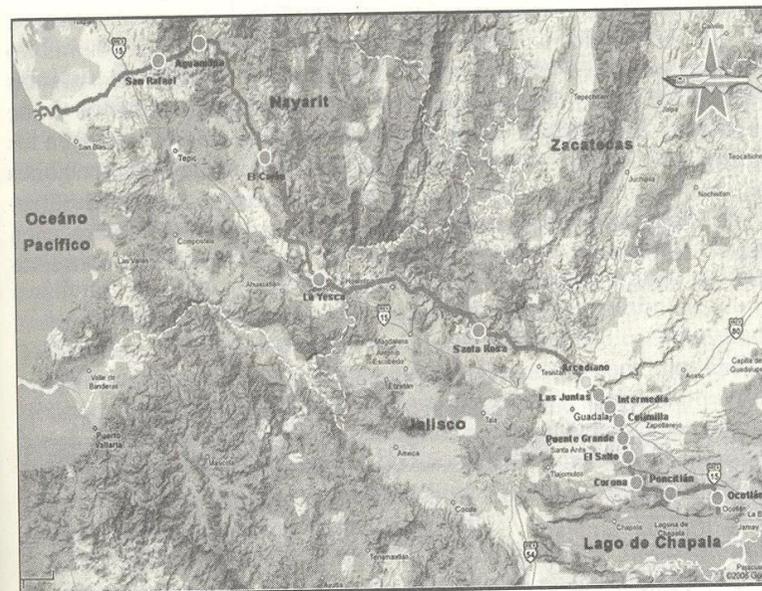
En el Primer Seminario Internacional sobre el Río Santiago, realizado en noviembre de 2009 en la ciudad de Guadalajara, Jalisco (México), se habló sobre “El impacto ambiental de las obras hidroeléctricas presentes en el río Santiago, Jalisco-Nayarit, México”.

En esta segunda parte hablaremos sobre las propuestas y acciones de remediación de estas obras y de sus impactos, particularmente sobre las especies acuáticas migratorias de importancia ecológica y económica.

Las presas del río Santiago

A la fecha se tienen registradas 17 presas a lo largo del río Santiago, desde su origen en el lago de Chapala en Ocotlán, Jalisco, hasta su desembocadura en Nayarit en el Océano Pacífico. Las presas de Ocotlán y Poncitlán son de control, regulan los niveles del lago de Chapala. Las presas Corona en Jalisco y San Rafael en Nayarit son presas derivadoras y sus aguas se utilizan en los distritos de riego y en el caso particular de la Presa Corona para abastecer el acueducto que va a la zona metropolitana de Guadalajara.

Figura 6.1
Las presas del río Santiago, Jalisco-Nayarit, México



Fuente: Google Maps, 2010.

El resto de las presas son para la generación de energía eléctrica, aun cuando muchas de ellas, en particular las de Jalisco están fuera de servicio. Hasta los años cincuenta México contó con una red eléctrica nacional, por ello la gran cantidad de pequeñas presas hidroeléctricas que en la actualidad ya no funcionan. En el caso particular de la Presa Arcediano, las obras están suspendidas.

El impacto ambiental

Es el efecto causado por las acciones del hombre sobre el ambiente, con la característica de que este efecto es negativo, perjudicial, no previsto o no deseado y en ocasiones desconocido para quien realiza la acción. El impacto ambiental puede ser tratado como un cambio estructural y fun-

cional de los factores ambientales a través del tiempo y por causa de la intervención humana; así, quedará constituido tanto por los cambios en las características ecológicas o impacto ecológico, como por los aspectos que caen en los impactos socioeconómicos y culturales del ámbito 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).

Cuadro 6.1
Presas del río Santiago, Jalisco-Nayarit, México

Nº	Nombre	Estado	Tipo	Situación	Tamaño	
1	Ocotlán	Jalisco	Control	En Servicio	Chica	
2	Ponciltán					
3	Corona					
4	El Salto		Derivadora	Fuera de Servicio		
5	Puente Grande					
6	Colimilla					
7	Intermedia					
8	Las Juntas					
9	Agua Prieta		En Servicio			
10	San Francisco		Fuera de Servicio			
11	Arroyo Hondo		Obra Suspendida			Mediana
12	Arcediano					
13	Santa Rosa		En Servicio			
14	La Yesca	Nayarit	Hidroeléctrica	En Servicio	Grande	
15	El Cajón					
16	Aguamilpa					
17	San Rafael				Derivadora	Chica

Fuente: M. Guzmán, *et al.*, 2010.

Los efectos de los impactos en...

La calidad del agua. Las presas sirven como sistemas de autodepuración de las condiciones físico-químicas del agua, las mejoran notablemente al atrapar los sedimentos y llevarse a cabo procesos biogeoquímicos que no se daban en las condiciones originales del río. Además, por la forma de uso del agua en la operación de las presas hidroeléctricas, ya que toman el agua superficial para mover las turbinas, esta agua es la de mejor calidad.

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 embalse, 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 de la presa.

Las inundaciones. En torno a las inundaciones, se tienen 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 al grado de que sean eliminadas totalmente; 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, son notablemente afectados con la pérdida gradual de estas zonas.

Los sedimentos. La erosión hídrica produce efectos tales como deslaves en cauces de corrientes y en vasos de almacenamiento, disminuye la vida útil de las presas; además, el arrastre de sedimentos va acompañado de una degradación en la calidad del agua al aumentar su turbidez, así como el incremento de nutrientes que propicia la eutrofización en el embalse. La cortina retiene los sedimentos y aguas abajo su aportación en las llanuras de inundación y en la plataforma continental marina es severamente afectada, ocasionando una disminución en la productividad biológica y un desequilibrio en la remoción-depósito.

La salinidad. La disminución del gasto hidráulico ocasiona que la energía opuesta a las cuñas salinas en la zona estuarina se vea reducida, permitiendo la mayor penetración de aguas saladas, que por una parte incrementan la migración de especies marinas a la zona del estuario, pero también incrementan la salinización del manto freático y de los suelos adyacentes, tanto para uso agrícola con efectos nocivos, como el de los humedales salobres (manglar) con efectos positivos.

Aspectos ambientales

La construcción de presas repercute tanto en las comunidades de organismos acuáticos 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 favorecer a determinadas especies y convertirlas en problemas, y disminuyendo otras, lo que sucede más fácilmente cuando se introducen especies exóticas. 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).

Estructuras para el paso de las especies migratorias

Los países del Hemisferio Norte, en particular Canadá y Estados Unidos, así como algunos países de Europa han desarrollado escalas para las especies migratorias, particularmente para el salmón, que pertenece a un grupo de especies muy robustas y que están adaptadas a grandes migraciones y donde salvan obstáculos naturales como las cascadas. En otros países como España se han construido estructuras para peces menos robustos que el salmón, pero también grandes migratorios y de alto valor comercial, como la anguila.

En Sudamérica (Brasil, Argentina, posiblemente Uruguay y Paraguay) se han venido construyendo escalas en las presas hidroeléctricas

y de irrigación. De hecho, las legislaciones de estos países obligan a la construcción de escalas para peces, dentro de lo que nosotros conocemos en México como "acciones de mitigación". De acuerdo con Quiroz (1988), Brasil y Argentina tienen una legislación al respecto:

Brasil: la Ley 2250 del 28 de diciembre de 1927 del estado de Sao Paulo ya establecía: "Artículo 26. Todos quantos, para qualquer fim represarem as águas dos ríos, ribeirões e córregos, são obrigados a construir escadas que permitam a libre subida dos peixes".

Argentina: el Congreso de la Nación el 19 de septiembre de 1933 decretó la Ley 11709 sobre Instalación y cuidado de peces en los ríos de jurisdicción nacional: "Artículo 1º. Desde la promulgación de la presente Ley el Poder Ejecutivo obligará la instalación y cuidado de escalas de peces en los diques de jurisdicción nacional donde ellos impidan la circulación de los mismos".

Diversos investigadores cuestionan y ponen en duda las bondades de estos sistemas (Delfino, Baigún y Quiroz, 1986), ya que sólo algunas especies de peces son lo suficientemente robustas para salvar estas estructuras y definitivamente no son las apropiadas para los crustáceos. Con una presa, la zona de aguas abajo se convierte en una segura zona de pesca y depredación para aves, peces carnívoros, nutrias, mapaches y cocodrilos, que se hartan de peces agotados, heridos y muy fáciles de atrapar. Esto no es necesariamente benéfico para los depredadores, ya que a largo plazo pueden perder sus habilidades con esa "vida fácil". Los huevos y las larvas que viajan río abajo, si no mueren en el gran embalse de agua estancada y sin oxígeno, se vuelven papilla al pasar por las cuchillas de las turbinas (Guimarães, 2009).

A pesar del gran desarrollo e importancia que tiene la construcción de las centrales hidroeléctricas en México, no se tiene conocimiento de iniciativas institucionales formales para este tipo de obras, ni se consideran en la legislación ambiental, de vida silvestre o de aguas nacionales vigentes. Durante la construcción de la Presa del Caracol en Guerrero en 1980 (CFE), se le propuso⁵ al gerente de la obra, ingeniero Salvador del Pozo M.,⁶ la construcción de esclusas para peces y crustáceos migratorios sobre el río Balsas. Estaba en proceso el diseño de la estructura,

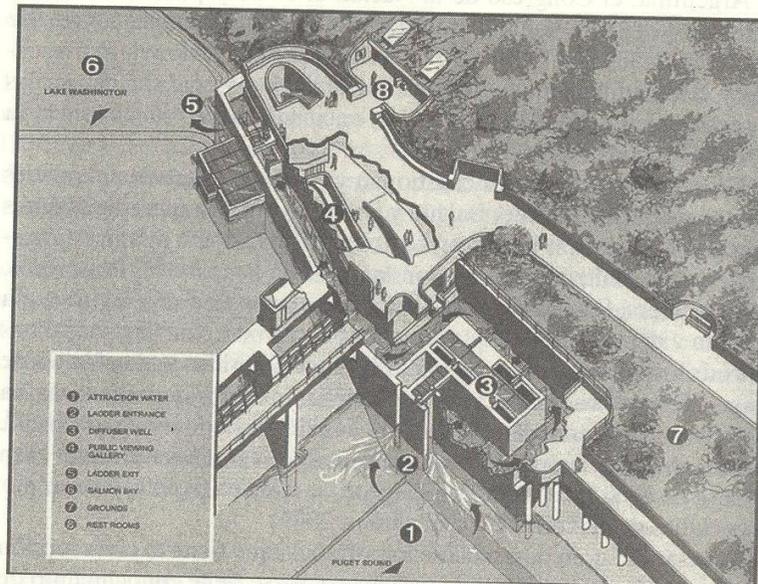
5. Propuesta del doctor Manuel Guzmán A., entonces investigador del ICML-UNAM.

6. Posteriormente el ingeniero del Pozo fue el constructor de las presas "El Cajón" y "La Yesca" en el estado de Nayarit sobre el río Santiago.

cuando hubo un cambio administrativo y el proyecto se suspendió. Éste es el único antecedente que conocemos en México.

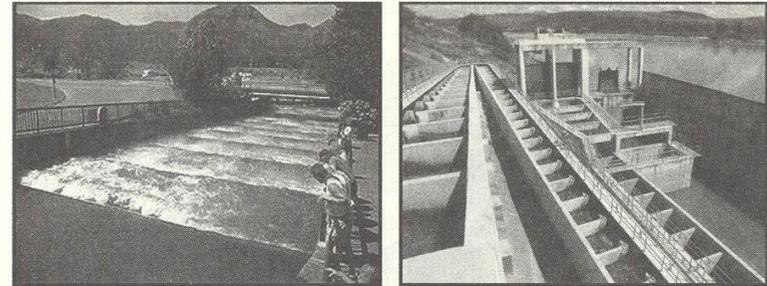
Algunos tipos de estructuras

Figura 6.2
Esclusa para peces en el río Washington, EUA



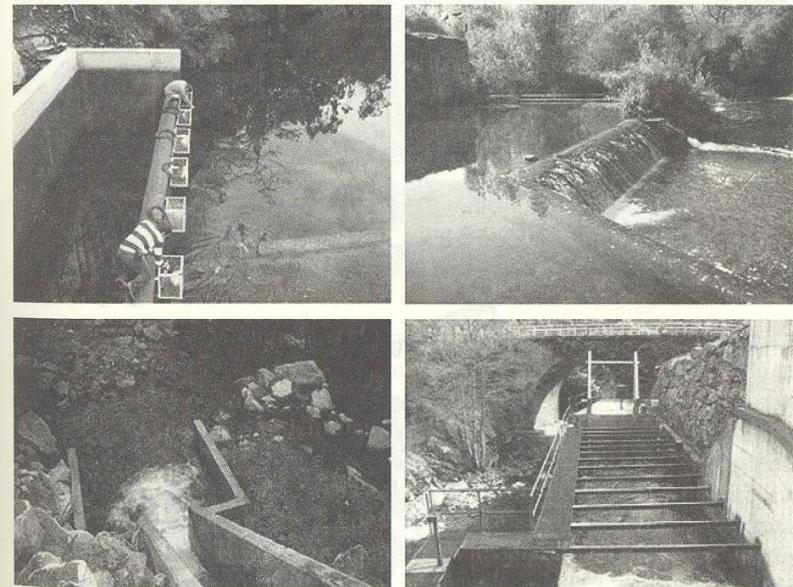
Fuente: U. S. Army Engineering corps.

Figura 6.3
Escalas para peces (salmón)



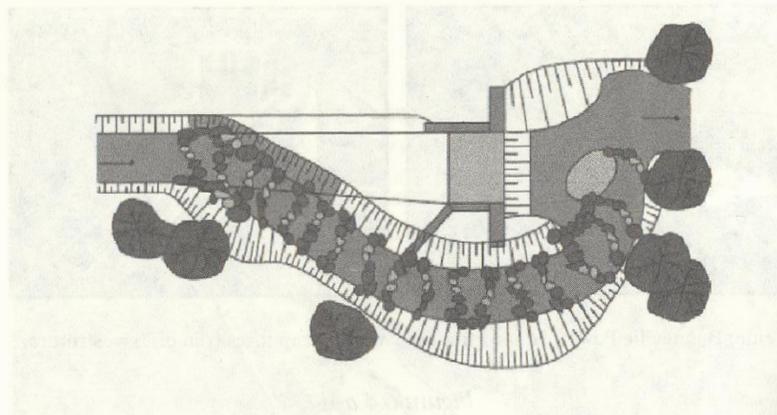
Fuente: Bonneville Power Administration; y www.uheaimores.com.br/?x=estructura.

Figura 6.4 a-d
Escalas sencillas para peces (España)



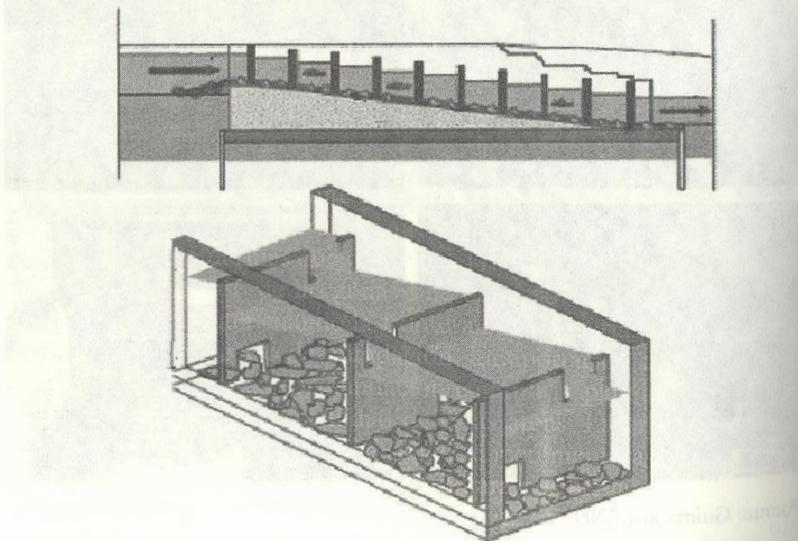
Fuente: Guimarães, 2009.

Figura 6.5
Vista superior de una escala para peces



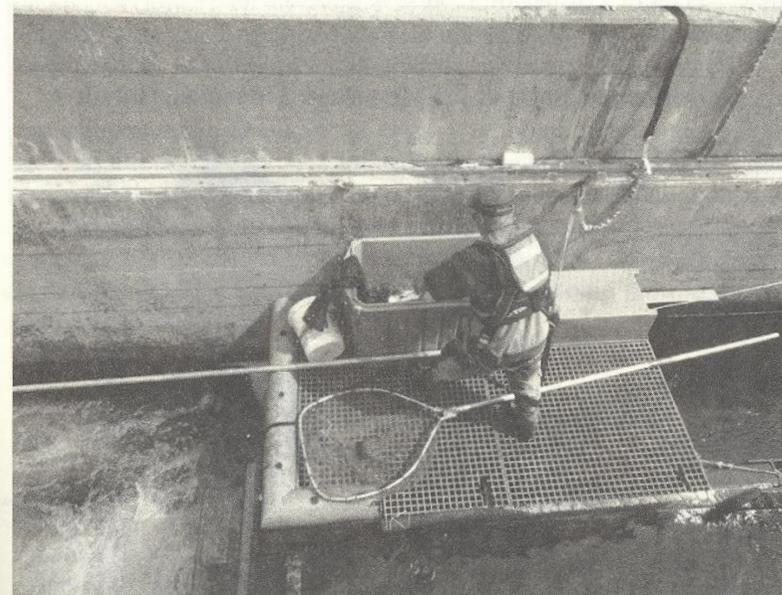
Fuente: Alnus, 2005.

Figura 6.6
Estructura básica de una escala para peces



Fuente: Alnus, 2005.

Figura 6.7
Seattle (puerto pesquero): esclusas sobre el Canal Washington.
Capturando, marcando y devolviendo peces



Fuente: <http://nuestroviajehaciaelnorte.blogspot.mx>

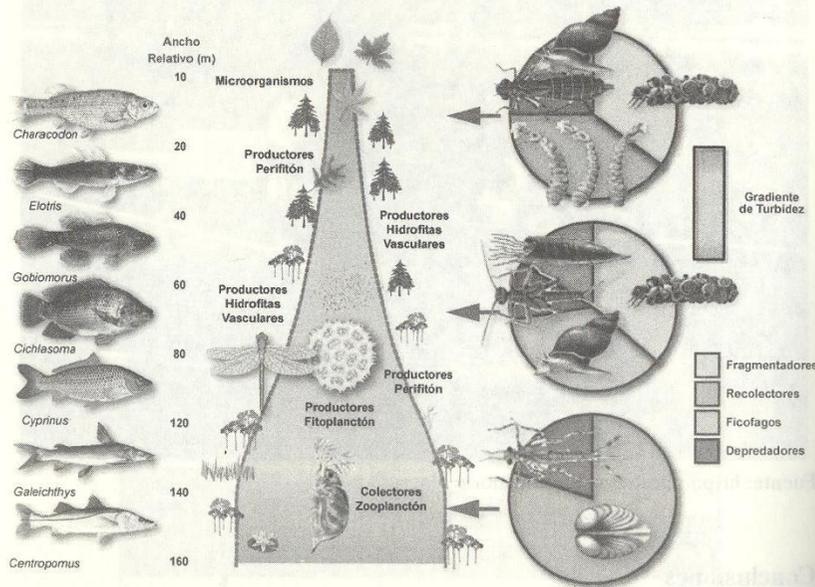
Conclusiones

El gasto hidráulico más regular permite una mayor estabilidad en el río y esto beneficia a las especies comerciales que viven en él, pero reduce a las especies marinas o estuarinas que penetran al río. El control de las inundaciones permitirá el uso de las zonas ribereñas para el desarrollo de proyectos acuícolas, aun cuando la frontera agropecuaria puede invadir las zonas de manglar y/o de inundación. 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 y por lo tanto hará posible la extensión del ambiente estuarino para un mayor número de especies comer-

ciales. 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.

Figura 6.8

Distribución típica de los organismos a lo largo de un río



Fuente: M. Guzmán, et al., 2010.

Aspectos ambientales

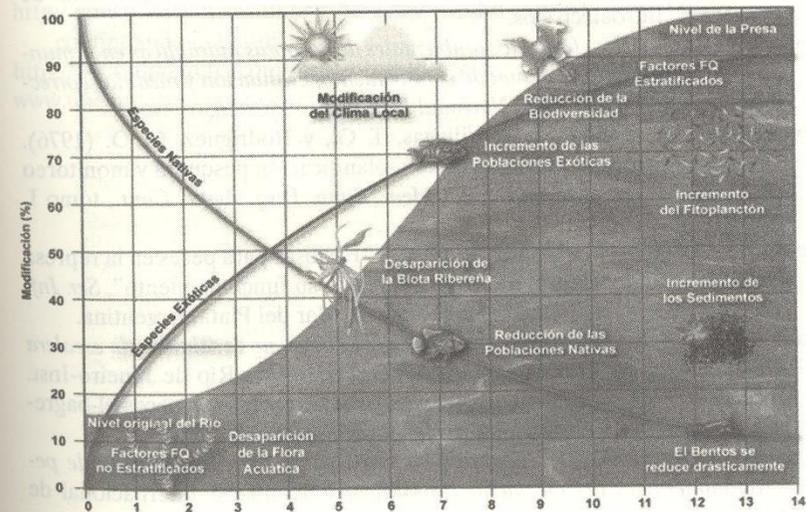
El concepto de aguas arriba y de aguas abajo se aplica en los ríos, pero no en las presas. La pesca en los ríos es muy limitada prácticamente para autoconsumo, aun cuando en los mercados locales se puede encontrar pescado o bien éste es encargado a los pescadores locales conocidos. El mayor impacto en la presas es las distancias que hay que recorrer para llevar al mercado los productos agropecuarios y pesqueros; éstas

se pueden hacer por vía el agua en la presa o caminos de terracería o herradura. El mayor impacto que tienen los proyectos hidroeléctricos consiste en el cambio radical de un sistema de aguas corrientes como son los ríos (lótico), en un sistema de aguas embalsadas como las presas (léntico). Este cambio impacta a la biodiversidad original reduciendo drásticamente sus diversos componentes, estructura y relaciones.

A esto se une la introducción de especies exóticas, ecológicamente muy exitosas como la tilapia, la carpa y la lobina negra, muy adaptables a las nuevas condiciones ambientales, lo cual les permite un rápido desarrollo de sus poblaciones, compitiendo ventajosamente contra las especies nativas originales, las cuales con el tiempo son desplazadas y reducidas, e incluso algunas desaparecen. El objetivo único de la introducción de estas especies exóticas es específicamente para la explotación comercial.

Figura 6.9

Evolución de las características y organismos con el llenado de la presa



Fuente: M. Guzmán, et al., 2010.

A medida que el nuevo embalse se va formando, las características limnológicas van cambiando conjuntamente con la biota, tanto en su composición como en su abundancia. En general la biodiversidad disminuye, desapareciendo numerosas especies. La siembra de especies exóticas más adaptables a las nuevas condiciones ambientales también afecta la diversidad en el nuevo embalse.

Referencias bibliográficas

- Alnus. (2005). *Estructuras para peces migratorios*. <http://www.alnus2005.com/otros-productos.htm>
- Alvarez del Toro, M. (1975). *Aspectos de la fauna superior de Chiapas, con referencia a los impactos causados por las obras hidráulicas*. Informe técnico. México: Comisión del Plan Nacional Hidráulico.
- Bonetto, A. A. (1963). "Investigaciones sobre migraciones de peces en los ríos de la cuenca del Plata", *Ciencia e Investigación*, núm. 19. Buenos Aires, pp. 12-26.
- CFE. (1989). *Manifestación de impacto ambiental. Modalidad intermedia*. Aguamilpa, Nayarit: Comisión Federal de Electricidad-Gerencia de Proyectos Hidroeléctricos.
- 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.
- 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, pp. 315-346.
- Delfino, R., Baigún, C., y Quiroz, R. (1986). "Esclusas para peces en la represa de Salto Grande. Consideraciones acerca de su funcionamiento", *Ser. Inf. Téc. Inst. Nac. Invest. Desarr. Pesq.*, núm. 3. Mar del Plata, Argentina.
- Guimarães, D. J. R. (2009). *Represas vs peces: El bagre no es salmón y la escalera no es la solución*. Río de Janeiro: Univ. Federal de Río de Janeiro-Inst. Biofísica. <http://cinabrio.over-blog.es/article-represas-vs-peces-el-bagre-no-es-salmon-y-la-escalera-no-es-la-solucion-64009935.html>
- Guzmán, A. M. (1990). *El hombre y su impacto en las comunidades de peces continentales del Occidente de México*, I Seminario Internacional de Limnología. Guadalajara: Comisión Nacional del Agua.
- . (2007). *Esclusas para peces*. Informe técnico. Guadalajara: Universidad de Guadalajara-Instituto de Limnología.

- Guzmán, A. M., Peniche, C. S., López, H. M., y Michel, P. J. G. (2012). *El impacto ambiental de las presas en el río Santiago, Nayarit-Jalisco*. México, II parte: "Posibles soluciones", IV Seminario Internacional sobre el Río Santiago. Guadalajara: Universidad de Guadalajara.
- Guzmán, A. M., Peniche, C. S., Michel, P. J. G., y García, P. L. E. (2010). *El impacto ambiental de las obras hidroeléctricas en el río Santiago, Jalisco-Nayarit*, México, I Seminario Internacional sobre la Cuenca del Río Santiago, noviembre. Guadalajara: Universidad de Guadalajara.
- Medina, G. J. A., et al. (1976). *El impacto ambiental de las obras hidroeléctricas en México*. México: Comisión del Plan Nacional Hidráulico.
- Orbe, M. A., Hernández, M. D., Acevedo, G. J., y Guzmán, A. M. (2002). "Presa Aguamilpa, Nayarit", en De la Lanza, E. G., y García C., J. L. (Comp.), *Lagos y presas de México*. México: AGT Editor, pp. 401-420.
- Quirós, R. (1988). *Estructuras para asistir a los peces no salmónidos en sus migraciones*. América Latina. Roma: FAO/Copesca, documento técnico núm. 5.

Páginas web

- <http://nuestroviajehaciaelnorte.blogspot.mx/2012/08/09082012-135dia-seattle-continuyendo-con.html>
- <http://www.alnus2005.com/otros-productos.htm>
- www.uheaimores.com.br/?x=estrutura