

**LA CRISIS MUNDIAL DE LAS AGUAS:
ALGUNAS DE SUS PRINCIPALES CAUSAS
(RPP -13)**

**AUTOR
JUAN PABLO ORREGO S.**

MARZO DE 2003

SANTIAGO, CHILE



Huelén 95 Piso3, Providencia CP 6640339, Santiago, Chile;
T: (56 2) 2640682, F: (56 2)2642514; www.terram.cl, info@terram.cl

PRESENTACIÓN

El siglo XXI será el de la lucha por el agua. Los conflictos por este recurso se extenderán a casi todas las regiones del mundo en los próximos cincuenta años, según explica un estudio realizado por el hidrólogo regional de la UNESCO Carlos A. Fernández Jáuregui, quien afirma que las zonas más frágiles son Oriente Medio y el norte de África.

En la actualidad, más de mil millones de personas no tienen acceso al agua potable. Entre 1990 y 2000 esa cifra aumentó en África de 293 millones a 309 y en América Latina subió de 86 millones a 92 millones de personas. Estas sumas dan cuenta de la urgencia de implementar su uso sustentable.

En el caso de Chile, vemos que es un país rico en recursos hídricos sólo en parte de su territorio y que en grandes áreas se vive una situación difícil, debido a la degradación de sus recursos hídricos y a los altos niveles de consumo que, según las tendencias, crecerán sustantivamente en los próximos años.

Se trata, por lo tanto, de un tema de preocupación mundial y nacional, que atañe precisamente a necesidades básicas del país y de sus ciudadanos. Un objetivo esencial de Terram es alertar sobre la crítica situación que afecta a los recursos hídricos no sólo dentro de Chile sino que también a nivel mundial. Con el estudio "La Crisis Mundial de las Aguas: algunas de sus principales causas", escrito por el ecólogo Juan Pablo Orrego, Fundación Terram continúa su serie de publicaciones sobre los recursos hídricos, con el fin de aportar información contextualizada que promueva un uso racional de este valioso recurso.

Marcel Claude
Director Ejecutivo de Fundación Terram
Santiago, marzo de 2003

ÍNDICE

INTRODUCCIÓN	7
LA ALTERACIÓN DEL CICLO HIDROLÓGICO CORTO	8
LOS IMPACTOS DE LA AGRICULTURA Y DEL RIEGO	9
EL IMPACTO DE LA GANADERÍA	11
EL IMPACTO DE LA DESTRUCCIÓN DE HUMEDALES Y DE LA DEFORESTACIÓN	14
EL IMPACTO DEL CALENTAMIENTO GLOBAL	16
EL FITOPLANCTON	19
LAS ESPECIES INVASORAS	20
EL IMPACTO DE LOS EMBALSES	21
EL ABUSO DE LAS AGUAS SUBTERRÁNEAS	22
LA CONTAMINACIÓN	24
CONCLUSIONES	28
BIBLIOGRAFÍA	32

INTRODUCCIÓN

Se puede afirmar que el agua es uno de los recursos naturales más importantes del planeta, ya que sustenta la existencia de la toda la biosfera, incluyendo a la humanidad. El agua transporta sustancias, y su energía cinética puede ser transformada en energía eléctrica. No existe actividad productiva humana que no necesite del agua como insumo esencial. Tanto la cantidad del recurso como su calidad son fundamentales para el desarrollo sustentable de toda comunidad humana, así como de todos los ecosistemas.

En el pasado, muy equivocadamente hemos actuado como si el agua dulce accesible para el ser humano en este planeta fuera infinita. La verdad es que el agua utilizable es menos de 0.5% de toda la que existe¹. *“Los lagos y ríos corresponden a apenas 93.000 km³ de agua dulce, es decir, un 0,0067% del total del agua existente en el planeta”²*. El resto es el agua salada de los océanos, la que está congelada en los polos o se encuentra inaccesible bajo tierra. *“Las duras noticias son estas: la humanidad está gastando, desviando y contaminando los recursos de agua dulce del planeta tan rápido y sin descanso que todas las especies de la tierra – incluyéndonos – están en peligro de muerte”³*.



Esta es una de las alarmantes conclusiones de los expertos en recursos hídricos de Canadá, Maude Barlow y Tony Clarke quienes, en su nuevo libro “Blue Gold” (2002), hacen un llamado urgente a asumir que la disponibilidad de agua en el planeta es finita. Lo curioso y paradójico es que no solamente existe hoy la misma

cantidad de agua en el planeta que cuando éste fue creado, sino que ésta es prácticamente la misma agua. (Se especula que algunos ‘cometas de hielo’ penetran la atmósfera pero que la cantidad de agua involucrada es insignificante.) Si la cantidad de agua existente en el planeta es la misma de siempre, entonces, ¿cuál es el problema? ¿Por qué la escasez, por qué la generalizada crisis hídrica?

Existe un consenso bastante amplio, a nivel internacional, en el sentido que en la mayoría de las regiones del mundo la crisis hídrica no responde a un problema de disponibilidad real, o de escasez, sino más bien a un problema de administración y uso de los recursos hídricos. Este consenso fue expresado por muchos de los delegados oficiales de todos los países de América que asistieron al Foro *Agua para las Américas en el Siglo XXI* organizado por el Gobierno Mexicano, en Ciudad de México, en Octubre del año 2002. Incluso se reconoció que en las regiones del mundo donde actualmente existen problemas muy graves de disponibilidad de agua dulce, muchas veces esto es una consecuencia de la ‘destrucción’, en el pasado, y, en muchos casos, que continúa en el presente, del recurso o de las estructuras ecosistémicas o geológicas que lo almacenan y regulan. Es decir, el propio ser humano en su forma de captar, almacenar, administrar y utilizar las aguas ha generado procesos que han llevado a la desaparición o inutilización del recurso.

¹ Barlow y Clarke presentan las siguientes estimaciones: Cantidad total de agua en la Tierra, 1.4 billones de km³ (un cubo de 1.120 km de lado); cantidad de agua dulce, 36 millones de km³ (2.6% del total); agua dulce que circula en el corto plazo en el ciclo hidrológico, 11 millones de km³ (0.7% del total); agua dulce renovable a través de la lluvia, realmente accesible a los seres humanos, 34 mil km³ (0.0024% del total).

² “Estado de las Aguas Continentales y Marinas de Chile”, Nora Cabrera F. en “Perfil Ambiental de Chile”, CONAMA (1994)

³ “Blue Gold”, Maude Barlow y Tony Clarke, Stoddart, 2002.

LA ALTERACIÓN DEL CICLO HIDROLÓGICO CORTO

Un equipo de ingenieros y científicos eslovacos, liderado por el ingeniero Michael Kravcik⁴, después de años de investigaciones está llegando a la conclusión que una de las causas de la crisis hídrica que está sufriendo la humanidad y que está afectando negativamente a ecosistemas y bioregiones, es la alteración, por causas antrópicas, del ciclo hidrológico corto, tanto en términos de sus cantidades como de sus calidades. Es decir, estamos alterando cuantitativa y cualitativamente las aguas en su tránsito por los continentes. Según esta teoría, diversas actividades humanas tales como la urbanización, la deforestación, la agroindustria, la pavimentación, la construcción de infraestructura, y, en particular, de grandes embalses, destruyen las estructuras ecosistémicas que sustentan y regulan el ciclo hidrológico corto. Esta destrucción del *habitat* del agua no sólo lleva a una crisis de disponibilidad del recurso para los seres humanos, animales y mantenimiento ecosistémico sino que también disminuye dramáticamente la cantidad concreta de agua dulce accesible en el planeta. A esta crisis de disponibilidad cuantitativa se suma toda el agua inutilizada, en términos de su uso directo, por la contaminación.

Kravcik describe el ciclo hidrológico: el agua debe primero evaporarse de una planta, de la superficie de la tierra, de un humedal, de un río, lago, o del océano, para luego condensarse y caer de vuelta a la tierra como precipitación. Si el agua cae a un bosque, o a un campo, o a un lago o río, permanece en el ciclo hidrológico corto al ser absorbida por el suelo o por organismos vivos, o al pasar a formar parte de un cuerpo de agua natural. El agua absorbida por los suelos, si no es captada por organismos vivientes, puede contribuir a la recarga de los acuíferos subterráneos y resurgir a grandes distancias en vertientes que dan origen a arroyos o humedales. Si el agua es absorbida por una planta u otro ser, parte de ella será utilizada en el metabolismo del organismo y otra parte será 'evapotranspirada' de vuelta al ambiente.

En cambio, si el agua cae sobre los techos de las casas y edificios de una ciudad y de ahí al pavimento, en muchos casos su único destino es el sistema de alcantarillado. En él se mezcla con las aguas servidas y de ahí va a dar a algún río el que puede estar, incluso,

canalizado y contaminado. Por ese cauce esta agua alcanzará el océano, transformándose en salada. Con la evaporación de los mares volverá a comenzar el ciclo hidrológico.

Kravcik y su equipo explican que a medida que se pavimenta la superficie de la tierra, se la desnuda de bosques y praderas y desaparecen, por lo tanto, manantiales y esteros. Menos precipitación está permaneciendo en las cuencas hidrográficas de los ríos, y, en general, en las cuencas continentales, lugares donde se la necesita, y cada vez más agua se está precipitando hacia los mares. Kravcik piensa que la destrucción de los ecosistemas que retienen agua es uno de nuestros problemas ambientales más serios, y el investigador lo plantea en términos de las necesidades o 'derechos' del agua que permiten su residencia en los continentes. *"El derecho a domicilio de una gota de agua es uno de los derechos básicos [del agua]"*⁵.

El estudio realizado en Eslovaquia permitió determinar que la urbanización, pavimentación y desarrollos relacionados han significado que cada año desaparezcan cerca de 250 millones de metros cúbicos de agua de este país, un uno por ciento de toda el agua en las cuencas de Eslovaquia. Y desde la Segunda Guerra Mundial, las precipitaciones anuales en Eslovaquia han disminuido en un 35%, tal como está sucediendo en muchas regiones del mundo. La explicación de Kravcik es precisamente que estamos destruyendo, por denudamiento o exceso de construcción sobre ellos, los ecosistemas retentivos desde donde el agua podría evaporarse para luego volver a caer como lluvia. Kravcik y sus colaboradores han extrapolado estos datos asumiendo tasas de urbanización y pavimentación semejantes en otros países del mundo y han concluido que los continentes están perdiendo cerca de 1.800 billones de metros cúbicos de agua dulce al año, causando un aumento anual del nivel de las aguas oceánicas de cinco milímetros. Si en los próximos cien años esta tendencia continuara, la corteza terrestre perdería cerca de 180.000 billones de metros cúbicos de agua dulce. Lo que equivale aproximadamente al volumen de agua de todo el ciclo hidrológico de la biosfera.

⁴ Blue Alternative 4, Michael Kravcik et al. , 2002

⁵ Citado en "Blue Gold", Barlow y Clarke, Stoddart, 2002.



Kravicik hace un llamado urgente a asumir la proliferación de las así llamadas “manchas rojas” en la Tierra, que son lugares donde había agua, incluso en abundancia, y ésta ha desaparecido. *“En el futuro cercano, este ‘secado’ de la Tierra causará sequía; calentamiento global masivo, con los extremos climáticos concomitantes; menos protección atmosférica; radiación solar incrementada; disminución de la biodiversidad; derretimiento de los casquetes polares; submersión de vastos territorios; desertificación continental masiva y eventualmente, en las palabras de Michal Kravicik, el ‘colapso global’⁶.*

LOS IMPACTOS DE LA AGRICULTURA Y DEL RIEGO

Es quizás un tanto paradójico poner la agricultura en la lista de las actividades productivas que generan impactos negativos graves sobre los recursos hídricos. Paradójico, porque obviamente es también la fuente de los alimentos que consumimos, pero la realidad es que de diversas maneras la agricultura está generando estos impactos. *“... [las] obras de riego, así como el riego propiamente tal, pueden dar origen a impactos ambientales de significación; constituyen una presión sobre la calidad y disponibilidad del agua, como también una presión sobre otros recursos naturales, principalmente el suelo. Efectivamente, el riego,*

además de ser uno de los usos que demanda una gran cantidad de agua, produce aumentos en las concentraciones de sales en las capas superficiales del suelo e incorpora una serie de elementos químicos al ciclo hidrológico, derivado de la incorporación masiva de fertilizantes y pesticidas, tanto a las aguas superficiales como a las aguas subterráneas. Prácticas no-ade cuadas de riego producen, además de salinización, encharcamiento y erosión, mientras que las obras de riego dan lugar a alteraciones geomorfológicas significativas⁷.

Según Barlow y Clarke, se calcula que en el año 1800, globalmente, las tierras irrigadas sumaban unos ocho millones de hectáreas, y que hoy son 240 millones. Solamente en los EUA, la cantidad de tierras irrigadas se han duplicado en los últimos 30 años. En la actualidad, aproximadamente el 40% de los alimentos, a nivel mundial, son producidos por la agricultura de riego.

No es por nada que el uso agrícola del agua es llamado ‘consuntivo’. Literalmente el agua es consumida por los cultivos y por las cuantiosas pérdidas por evaporación y filtrado, tanto en los embalses, canales y acequias, como en el riego mismo. En particular, el riego ‘por tendido’, generalizado en Chile, que consiste en inundar los campos periódicamente. Se calcula que en nuestro país la eficiencia del riego es del 30%.

Tradicionalmente, en el pasado, la irrigación ha sido considerada como algo exclusivamente beneficioso, siempre deseable, casi un fin en sí mismo o algo que mientras más hay es mejor. En las últimas décadas, dadas las escalas y magnitudes involucradas y en vista de la constatación de los efectos negativos de la irrigación intensiva, especialmente en el contexto de lo que ha llegado a ser llamado la agricultura industrial, esta percepción ha ido cambiando paulatinamente.

El riego intensivo de vastas superficies provoca la salinización de los suelos por partida doble, ya que, por un lado, los cultivos no absorben las sales minerales disueltas en las aguas y estas se van

⁶ idem

⁷ “Informe País – Estado del Medio Ambiente en Chile 2002”, Universidad de Chile, Instituto de Asuntos Públicos, 12/2002

depositando en los suelos hasta inutilizarlos y, por otro, tiende a elevar los niveles de las napas subterráneas, lo que se conoce como anegación o encharcamiento. Este fenómeno tiene efecto sobre las aguas provocando el depósito de aún más sales minerales sobre la superficie. De hecho, en muchas regiones del mundo, el proceso de salinización de las aguas y suelos comienza en los embalses para riego. En zonas como el norte de Chile, donde naturalmente las aguas superficiales son salinas, la evaporación que se produce en los embalses por las elevadas temperaturas diurnas tiende a aumentar la concentración de sales en las aguas embalsadas, las que luego serán utilizadas para regar estas zonas áridas con el efecto descrito.

En muchos lugares del mundo, incluidos en forma prominente EUA, India, China, el norte de África y Arabia Saudita, la salinización ha inutilizado grandes extensiones de suelos. *“La salinización ha afectado un quinto de las tierras agrícolas del mundo, y cada año los agricultores se ven obligados a abandonar un millón de hectáreas que eran cultivables”*⁸.

El anegamiento de los suelos, que es la consecuencia de la elevación de los niveles de las napas freáticas producida por el riego intensivo de grandes superficies de terrenos, además de salinizarlos por la evaporación de las aguas salinas que afloran a la superficie, genera el impacto adicional de la putrefacción de las raíces de los cultivos, y otros tipos de perturbaciones en el desarrollo de las plantas por exceso de agua.

Además, el cultivo intensivo de los suelos frágiles de las zonas áridas, posibilitado por la irrigación artificial, suelta y afina los suelos facilitando la erosión eólica. Según un informe de la FAO, de junio de 2001, citado por Barlow y Clarke, un billón de personas viven hoy en países áridos donde las tierras han sido tan dañadas por uso excesivo que ya no pueden producir suficiente alimento. Según este informe la desertificación actualmente cubre 3.6 billones de hectáreas en más de cien países, y esta situación está empeorando.

Para poder regar las enormes superficies mencionadas, en muchas regiones las aguas superficiales ya no son suficientes y se está recurriendo, desde hace décadas, a las aguas subterráneas. *“Alrededor del mundo, hay actualmente cerca de 230 millones de hectáreas de tierras bajo riego – de los sólo seis millones que habían*

*hace dos siglos... Los grandes actores – China, Estados Unidos, India y Pakistán – suman más de la mitad de la tierra irrigada en el mundo, y todos ellos están experimentando problemas crecientes de sequía, desertificación, erosión de los suelos fértiles superficiales, y escasez de agua”*⁹. En China las áreas irrigadas aumentaron en un 2.5% en los últimos 50 años y actualmente las aguas subterráneas proveen cerca del 20% del agua necesaria para el riego de casi 50 millones de hectáreas. Para lograrlo China ha perforado más de dos millones de pozos en los últimos 40 años. Se estima que cerca de 1.5 billones de personas en el mundo– cerca de un cuarto de la humanidad –actualmente utilizan aguas subterráneas como fuente de agua potable.

Como nos informan Barlow y Clarke, en todo el mundo los cursos y cuerpos de aguas superficiales, así como los acuíferos, han sido sobre explotados para regar crecientes superficies de tierras. En muchos casos, sistemas hídricos completos han colapsado. El Lago Chad, uno de los últimos grandes cuerpos de agua en el centro de África, se ha reducido en un 90% desde 1960, principalmente por las extracciones para riego por los cuatro países que lo comparten. Los ríos Cari y Logone que lo alimentaban en el pasado, por el mismo motivo, prácticamente ya no aportan agua al lago. El Río Zaindeh en el norte de Irán, cuyas aguas eran utilizadas por cien mil agricultores, se secó completamente en 1999. Algunos expertos han concluido que esta catástrofe fue causada por prácticas de riego inapropiadas.

El Lago Aral, cuerpo de agua salino, compartido por Afganistán, Irán y cinco repúblicas de la desaparecida Unión Soviética, que una vez fuera el cuarto mayor lago del mundo, hoy está reducido a un 20% de su volumen por las extracciones para riego realizadas desde los ríos Amu y Syr que lo alimentaban. Las autoridades centrales del antiguo régimen soviético decidieron regar las planicies céntricas de Asia, y los desiertos de Uzbek y Kazakh, con esta agua, para el cultivo intensivo de algodón de exportación. *“Ellos crearon un vasto sistema de agricultura mecanizada basada en irrigación intensa y en un uso masivo de*

⁸ “Blue Gold”, Barlow y Clarke, Stoddart, 2002

⁹ idem

pesticidas y herbicidas. Por un tiempo, el plan funcionó en términos económicos. Entre 1940 y 1980, la Unión Soviética se transformó en el segundo productor de algodón del mundo. Pero, el experimento ha sido catastrófico para la prosperidad en el largo plazo, para el medio ambiente, y para la población de la región”¹⁰.

Las aguas del Lago Aral reducidas en un 80% son hoy diez veces más salinas que antes. Los humedales del entorno se han reducido en 85%. Todas las especies del entorno han sido diezmadas y las pesquerías han colapsado completamente. Sin la influencia amortiguadora que ejercía este mar interior, el clima de la zona ha cambiado, las temperaturas se han hecho más extremas y la temporada agrícola se ha acortado. Cada año, los vientos levantan entre 40 a 150 millones de toneladas de polvos salinos tóxicos desde el fondo seco del lago y los depositan sobre las tierras de cultivo de los escasos agricultores que no han podido emigrar. “Millones de ‘refugiados ecológicos’ han huido del área. Los que permanecen enfrentan elevadísimas tasas de cáncer, en parte por el uso masivo de pesticidas”¹¹.

Estudios realizados en Canadá previenen que, como resultado del calentamiento global y de prácticas agrícolas y de riego inapropiadas, en las próximas décadas las praderas canadienses podrían transformarse en otro ‘dust bowl’ – cuenca de polvo – tal como ha sucedido en las praderas de EUA. Este último país, a pesar de su desarrollo y riqueza, o quizás como consecuencia de ambas, ostenta algunos de los peores ejemplos de falta de previsión y mala administración en lo que respecta a los recursos hídricos.

En el medio Oeste de EUA se han gastado incontables billones de dólares para desviar aguas de diversos ríos y transportarlas a cientos y miles de kilómetros para crear ciudades espejismo, para hacer florecer desiertos y para regar lugares tales como las grandes praderas - las ‘Great Plains’ - que se han constituido en el granero de Norte América, pero cuyos suelos están siendo labrados hasta el agotamiento. El primer arado dio vuelta la riquísima tierra de las grandes praderas en los años 1850. Hoy, después de décadas de agroindustria, de riego intensivo y de la aplicación masiva de fertilizantes y pesticidas químicos, cada acre cultivado en ellas está perdiendo siete toneladas de materia orgánica al año. “Un tercio de la materia

orgánica y la mitad de los nutrientes que se encontraban originalmente en las tierras de cultivo de las grandes praderas americanas se han ido”¹².

Finalmente, la agricultura y el riego tienen un grave impacto negativo sobre las aguas a través de los productos químicos, fertilizantes, plaguicidas y hormonas, que son utilizados en cantidades crecientes en la agroindustria y que por derrame, escurrimiento e infiltración alcanzan las aguas superficiales y las subterráneas. Esta contaminación difusa o no-puntual es considerada uno de los más graves riesgos para la salud humana actualmente, y tiene alarmantes proyecciones futuras. Se trata de una de las formas de contaminación más difíciles de controlar, de detectar y de neutralizar. Esto último porque, en muchos casos, se trata de elementos y compuestos químicos sintéticos, extremadamente persistentes en la naturaleza, y que pueden actuar con efectos graves sobre la salud humana, la flora y la fauna, en cantidades prácticamente moleculares.



EL IMPACTO DE LA GANADERÍA

La ganadería es otra actividad productiva que, mal administrada, puede generar graves impactos negativos sobre los recursos hídricos.

Uno de estos impactos, muy poco estudiado en todo el mundo y escasamente ha sido mencionado en Chile, es la degradación de los ecosistemas ribereños que se desarrollan a lo largo de los ríos. A pesar de ocupar

¹⁰ idem

¹¹ idem

¹² idem

una porción pequeña en el medio ambiente como un todo, los ecosistemas ribereños, sin embargo, son ecosistemas claves por sus elevadas tasas de biodiversidad y por proveer otros importantes servicios ecosistémicos.

“Las zonas ribereñas en buen estado son de especial importancia para los peces nativos, para los insectos acuáticos, y para otros organismos que habitan los cursos de agua. Particularmente en las cabeceras de los ríos, la mayor parte de los nutrientes y de la energía utilizada por los organismos acuáticos proviene de las zonas ribereñas, ya sea en la forma de material vegetal que cae al curso, o de nutrientes disueltos en los flujos subterráneos”¹³.

En el artículo citado, el profesor Boone explica que la vegetación ribereña le da sombra a los esteros, influenciando significativamente la temperatura del agua y, por lo tanto, la distribución de las especies acuáticas. En efecto, la capacidad del agua para retener oxígeno disminuye a medida que la temperatura aumenta; a mayor temperatura los niveles de oxígeno disuelto declinan, lo que tiene efectos significativos sobre toda la biota acuática.

Las raíces de las plantas afirman el suelo, amortiguan la erosión de los cauces y permiten el desarrollo de nichos complejos tales como riberas en alero, profundos remansos, y ripios limpios. Los ecosistemas ribereños, además, influyen en la calidad de las aguas aportándoles materia orgánica de la flora y fauna, así como la absorción, por parte de la vegetación, de nutrientes que acarrearán las aguas; a través de la transformación química (tal como la conversión de compuestos nitrogenados a formas más útiles para una diversidad de especies de flora y fauna); y, del filtrado mecánico de sedimentos que ocurre cuando las aguas de las crecidas sobrepasan las riberas e inundan las zonas aledañas.

“Muchos de los mismos atributos de las zonas ribereñas que resultan en su alta productividad y biodiversidad son de gran valor económico para la sociedad humana. Desafortunadamente, muchos de los usos que da actualmente la sociedad a los corredores ribereños y a los humedales no corresponden con la preservación de estos lugares como habitats de vida silvestre o como proveedores

de importantes servicios naturales, tales como la reducción de la velocidad e intensidad de las inundaciones. Las amplias planicies ribereñas formadas a lo largo de los cauces a través de milenios han sido productivas no solamente a causa de los complejos habitats para la vida silvestre que proveen y de sus interrelaciones con la biota acuática, sino también por sus suelos ricos en nutrientes. De hecho, a pesar que las mejores tierras de cultivo, para pastizales y el desarrollo forestal, son las zonas ribereñas y los humedales, estas mismas actividades, junto con una diversidad de otras, han sido conducidas de una forma tan abusiva que se ha disminuido en forma importante el valor de los ecosistemas ribereños y fluviales, tanto desde el punto de vista utilitario como ecológico.”¹⁴

Algunos de los abusos a los que se refiere Boone, que degradan las zonas ribereñas, son la explotación forestal, la desviación de aguas para riego u otros usos, la minería, la construcción de caminos, la canalización de cauces, la extracción de áridos, la urbanización, la industria, la construcción de represas y tranques, y la agricultura. Sin embargo, en muchas zonas del mundo, el pastoreo del ganado ha sido la principal causa de la degradación ecológica de los ecosistemas ribereños y fluviales.

Tal como explica Boone, el ganado prefiere las zonas ribereñas por las mismas razones que las especies silvestres las habitan: alta productividad vegetal, proximidad del agua, microclima, y suelos planos. *“El ganado vacuno evolucionó en los potreros frescos y húmedos del norte de Europa y de Asia; como resultado, es una especie verdaderamente ribereña, que evita el medio seco y caluroso y se congrega en zonas húmedas y frescas donde el forraje es más succulento y la sombra más asequible que en tierras más altas”¹⁵.* Si no se controla el número de animales, la duración de los pastoreos en las mismas zonas, así como la variable estacional, el ganado puede degradar rápida y severamente las áreas ribereñas, a través de

¹³ “Lifeblood of the West, Riparian Zones, Biodiversity, and Degradation by Livestock”, J. Boone Kauffman, en *Welfare Ranching*, Island Press, 2002

¹⁴ *idem*

¹⁵ “What the River Once Was”, Joy Belski, Andrea Matzke, y Shauna Uselman, en *“Welfare Ranching”*, Island Press, 2002

la remoción de los pastos y vegetación en general, de la compactación de los suelos, del derrumbamiento de las riberas de los cauces, y de la introducción de especies exóticas. *“Estos efectos han sido definidos como los efectos directos del pastoreo de animales domésticos en los ecosistemas”*¹⁶.

La compactación de los suelos que provoca el ganado afecta no sólo las riberas sino también las planicies o laderas circundantes, entorpeciendo la infiltración de las aguas lluvia en los terrenos haciendo que esta corra mayormente por la superficie, causando erosión, arrastrando sedimentos hacia los cursos de agua y provocando subidas bruscas de sus niveles. Estas crecidas profundizan el cauce, lo que hace descender el nivel de las napas freáticas. En la medida que los terrenos circundantes compactados absorben y almacenan menos agua, se pierde el efecto regulador que ésta tiene en los flujos estivales tardíos. De este modo, en los ecosistemas pastoreados, los flujos inusualmente intensos durante la primavera son seguidos de una gran reducción o completa pérdida de los flujos de verano, lo que contrasta drásticamente con lo que sucede con los ecosistemas fluviales no pastoreados.

En el largo plazo, por lo tanto, los efectos directos descritos arriba generan impactos acumulativos o incluso sinérgicos, que alteran significativamente la estructura, función y composición de las zonas ribereñas y de las áreas circundantes.

Uno de los impactos más importantes en este sentido es la desaparición gradual de los bosques ribereños y de la biodiversidad asociada, particularmente de las aves, que cumplen funciones ecosistémicas claves. El pastoreo disminuye, simultáneamente, el crecimiento y la capacidad reproductiva de la vegetación nativa afectada, lo que, sumado a la alteración de la estructura de los suelos que provoca el pisoteo con las pezuñas del ganado, fomenta la proliferación de malezas invasivas exóticas. La degradación de la vegetación nativa provoca la declinación correspondiente de su entramado de raíces y que sustenta la estructura de las riberas, así como de los cauces mismos.

El derrumbamiento de las riberas tiene impactos graves, tanto físicos como bioecológicos, sobre los cursos de agua y el medio ambiente asociado. Los

cauces se ensanchan y profundizan, y se degrada la calidad de las aguas y la fauna acuática. El ensanchamiento y profundización del cauce impide los flujos de agua por sobre las riberas, y el intercambio de aguas subsuperficiales entre el curso de agua y las planicies ribereñas desaparece. Los bosques de las planicies ribereñas, así como la vegetación ribereña en general, son ecosistemas íntimamente adaptados a las fluctuaciones estacionales de los ríos. Al alterar o eliminar el régimen natural de inundaciones, la alteración de la estructura de los cauces impide o detiene el desarrollo de los complejos ecosistemas forestales ribereños. Esta degradación ecosistémica no solamente afecta la biota terrestre sino también la acuática. *“Un estudio del Servicio Forestal de EUA, de 1994, encontró que el pastoreo del ganado es la cuarta mayor causa de peligro para las especies [de fauna] en Estados Unidos y la segunda mayor causa de peligro para las especies vegetales”*¹⁷.

Los desechos que produce la ganadería son un factor mayor en la contaminación de las aguas con nutrientes, con pesticidas y con bacterias patógenas, así como en la disminución de los niveles de oxígeno disuelto en ríos, lagos y otros cuerpos de agua.

Un estudio de la EPA de EUA, realizado en 1990-91, estimó que los excrementos y orina del ganado son en gran medida responsables de la contaminación de las cuencas hidrográficas con nitrógeno y fósforo¹⁸. Estos elementos, que son nutrientes benéficos en condiciones naturales, se transforman en deletéreos en altas concentraciones. Su exceso degrada los ecosistemas acuáticos fomentando procesos de eutroficación y aumentando los niveles de organismos patógenos en las aguas. Según el estudio de la EPA, en el oeste de EUA los desechos del ganado son la fuente del 39% del fósforo y del 53% del nitrógeno que ingresa a las cuencas de la región. Estudios estadísticos también indicaron que el aumento de la carga de estos nutrientes en los cursos de agua se relaciona directamente con el aumento de la concentración de las poblaciones de ganado en las cuencas que, de diversas maneras, altera el flujo de nutrientes en todo el ecosistema.

¹⁶ idem

¹⁷ “What the River Once Was”, Belski, Matzke, y Uselman, en “Welfare Ranching”, Island Press, 2002

Los desechos que produce el ganado también contaminan las aguas con microorganismos patógenos. Algunos de los microorganismos que causan enfermedades en los humanos y que han sido relacionados con la crianza de ganado así como con los mataderos y los establecimientos de productos lácteos son: la especie de protozoos *Cryptosporidium* y *Giardia*, así como especies bacterianas tales como *Salmonella*, *E. Colli* 0157:H7, *Brucella*, *Leptospira*, *Chlamidia*, *Rickettsia*, *Listeria* y *Yersinia*. Diversos estudios realizados en EUA han constatado la presencia de estos microorganismos, particularmente *E. Colli* 0157:H7, en grandes cantidades, no solamente en las heces del ganado sino también en productos tales como la carne de vacuno. Epidemias de gastroenteritis y muertes de personas han sido directamente relacionadas a esta contaminación¹⁹.

*“Los coliformes fecales son un grupo de bacterias que residen en el tracto intestinal de los animales de sangre caliente. Son utilizados como indicadores de la contaminación de las aguas relacionados con enfermedades transmitidas a través del agua... Una sola vaca excreta cerca de 30 a 49 libras [14 a 22 kilos] de orina y cerca de 29 a 70 libras [13 a 32 kilos] de excrementos al día, conteniendo 5.4 billones de bacterias coliformes fecales y 31 billones de bacterias *streptococcus fecales*. Como el ganado pasa una porción significativa de su tiempo en, o cerca de, los cursos de agua, lagos y humedales, puede aportar cantidades significativas de estos organismos a las aguas superficiales”²⁰.*

A pesar que actualmente, tanto la degradación de las cuencas, cursos y cuerpos de agua, como la contaminación hídrica que provoca el ganado han sido extensamente documentados, en general la tendencia mundial es la de proteger a la ganadería a cualquier costo. El sistema prefiere ocultarle a la ciudadanía sus efectos negativos a gran escala sobre los ecosistemas y las aguas, así como los costos económicos reales de la contaminación que ésta provoca. Incluso en EUA se ha demostrado que el lobby y las presiones políticas han impedido reducir los niveles de pastoreo en tierras que ya están consideradas como muy degradadas²¹. La EPA de EUA admite que los esfuerzos regulatorios y voluntarios hasta la fecha han sido insuficientes para resolver los problemas ambientales y de salud pública

relacionados con los establecimientos donde se alimenta, en forma concentrada, ganado en grandes cantidades²².

J. Carter, citado aquí, en su informe “Stink Water”, concluye que respecto a los impactos ambientales de la ganadería ya es hora de actuar en base a la información científica disponible, y de exigirle a los administradores de tierras y operadores de ganado que respeten las normas pertinentes a la protección de los suelos y la calidad de las aguas. Propone exigirle a los ganaderos permisos de emisión, tal como a las industrias, ya que en muchos casos sus establecimientos han llegado a constituir fuentes puntuales y masivas de contaminación, así como mantener el ganado alejado de los cursos y cuerpos de agua. Finalmente, llama a las autoridades pertinentes a mejorar significativamente el monitoreo y fiscalización de los establecimientos ganaderos y a la sociedad civil a monitorear el desempeño de estas autoridades²³.

EL IMPACTO DE LA DESTRUCCIÓN DE HUMEDALES Y DE LA DEFORESTACIÓN

En la práctica, por décadas, en muchas regiones del mundo los humedales han sido considerados ecosistemas inútiles, desechables, que hay que ‘rellenar’ para darles un uso a los terrenos que ocupan. Recientemente, la ecología descubrió que en los hechos, además de ser tratados de uno de los tipos de ecosistemas de más alta biodiversidad de la biosfera, los humedales realizan otras funciones ecológicas fundamentales para el medio ambiente, tales como amortiguar las crecidas de los ríos, actuar como barreras de la erosión y filtrar sedimentos y contaminación.

Barlow y Clarke informan que se ha estimado que en EUA estos ecosistemas húmedos son parte esencial del hábitat del 95% de todos los peces capturados

¹⁸ “Stink Water”, J. Carter, en “Welfare Ranching”, Island Press, 2002

¹⁹ idem

²⁰ idem

²¹ idem

²² idem

²³ idem

comercialmente en el continente, y un santuario para la mitad de las especies de peces en peligro de extinción. La Audubon Society estima que los humedales son comparables a los bosques tropicales en términos de la biodiversidad que sustentan. *“También actúan como esponjas, absorbiendo el exceso de aguas lluvia y de deshielo, las que de otra manera causarían inundaciones, y funcionan como riñones, filtrando tierra, pesticidas y fertilizantes antes que los escurrimientos indeseados alcancen lagos y ríos. Una vez que el agua es purificada, las ciénegas y pantanos sirven como áreas de almacenamiento de agua dulce”*²⁴.

La lógica indicaría que, dadas las importantes funciones ecológicas que realizan, los humedales, a nivel mundial, debieran ser ecosistemas especialmente cuidados y protegidos. Muy por el contrario, según Barlow y Clark, las estimaciones indican que cerca de la mitad de los humedales del planeta han sido destruidos en el transcurso del último siglo. Según los investigadores canadienses, tan sólo en Asia, más de cinco mil kilómetros cuadrados son destruidos cada año para darle espacio a la expansión industrial, urbana, y para irrigación. En EUA se pierde una hectárea por minuto. *“En el continente norteamericano como un todo se calcula que más de la mitad de los humedales han desaparecido. California ha perdido el 95%, y Florida, en su rápido crecimiento ha destruido una cantidad de humedales mayor que todo Massachussets, Delaware y Rhode Island combinados. El resultado es que las poblaciones de aves migratorias y de aves acuáticas han disminuido de 60 millones en 1950 a tan sólo tres millones actualmente”*²⁵.

En Canadá, el experto en aguas Jaime Linton, en un estudio realizado para la Canadian Wildlife Federation, citado por Barlow y Clarke, estimó que Canadá atlántico ha perdido 65% de sus humedales, en el sur de Ontario se ha destruido el 70%, las Praderas han perdido 71%, y en el delta del Río Fraser, en British Columbia, se ha desvanecido el 80%. Estos son sólo los casos estudiados. Los humedales cubren sólo un catorce por ciento de la superficie de Canadá y la mayor parte han sido destruidos por la urbanización y la agro-industria.

Parece increíble que los bosques estén corriendo la misma suerte que los humedales. La ecología también ha descubierto que en gran medida son los bosques

los que regulan el flujo de las aguas sobre la Tierra. Se puede decir, correctamente, que son ellos los que conforman los ríos. ¿Qué es una cuenca hidrográfica forestada sino una gigantesca esponja viviente constituida por bosques que, de diversas maneras, regulan el flujo de las aguas de los ríos? Es tan fina la relación entre los bosques, el agua y los suelos, que la estructura de las hojas de los árboles no sólo tiene que ver con su función en el proceso fotosintético y de evapotranspiración, sino también con la función mecánica de disgregar la lluvia para amortiguar su efecto erosivo.

Es evidente, lo que no significa que tengamos conciencia o cultura práctica al respecto, que si los bosques no cubrieran las cuencas tanto las aguas lluvia como las de los deshielos pasarían de cordillera a mar en forma de aluviones tan veloces como incontrollables. Los árboles atesoran parte de las aguas que caen como lluvia y que escurren por los suelos, y evapotranspiran otra parte, que vuelve a transformarse en nubes que transportan el agua a otros lugares. El agua desciende del cielo sobre los bosques y asciende de los bosques al cielo en uno de los tantos ciclos recursivos que caracterizan a la naturaleza y que hacen que el ciclo hidrológico y los ecosistemas forestales estén íntimamente interrelacionados y sean interdependientes. Los bosques, tal como los humedales, también tienen un rol clave en la purificación de las fuentes de agua dulce absorbiendo contaminantes antes que escurran hacia los cursos y cuerpos de agua.

Los bosques tropicales, en particular, actúan como barrera de protección contra la erosión y contienen las enormes crecidas de los ríos que podrían provocar las torrenciales lluvias ecuatoriales, que incluso pueden elevar hasta nueve metros los niveles de las aguas. La floresta tropical ha evolucionado adaptándose a estar sumergida durante gran parte de los cinco a siete meses que dura la temporada de las lluvias más intensas. Es por esto que algunas especies de peces tropicales son frutícolas. Cuando los bosques tropicales son cortados en grandes extensiones, la desaparición de la cobertura vegetal permite que las lluvias y las

²⁴ “Blue Gold”, Barlow y Clarke, Stoddart, 2002

²⁵ idem

crecidas laven los suelos, haciendo imposible la regeneración de los bosques y aumentando la turbiedad de las aguas a niveles que pueden resultar letales para la fauna acuática.

Sin embargo, pese a esta realidad: *“En el tercio austral de la cuenca amazónica sólo queda entre un 15 a 20% del bosque de inundación dado que 17 millones de hectáreas de bosques tropicales están siendo destruidos cada año. De esta cantidad, más de seis millones de hectáreas son destruidas tan sólo en Brasil, y los estados brasileros de Para y Maranhao, en el norte, han perdido una cobertura forestal del tamaño de Gran Bretaña en unas pocas décadas. Las autoridades locales estiman que los bosques de los dos estados desaparecerán en cosa de años”*²⁶.



Tales historias se repiten en todo el mundo. En Chile, estimaciones de CODEFF, indican que el país ha perdido cerca de 70% de la cobertura forestal que existía antes de la llegada de los españoles. Canadá, que tiene casi el 13% de la cobertura forestal mundial, está perdiendo cerca de un millón de hectáreas al año, una hectárea cada tres segundos. *“Tal como informa Elizabeth May del Sierra Club de Canadá, aproximadamente el 90% de la explotación de los bosques canadienses es por tala rasa y el 90% de la superficie explotada cada año nunca ha sido explotada comercialmente. Por lo tanto, áreas prístinas siguen siendo devastadas. Cuando un bosque es cortado a tala rasa en una cuenca, flujos súbitos de sedimentos pueden destruir un ecosistema acuático en minutos, cubriendo el lecho de un lago o curso de agua y sofocando todos los organismos que habitan el fondo. Los desprendimientos de tierra, que suelen ocurrir después de una tala rasa, a menudo contienen contaminantes que escurren directamente a las vías acuáticas limpias”*²⁷.

Barlow y Clarke relatan que en agosto de 2001, el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA) emitió una seria advertencia a los ciudadanos del mundo en un informe titulado “Una Evaluación del Estado de los Remanentes de Bosques Cerrados del Mundo”. Este estudio evaluó cuántos bosques quedan en el mundo con suficiente cobertura (‘canopy’) para sustentar cuencas y vida. Según el informe, sólo un quinto del planeta todavía está cubierto de bosques sustentables cerrados, y muy pocos de éstos están protegidos por algún gobierno. Aún peor, el informe constata que la devastación de los bosques que quedan continúa en forma implacable. Citado por Barlow y Clarke, Klaus Toepfer, Director Ejecutivo del PNUMA, fue muy franco con su pronóstico: *“Salvo que ocurra una transformación milagrosa de la actitud de los pueblos y gobiernos, los bosques de cobertura cerrada que quedan en la Tierra y la biodiversidad asociada están destinados a desaparecer en las próximas décadas”*²⁸.

En otras palabras, la destrucción de los bosques del mundo altera en forma grave, tanto el ciclo hidrológico corto, como el largo. Es decir, tanto el flujo de las aguas por los continentes, por la superficie de la tierra, al que se asocia el flujo de las aguas subterráneas, como el flujo de las aguas por la atmósfera. Los bosques son un órgano vital de la biosfera que regulan la circulación del vital elemento por todo el sistema planetario.

EL CALENTAMIENTO GLOBAL

La comunidad científica internacional, finalmente, ha llegado a la conclusión que el fenómeno conocido como calentamiento global, o cambio climático, es hoy una realidad. Durante los últimos 50 años, la humanidad ha contribuido a liberar a la atmósfera cantidades masivas de los así llamados gases invernadero —dióxido de carbono, metano, óxido nitroso, y clorofluorocarbonos— que tienen su origen en la combustión de los hidrocarburos y otros procesos industriales. Al mismo tiempo que hemos desnudado el planeta de su cobertura forestal, lo que contribuye a calentar su superficie,

²⁶ idem

²⁷ idem

²⁸ idem

hemos alterado la composición de la atmósfera, cargándola con gases que al actuar como los vidrios o plásticos de un invernadero, retienen cantidades de calor solar que antes de la era industrial escapaban naturalmente hacia el espacio exterior. El efecto neto es el calentamiento del planeta y de la atmósfera.

Barlow y Clarke, citan al Panel Intergubernamental sobre Cambio Climático de las Naciones Unidas, cuyas estimaciones indican que las temperaturas globales promedio han aumentado 0,6°C por sobre el promedio pre-industrial. Según este Panel, si las emisiones de gases invernadero continúan aumentando a tasas similares a las de las últimas décadas -en forma directamente proporcional a la urbanización, industrialización, crecimiento demográfico, destrucción del bosque y otras estructuras ecosistémicas claves- sus concentraciones podrían alcanzar el doble de los niveles pre-industriales para el año 2080, es decir, más altos de lo que han estado en varios millones de años. Estos niveles de concentración de gases invernadero podrían provocar un aumento global de la temperatura de 2,5°C, y de 4°C en las superficies terrestres.

“Estos pueden parecer aumentos pequeños, pero hace 14.000 años, cuando la temperatura de la superficie de la Tierra aumentó sólo en cuatro grados [centígrados], esto fue suficiente para ponerle fin a la Edad del Hielo. Los niveles de los océanos ya se están elevando, porque los cascos de hielo polares se están derritiendo. Los científicos hacen ver que el siglo más caluroso del milenio fue el siglo XX; la década más calurosa del último milenio fue la de 1990; el año más caluroso de esta década fue el 2000, y el 2001 fue aún más caluroso. No es sorprendente, por lo tanto, que los océanos se elevaron cerca de diez centímetros durante el siglo XX, y que esto ocurrió principalmente en la última mitad del siglo”²⁹.

Para la biosfera, las consecuencias del calentamiento global son de escala planetaria. Según Simon Retallack y Peter Bunyard del “The Ecologist”, citados por Barlow y Clarke, muchos científicos, e incluso gobiernos, están advirtiendo que millones de seres humanos morirán como consecuencia de las dinámicas del cambio climático que ya han sido desencadenadas.

Con el aumento de las temperaturas globales hay más energía movilizándose los sistemas climáticos de la

Tierra, lo que provoca eventos cada vez más extremos, tales como temperaturas extremas, tormentas severas, huracanes, tornados, vientos de gran intensidad, inundaciones, sequías y tormentas de arena y polvo. Las tormentas de lluvia y viento provocan crecidas de ríos y verdaderos ataques de los mares sobre los bordes costeros, causando la erosión acelerada de éstos, la inundación de islas bajas, de deltas fluviales y de humedales costeros, así como la intrusión de aguas salinas en los acuíferos, con graves consecuencias ecosistémicas, económicas y sociales.

Las sequías, a su vez, contribuyen a la ocurrencia de incendios y, por lo tanto, al calentamiento global por la emisión de gases invernadero y de calor. El día 15 de enero del año en curso, en Proyectogeo.com, apareció la siguiente noticia: *“El calentamiento global fue clave para agravar la sequía registrada en Australia el año pasado, que a su vez aumentó el peligro de las docenas de incendios surgidos durante este verano austral, denunció en Sydney el Fondo Mundial para la Naturaleza (WWF). Las autoridades del estado de Victoria (sureste) alertaron que necesitarán semanas para controlar una quincena de incendios que se registran en la zona alpina y prohibieron hacer fuego al aire libre en todo el territorio debido a las altas temperaturas registradas.”* Con el calentamiento global y sus consecuencias, la agricultura en todo el mundo está sufriendo severas perturbaciones.

Una de las más graves consecuencias del calentamiento global son diversos impactos del fenómeno que afecta adversamente la disponibilidad de agua dulce en los continentes, así como su calidad. Cabe recordar aquí que el factor ambiental más importante, en términos de la regulación de la cantidad de oxígeno en las aguas, es la temperatura. La concentración de oxígeno disuelto es inversamente proporcional a la temperatura. El incremento de la temperatura durante primavera y verano disminuye la cantidad de oxígeno hasta en 50% en los sistemas acuáticos temperados. Por el factor temperatura, las aguas de los lagos tropicales pueden presentar anoxia (ausencia de oxígeno) casi permanente en sus zonas profundas³⁰. Por lo tanto, el aumento de la temperatura

²⁹ idem

³⁰ Documento inédito, Irma Vila, U. de Chile.

de las aguas superficiales del planeta, sólo por este factor, tiene consecuencias ecológicas graves.

Como se ha descrito arriba el fenómeno climático artificial, llamado calentamiento global, afecta adversamente ecosistemas que tienen funciones claves en el mantenimiento y regulación de los ciclos hidrológicos.

El aumento de las temperaturas superficiales de la tierra incrementa la tasa de evaporación desde los suelos, disminuyendo el tiempo de residencia del agua en éstos y la filtración de la que depende la recarga de los acuíferos; las aguas superficiales en los cursos y cuerpos de agua también se evaporan más rápidamente. A esto se suma el hecho que, según estimaciones, actualmente las represas y tranques en todo el mundo almacenan un volumen seis veces mayor que el contenido en todos los ríos del mundo creando, en su conjunto, un ‘espejo de agua’ de aproximadamente un millón de kilómetros cuadrados desde dónde se evaporan enormes cantidades – aproximadamente 170 kilómetros cúbicos de agua al año³¹.

Se podría argumentar, por lo tanto, que este incremento en las tasas de evaporación de las aguas a nivel global, provocadas por el calentamiento global, significa más lluvias, a nivel también global, lo que contribuiría a equilibrar este aspecto del fenómeno. Sin embargo, cabe recordar que una de las principales características del cambio climático actual es la alteración de los ciclos hidrológicos, y de otros ciclos ecológicos, que provoca la mayor energía térmica que mueve el sistema, y que la principal consecuencia de esto es la ocurrencia de eventos extremos y la alteración significativa de los ciclos estacionales. La humanidad está contribuyendo a entropizar el sistema climático de la Tierra, haciéndolo cada vez más aleatorio e impredecible.

De esta manera, es cierto que las aguas evaporadas vuelven a caer sobre la superficie del planeta, el problema es cuando y en qué forma. En todo el mundo han aumentado los episodios de tormentas con lluvias torrenciales, con intensidades tales que son consideradas históricas y que provocan inundaciones

sin precedentes, y que pueden ser seguidos por períodos de extrema sequía. Es decir, el agua sigue estando plenamente presente en el sistema biosférico como un todo, pero los ciclos hidrológicos, ambos corto y largo, están siendo severamente alterados a nivel global y, por lo tanto a nivel local. Por supuesto muchas actividades humanas, empezando por la agricultura, sufren las consecuencias, así como los asentamientos humanos y las obras de infraestructura. También en todo el mundo se están dando temperaturas extremas: olas de calor y de frío que, en muchos casos, superan los récords históricos, y que tienen graves consecuencias en muchos ámbitos.

El calentamiento global también reduce la acumulación de nieve en las cordilleras, que en muchas regiones del planeta, constituye la principal reserva de agua para los períodos estivales. Las extremas fluctuaciones de temperatura durante los períodos invernales, que está provocando el cambio climático, y las altas temperaturas que, en las condiciones actuales, pueden sobrevenir inmediatamente después, implican importantes alteraciones en los patrones de deshielo y una aceleración del proceso que puede provocar crecidas de ríos y aluviones, pero cuyo mayor impacto es el agotamiento anticipado de esta fundamental reserva hídrica. Esto puede ocurrir mucho antes del comienzo de la siguiente temporada de lluvias y de caída de nieve, lo que significa una disminución de los caudales de los ríos afectados e incluso el secado de esteros y vertientes, precisamente en la estación más seca, cuando el agua es más necesaria. La rápida desaparición de la cobertura nival en la pre-cordillera, así como de las capas de hielo sobre los lagos, aumentan las tasas de evaporación desde suelos y aguas, y afectan la recarga de cursos y cuerpos de agua, así como la de los acuíferos.

La simple observación permite constatar que, durante las últimas décadas, la cota inferior de las nieves en las cordilleras ha ascendido. Antiguos glaciares se están derritiendo rápidamente en muchas regiones, lo que provocará el secado de importantes sistemas hídricos que dependen de ellos. En los polos se constata el desprendimiento de enormes masas de hielo y la tendencia al retroceso de los casquetes polares.

³¹ “Blue Gold”, Barlow y Clarke, Stoddart, 2002

“Algunos científicos dicen que el calentamiento global es la más importante causa puntual de escasez de agua en el mundo, y ellos predicen el descenso de las napas freáticas en todos los mayores lagos y ríos del mundo. El centro Hadley, advierte que el calentamiento global provocará la desertificación de la mayor parte de la cuenca del Amazonas para el año 2050. Según el Dr. Nigel Arnell de la Universidad de Southampton en Inglaterra, sólo el calentamiento global será la causa de que unos 66 millones de personas adicionales vivan en países con estrés hídrico para el año 2050, y que otros 170 millones vivan en países con severo estrés hídrico”³².

EL FITOPLANCTON

Otros impactos graves sobre los recursos hídricos que está teniendo la expansión descontrolada de la industrialización es el adelgazamiento de la capa de ozono provocado por la emisión de diversos gases que diferentes industrias utilizan por y para distintas tecnologías.

Es de público conocimiento el grave impacto que tiene el incremento de la intensidad de la radiación ultravioleta sobre la salud humana, pero poco se sabe del grave impacto negativo que éste fenómeno tiene sobre el plancton en los océanos, así como el de los cuerpos de agua dulce, y en particular, sobre el plancton vegetal: seres minúsculos, muy distintos en su forma y estructura y que pertenecen a grupos de vegetales y de protistas muy diferentes, pero que son conocidos colectivamente como fitoplancton. Estos microorganismos marinos, portadores de clorofila, y, por lo tanto, fotosintéticos, en su conjunto son responsables de gran parte de las emisiones del oxígeno que respira toda la biosfera, así como de la absorción de dióxido de carbono que esta libera. Cada año el océano absorbe unas dos gigatoneladas de CO² desde la atmósfera³³ (una gigatonelada equivale a mil millones de toneladas).

“Este proceso de transporte de carbono desde la atmósfera hacia las aguas profundas y los sedimentos oceánicos suele identificarse como ‘la bomba biológica oceánica’, y es que realmente se trata de un bombeo continuo mediado por la actividad de organismos que habitan las aguas superficiales del océano. Las algas microscópicas que constituyen el fitoplancton absorben

el CO² que se ha disuelto en el agua en contacto con la atmósfera para, como cualquier planta verde terrestre, sintetizar materia orgánica con la ayuda de la energía de la luz. Aunque la mayor parte del carbono incorporado en la materia orgánica de estas células es devuelto rápidamente (en unos pocos días o semanas) a la atmósfera a través del proceso de respiración, una pequeña –pero significativa– parte del carbono es ‘exportado’ hacia el fondo simplemente por la tendencia de las células a sedimentar, tendencia que es más acusada cuanto mayor es su tamaño. Este proceso de sedimentación es la vía principal mediante la cual el carbono viaja desde la atmósfera hacia las aguas profundas una vez incorporado en el interior de las células del fitoplancton. El proceso puede resultar acelerado si las células son ingeridas por los herbívoros y ‘empaquetadas’ en partículas fecales de mayor tamaño y velocidad de sedimentación. Este bombeo biológico de carbono desde la atmósfera hacia el interior del océano contribuye a la reducción de la velocidad a la que actualmente se acumula el CO² en la atmósfera y justifica la relevancia asignada al ecosistema oceánico en el control del cambio climático.”³⁴

Sin embargo, los especialistas consideran que la importancia primordial del fitoplancton, que aparece en las aguas superficiales de todos los océanos del mundo, radica en que constituye la principal fuente marina de materia orgánica. Por requerir de la luz del Sol para su actividad fotosintética, el fitoplancton está limitado al estrato superficial de las aguas marinas, que pueden penetrar los rayos solares. A medida que el fitoplancton aumenta, absorbe una porción cada vez mayor de la radiación, reduciendo así la penetración de la luz hasta aguas más profundas. En las regiones más productivas del océano el fitoplancton es tan denso que absorbe toda la energía solar en los primeros cinco metros de profundidad o incluso menos. De este modo, el proceso de la productividad orgánica en el mar se limita a un estrato muy delgado de la superficie, que corresponde a la centésima parte del volumen total del océano, llamado zona eufótica.

³² idem

³³ “Circulación vertical y estructura de tamaños del fitoplancton: Implicaciones sobre el papel del océano en el control del cambio climático.”, J. Rodríguez y J. Tintoré, en www.ciencias.uma.es/publicaciones/encuentros/ENCUENTROS71/fitoplancton.htm, 20/01/03

³⁴ idem

El fitoplancton, por lo tanto, constituye la principal vía de ingreso de la energía solar a los ecosistemas marinos y el sustento de toda la trama trófica: produce la materia orgánica que es luego aprovechada por los fitófagos (equivalentes a los herbívoros terrestres), luego por los zoófagos (equivalentes a los carnívoros) y finalmente por los detritófagos y las bacterias que desintegran los restos, liberando los nutrientes con los que el fitoplancton iniciará nuevamente el ciclo de la materia. La fecundidad de cualquier masa de agua natural depende de la actividad de sus vegetales y ésta, a su vez, está determinada por otros factores, como son: la cantidad de energía solar; las características fisicoquímicas del agua, su temperatura; su contenido en ciertas sales minerales o nutrientes; las características de los fondos marinos, la acción de los animales, y otros.

El incremento de la intensidad de la radiación ultravioleta destruye el fitoplancton. A este efecto deletéreo de los rayos UV se suma la contaminación de las aguas marinas con hidrocarburos y compuestos químicos, impacto que tiene mayor intensidad a lo largo de los bordes costeros, justamente donde el plancton se encuentra en mayores cantidades. Efectivamente, en las zonas cercanas a los continentes, existe una mayor actividad de las aguas por la acción del oleaje, las mareas y las corrientes, y de otros movimientos de las aguas, que en su conjunto son llamados surgencias. Éstos movimientos devuelven los nutrientes, que tienden a hundirse, a la zona eufótica, permitiendo que el fitoplancton cuente con nutrientes, compuestos principalmente por nitrógeno y fósforo, para su metabolismo y reproducción. Es por esto que los bordes costeros constituyen las zonas oceánicas más productivas; mientras que el océano abierto, donde las aguas pueden ser más tranquilas,

La productividad primaria de las regiones oceánicas templadas y polares es el doble o más que la de los mares tropicales, casi siempre pobres en nutrientes ya que la radiación solar entibia las aguas superficiales y se establecen verdaderos estratos térmicos que impiden los movimientos de surgencia y la circulación de los nutrientes durante los meses de verano en las regiones tropicales. Existen otros factores que causan la menor productividad de los mares cálidos, tal como el mayor gasto en energía respiratoria, la menor flotabilidad. Esta pobreza trófica es característica de

todos los mares tropicales y explica porqué las grandes pesquerías se encuentran en las regiones frías de los océanos.

Dada sus enormes cantidades en todos los océanos y aguas del mundo, las funciones ecológicas del fitoplancton tienen una dimensión absolutamente global, comparables, e incluso más importantes, que las funciones semejantes de los bosques, y su disminución, por lo tanto, significa un impacto también de dimensión global. *“Sin el plancton no existirían crustáceos, sardinas, guachinangos, ballenas ni el hombre, pero tampoco habría oxígeno en la atmósfera, ya que fueron los organismos fitoplanctónicos, hace más de 3.000 millones de años, los que iniciaron la producción de oxígeno, y todavía en la actualidad el 70% de toda la fotosíntesis que ocurre en el planeta sucede en el mar”*³⁵. Sin embargo, como el fitoplancton no se observa a simple vista, y sus funciones ecológicas, a pesar de su importancia, no son fáciles de detectar y de medir, tanto su existencia, como su rol fundamental en la ecología del mar y de toda la biosfera no han concitado la atención y la investigación necesarias. Esto ha redundado en que prácticamente no existan medidas de protección y conservación de esta vital y multitudinaria comunidad de microorganismos marinos.

LAS ESPECIES INVASORAS

Otro impacto de la globalización sobre los recursos hídricos es la introducción de especies no-nativas, o ‘exóticas’, a los ecosistemas acuáticos. El comercio internacional, el tráfico de naves y de especies, así como la crianza de especies introducidas, tales como el salmón en lagos y bordes costeros, ha significado la introducción de especies que pueden causar impactos negativos severos en los ecosistemas acuáticos. Algunas de estas especies pueden literalmente invadir ecosistemas, preda sobre las especies nativas, competir por los espacios para la reproducción e introducir nuevas enfermedades para las que las especies nativas no tienen defensas.

³⁵ “El Cuadro Ambiental del Fitoplancton”, J. L. Cifuentes, P. Torres-García, M. Frías en http://lectura.ilce.edu.mx:3000/sites/ciencia/volumen1/ciencia2/35/htm/SEC_9.html

“El caso mejor documentado ... concierne los Grandes Lagos de Norteamérica. Hace doscientos años, cada uno de los cinco Grandes Lagos tenía su propia, y pletórica, comunidad acuática. En 1900, 82% de la captura comercial era nativa. Para el año 1966, las especies nativas representaban sólo dos décimas de uno por ciento [0,2%] de las capturas, y el 99,8% restante eran especies exóticas, la mayor parte de ellas devastadoras de las especies locales. Abramovitz informa que algunas especies exóticas, tales como para la pesca deportiva, fueron introducidas, pero que la gran mayoría llegaron trasladándose por canales construidos ... o en barcos. La lamprea casi destruyó la captura anual de trucha comercial de lago en los lagos Michigan y Hurón, y la cholga zebra, que fue introducida desde el mar Caspio en 1988 en la quilla de un barco, está ahora ahogando todos los lagos mayores y los tributarios de la cuenca de los Grandes Lagos, virtualmente eliminando el plancton que las especies nativas de peces y de cholgas necesitan para sobrevivir. De hecho, los Grandes Lagos sirven como un ejemplo de los efectos de todas las amenazas a los recursos de agua dulce que acabamos de describir. Ellos han sufrido pérdida de humedales, deforestación, especies invasivas, calentamiento global, y masiva contaminación tóxica. El resultado ha sido una catastrófica pérdida de diversidad biológica”³⁶.

EL IMPACTO DE LOS EMBALSES

Tal como se dijo en la sección sobre los impactos del calentamiento global, Barlow y Clarke relatan que tan sólo en el siglo XX fueron construidas 800.000 pequeñas represas y 40.000 grandes (de más de 10 y 15 metros de alto); 100 de éstas últimas de más de 150 metros de alto. La gran mayoría de estas grandes represas han sido construidas después de 1950.

La mayor cantidad de estas obras se encuentra en China, seguida por los EUA, la ex Unión Soviética, Japón, e India. Como resultado de toda esta construcción, más del 60% de los ríos del mundo han sido explotados. En los EUA, sólo un 2% de los ríos y cursos de agua siguen fluyendo libres y no han sido explotados. En Canadá, más cursos de agua han sido desviados fuera de sus cuencas originales que en ningún otro país del mundo, por un margen considerable. Según los investigadores canadienses, las represas y reservorios en el mundo han inundado cerca de un millón de kilómetros

cuadrados y almacenan un volumen seis veces superior al volumen contenido en todos los ríos del planeta.



Los embalses inundan y sumergen tierras. El ahogamiento de la vegetación terrestre crea un habitat propicio para la proliferación de bacterias que absorben el mercurio que pueda estar presente en los suelos inundados. De esta manera, en los embalses, el mercurio inerte se convierte a una forma que puede ser ingerida por los peces y entra así a la cadena trófica y se bioacumula a niveles que pueden ser muchas veces más letales para los seres humanos que en su forma original. En Canadá, el 64% de la población indígena Cree, del norte de Quebec, ha llegado a tener niveles elevados de mercurio en su sangre a causa de la construcción de enormes embalses hidroeléctricos. El envenenamiento con este metal pesado puede provocar ceguera, fallas del sistema reproductivo y daño cerebral.

“Los embalses hidroeléctricos también contribuyen al calentamiento global en la medida que la vegetación sumergida y en descomposición libera grandes cantidades de dióxido de carbono y de metano – dos de los principales gases invernadero – a la atmósfera. Un embalse que alimenta una central hidroeléctrica puede, a veces, emitir una cantidad de gases invernadero equivalente a una central generadora a carbón”³⁷.

³⁶ “Blue Gold”, Barlow y Clarke, Stoddart, 2002

³⁷ idem

Los grandes embalses tienen impactos severos en los ecosistemas fluviales que irradian de complejas formas a las cuencas hidrográficas como un todo.

“La generación hidroeléctrica tiene impactos cualitativos sobre las aguas al alterar, por partida doble, los flujos naturales de los ríos en el proceso de regulación de caudales: primero, al disminuir el caudal del río para la acumulación de aguas en el embalse y, luego, cuando se libera un importante caudal para la generación de energía. Esta regulación, o des-regulación de los caudales de los ríos, así como de los niveles de los embalses de multiuso, en los períodos estivales o de sequía, compite con otros usos tales como riego, recreación y mantenimiento ecosistémico. Además, al ser almacenadas en grandes embalses, la calidad de las aguas de los ríos puede sufrir graves alteraciones que podrían limitar sus usos posteriores”³⁸.

Efectivamente, los embalses retienen los sedimentos que acarrear los ríos, lo que con el tiempo puede colmatarlos e inutilizarlos, pero, sobre todo, lo que altera significativamente la cadena trófica aguas abajo del embalse, que en gran medida depende de la materia orgánica que transportan las aguas. Esta materia, y los sedimentos que constituye en el lecho y riberas, es una fuente importante de alimento de animales detritívoros tales como larvas de insectos, gusanos, moluscos y crustáceos. Las aguas ‘clarificadas’, desprovistas de sedimentos, provocan importantes efectos erosivos aguas abajo de los embalses, tanto del lecho como de las riberas, y ya no contribuyen a reponerlos en ambos, así como a aportar sedimentos a las planicies ribereñas. De este modo el ecosistema fluvial, incluyendo los ricos ecosistemas ribereños y humedales, son degradados, con importante pérdida de diversidad biológica y de funciones ecológicas.

La creciente evaporación en estas represas y tranques – cerca de 170 kilómetros cúbicos de agua al año³⁹ – concentra las sales en los embalses, creando problemas para el uso posterior de estas aguas, tanto para el riego como para su potabilización. Como ya se dijo en la sección sobre Calentamiento Global, se ha estimado que actualmente las represas y reservorios en todo el mundo almacenan un volumen seis veces mayor que el volumen contenido en todos los ríos del mundo, creando, en su conjunto, un ‘espejo de agua’ de aproximadamente un millón de kilómetros

cuadrados, desde donde se evaporan enormes cantidades de agua. La fauna acuática, es afectada negativamente por la concentración de sales en las aguas que provoca la evaporación en los embalses, así como por el hecho que las presas interrumpen en forma irreversible los ciclos migratorios de las especies ícticas.

Finalmente, las aguas acumuladas en los embalses tienden a la eutrofia y posterior anoxia debido al efecto sumatorio del aumento de temperatura, que disminuye la capacidad del agua de retener el oxígeno, así como por la proliferación de algas y de bacterias descomponedoras de la materia orgánica sumergida que consumen gran cantidad de oxígeno. El proceso eutrófico significa importantes cambios del pH de las aguas, la alteración de los ciclos biogeoquímicos e, incluso, la producción de gases tóxicos que envenenan las aguas y la fauna acuática.

Después de cinco años de investigaciones y estudios, los científicos de la World Conservation Union informaron a la Comisión Mundial de Represas, patrocinada por las Naciones Unidas que: **“Concluimos que ... los proyectos de embalses son la mayor causa de peligro y pérdida de la biodiversidad de agua dulce”⁴⁰.**

EL ABUSO DE LAS AGUAS SUBTERRÁNEAS

La mayor parte del agua dulce del planeta está bajo tierra, a diferentes profundidades. Se calcula que el volumen de las aguas subterráneas de todo el mundo es 60 veces el de las aguas superficiales. Existen distintos tipos de aguas subterráneas, la más importante, desde el punto de vista de nuestras necesidades, es el “agua meteórica” que circula bajo suelo como parte del ciclo hidrológico, alimentando los cuerpos de agua superficiales, ríos y lagos, brotando como vertientes y manantiales y alimentando humedales. Los reservorios subterráneos de agua,

³⁸ “El Estado de las Aguas Terrestres en Chile: Cursos y Aguas Subterráneas”, Juan Pablo Orrego S., RPP N°12, Terram Publicaciones, 2002

³⁹ “Blue Gold”, Barlow y Clarke, Stoddart, 2002

⁴⁰ idem

conocidos como acuíferos, son relativamente estables porque están contenidos en estratos rocosos. Muchos acuíferos son sistemas cerrados, es decir, no son alimentados por aguas meteóricas pero igualmente deben recargarse por filtración.

Por necesidad, y en diversos grados, muchos países se han hecho dependientes de sus aguas subterráneas: China, India, Barbados, Dinamarca, los Países Bajos, Francia, el Reino Unido, Canadá y Estados Unidos. La extracción extensiva de aguas subterráneas por bombeo es un fenómeno de fines del siglo XX, porque recién ahora existe la tecnología y las cantidades de electricidad necesarias para hacerlo. La práctica fue considerada una panacea y ha sido evidentemente abusada, con el resultado que las aguas subterráneas en general y, en particular, la de muchos acuíferos están siendo extraídas a tasas muy superiores a las tasas de recarga. En muchos casos los acuíferos no han sido estudiados del todo, o no han sido estudiados apropiadamente y, por lo tanto, no se conocen sus tasas de recarga, lo que fácilmente puede llevar a su destrucción. Cuando la extracción excede la recarga, se hace cada vez más caro bombear el agua y esta se va contaminando progresivamente con los minerales disueltos que se desprenden de las paredes del acuífero al vaciarse. Ciertos tipos de acuíferos, si son vaciados, colapsan, y simplemente no pueden volver a almacenar agua. Este proceso de destrucción de acuíferos concretamente reduce la capacidad de la Tierra de almacenar agua. El vaciado o destrucción de un acuífero además reduce las napas freáticas en todo su entorno y, por lo tanto, se reducen las vertientes, humedales, esteros, ríos, lagunas y lagos asociados. Los acuíferos semi-vaciados pueden sufrir la intrusión de aguas salinas marinas, lo que inutiliza sus aguas para consumo directo y riego.

La destrucción de acuíferos es algo que está sucediendo en todo el mundo en forma acelerada. Incluso el acuífero Ogallala, en el sur-centro de EUA, uno de los más grandes del mundo, con un volumen de cerca de cuatro trillones de toneladas de agua, está siendo vaciado a través de 200.000 pozos, a un ritmo de 50 millones de litros por minuto, esto es catorce veces más rápido que su capacidad de recarga, para regar 3.3 millones de hectáreas. Algunos cálculos suponen que el acuífero ya ha perdido la mitad de sus reservas. California y otros estados de EUA están

agotando sus acuíferos y en muchas ciudades y zonas agrícolas de EUA están teniendo que importar agua desde grandes distancias y a elevados costos: a medida que simultáneamente aumenta la población, aumenta la producción agrícola y se agotan los recursos hídricos superficiales y subterráneos.

En Ciudad de México, que depende de los acuíferos para el 70% de sus aguas, la situación es grave. Según Barlow y Clarke, en esta ciudad de 22 millones de habitantes se está extrayendo el agua de los acuíferos a tasas 50 a 80 veces superiores a las de recambio.

El caso es emblemático. La gigantesca lápida de cemento impuesta sobre la cuenca no solamente erradicó los lagos y los cursos de agua sino que impide que las aguas lluvias sean absorbidas por los suelos y recarguen los acuíferos. Esto afecta la cuenca en su integridad, contribuyendo al secado de manantiales y humedales, y a la disminución de volúmenes y caudales de cuerpos de agua en todo el entorno de la vasta cuenca que, de hecho, antiguamente era un vasto sistema acuático. Peor aún, la lluvia al caer arrastra partículas, metales y otros elementos contaminantes suspendidos en el aire – el smog - y luego barre las sucias calles, acumulando aún más contaminación, para finalmente mezclarse con las aguas servidas en las alcantarillas. El hedor del río Lerma, que recibe gran parte de los efluentes de Ciudad de México, se percibe desde muy lejos, y este río de aguas servidas contamina y eutrofica en forma mortífera el gran lago Chapala, que a pesar de esto está rodeado de balnearios y parcelas de agrado. Tal como se dijo, las aguas subterráneas



que abastecen México están siendo bombeadas de acuíferos a tasas insostenibles y desde cientos de kilómetros de distancia. *“Ciudad de México está literalmente quedándose sin agua; expertos dicen que la ciudad podría secarse completamente en los próximos diez años”*⁴¹.

⁴¹ idem

Casi todos los países del Medio Oriente, como Arabia Saudita, que depende de los acuíferos para el 75% de sus aguas, Irán, Israel, Palestina y Jordania, han agotado sus escasos recursos hídricos superficiales y abusado de los subterráneos y están experimentando graves problemas de disponibilidad, con proyecciones alarmantes para el corto plazo. Antiguos lagos y ríos, humedales, oasis y vertientes se han secado; importantes acuíferos han sido agotados o inutilizados por intrusiones de aguas salinas marinas durante el proceso de vaciado. Sin embargo, la necesidad sigue impulsando proyectos potencialmente devastadores. Barlow y Clarke informan que ante el agotamiento de sus antiguos recursos, Libia ha contratado a un consorcio coreano para construir, con un costo aproximado de US\$32 billones, un acueducto de 1.860 kilómetros para extraer agua dulce de los acuíferos de la cuenca de Kufra en el desierto del Sahara. Mil pozos ya bombean más de un billón de el agua del acuífero. Cuando todo el sistema esté operando el volumen de extracción aumentará a 40 billones de metros cúbicos al año, tasa que podría agotar el acuífero en 40 años. Si esto sucede no solamente afecta a Libia sino también a otros países en torno al acuífero.

“La polución de las reservas de aguas subterráneas también se ha transformado en un tema grave a medida que la minería, la manufactura y las operaciones de extracción de petróleo se han expandido internacionalmente. World Resources, una publicación del Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente, informa que a medida que los países del Tercer Mundo experimentan una rápida industrialización, metales pesados, ácidos, y contaminantes orgánicos persistentes (POPs) están contaminando los acuíferos, a menudo las únicas fuentes locales de agua”⁴².

“Quizás uno de los informes más perturbadores respecto a crisis hídrica proviene del país con la mayor población del planeta. China tiene casi un cuarto de la población total del mundo pero solamente un seis por ciento de su agua dulce. A lo largo de todo el país, los pozos, en forma misteriosa, están vaciándose, las napas freáticas están descendiendo, y ríos, esteros y lagos se están secando. A medida que los pozos industriales sondan los suelos cada vez más profundamente para captar las aguas remanentes, millones de agricultores han encontrado sus pozos

vaciados. La región occidental de China está conformada mayormente por desiertos y montañas, y la mayor parte de los 1.2 billones de ciudadanos del país vive en el entorno de varios grandes ríos cuyos sistemas ya no pueden sostener las demandas. Por ejemplo, en 1972, el Río Amarillo ya no alcanzó el mar, por primera vez en la historia. Esto sucedió durante quince días. Cada año desde entonces se ha secado por períodos cada vez más largos. En 1997, no desembocó en el mar por 226 días. La historia es similar para todos los ríos de China”⁴³.

China ha desviado agua desde zonas agrícolas a ciudades como Beijing dejando a millones de agricultores sin sustento. A pesar de esto Beijing se está secando y las napas freáticas bajo la ciudad se están agotando. Y toda esta escasez se da en un momento en que las proyecciones más conservadoras estiman que el uso industrial de agua en China podría crecer de 52 billones de toneladas a 269 billones de toneladas en las próximas dos décadas

LA CONTAMINACIÓN

Existe consenso a nivel mundial que una de las causas principales de la crisis hídrica planetaria son las emisiones y efluentes de las industrias, de la agricultura y de las ciudades, desde las cuáles se depositan, vierten o filtran compuestos químicos, pesticidas, herbicidas y fertilizantes (incluyendo nitratos y fosfatos), aguas servidas sin tratamiento, bacterias patógenas, desechos hospitalarios, e incluso residuos radioactivos, en las aguas superficiales y subterráneas. La contaminación masiva ‘destruye’ las aguas al inutilizarlas para el consumo directo y para el riego, y transforma el recurso en un medio de transporte de agentes patógenos que pueden contagiar graves enfermedades.

Algunos residuos le agregan al agua exceso de materia orgánica y de nutrientes tales como nitrógeno y fósforo, los que contribuyen al desarrollo explosivo de algas y microorganismos que consumen el oxígeno del agua. Este es el proceso conocido como eutroficación. La tasa de consumo de oxígeno de los microorganismos

⁴² idem

⁴³ idem

descomponedores es llamada demanda bioquímica de oxígeno (DBO) y esta variable es utilizada para medir la calidad de las aguas residuales que pueden, en el peor de los casos, provocar la muerte biológica de ríos y lagos. Los patógenos, compuestos y sedimentos tóxicos también degradan los ecosistemas acuáticos.

Otros contaminantes llegan al agua a través del aire cargado por las emisiones gaseosas de industrias y vehículos. La lluvia ácida se produce cuando algunos de estos gases industriales, tales como gases de azufre y de nitrógeno, se disuelven en la lluvia que luego cae sobre aguas superficiales, lagos y ríos, que también se acidifican, con la consiguiente degradación ecosistémica. Según Barlow y Clarke, en muchos lagos canadienses la lluvia ácida ha causado una disminución de hasta el 40% de la fauna íctica. Muchos procesos mineros también producen ácidos que se filtran a través de los suelos a los cuerpos de agua.



“La mayoría de las vías de agua del mundo están ahora sufriendo el rango completo de problemas de polución industrial ... De acuerdo a la Organización de Desarrollo Industrial de las Naciones Unidas (UNIDO), es posible que para el año 2025 la actividad industrial consuma el doble de agua que hoy, y que la polución industrial aumente cuatro veces. Las aguas servidas sin tratamiento también están matando vías de agua en todo el mundo. El 90% de las aguas servidas producidas en el Tercer Mundo todavía está siendo descargada, sin tratamiento, a los ríos y esteros locales. El Lago Victoria, en África, está peligrando por el vertido de millones de litros de aguas servidas sin tratamiento y de residuos industriales de las ciudades de los países circundantes - Kenya, Tanzania y Uganda -, y el stock de peces de los ríos Senegal y Níger está prácticamente agotado. En China, el 80% de los ríos mayores están

tan degradados que ya no sustentan peces. El río Yangtzé diariamente es contaminado con 40 millones de residuos industriales y de aguas servidas crudas, y el agua del río Amarillo está tan contaminada que no puede ser usada ni siquiera para irrigación. Los ríos de la China están cargados con intensas concentraciones de desechos humanos. El Ganges y Brahmaputra de la India están de la misma manera repletos de bacterias y con un alto contenido fecal, y cerca de 200 millones de litros de aguas servidas sin tratamiento son vertidos al río Yamuna desde el sistema de alcantarillado de Nueva Delhi todos los días. Actualmente se estima que este río está degradado en forma irreparable, del mismo modo que el Damodar, que está lleno de los lodos tóxicos de las industrias instaladas en sus riberas. La India es el domicilio de las aguas más polutas de Asia, fuera de la China. Las costas de Bombay, Madrás, y Calcuta están pútridas. El sagrado Ganges, donde millones vienen a purificarse, es un alcantarillado abierto”⁴⁴.

El informe de los investigadores canadienses sigue desplegando un panorama tan real como aterrador. No son sólo los países ‘en vías de desarrollo’ los que sufren la contaminación. En los países desarrollados, en algunos casos, disminuyen las cantidades de residuos vertidos a las aguas, pero la alta tecnología implica la producción de elementos y compuestos químicos de altísima toxicidad que, literalmente, actúan sobre los organismos vivos a niveles moleculares, y que por vertido o filtración van a parar a los cuerpos de agua tanto superficiales como subterráneos. Unas pocas gotas de un cierto aditivo de la gasolina (MTBE) puede contaminar un acuífero de tamaño mediano. Sin embargo, en EUA se han descubierto filtraciones de este producto químico a miles de pozos del Estado de California.



⁴⁴ idem

Barlow y Clarke citan una investigación del National Geographic cuyos resultados indican que en todo EUA se están utilizando anualmente 500.000 toneladas de pesticidas y herbicidas industriales y que una alta proporción de estos productos químicos termina en los cuerpos de agua. El resultado es que casi 40% de los cursos de agua de EUA son demasiado peligrosos para beber, pescar y nadar, y las especies acuáticas se han transformado en medios vivos de transporte de residuos tóxicos. Según este informe, en EUA, 37% de las especies ícticas de agua dulce están en riesgo de extinción, 64% de los cangrejos y 40% de los anfibios están en peligro, y 67% de los bivalvos de agua dulce se han extinguido o se encuentran en vías de extinción. *“Tenemos ecosistemas colapsando en todas las cuencas hidrográficas del Oeste [de EUA]”*⁴⁵.

En Japón, las aguas están contaminadas con solventes industriales. En Europa Oriental muchos ríos y lagos están muertos biológicamente o peligrosamente contaminados. En el resto de Europa la situación no es más alentadora. Incluso muchos de los ríos, como los de Inglaterra, están experimentando importantes disminuciones de sus caudales. Los salmones que hace un siglo abundaban en el río Rin, desaparecieron. El “Danubio Azul” transporta cantidades de fosfatos y nitratos que han aumentado seis y cuatro veces, respectivamente, en los últimos 25 años causándole un gran daño a las actividades de turismo y de pesca, porque ambos productos llevan a la eutrofización y, eventualmente, a la muerte biológica de los cuerpos de agua. A este drama se suma el hecho que estos ríos europeos transportan los efluentes a los mares y muchos de ellos desembocan en el Mediterráneo. *“Las costas se transforman en caldos de cultivo de especies invasoras y de algas mortíferas. En años recientes, una de estas algas mortíferas, llamada *Caulerpa taxifolia*, se ha diseminado a través del Mar Mediterráneo a un ritmo de cuatro hectáreas diarias y está amenazando la vida marina a lo largo de toda su costa”*⁴⁶.

En Canadá más de un trillón de litros de aguas servidas son vertidas a los cursos de agua todos los años, y a estas alturas *“estas aguas son una mezcla vil de agua, excrementos, grasa, aceites de motor, solventes, refrigerantes, y muchos tipos de desechos industriales y domiciliarios tóxicos”*⁴⁷. La contaminación química con productos de alta tecnología es muy difícil de tratar. En

Canadá, un estudio realizado por el Ministerio del Medio Ambiente de Québec en el año 2001, citado por Barlow y Clark, encontró que a pesar de los sofisticados tratamientos, las aguas ‘tratadas’ vertidas a los lagos seguían siendo agudamente tóxicas. Se encontraron pesticidas, residuos industriales, arsénico y metales en las aguas tratadas vertidas al río San Lorenzo. El estudio en Québec observó que más de 85% de las muestras de aguas servidas de todas las fuentes contenían amoníaco, fósforo, aluminio, arsénico, bario, mercurio, PCBs, dioxinas clorinadas y furanos, surfactantes (químicos de limpieza), hidrocarburos poliaromáticos (PAHs), y otros residuos orgánicos e inorgánicos.

Los investigadores del Sierra Legal Defence, en su informe 2001, explican que una gota de aceite industrial puede inutilizar 25 litros de agua para el consumo humano y que un solo gramo de bifenilos policlorinados (PCBs), una sustancia utilizada en los procesos industriales de diversos productos, desde cosméticos hasta pesticidas, es suficiente para degradar un billón de litros de agua, al punto que ésta cantidad de agua ya no puede sustentar vida acuática.

A pesar del hecho que los químicos sintéticos están ‘destruyendo’ el agua y transformándola en no-apta para el consumo humano y para el mantenimiento ecosistémico, los volúmenes de estos productos que ingresan al medio ambiente no están siendo reducidos. De hecho, el uso de químicos ha aumentado en forma explosiva en las últimas décadas. *“... cada año , químicos por un valor cercano a los US\$2 trillones son fabricados en todo el mundo, y la mayor parte de ellos encuentran su camino hacia las aguas. En las zonas de libre comercio de México, por ejemplo, la producción de químicos tóxicos se ha triplicado desde que el NAFTA fue firmado en 1994. Cada año, las 1.200*

⁴⁵ Sierra Club Colorado River Task Force, citado en Barlow y Clarke, 2002.

⁴⁶ “Blue Gold”, Barlow y Clarke, Stoddart, 2002

⁴⁷ “The National Sewage Report Card (Number Two), Sierra Legal Defence Fund citado en Blue Gold, Barlow y Clarke, 2002

industrias de Baja California, en la costa pacífico de México, producen 36.000 toneladas de residuos tóxicos. La comuna de San Diego produce aún más: 160.000 toneladas el año 2000. No es en absoluto sorprendente que todos los norteamericanos carguen en sus cuerpos por lo menos 500 químicos que no se conocían antes de la primera guerra mundial⁴⁸.

Una industria particularmente peligrosa y contaminante para las cuencas hidrográficas son las plantas de celulosa y las industrias papeleras que utilizan enormes cantidades de agua y vierten efluentes de materia orgánica y residuos sólidos que sepultan los fondos acuáticos y contribuyen a la eutrofización de los cuerpos de agua. Quizás aún más grave, la mayoría de las plantas de celulosa utilizan químicos peligrosos en forma directa en los procesos para reducir la pulpa a celulosa, y luego blanquearla, tales como cloro y soda caústica, o los procesos mismos generan compuestos tóxicos en forma secundaria, incluso por reacciones con la luz solar, tales como dioxinas, furanos y organoclorados, que se cuentan entre las toxinas más mortíferas conocidas. En Canadá se estima que las plantas procesadoras de celulosa y papel son responsables de la mitad de todos los desechos peligrosos vertidos a todas las aguas del país. En Chile este es un tema altamente sensible por la existencia, al año 2000, de once plantas de celulosa, a las que se sumarán en los próximos años dos más que se encuentran en construcción. El catastro de RILES (Residuos Líquidos Industriales) de la Superintendencia de Servicios Sanitarios de los años 1992 y 1998, indica un deterioro de la calidad de los efluentes de esta industria en Chile⁴⁹.

Un ejemplo realmente alarmante de contaminación hídrica son los Grandes Lagos ubicados en la frontera entre Canadá y Estados Unidos, algo sorprendente tratándose de dos de los países más desarrollados y ricos del mundo, que se supone cuentan con arreglos legales e institucionales sofisticados para la protección ambiental.

Tal como relatan Barlow y Clarke, estos lagos contienen cerca del 20% de toda el agua dulce del planeta,

constituyéndose en el mayor sistema dulceacuícola sobre la Tierra. Son tan vastos y profundos que sólo un 1% de su volumen total se renueva cada año. Sin embargo, en todos los lagos y en todas las profundidades hoy se detectan altos niveles de dioxinas, bifenilos policlorinados (PCBs), furanos, mercurio, plomo, y cantidades de otros químicos tóxicos. La mayoría de estos compuestos han aparecido en las aguas en los últimos 50 años, alcanzando los lagos desde industrias, desde ciudades, a través de aguas subterráneas contaminadas, de escurrimientos superficiales contaminados, desde ríos afluentes a los lagos, y de sus tributarios, e incluso desde el aire.

Los estudios indican que entre 50 a 100 millones de toneladas de desechos peligrosos son generados en las cuencas circundantes; solamente los pesticidas alcanzan una cantidad de 25 millones de toneladas. Una comisión especial de ambos países - International Joint Commission - que intenta administrar los Grandes Lagos, informa que ahora incluso se están acumulando grandes cantidades de desechos radioactivos en los lagos, que tienen su origen en la industria de energía nuclear. La Agencia de Protección Ambiental (EPA) de EUA, ha indicado que de aproximadamente 100.000 sitios alrededor de los lagos desde dónde se descargan desechos que contienen químicos peligrosos más de dos mil están contaminando directamente las aguas de los grandes lagos.

Muchos de estos compuestos tóxicos no son biodegradables y se bioacumulan en cantidades crecientes a medida que avanzan en la cadena trófica. El aumento total en la concentración de contaminantes desde la fuente hasta los humanos al tope de la cadena puede llegar a un millón de veces. Según un estudio de Environment Canada, citado por Barlow y Clarke, una persona que consuma una trucha del Lago Michigan se va a exponer a más PCBs en una sola comida que a todo el PCB que podría consumir al tomar las aguas del mismo lago durante toda su vida.

Desde que los lagos empezaron a ser utilizados como basurero industrial, menos de un 3% de sus riberas son consideradas aptas para actividades recreacionales

⁴⁸ "Blue Gold", Barlow y Clarke, Stoddart, 2002

⁴⁹ "Evaluación de los Impactos de la Producción de Celulosa", APP N°4, Publicaciones Terram

de contacto directo con las aguas, para sustentar vida acuática o para extraer agua para su consumo. La organización The Nature Conservancy de EUA ha identificado 100 especies y 31 comunidades ecológicas en riesgo de extinción en el sistema de los grandes lagos y hace notar que la mitad de éstas son masiva extracción de aguas subterráneas desde acuíferos que los alimentan en ambos lados de la frontera. Un gran porcentaje de las aguas que recargan los lagos son subterráneas: el 50% del volumen que entra desde el lado norteamericano y el 20% que entra desde el lado canadiense. La feroz competencia por las aguas subterráneas está drenando esta fuente vital para los lagos. A esto se suman los efectos del calentamiento global, lo que ha significado una disminución de los niveles de los lagos y en esto, ambos países están autorizando importantes operaciones de extracción de petróleo en las riberas de varios de los lagos. La provincia de Ontario, Canadá, ha otorgado 20 permisos al año desde 1995 para perforaciones petroleras en torno al lago del mismo nombre.

Los humedales y los bosques que rodeaban los grandes lagos, que protegían las riberas de los grandes temporales y de las olas, han ido desapareciendo paulatinamente ante el embate de la urbanización e industrialización. Se calcula que subsiste sólo un 20% de los humedales que rodeaban los grandes lagos y que siguen disminuyendo a una tasa de 8.000 hectáreas al año. *“Similarmen te, los otrora extensos bosques que cubrían el área han sido en gran medida cortados. De los bosques de pinos blancos que una vez cubrieron casi la mitad de la región, solamente queda un uno por ciento. Su rol en el control de la erosión y la purificación de contaminantes no ha sido reemplazado, y los Grandes Lagos están sufriendo por ello”*⁵⁰.

CONCLUSIONES:

El agua es uno de los recursos naturales más importantes del planeta, ya que sustenta la existencia de toda la biosfera. El agua dulce, en particular, es un recurso natural finito y escaso. Se estima que representa el 0.5% de toda el agua que existe en el planeta. En el pasado hemos actuado con singular ignorancia al respecto, destruyendo de diversas maneras -tales como la contaminación- el recurso

mismo, o las estructuras ecosistémicas o geológicas que lo almacenan y regulan. El propio ser humano, en su forma de captar, almacenar, y utilizar las aguas ha generado procesos complejos que han llevado a la desaparición o inutilización de las aguas en muchas y vastas regiones de la Tierra.

Es por este motivo que existe un consenso internacional amplio en el sentido que la crisis hídrica global no es tanto la consecuencia de un problema de disponibilidad real, o de escasez, sino de mala administración y de mal uso de los recursos hídricos, así como de los ecosistemas de los que éste depende.

Impulsada por la crisis hídrica global, la comunidad científica internacional se ha abocado a la investigación del fenómeno, identificando algunas de sus principales causas.

Científicos europeos han estudiado el ciclo hidrológico corto, que corresponde al flujo de las aguas por los continentes, y han llegado a la conclusión que la sobre construcción urbana, la pavimentación, la canalización y otras obras similares aceleran el flujo de las aguas por los continentes, disminuyendo la recarga natural de los cuerpos y cursos de agua, así como las aguas subterráneas, y la humedad de los suelos, afectándose todos los ecosistemas asociados. Estos científicos estiman que por los motivos mencionados los continentes están perdiendo cerca de 1.800 billones de metros cúbicos de agua dulce al año.

La agricultura, y todas la actividades y obras de riego asociadas, están teniendo diversos impactos negativos graves sobre los recursos hídricos, tanto relacionados con su disponibilidad para otros usos, incluyendo el mantenimiento ecosistémico, como en términos de su calidad, ya que la agricultura es la principal fuente de la contaminación difusa de las aguas con fertilizantes y productos químicos tóxicos. El desafío en este ámbito radica en lograr una mucho mayor eficiencia en el uso de las aguas, y en regular el riego intensivo, considerando sus impactos negativos. La contaminación con los productos utilizados en la agroindustria debe empezar a enfrentarse a través de la aplicación de normativas estrictas pero, en el largo

⁵⁰ “Blue Gold”, Barlow y Clarke, Stoddart, 2002

plazo, exige un cambio cultural para el desarrollo de una agricultura alternativa que no necesite tóxicos para su desarrollo y sustentabilidad. A nivel global, es necesario, además, enfrentar problemas complejos de sobreproducción y sobreconsumo de ciertos productos en algunas regiones, así como de grave escasez de insumos básicos en otras.

La ganadería a gran escala también provoca graves impactos negativos sobre las aguas, degradando físicamente las cuencas hidrográficas y los ecosistemas fluviales y contaminando directamente los cuerpos y cursos de agua con enormes cantidades de desechos, incluyendo nutrientes, pesticidas y bacterias patógenas. Los desechos de las procesadoras de productos lácteos y de los mataderos también tienen impactos negativos significativos sobre los recursos hídricos y las cuencas. El ganado vacuno, además, es una fuente de emisión de significativas cantidades de metano, uno de los gases responsables del efecto invernadero y del calentamiento global. En este ámbito, por lo tanto, también se constata la necesidad de un cambio cultural que lleve, en algunas regiones del mundo, a la moderación en el consumo de carne de vacuno y de sus derivados. Es necesario plantear y debatir la necesidad ecológica del consumo de proteínas de origen vegetal para disminuir la demanda actual por proteína animal, que conlleva tan graves impactos ecosistémicos, y en particular, sobre los recursos hídricos.

Otra de las principales causas de la crisis hídrica global es la destrucción de humedales y la deforestación. Ambos ecosistemas tienen funciones ecológicas claves en la regulación de los dos ciclos hidrológicos:

el corto y el largo. Los bosques contribuyen en forma importante a la regulación del flujo de las aguas tanto por los continentes, por la superficie de la tierra, al que se asocia el flujo de las aguas subterráneas, como por la atmósfera. A pesar de esto, en el mundo la degradación y destrucción de humedales ha sido masiva y continúa ocurriendo hoy. Lo mismo ocurre con los bosques. Los expertos estiman que queda sólo un quinto de los bosques cerrados ('closed canopy') que existían hace doscientos años, antes del comienzo de la era industrial, y que la destrucción de este quinto restante continúa a un ritmo alarmante. Esta destrucción de humedales y bosques ignora o hace

caso omiso del hecho que estos ecosistemas son un órgano vital de la biosfera, que entre otras funciones ecológicas vitales, regulan la circulación del agua por todo el sistema planetario. La medida correctiva que corresponde en este ámbito es detener el proceso destructivo y revertirlo, es decir, la estabilidad y sustentabilidad de la biosfera, y de recursos vitales, tales como el agua, exige reforestar la tierra. En este ámbito también se hacen necesarios importantes y profundos cambios socioculturales que fomenten la moderación en el uso de todos los recursos forestales, tales como el papel. En muchos países del mundo, a nivel local y doméstico, se hace necesario el desarrollo e implementación de tecnologías -tales como solar activa (paneles fotovoltaicos) y solar pasiva- que permitan dejar de utilizar leña y carbón como fuentes de energía.



Otra causa de la crisis hídrica planetaria es el calentamiento global provocado por el enorme aumento de la concentración, en la atmósfera terrestre, de ciertos gases –CO², metano-, así llamados de 'invernadero', que está provocando el desarrollo industrial, pero que también son producidos en los procesos respiratorios y digestivos de todo ser viviente, así como en otros procesos naturales, tales como la putrefacción de materia orgánica. La excesiva acumulación de estos gases en la atmósfera disminuye el flujo de calor solar hacia el espacio exterior. El efecto neto de este fenómeno es un aumento de las temperaturas, tanto atmosféricas como terrestres y acuáticas, que afecta, de diversas maneras, el sistema climático de la Tierra y los ciclos hidrológicos. Incrementa las tasas de evaporación desde los cuerpos y cursos de agua, así como desde los suelos, reduce la acumulación de nieve en las cordilleras, y al mismo tiempo, altera los

regímenes pluviales y los ciclos estacionales de las distintas regiones del planeta, aumentando la frecuencia e intensidad de los eventos extremos, tales como sequías y lluvias torrenciales. En otras palabras, la industrialización descontrolada está contribuyendo a entropizar el clima de la Tierra y, en particular, los ciclos hidrológicos, haciéndolos cada vez más aleatorios e impredecibles.

Evidentemente, estos efectos en su conjunto tienen graves consecuencias ecológicas, económicas y sociales. La única forma de corregir este grave fenómeno global es a través de un efecto 'pinza': por un lado, es urgente limitar la emisión de los gases que lo provocan, lo que exige una verdadera revolución tecnológica, ya que los motores a combustión, y otras tecnologías y procesos ampliamente utilizados por la humanidad, son importantes fuentes emisoras de gases invernadero; y, por otro, es necesario restaurar y proteger ecosistemas claves, en particular los bosques y el fitoplancton de los océanos, que podrían absorber el exceso de CO².

En efecto, otro fenómeno artificial de escala global que afecta los recursos hídricos, y los ciclos de importantes elementos químicos, es el adelgazamiento de la capa de ozono causado por la emisión de gases industriales, lo que, a su vez, provoca un aumento de la radiación solar ultravioleta que destruye el fitoplancton que habita la zona eufótica de los océanos. Estos micro-organismos fotosintéticos son la principal fuente marina de materia orgánica, en otras palabras, son el sustento de toda la trama trófica oceánica, y además son responsables del 70% de toda la fotosíntesis que ocurre en el planeta y, por lo tanto, de emitir gran parte del oxígeno que respira la biosfera y de absorber gran parte de todo el CO² que ésta libera, regulando la velocidad a la que se acumula este gas invernadero en la atmósfera. El rol fundamental del fitoplancton en la ecología del mar y de toda la biosfera hasta ahora no ha concitado la atención y la investigación necesarias. Prácticamente no existen medidas de protección y conservación de esta vital y multitudinaria comunidad de microorganismos marinos.

Otra causa de degradación de los ecosistemas acuáticos es la introducción accidental o deliberada de especies exóticas en ecosistemas acuáticos en donde éstas se transforman en invasoras provocando impactos negativos severos.

La gran cantidad de embalses para diversos usos, y en particular las grandes represas hidroeléctricas de más de 150 metros de alto, que han sido construidas en las últimas décadas, constituyen, por muchos motivos, otra de las principales causas de la crisis hídrica global. Estas obras alteran y degradan en forma grave los ecosistemas fluviales y las cuencas hidrográficas, y provocan problemas severos, tanto de disponibilidad como de calidad de las aguas. Se ha descubierto recientemente que los embalses hidroeléctricos contribuyen al calentamiento global en forma significativa dado que la descomposición de la vegetación sumergida libera cantidades de gases invernadero que pueden llegar a ser equivalentes a las emisiones de centrales termoeléctricas a carbón o petróleo de potencia semejante. Por todos estos motivos, en los países desarrollados existe un consenso amplio en el sentido que la era de las grandes represas ha llegado a su fin.

Sin embargo, pese a toda la evidencia acumulada respecto a sus graves impactos negativos en diversos ámbitos, en los países en vías de desarrollo se sigue percibiendo estas grandes obras como la fuente de energía más económica y limpia. De hecho, los países desarrollados fomentan la construcción de mega centrales en países emergentes dado que tanto el 'know-how' como las tecnologías involucradas han pasado a ser uno de sus principales productos de exportación. Además, de este modo, los países en vías de desarrollo pueden contar con energía ilusoriamente barata para abastecer industrias primarias productoras de las materias primas que necesitan los países desarrollados para manufacturar productos con alto valor agregado o, incluso, para procesar materia prima foránea, como sucedería con la planta reductora de aluminio que Noranda, una empresa Canadiense que pretende instalarse en la Undécima Región de Chile. En este caso, con tal esquema, el consorcio canadiense intenta exportar a nuestro país todas las graves externalidades negativas, e internalizar limpiamente todos los beneficios, de una obra que no podría ser construida en territorio canadiense por sus graves impactos ecológicos, sociales y económicos.

La Comisión Mundial de Represas, patrocinada por las Naciones Unidas ha concluido que los embalses, en forma proporcional a su tamaño, constituyen la mayor causa de peligro y pérdida de la biodiversidad de agua dulce. Los estudios dan cuenta que estas enormes

obras, al bloquear y desregular los ríos, provocan su muerte biológica, degradando en forma significativa las cuencas hidrográficas, la flora y la fauna, así como todos los ecosistemas dependientes.

Las aguas subterráneas, pese a su ubicación y a que se calcula que su volumen es 60 veces superior al de las aguas superficiales, no han escapado a los impactos de la industrialización y de una siempre creciente población humana. Muchos países, actualmente, son dependientes de sus aguas subterráneas para satisfacer sus necesidades de agua dulce. Muchos de los problemas, analizados más arriba, que están degradando, inutilizando o destruyendo las aguas superficiales, están afectando de modo similar las aguas subterráneas, puesto que ambas están íntimamente relacionadas. Las aguas subterráneas en gran medida dependen de las estructuras ecosistémicas, de las dinámicas y ciclos que se desarrollan en la superficie de la tierra. El desconocimiento de estas interrelaciones, así como de las características y dinámicas de los acuíferos, sumado al incremento exponencial de la demanda de agua en las últimas décadas en todo el mundo, ha significado que en muchas regiones se esté explotando las aguas subterráneas a tasas muy superiores a las de su recarga.

A las extracciones excesivas se suma el hecho que las condiciones en la superficie terrestre que inciden en la recarga y en la calidad de las aguas de los acuíferos también están siendo alteradas. El vaciamiento de los acuíferos puede provocar su colapso irreversible. En muchos países del mundo las aguas subterráneas están siendo agotadas por las extracciones excesivas o inutilizadas por contaminación. El agotamiento de los acuíferos afecta gravemente a los ecosistemas fluviales, lacustres y humedales asociados. En este ámbito, las medidas correctivas son muy semejantes a aquellas que podrían llevar a una mejoría del estado de las aguas superficiales. En el caso de las aguas subterráneas, se necesita fomentar en forma especial la investigación y el conocimiento de los acuíferos en todo el mundo para poder implementar medidas que permitan el mejor uso, administración y conservación de las aguas subterráneas, tanto en términos cuantitativos como cualitativos.

Existe consenso mundial en el sentido que una de las principales causas de la creciente crisis hídrica global

es la masiva contaminación de las aguas superficiales, subterráneas y marinas. La explosión demográfica, urbanización e industrialización descontrolada que ha caracterizado las últimas décadas, lo que incluye en forma prominente la agroindustria, ha significado la contaminación de las aguas del planeta con una cantidad alarmante de productos químicos altamente tóxicos, de nutrientes y materia orgánica que provocan la eutrofización de las aguas, de microorganismos patógenos, e incluso de residuos radioactivos. Este impacto sobre las aguas está ocurriendo tanto en los países en vías de desarrollo como en los desarrollados. De hecho, en estos últimos, los efluentes de las industrias de alta tecnología suelen concentrar los contaminantes de más alta toxicidad que actúan sobre los organismos y cadenas tróficas a niveles moleculares.

La agroindustria es también la fuente de la así llamada contaminación difusa de las aguas con productos químicos orgánicos persistentes -utilizados como pesticidas, herbicidas y funguicidas-, así como con fertilizantes y hormonas. Sistemas hídricos completos están colapsando en EUA, Canadá, Europa, Asia, en los territorios de la ex Unión Soviética, así como en Sudamérica debido a la contaminación. La contaminación simplemente 'destruye' las aguas, ya que hace imposible su consumo o utilización. Sin embargo, actualmente, en muchas regiones del mundo la población se ve obligada a usar aguas que se sabe están gravemente contaminadas.

En este ámbito existe verdadera desidia para aplicar las medidas correctivas ya que se conoce el problema desde hace décadas. Existen normativas e instancias a nivel de naciones e internacionales, preocupadas por el tema, pero se siguen dando fenómenos perversos, tales como la producción exportación desde países desarrollados a países emergentes de productos prohibidos en los primeros. No existe suficiente investigación y difusión de la real dimensión del problema y de la correlación entre el uso de esta contaminación y la creciente ocurrencia de muchas enfermedades, tales como el cáncer y muchas otras graves patologías.

Un reciente informe, llamado "Gráficos Vitales del Agua", preparado por el Programa de Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA), para celebrar el Año

Internacional del Agua Dulce 2003, no deja con mucho ánimo para celebrar⁵¹.

Efectivamente, se pronostica que la escasez de agua en el planeta será causa de guerras y conflictos limítrofes, principalmente entre al menos 50 países asiáticos y africanos que comparten cuencas hidrográficas. Se afirma en el informe que al menos 41.000 niños mueren al día por falta de agua potable y que paradójicamente, sólo en el año 2000 se desperdiciaron más de dos mil km cúbicos de agua en el planeta y que esta cifra podría llegar a 2.600 km cúbicos en el 2025. Se señala que desde 1950 el uso de agua se ha triplicado, por lo que se prevé que más de 2.800 millones de personas en 48 países tendrán que enfrentarse a restricciones de agua en el 2025 y que en los hogares del mundo desarrollado se usa al menos diez veces más agua que en los del Tercer Mundo. Según el PNUMA, sólo con un 10% de mejora en la eficiencia de los métodos de irrigación en todo el mundo podría duplicar el suministro de agua para las poblaciones pobres más vulnerables.

Según el informe, las áreas más sensibles del mundo en relación a la crisis hídrica son el continente asiático y el africano. El Medio Oriente alberga el 60% de la población mundial, mientras que cuenta con sólo el 36% de los recursos hídricos del planeta. En África, se señala que 27 países tendrán problemas para proveer de agua a su población en los próximos 20 años.

El informe del PNUMA señala que Latinoamérica es la zona más rica del planeta en recursos hídricos respecto de sus habitantes. Sin embargo, las mayores concentraciones de población están en zonas donde hay poca agua. El mayor estrés hídrico de la región corresponde a Perú, que tiene el 90% de su población en regiones donde se registran sólo un 10% de las precipitaciones. Según el informe, Chile podría experimentar mayores problemas en su zona norte hacia el año 2015. En realidad, esta 'zona norte' comienza prácticamente en Santiago. El ingeniero Guido Soto, director del Centro del Agua para Zonas Áridas y Semiáridas para América Latina y el Caribe, creado en la ciudad de La Serena el año pasado, citado en el diario La Tercera, señala que *"lo que podemos esperar a futuro es que Santiago pase a tener precipitaciones similares a La Serena. Y este cambio, calculamos, afectará hasta la ciudad de*

Concepción"⁵². Los expertos también señalan que en Chile la tendencia de las últimas décadas es la disminución de las precipitaciones, con la alternancia más frecuente de períodos secos y lluviosos, pero que el promedio total va en disminución.

Halifa Drammeh, subdirector del PNUMA concluye: *"Se dice que hay bastante agua para toda la población mundial, pero el problema es dónde se encuentra. El agua ha sido procurada en abundancia por la naturaleza, pero mal distribuida por los humanos"*⁵³.

BIBLIOGRAFÍA (en orden de aparición de citas):

- "Blue Gold", M. Barlow y T. Clarke, Stoddart, 2002
- "Estado de las Aguas Continentales y Marinas de Chile", Nora Cabrera, en "Perfil Ambiental de Chile", CONAMA, 1994
- "Blue Alternative" N°4, Michael Kravcik et al., 2002
- "Informe País: Estado del Medio Ambiente en Chile, 2002", Universidad de Chile, Instituto de Asuntos Públicos, 2002
- "Lifeblood of the West, Riparian Zones, Biodiversity and Degradation by Livestock", J. Boone K., en "Welfare Ranching", Island Press, 2002
- "What the River Once Was", J. Belski, A. Matzke y S. Uselman, en "Welfare Ranching", Island Press, 2002
- "Stink Water", J. Carter, en "Welfare Ranching", Island Press, 2002
- Documento Inédito sobre Limnología, I. Vila, Universidad de Chile, 2002
- "El Estado de las Aguas Terrestres en Chile: Cursos y Aguas Subterráneas", J.P. Orrego, RPP N°12, Terram Publicaciones, 2002
- "Sierra Club Colorado River Task Force Report", citado en "Blue Gold", Barlow y Clarke, Stoddart, 2002
- "The National Sewage Report Card" (N°2), Sierra Legal Defence Fund, citado en "Blue Gold", Barlow y Clarke, Stoddart, 2002
- "Evaluación de los Impactos de la Producción de Celulosa", APP N°4, Publicaciones Terram, 2001

⁵¹ Información aparecida en "La Tercera", 20/01/03

⁵² idem

⁵³ idem