

C A P Í T U L O

4

El desafío del agua en Centroamérica

Valoración general

A pesar de vivir en una región dotada de altos niveles de agua de lluvia, la población centroamericana comienza a sufrir problemas de presión sobre el recurso hídrico. Durante muchos años, gozó de abundante agua de lluvia durante seis o más meses del año, con la confianza de que los miles de ríos, riachuelos y quebradas que cubren el istmo proveerían el precioso líquido durante todo el año. Este sistema superficial de flujo del agua ha sido el principal medio de abastecimiento de agua para el consumo humano, para el riego y para la eliminación de los desechos y vertidos domésticos, industriales y agropecuarios.

Esa situación, que hasta hace un siglo no causaba mayor impacto sobre los ecosistemas, ni representaba un peligro significativo para la salud humana, en las últimas dos décadas se ha tornado insostenible. En muchos lugares de Centroamérica, la vida de los ríos se ha reducido a la temporada de lluvias, dejando amplios territorios rurales sin fuentes cercanas de agua durante casi medio año. La contaminación de las aguas superficiales en las zonas urbanas ha convertido a varios ríos en cloacas abiertas, que amenazan no sólo la salud de las poblaciones cercanas, sino también áreas lejanas y costeras, donde ciertos tóxicos terminan su recorrido. La contaminación misma limita la disponibilidad de fuentes de abastecimiento de agua limpia en zonas urbanas, incrementando los costos de suministro por

la necesidad de tratamiento o por el transporte desde fuentes más lejanas. La cuestión se complica por la persistencia, y en algunos casos el incremento, de población rural en condiciones de pobreza extrema que busca sobrevivir a costa de la naturaleza.

En parte, el problema se deriva del crecimiento poblacional; pero todavía más importante es el hecho de que el estilo de desarrollo socioeconómico de la región no toma en cuenta cómo se reducen la disponibilidad de agua y su capacidad de renovarse como recurso natural. De esta forma, la degradación y pérdida del recurso hídrico en Centroamérica comienza a limitar la calidad de vida de la población y hasta las opciones para el desarrollo futuro del istmo.

No tendría sentido incorporar aquí un capítulo sobre el estado del ambiente, a poco de haberse publicado el *Estado del Ambiente y los Recursos Naturales en Centroamérica* por parte de la CCAD (Recuadro 4.1). En cambio, resulta pertinente profundizar el estudio sobre el recurso hídrico en la región.

Aparentemente, dar respuestas a esta problemática sectorial es un asunto de expertos y profesionales. Sin embargo, la experiencia demuestra que abordar la cuestión del agua implica mirar los patrones de desarrollo en su conjunto, con un lente de mayor sensibilidad social y territorial. Cualquier resolución de manejo del recurso hídrico tiene que considerar, e involucrar, no sólo a las autoridades en materia de agua y energía, sino a todos los agentes sociales usuarios,

“Cinco preguntas para medir sostenibilidad: ¿De dónde viene el agua potable? ¿Adónde van las aguas negras? ¿De dónde se saca la arena para la construcción? ¿Adónde va la basura? ¿Cuál es el nivel de deforestación?”

EMPRESARIO, PANAMÁ

RECUADRO 4.1

Un esfuerzo regional: el informe de la CCAD sobre el Estado del Ambiente y los Recursos Naturales en Centroamérica, 1998

La Comisión Centroamericana de Ambiente y Desarrollo (CCAD) publicó, en 1998, el primer informe *Estado del Ambiente y los Recursos Naturales en Centroamérica*. Esta obra constituye el primer esfuerzo del sistema de integración regional por poner a disposición de gobiernos, sociedad civil y público en general, información relevante sobre la situación, las tendencias y los problemas relacionados con el ambiente y los recursos naturales. Esta publicación fue posible gracias a la colaboración del Banco Mundial, el Programa de las Naciones Unidas para Medio Ambiente (PNUMA), la Unión Mundial para la Conservación de la Naturaleza (UICN), el World Resources Institute, la USAID, el gobierno de Suecia, la Fundación MacArthur y la Fundación Ford.

El Informe es un instrumento para la toma de decisiones, que da cuenta de un conjunto amplio de variables e indicadores sobre el desempeño de la región en el uso de los recursos naturales y el manejo del ambiente. El documento está estructurado en tres partes y recorre los principales acontecimientos del proceso de integración en materia ambiental. Presenta un diagnóstico de la situación del ambiente y los recursos naturales en la región y profundiza, de manera especial, en el tema de conservación de la biodiversidad. Igualmente valiosos son sus anexos sobre la situación de los convenios internacionales y regionales en materia ambiental.

Las siguientes son diez afirmaciones del Informe:

1. Todos los países centroamericanos han ratificado el Convenio de Diversidad Biológica, surgido de la Cumbre de Río de Janeiro, en 1992.

2. Sería inimaginable una Centroamérica sin bosques. Se estima que la cobertura forestal de la región era, para 1996, de 181,233,790 hectáreas (35% del territorio). Alrededor de 13 millones de hectáreas de terrenos de aptitud forestal están siendo subutilizados en otras actividades.

3. La explotación maderera y el desmonte para agricultura no son los únicos responsables de la pérdida de bosques. Una parte importante de la factura la debe la práctica de utilizar leña para cocinar. Para 1996, el 92% de la producción total de madera fue usado para leña y el 8% restante en usos industriales.

4. La vida silvestre no sólo tiene un alto valor estético y cultural para la población centroamericana, sino que, históricamente, su uso ha tenido un enorme valor económico. Actualmente este recurso se ve amenazado por la pérdida de su hábitat natural y por la sobreexplotación, muchas veces apoyada en el tráfico legal e ilegal de especies.

5. La demanda y dependencia de hidrocarburos muestra una tendencia de rápido crecimiento.

6. Centroamérica posee cerca del 12% de las costas de Latinoamérica y el Caribe,

incluyendo 567,000 ha de manglares, 1,600 km de arrecifes coralinos y unos 237,650 km² de plataforma continental.

7. Las costas mantienen el 21.6% de la población centroamericana, producen al menos US\$750 millones por concepto de actividades pesqueras, dan trabajo directo a más de 200,000 personas y son habitadas por, al menos, 250,000 indígenas que dependen directamente de sus recursos.

8. El turismo se concentra en las zonas costeras, en gran medida porque Centroamérica reúne el 8% de la superficie de los manglares del mundo y la segunda barrera de arrecifes del planeta.

9. El Sistema Centroamericano de Áreas Protegidas (SICAP) cuenta con un total de 704 áreas protegidas, de las cuales 391 tienen declaratoria y 313 están a nivel de propuesta. La situación actual es de seria amenaza, debido a la escasez de recursos económicos.

10. La región cuenta con 32 sitios de protección de importancia internacional: 17 sitios RAMSAR (Convenio Relativo a los Humedales de Importancia Internacional), 8 sitios de patrimonio mundial y 8 reservas de la biosfera.

Fuente: CCAD, 1998.

actividades productivas, instituciones planificadoras, reguladoras y ejecutoras de políticas de los países. Lograrlo es un reto para la sociedad en su conjunto. Pero primero, debe existir la conciencia de esta necesidad.

Este trabajo aporta una interpretación actualizada sobre la situación regional de los recursos hídricos. Lo actualizado no se refiere solamente a la información, sino a la manera de abordar el problema desde la perspectiva de las reflexiones internacionales formuladas en los últimos años. El problema del agua ha surgido en el ámbito mundial como un tema de creciente preocupación, hasta adquirir una relevancia global, junto con los fenómenos como el calentamiento global

y la falta del ozono para el próximo milenio. Este enfoque sobre la problemática del agua, recogido en un conjunto de reuniones y declaraciones de principios mundialmente reconocidos¹, enfatiza la importancia del manejo integral del recurso hídrico, para poder garantizar su adecuada renovación como recurso básico para el desarrollo.

Este capítulo plantea una perspectiva regional, por cuanto los recursos hídricos son analizados sin considerar las fronteras y divisiones político-administrativas de los países. Muchos fenómenos climáticos, meteorológicos, áreas de drenaje (cuencas) y ecosistemas se dan a escala regional, incluyendo zonas más grandes que los

RECUADRO 4.2

Resumen de los principios de la Conferencia de Dublín (1992)

- ▶ El agua dulce es un recurso finito y vulnerable, esencial para sostener la vida, el desarrollo y el medio ambiente, cuya gestión eficaz requiere un enfoque integrado que concilie el desarrollo económico y social con la protección de los ecosistemas naturales.
- ▶ El manejo del agua y la tierra deben ser integrados.
- ▶ El agua se debe considerar como un bien social y económico, con un valor que refleje su uso potencial más valioso.
- ▶ El aprovechamiento y la gestión del agua deben basarse en la participación de todos los usuarios, planificadores y responsables de la toma de decisiones en todos los niveles.
- ▶ El gobierno tiene un rol esencial como facilitador en un abordaje del desarrollo participativo y orientado por la demanda.
- ▶ La mujer juega una parte central en la provisión, manejo y conservación del agua
- ▶ El sector privado puede tener un papel importante en el manejo del agua.

"El agua es un recurso aglutinado; desde él se puede analizar ordenamiento territorial, deforestación y la contaminación"

INVESTIGADOR Y ACADÉMICO,
GUATEMALA

territorios nacionales². A fin de introducir esta perspectiva del problema hídrico, se hace, en primer lugar, una discusión de alcance centroamericano, pasando después a la presentación de tres casos particulares que ilustran tipos de problemas comunes o relevantes: la sobreexplotación, la contaminación y la degradación de la tierra, que provoca pérdida de capacidad para cosechar el agua. Cabe señalar que este capítulo se limita a analizar los sistemas de agua dulce, tanto superficiales como subterráneos.

▶ El primer caso presenta la problemática de la cantidad de las aguas superficiales en la cuenca del río Lempa, una cuenca trinacional, provocada en buena medida por la degradación de la cobertura vegetal y de la tierra en áreas de importancia para la captación y regulación del agua.

▶ El segundo caso presenta el problema de la calidad de las aguas superficiales. Se analiza la situación de la contaminación y degradación de la cuenca del río Grande de Tárcoles, en Costa Rica, quizá el ejemplo más patente en la región. La contaminación es un problema que revela el doble papel del agua, como insumo para la población, la producción agrícola y los procesos industriales, y como vehículo para la evacuación

de los desechos de todos estos procesos. Así, surge la necesidad de visualizar al agua como fuente y sumidero a la vez. Con la creciente concentración y urbanización de la población, estas dos funciones complican rápidamente el problema de la disponibilidad.

▶ El tercer caso presenta el problema de la cantidad y calidad del agua subterránea en los acuíferos de Managua, Nicaragua. La sobreexplotación se refleja más claramente con la concentración de la población, lo cual aumenta la demanda de extracción del agua subterránea, a ritmos que sobrepasan la capacidad del ciclo hidrológico para recargar los acuíferos. Se produce un sobrebombeo del agua, desde las fuentes subterráneas, mientras la expansión del área urbana va sellando las superficies que recargan esas fuentes. Managua ejemplifica un problema cada vez más común a las ciudades del Pacífico de Centroamérica y a San Pedro Sula, en Honduras.

El tema del desperdicio del agua es un factor que incide en todos los ámbitos de su manejo, desde los hábitos de consumo de la población (la enorme cantidad de agua utilizada para evacuar los desechos domésticos)³, pasando por la pérdida de agua en los sistemas de tubería de

transporte subterráneo del agua potable (que suele ser altísima en casi toda América Latina, y es de entre 40% y 60% en Centroamérica), hasta los ineficientes sistemas de riego para fines agrícolas. Si bien este tema no ha sido desarrollado aquí, es un tema de relevancia para trabajos futuros.

Centroamérica: hacia una lectura hídrica sin fronteras

El istmo centroamericano se caracteriza por tener climas tropicales cálidos, que permiten disponer de una riqueza hídrica superior a la de muchos países en desarrollo. Los niveles de precipitación promedio anual son relativamente altos, llegando en algunas partes hasta los 7,500 mm (Leonard, 1987). Por ello, no debería existir una justificación para una presión sobre la disponibilidad de agua. Sin embargo, el agua de lluvia se distribuye desigualmente a lo largo de la región y los asentamientos humanos influyen en el

uso de la tierra y, por ende, en el recorrido de las aguas llovidas.

Menor disponibilidad de agua superficial en lugares donde hay mayor población

Para el istmo en su conjunto, la variación en la precipitación media va desde los 400 mm hasta los 7,500 mm, presentando características de regímenes muy variados, desde semiárido hasta tropical. Hay que agregar el hecho de que la región posee una gran diversidad de microclimas, por las diferencias de altitud y lo estrecho de su territorio, lo que la convierte en una zona altamente vulnerable a la influencia de los regímenes oceánicos del Pacífico y del Atlántico.

El Mapa 4.1 muestra la distribución territorial de la precipitación promedio anual a lo largo del istmo. Son notables los altos niveles de precipitación en el área que comprende el sur de Nicaragua, Costa Rica y ciertas zonas del Atlántico de Panamá, mientras existen zonas en Guatemala

MAPA 4.1

Centroamérica: precipitación promedio anual (distribución en el territorio)



y Nicaragua que registran promedios de precipitación cercanos a los 500 mm anuales.

La distribución del agua llovida en el tiempo es otro factor clave para comprender el problema de su disponibilidad. En términos generales, existe una estación lluviosa y otra seca. En el litoral del Pacífico, la estación lluviosa va de mayo a octubre, extendiéndose a períodos más prolongados en zonas de la costa atlántica del istmo y, en general, en Costa Rica. Este patrón también es afectado por fenómenos climáticos globales, como El Niño o La Niña.

Conocer por dónde escurre el agua en la región es conocer las rutas generales de su drenaje y, por ende, su accesibilidad. En términos globales, la mayor cantidad de agua llovida que cae sobre el istmo centroamericano drena hacia el Atlántico. Después de calcular la pérdida de agua por evaporación y transpiración, se estima que anualmente escurren hacia los océanos unos 629,000 millones de metros cúbicos, de los cuales un 71% drena hacia el Atlántico y el 29% ha-

cia el Pacífico (CCAD, 1998).

Los ríos en la vertiente del Pacífico tienen grandes variaciones en su caudal y, en su mayoría, se distinguen por ser cortos. Estas características dificultan la captación del recurso para uso humano. En períodos de alta precipitación, las partes bajas de la vertiente del Pacífico son susceptibles a inundaciones, aunque también ocurren en las partes más altas de las cuencas. Contribuye a este problema el hecho de que en las cuencas del Pacífico, por la alta concentración poblacional y el desarrollo de la agricultura, la vegetación y los suelos están más alterados, por lo que se carece de una cobertura absorbente apropiada.

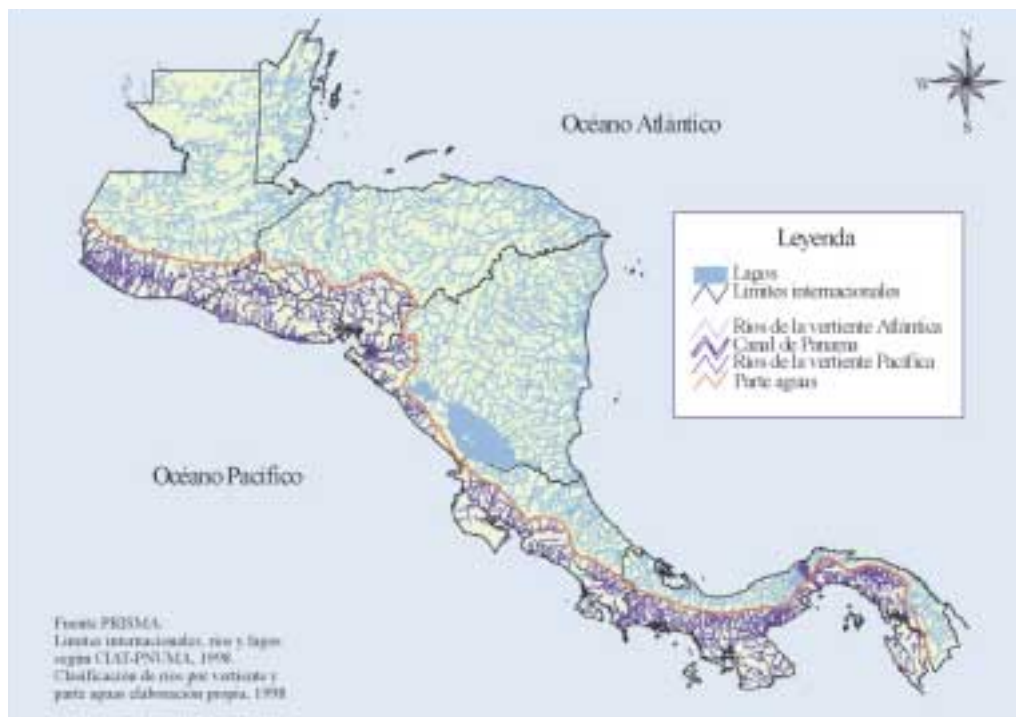
En contraste, la vertiente del Atlántico o del mar Caribe tiene ríos más largos y los caudales son abundantes durante casi todo el año. Es en esta zona donde se encuentra la riqueza hídrica del istmo. Sin embargo, la población se ubica en su mayor parte en la vertiente del Pacífico. Cada país de la región es afectado de manera distinta,

“El acceso al agua potable es un derecho”

DIRIGENTE ORGANIZACIÓN
NO GUBERNAMENTAL DE
DERECHOS HUMANOS,
HONDURAS

MAPA 4.2

Centroamérica: ríos por vertientes del Pacífico y el Atlántico



según cómo estas vertientes cortan el ancho de su territorio nacional; por lo tanto, la distribución del recurso es muy variada y, en el caso de El Salvador, que no tiene territorio en la vertiente del Atlántico, se presenta una situación de desventaja considerable.

Los acuíferos son la principal fuente de suministro de agua en la región

Existen amplios sistemas de aguas subterráneas a lo largo del istmo centroamericano. El patrón de drenaje de los ríos y los cuerpos de agua superficiales está interconectado con las fuentes subterráneas. Hay poca información sobre la ubicación y disponibilidad de los recursos subterráneos, aunque hay un mayor conocimiento en Nicaragua y Costa Rica. Sin embargo, la formación geológica característica de la región, dotada de suelos altamente porosos a lo largo de la cadena volcánica del Pacífico, permite niveles muy altos de infiltración de agua llovida para recargar los sistemas de acuíferos locales. Históricamente, este hecho incidió en la concentración de la población en la vertiente del Pacífico, donde, en la mayoría de los casos, las aguas subterráneas han suplido la demanda.

De hecho en la región los acuíferos⁴ han sido, desde hace algunas décadas, la principal fuente de suministro de agua para consumo humano, industrial e, incluso, para fines agrícolas de las zonas más densamente pobladas. En Costa Rica, un 63% del agua que se utiliza para consumo humano se obtiene de fuentes subterráneas. Este tipo de abastecimiento es la principal fuente de suministro de agua municipal para la Ciudad de Guatemala (Leonard, 1987). En el Área Metropolitana de San Salvador (AMSS), la capacidad local de abastecimiento de los acuíferos se superó en los años 80, y en los 90 se comenzaron a utilizar aguas superficiales provenientes del río Lempa, de modo que, para 1997, los acuíferos locales solamente proveyeron el 45% del agua para el AMSS, en tanto que acuíferos más lejanos y el río Lempa suministraron el 30% y el 25%, respectivamente.

Dónde y cómo se asienta la población en Centroamérica es el principal factor que influye sobre los patrones de uso del agua. Obviamente, es necesario tener cerca de los asentamientos fuentes de agua dulce que tengan bajos costos de extracción para múltiples usos. Como indica el mapa donde se plasman las densidades poblacionales por municipio, existe una altísima y desigual concentración de la población a lo largo de

la vertiente del Pacífico, con una tendencia general de menores densidades conforme se avanza hacia el Atlántico⁵. Honduras es la excepción a esta tendencia, pues las principales concentraciones, las áreas metropolitanas de Tegucigalpa y San Pedro Sula, corresponden a la vertiente del Atlántico. En el ámbito nacional, este desequilibrio en la relación población-recurso hídrico es más marcado en Guatemala y Nicaragua, menor en Honduras, Costa Rica y Panamá. Como se mencionó, El Salvador tiene una sola vertiente, lo mismo que Belice, que la tiene en el Atlántico.

Las mayores concentraciones poblacionales corresponden al área metropolitana de las Ciudades de Guatemala y de San Salvador, el Valle Central de Costa Rica y el corredor transístmico de Ciudad de Panamá. En el caso de Guatemala, las concentraciones o altas densidades poblacionales que se notan fuera del área metropolitana son las zonas de población indígena a lo largo del altiplano.

Aumentan la demanda de agua y la vulnerabilidad de las fuentes de suministro

Con una población actual estimada en cerca de 35 millones de habitantes, Centroamérica registra una tasa de crecimiento de alrededor del 3.5% anual, una de las más altas del continente. A este ritmo, la población podría superar los 40 millones al promediar la próxima década. Las proyecciones demográficas del PNUD indican que, para el año 2000, todos los países de la región tendrán más del 50% de sus poblaciones en ciudades (salvo Guatemala) y, con excepción de Honduras, las principales concentraciones urbanas estarán ubicadas en el Pacífico⁶.

La concentración urbana de la población aumenta la demanda per cápita de agua, porque la población tiene una expectativa y ejerce una presión para recibirla a través de sistemas modernos de suministro. Esta demanda, al convertirse en proyectos de extracción y suministro de agua, sobre todo para fines de consumo doméstico y agrícola, suele incrementar el bombeo de agua subterránea local, el cual, a su vez, puede superar el ritmo de recarga de los sistemas subterráneos. El otro factor de importancia es el crecimiento del área urbana, que modifica los usos de la tierra asociados a la producción agrícola o ganadera, para destinarlos a usos urbanos, con dos consecuencias negativas para el manejo del agua subterránea. Por un lado, la infraestructura y edificación urbana (de concreto y asfalto, etc.) tiene el efecto de sellar grandes superficies de tierra

que previamente servían como áreas de captación y recarga para los sistemas de acuíferos locales. Así, reciben menos volumen de agua en el corto plazo, agudizando el problema de bombeo y suministro. Por otro lado, debido a los patrones de uso del agua como medio para evacuar los desechos domésticos e industriales en estas mismas zonas, se corre el riesgo de contaminar estas fuentes.

La importancia de la cobertura vegetal para mantener funcionando el ciclo hidrológico es vital, sobre todo en regiones como Centroamérica. El papel de la vegetación en este proceso es un tema de investigación de mucho interés. La vegetación (desde cultivos de cobertura hasta bosques naturales) protege contra la erosión y degradación del suelo, regula el agua y es, simultáneamente, un recurso para uso humano⁷.

Al comparar en el tiempo el mapa de cobertura vegetal del suelo de la región (Mapa 4.4), se observa un alarmante ritmo de deforestación⁸.

Considerando que la riqueza hídrica del

CUADRO 4.1

Centroamérica: uso del agua, recurso y extracción

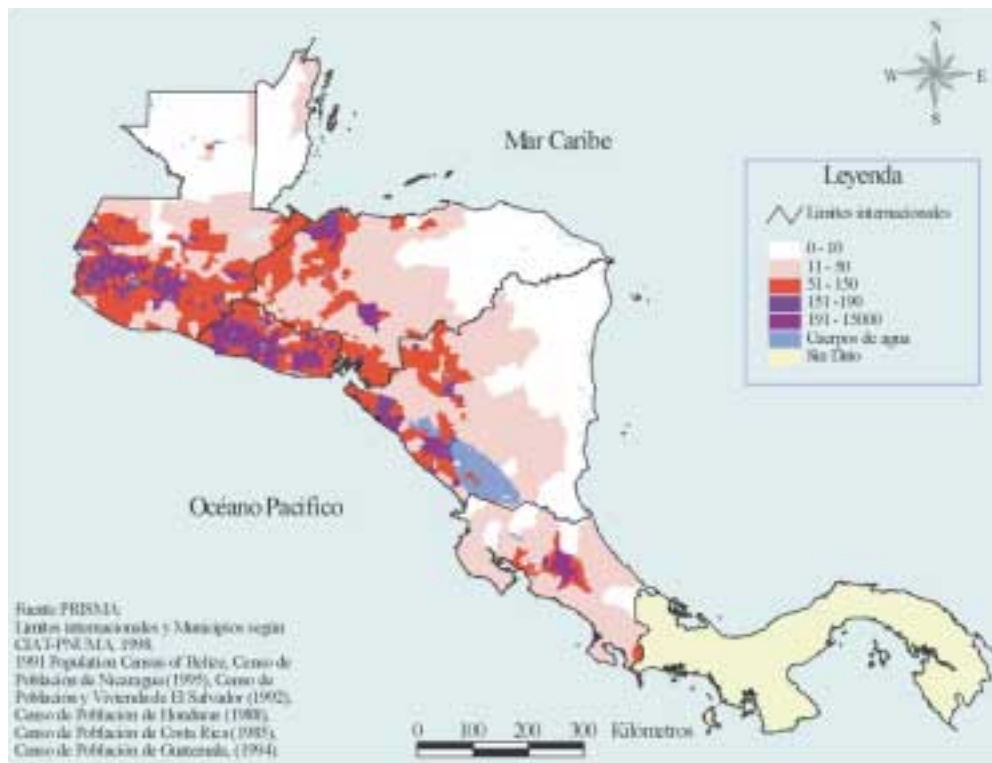
País	Recurso per cápita 000/m ³	Extracción m ³ /cápita	% extracción doméstica	% extracción agrícola ^{a/}
Belice	80.8			
Guatemala	11.9	139	9	74
El Salvador	3.5	241	7	89
Honduras	11.6	508	4	91
Nicaragua	44.3	370	25	54
Costa Rica	29.8	779	4	89
Panamá	57.3	744	12	77

a/ La diferencia de las sumas de las últimas dos columnas para llegar al 100% equivale al porcentaje de la extracción industrial.

Fuente: UNESCO 1995, citado por Faustino, 1997; WRI, PNUMA y PNUD, 1992.

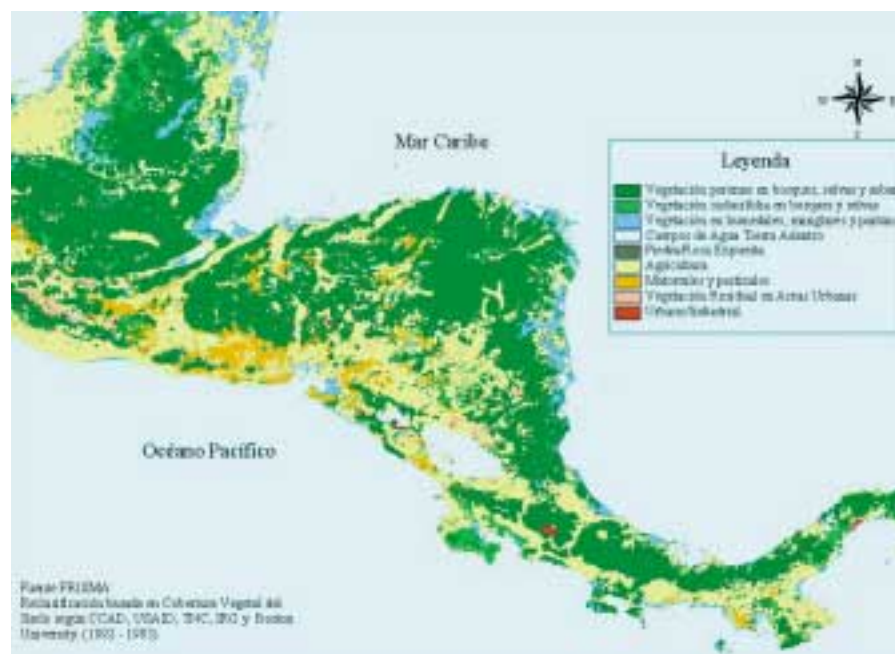
MAPA 4.3

Centroamérica: densidad de población por municipio



MAPA 4.4

Centroamérica: cobertura vegetal del suelo



futuro, o **retaguardia hídrica**, para Centroamérica está en el Atlántico, la pérdida permanente de la cobertura boscosa de la región es, quizás, lo más preocupante en este momento. Se trata no sólo de un recurso natural en sí mismo, y hogar de la biodiversidad¹⁰, sino también de un elemento que cumple una función hidrológica en el sentido amplio (establecimiento del clima local, regulación de aguas superficiales, sostenimiento de suelos, etc.).

Los patrones de desarrollo socioeconómico que concentraron la mayoría de la población a lo largo del Pacífico, se han basado en modelos que han excluido, y siguen excluyendo, a una gran parte de la población de los beneficios de ese desarrollo. La marginación (sobre todo del acceso a tierra para cultivar o pastorear) vuelca grandes contingentes humanos hacia las zonas altas del Pacífico y del Atlántico, donde se concentran los bosques, en busca de estrategias de supervivencia. El fenómeno del avance de las fronteras agrícolas no es nada nuevo, pero su importancia no puede ser subestimada. Se calcula que los bosques de la región están desapareciendo a un rit-

mo de 388,000 hectáreas por año, es decir, 44 hectáreas por hora (CCAD, 1998). Lo más preocupante es que el ritmo ha aumentado en los últimos años. Las causas son diversas y complejas, con una variación considerable según la zona. Estudios recientes han identificado, por lo menos, cuatro tipos de dinámicas que explican la existencia de asentamientos en la frontera agrícola y sus patrones estacionarios o migratorios¹¹.

Problemas de cantidad de las aguas superficiales: la cuenca del río Lempa

La cuenca del río Lempa revela el problema de la degradación de la cobertura vegetal y del suelo, en áreas de importancia para la captación y regulación del agua, como el factor clave que limita la capacidad del hombre para cosechar las aguas de lluvia en su recorrido hacia el mar. Usando una imagen simplificada, puede decirse que la cobertura vegetal funciona como una toalla extendida sobre una mesa lisa e inclinada, que mientras recibe agua vertida, la absorbe durante varias horas o días. Sin ella, el agua corre rápida-

RECUADRO 4.3

Cinco actividades humanas determinantes para el manejo del agua

► **Ubicación, extensión y estilo de la urbanización**

Urbanizar es concentrar fuertemente la población de un país en un territorio reducido, aumentando así la densidad poblacional y la presión por el acceso a servicios de agua potable y alcantarillado. En Centroamérica, la mayor parte de las ciudades densamente pobladas se ubica en el Pacífico, encima de los sistemas de acuíferos. Esto limita la capacidad de recarga de los acuíferos y resulta en una ruptura del ciclo de renovación del agua y un patrón de uso insostenible.

► **Ubicación y tipos de producción agrícola y ganadera**

La producción agrícola y ganadera en laderas que previamente estuvieron forestadas, con altas pendientes y con fuertes regímenes de lluvia, garantiza un proceso de doble deterioro: por un lado, aumenta la escorrentía en la superficie de la tierra, con lo cual el agua corre más rápido hacia el mar (causando

inundaciones en las zonas bajas); por otro lado, este mismo proceso genera una creciente erosión y provoca pérdida de suelos fértiles, lo que afecta la vida en los ríos y hasta provoca la destrucción de presas eléctricas y la vida acuática costera.

► **Ubicación y tipos de producción industrial**

La localización de las industrias, así como las características de los procesos productivos asentados en las márgenes de los ríos, son determinantes de la disponibilidad futura del recurso y de los niveles de calidad que se podrán alcanzar para sus múltiples usos. La contaminación por desechos sólidos y líquidos es el principal problema sobre la calidad del recurso hídrico que generan los procesos de producción industrial. Sus consecuencias llegan hasta las costas, afectando desde el paisaje hasta la vida marina.

► **Tipos y dinámicas de los asentamientos rurales y de las fronteras agrícolas**

El ritmo y las características de degradación del bosque son diferentes y, por lo tanto, también lo son las posibles soluciones de manejo de este problema, dependiendo del tipo de asentamientos que se establezcan en las zonas rurales y la dinámica productiva de los mismos. Los efectos son muy distintos si, por ejemplo, al lado de un bosque se localiza un aserradero con gran capacidad y mano libre para explotar el bosque, frente al caso de que sean muchos asentamientos campesinos pequeños basados en una agricultura de "corte y quema", para luego introducir ganado.

► **Ubicación y tipos de sistemas de infraestructura vial**

No es nada nuevo, pero frecuentemente se olvida que las carreteras modifican dramáticamente el uso de la tierra. Muchas actividades económicas en sí, como la minería o el petróleo, dañan menos los bosques, que las carreteras de penetración que estas industrias generan.

mente y llega a inundar el piso. De manera similar se da el recorrido del agua de lluvia desde la cumbre de las montañas hasta el mar. Mientras existe una cobertura vegetal suficiente, el agua se regula y se mantiene más tiempo cuenca arriba en el suelo, infiltrando y alimentando ríos y sistemas subterráneos. El estudio sobre la importancia de la regulación de las aguas superficiales en la cuenca del río Lempa intenta reflejar la complejidad de esta problemática.

Una cuenca trinacional

Aunque no es la más grande de Centroamérica, la cuenca del río Lempa es la mayor de la vertiente del Pacífico y la única trinacional. Su superficie total de 18,311 km² se distribuye entre El Salvador (56%), Honduras (30%) y Guatemala (14%) (Mapa 4.5). Su ubicación y extensión, y el hecho de que alberga las dinámicas de uso del suelo características del Pacífico de toda la región, la hacen un importante caso de estudio.

La porción de la cuenca que corresponde a El Salvador (10,255 km²) es la mitad del territorio

CUADRO 4.2

Centroamérica: cuencas hidrográficas importantes por su extensión

	Superficie de la cuenca (miles de km ²)	Países	Vertiente
Lempa	18	Guatemala, Honduras y El Salvador	Pacífico
Grande de Matagalpa	20	Nicaragua	Atlántico
Ulúa	23	Honduras	Atlántico
Coco	27	Honduras y Nicaragua	Atlántico
Patuca	26	Honduras	Atlántico
San Juan	39	Nicaragua y Costa Rica	Atlántico

Fuente: Stein y Arias, 1992.

MAPA 4.5

Ubicación de la cuenca del río Lempa



“Las guerras del 2010 serán por agua. El problema no es la falta de agua, sino su contaminación. En El Salvador los polos de desarrollo están sobre los acuíferos, los que los hace más vulnerables”

FUNCIONARIO PÚBLICO, EL SALVADOR

de este país, e incluye sus dos principales concentraciones urbanas (el área metropolitana de San Salvador y la ciudad de Santa Ana), así como otras ciudades más pequeñas. En el caso de Honduras, el principal centro urbano dentro de la cuenca es Nueva Ocotepeque; el resto corresponde a zonas marginadas y empobrecidas, como las del norte de El Salvador, que también

están dentro de la cuenca. La porción guatemalteca de la cuenca incluye las ciudades de Esquipulas y Jutiapa, y drena fundamentalmente hacia el lago de Guija.

El Salvador depende del Lempa

El Salvador depende críticamente de la cuenca del río Lempa, a tal punto que ese río se ha convertido en una fuente importante para el abastecimiento de agua potable para el área metropolitana de San Salvador, a la cual aportó un 30% del suministro total en 1997. El Lempa es también fuente de generación de energía eléctrica: las cuatro centrales instaladas en el territorio salvadoreño tienen una capacidad conjunta de 412 megawatts (mW) y la proyectada represa El Tigre, entre Honduras y El Salvador, en caso de ser construida, podría aumentar la capacidad en 1,350 mW (CEL, 1998).

La cuenca del río Lempa también cuenta con importantes zonas de acuíferos que coinciden con concentraciones urbanas e industriales. La competencia resultante por el uso del suelo,

RECUADRO 4.4

Interdependencia internacional en la cuenca del río Lempa

Si bien la parte baja de la cuenca se encuentra totalmente en territorio salvadoreño, lo que ocurre en el 44% de la superficie de la cuenca que está en territorio guatemalteco y hondureño, juega un papel importante en su comportamiento hidrológico. Eso se evidenció en octubre de 1998, con la tormenta tropical Mitch, cuando los aportes recibidos por el Lempa del territorio hondureño resultaron considerables, al igual que los aportes provenientes del territorio guatemalteco.

sobre todo en la región metropolitana de San Salvador, entre los usos urbanos, industriales y agrícolas, conlleva una reducción de la capacidad de recarga de los acuíferos, así como una creciente contaminación por vertidos domésticos e industriales, no sólo de las aguas superficiales, sino también de las aguas subterráneas. Al mismo tiempo que se reduce la capacidad local de abastecimiento de agua por esos impactos, la concentración urbana e industrial aumenta considerablemente la demanda de agua.

No obstante, la cuenca tiene un considerable potencial para la provisión de servicios ambientales, como captura de carbono, biodiversidad y regulación hidrológica. Sin embargo, aprovechar ese potencial, requiere avanzar hacia una gestión integrada de la cuenca en su totalidad, progresar en esquemas viables de ordenamiento del uso del suelo, introducir una nueva lógica en las políticas agrarias y ambientales e impulsar una agresiva estrategia de revegetación, de modo que se adelante simultáneamente en el desarrollo de un nuevo subsector económico proveedor de

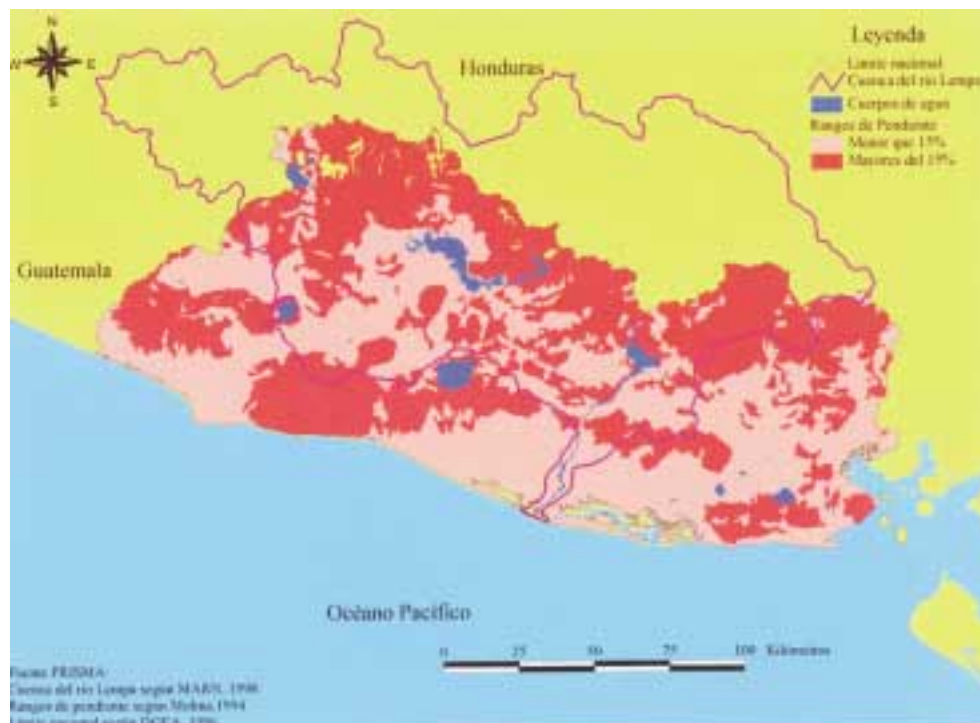
servicios ambientales, en la reversión de la degradación de la cuenca y en la reducción de la pobreza de la población rural que habita dentro de ella.

Falta de gestión de la cuenca aumenta la vulnerabilidad

Por sus características hidrogeológicas, la mayor parte de los suelos de la cuenca del río Lempa tiene bajos niveles de permeabilidad y, por lo tanto, reducida capacidad de infiltración. Las áreas de baja permeabilidad de la cuenca son también zonas de laderas (Mapa 4.6) en las que se requiere una cobertura vegetal permanente (por ejemplo bosques o café de sombra) o, en su defecto, obras de conservación como cultivos de cobertura durante la época lluviosa, acequias, barreras muertas o barreras vivas, para garantizar una regulación adecuada de los flujos de aguas superficiales. Sin embargo, en esas zonas casi no existen bosques (Mapa 4.7) y la tierra se dedica principalmente a la agricultura (producción de

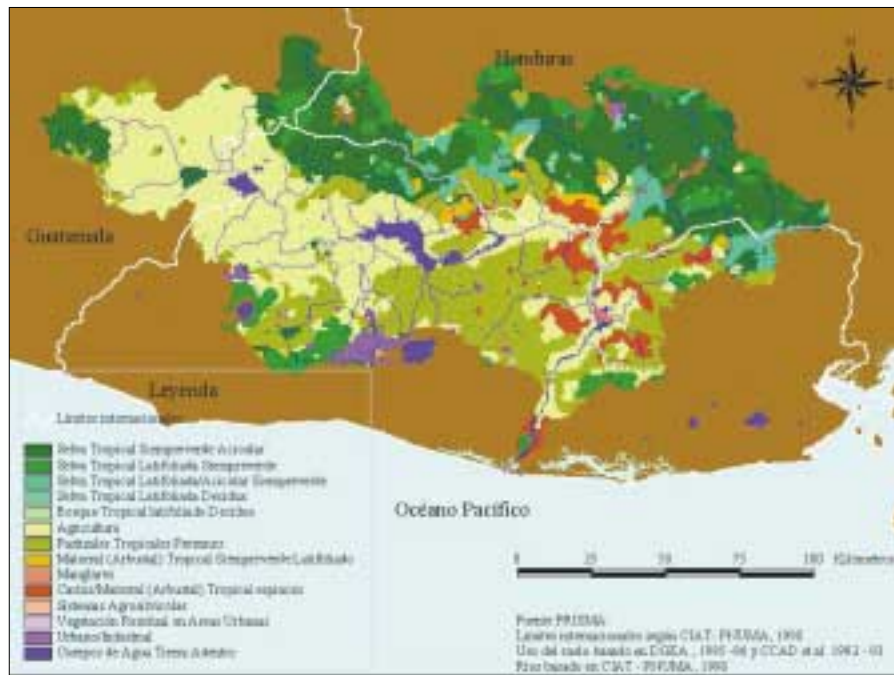
MAPA 4.6

El Salvador: laderas y la cuenca del río Lempa



MAPA 4.7

Uso del suelo de la cuenca del río Lempa



CUADRO 4.3

Relación de caudales máximos y mínimos en puntos y ríos seleccionados

Río	Estación	Área drenada en km ²	Caudal máximo m ³ /s	Caudal mínimo m ³ /s	Relación caudales min/max
Tamulasco	La Sierpe	74	18.8	0.01	0.1%
Agua Caliente	ENA	98	16.6	1.13	6.8%
Sucio	San Andrés	379	60.3	0.87	1.4%
Suquiapa	Las Pavas	458	67.6	1.19	1.8%
Sucio	El Jocote	724	140.0	3.73	2.7%
Lempa	Citalá	914	178.0	1.29	0.7%
Lempa	Paso del Oso	4,531	1,250.0	7.52	0.6%
Paz	Hachadura	1,991	72.8	10.40	14.3%

Fuente: MAG-DGRNR. Anuario hidrológico 1996-1997.

granos básicos en condiciones de minifundio) y la ganadería extensiva. Como son muy limitadas las prácticas de conservación, se tiene una capacidad muy baja de regulación de las aguas superficiales y, en consecuencia, un movimiento muy rápido del agua desde las zonas de laderas hacia los ríos y eventualmente hacia el mar, perdiéndose de esa forma la capacidad de cosechar el recurso.

Como resultado de esta baja capacidad de regulación de las aguas superficiales, se reduce el flujo subsuperficial, que en condiciones de buena regulación alimentaría los ríos en la época seca, manteniendo su caudal. En cambio, lo que se da es un aumento del flujo de agua superficial, que genera erosión y una mayor variabilidad de los caudales en los ríos, de modo que, en la época lluviosa, es usual que los ríos se desborden y provoquen inundaciones, en tanto que en la época seca el caudal de muchos ríos se reduce a cero.

Las consecuencias de la escasa capacidad de regulación de las aguas superficiales se manifestaron en ocasión del huracán Mitch, en octubre de 1998. Por ejemplo, de acuerdo con La Prensa Gráfica (17 de diciembre de 1999), las descargas de la represa 15 de Septiembre (la última de las represas sobre el río Lempa), en cuestión de 32 horas, pasaron de 500 metros cúbicos por segundo (m^3/s) a 11,500 m^3/s , arrasando en el proceso dos de los principales puentes del país y provocando fuertes inundaciones en el Bajo Lempa.

Además de los problemas anteriores, la erosión en la cuenca del río Lempa está acortando la vida útil de las represas, porque los tributarios descargan en ellas un volumen creciente de sólidos suspendidos que, en gran parte, se deposita en el fondo. Además, la degradación de la cuenca limita la capacidad para aprovechar las aguas superficiales para el consumo humano.

Calidad de las aguas superficiales: la cuenca del río Grande de Tárcoles, Costa Rica

La cuenca del río Grande de Tárcoles refleja la complejidad del problema de la contaminación del agua, sobre todo en situaciones de alta concentración de población, como es el caso de las áreas metropolitanas de Centroamérica. La contaminación es un problema que revela el doble papel del agua. Como ya se mencionó, es un insumo como agua potable y para la producción agrícola y los procesos industriales. Por otra parte, es un vehículo para la evacuación de los desechos de estos mismos procesos. Así, surge la necesidad de visualizar el agua como fuente y

RECUADRO 4.5

Importancia de la rehabilitación de las zonas de ladera

La rehabilitación de las extensas zonas de laderas dentro de la cuenca del río es un objetivo estratégico para la disponibilidad de agua en la cuenca del Lempa. Ello supone impulsar agresivamente una estrategia de revegetación, sobre todo en la parte alta de la cuenca compartida por Honduras, El Salvador y Guatemala. La revegetación busca garantizar una cobertura vegetal en las laderas y cabeceras de cuencas que incluye, pero va mucho más allá de las propuestas tradicionales de reforestación. Para empezar, implica reconocer la composición social de la población que habita estas zonas y comprender su condición económica, el patrón de tenencia de la tierra, su nivel educativo y sus limitadas opciones para garantizar sus propios medios de vida.

Las partes más altas de esta cuenca albergan las poblaciones más pobres de los tres países, la mayoría pequeños productores campesinos. Por lo mismo, cualquier estrategia de revegetación debe diseñarse de manera que, simultáneamente, enfrente la situación de pobreza de la población y reconozca la necesidad de convertirla no sólo en mejores productores (para su propio superación), sino en protectores de la cobertura vegetal y boscosa de las laderas. Significa cambiar el marco de las propuestas existentes para, en vez de pagar los enormes costos que implica reparar los crecientes daños a la vida, la infraestructura y la producción, causados por deslaves e inundaciones, se reorienta la inversión para combatir la pobreza rural y promover la protección de las cuencas recolectoras del agua para toda la población. Se necesita promover la revegetación sobre la base de un esquema de pago por servicios ambientales. Ello implica una masiva adopción de prácticas de conservación de suelos y agua, agroforestería y reforestación por parte de los pequeños productores y otros grupos, con un esquema de transferencia de fondos que les "pague" por la función social de sus labores.

Fuente: Barry, Cuéllar y Herrador, 1998.

MAPA 4.8

Costa Rica: ubicación de la cuenca del río Grande de Tárcoles



sumidero a la vez. Con la creciente concentración y urbanización de la población, estas dos funciones del agua complican rápidamente el problema de la disponibilidad, al ligar en el territorio el papel de fuente y sumidero para varios usos. El caso de la contaminación del río Grande de Tárcoles, en el área metropolitana de San José, Costa Rica, presenta el ejemplo más patente de este problema del manejo del agua en la región.

La cuenca tiene la mayor densidad demográfica y económica de la región

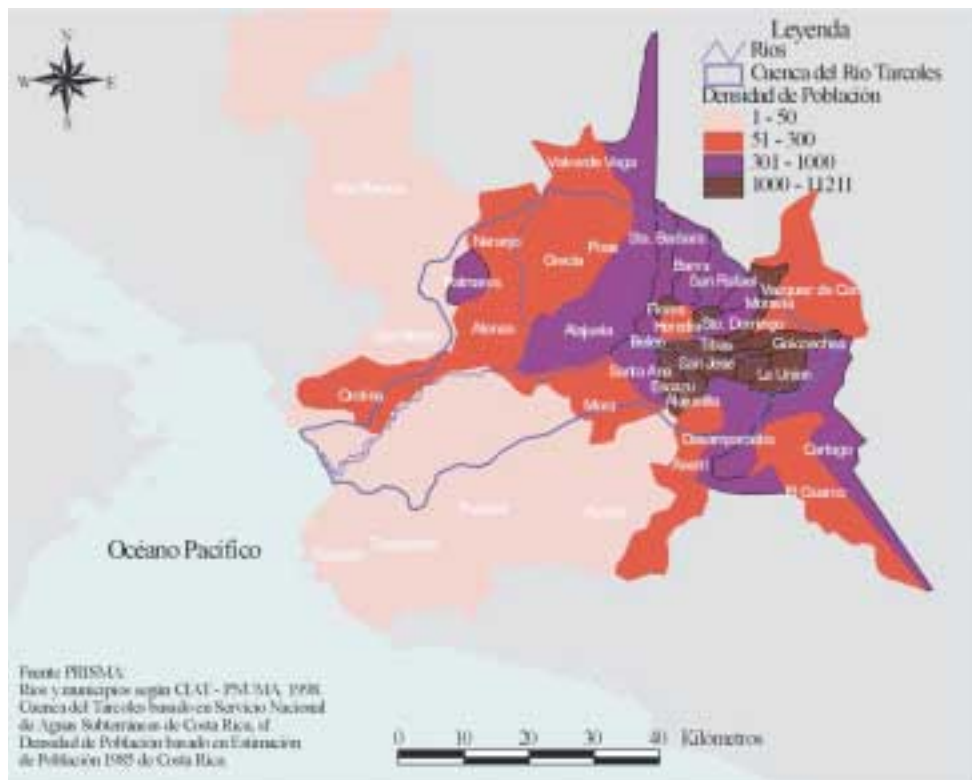
La cuenca del río Grande de Tárcoles, ubicada totalmente dentro de Costa Rica (Mapa 4.8), se encuentra en la vertiente del Pacífico. Su área de drenaje de 2,121 km² representa solamente el 4% del territorio costarricense; no obstante, alberga 1.9 millones de habitantes, el 60% de la población total del país, y se estima que la población dentro de la cuenca aumentará en 0.5 millo-

nes para el 2005 (Abt, 1998). Adicionalmente, en esta cuenca se encuentra por lo menos el 85% de las industrias, el comercio y los servicios de Costa Rica. Además, en ese espacio territorial se procesa entre el 60% y el 70% del café de ese país. Finalmente, la producción agrícola y pecuaria es la de mayor importancia por unidad de área¹².

El sistema hídrico de aguas superficiales y subterráneas de la cuenca del Grande de Tárcoles tiene una gran importancia para el aprovisionamiento y disponibilidad del recurso en el Valle Central de Costa Rica. Sin embargo, la concentración de población (Mapa 4.9) y actividades económicas en esta cuenca¹³ ha generado una gran presión sobre el recurso hídrico. La utilización intensiva de las aguas superficiales como receptoras de desechos industriales, agroindustriales y domésticos, ha deteriorado gravemente su calidad y pone en peligro las fuentes subterráneas en la cuenca. De acuerdo con varios estudios, ésta es la cuenca más contaminada del

MAPA 4.9

Costa Rica: concentración de la población en la cuenca del río Grande de Tárcoles



país¹⁴. Los beneficios de café representan la principal fuente de contaminación orgánica (45%), seguidos por las industrias (31%) y las aguas negras domésticas (24%) (Abt, 1998).

La cuenca del río Grande de Tárcoles concentra alrededor de un 70% de los beneficios de café de Costa Rica (Mora Alvarado, 1992) y su impacto se agrava por el hecho de que éstos concentran sus operaciones en la época seca (al igual que los ingenios de caña de azúcar), cuando existe menor disponibilidad de agua. En la medida en que los mercados externos empiezan a privilegiar bienes basados en una producción más limpia, algunos beneficiadores han iniciado un esfuerzo por disminuir sustancialmente el uso intensivo del recurso, mediante cambios en los procesos¹⁵. No obstante, una gran parte del sector productor del grano y otros cultivos intensivos, como la caña de azúcar, está densificando el área sembrada, con lo cual aumenta la carga contaminante sobre los suelos y las fuentes superficiales de la cuenca.

A lo anterior hay que agregar que la concentración industrial en el Valle Central, y la falta de supervisión y control de afluentes y desechos, están aumentando la contaminación del agua por residuos sólidos y líquidos. Los volúmenes de desechos domésticos y comerciales también han venido creciendo, aparejados con el incremento de la población y la actividad económica, con lo cual ha aumentado también la presión sobre los rellenos sanitarios (o botaderos) dispuestos por las municipalidades. La contaminación de los cuerpos de agua por desechos sólidos ha convertido a los ríos que surcan la cuenca en simples vertederos insalubres. En algunas áreas críticas y de densa urbanización, la ausencia o inadecuada prestación de servicios de recolección de basura genera un impacto negativo sobre los cauces de los ríos y sobre las zonas de acuíferos existentes en la cuenca, e incluso aumenta las posibilidades de inundaciones, debido a que la basura obstruye los tragantes y bloquea el alcantarillado pluvial.

“El uso de la leña como principal fuente de energía tiene impactos serios sobre la deforestación y, por tanto, sobre el manejo del recurso agua”

INVESTIGADOR Y ACADÉMICO, GUATEMALA

Otro de los problemas significativos que afectan la calidad de las aguas de la cuenca del río Grande de Tárcoles es la contaminación por las aguas servidas de la población urbana conectada a la red de alcantarillado sanitario. Al no existir plantas de tratamiento, los efluentes del alcantarillado se vierten directamente en los afluentes del río Grande de Tárcoles, con todas las implicaciones sanitarias y de contaminación química, física y biológica que esto conlleva. En términos sanitarios y de salubridad, con la aparición de epidemias como el cólera en la región, el problema del tratamiento de las aguas servidas y el déficit existente de dichos servicios adquiere prioridad¹⁶.

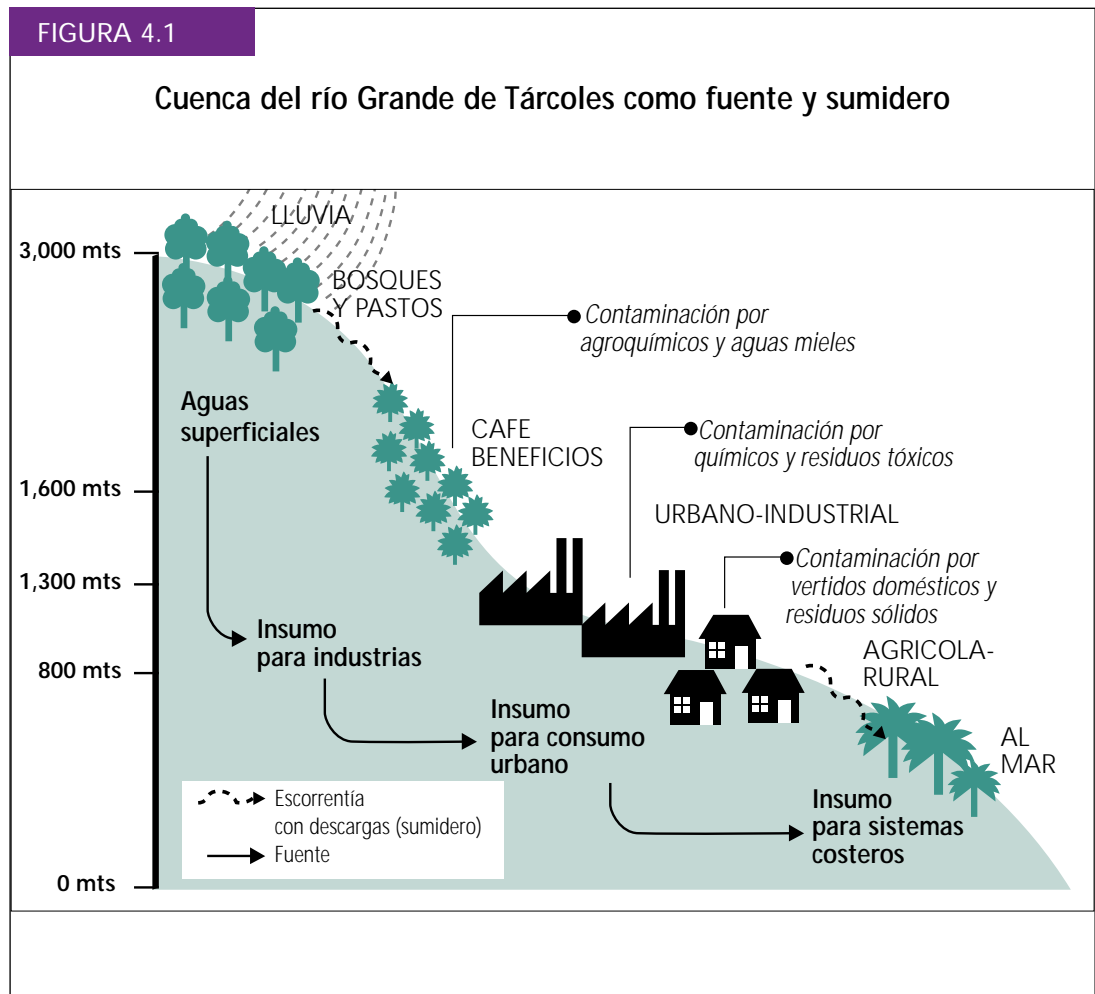
La mayoría de las descargas se vierte sin ningún tratamiento, lo que ha provocado una serie de perturbaciones en los cauces receptores, tales como agotamiento del oxígeno disuelto, desaparición de especies acuáticas y presencia de agroquímicos. Los tres principales elementos contaminantes que se han detectado en la calidad del

agua son: a) metales pesados en algunos cauces, b) altas densidades de coliformes fecales y c) grandes cantidades de sólidos en suspensión y sedimentables, producto de la erosión de los suelos.

Para concluir su recorrido, las aguas de la cuenca del río Grande de Tárcoles desembocan cerca de la zona costera más densamente poblada de Costa Rica, con lo que la corriente del litoral transporta los efluentes con altos niveles de contaminación hacia el puerto de Puntarenas y el golfo de Nicoya, que posee una de las principales zonas pesqueras de Costa Rica. De esa manera, se genera un impacto negativo sobre una región de trascendental importancia para la vida productiva del país.

La contaminación pone en peligro la disponibilidad futura de agua

La utilización del recurso superficial como sumidero para las diversas actividades económicas



y necesidades de la población en general pone en peligro, cada vez más, la disponibilidad futura del líquido y los distintos niveles de calidad requeridos en sus múltiples usos. Entre los principales problemas detectados en ese proceso de contaminación están los siguientes:

- ▀ Disminución progresiva de fuentes de abastecimiento de agua potable para los sectores poblacionales más vulnerables del área de la cuenca.

- ▀ Alta exposición a riesgos de salud pública para los pobladores asentados en las márgenes del área de influencia de la cuenca.

- ▀ Uso de las aguas (contaminadas) de los ríos para riego de cultivos durante la época seca, lo que es una seria amenaza en términos de aumento de los costos de tratamiento y competencia por el uso del recurso entre las unidades productivas establecidas a lo largo de la cuenca.

- ▀ Fuerte afectación del equilibrio ecológico, con la consecuente desaparición de la vida acuática prácticamente en toda la cuenca.

- ▀ Efectos negativos importantes en términos de erosión, deterioro de tuberías y problemas de carácter operativo en las plantas hidroeléctricas del río Virilla.

- ▀ Pérdida del valor de la propiedad en las áreas altamente degradadas de la cuenca.

- ▀ Alto contenido de coliformes fecales en la desembocadura del río, lo que afecta la calidad sanitaria en las aguas y playas aledañas y, por ende,

su actividad económica y turística.

- ▀ Alto costo económico derivado de la contaminación de esta fuente superficial y restricciones de uso para distintas actividades estratégicas en el futuro¹⁷.

- ▀ Progresiva pérdida de eficiencia y competitividad del país en el exterior.

La dinámica de degradación de la calidad de las aguas del río Grande de Tárcoles es un caso ejemplar de la contaminación en los cuerpos de agua cercanos a los principales centros poblacionales. Este tipo de contaminación es, en general, común en todos los países centroamericanos y muestra la vulnerabilidad que caracteriza la gestión hídrica de las fuentes superficiales que han sustentado hasta la fecha el desarrollo de las áreas urbanas en la región. Estas dinámicas se presentan como límites y obstáculos de corto y mediano plazo para la salud, la competitividad y la eficiencia de las economías y de las sociedades del istmo.

Progresos legales e institucionales no son suficientes para una adecuada gestión

En 1982, el gobierno costarricense promulgó el Plan Regional de la Gran Área Metropolitana (GAM), una legislación que involucra a 31 cantones y 152 distritos. Sin embargo, hasta la fecha es poco lo que se ha ejecutado. Una evaluación realizada en 1996 identificó problemas relacionados con la dispersión de competencias para la gestión ambiental. Sus conclusiones principales fueron la ausencia de un ente rector y de un

RECUADRO 4.6

Importancia comparativa de la cuenca del río Grande de Tárcoles

En toda Centroamérica encontramos características similares a las mostradas para el caso de la cuenca del río Grande de Tárcoles. Algo semejante sucede en el río Acelhuate, en el área metropolitana de San Salvador, y en el lago Amatitlán, para una parte importante de la zona urbana de Ciudad de Guatemala. Las aguas superficiales más afectadas son las que se encuentran en las zonas más densamente pobladas, urbanizadas y en proceso de expansión urbano-marginal. La concentración de la población y sus diversas actividades productivas, la carencia de los servicios de alcan-

tarillado sanitario y la débil institucionalidad, aunadas a la falta de controles y mecanismos que posibiliten la puesta en práctica de la legislación existente, en unos casos, y no desarrollada, en otros, han ocasionado que estos ríos y cuerpos de agua hayan sufrido un deterioro significativo de su calidad y, probablemente cada vez más, de su cantidad. De esa forma, han perdido su valor estético recreacional, su utilidad como fuente de agua potable, de irrigación y, definitivamente, de sustentación para los diversos procesos económicos.

sistema centralizado de información adecuado y con capacidad de integrar los diversos niveles de información requeridos entre los distintos sectores (Reynolds Vargas, 1996).

La Ley General de Aguas (que data de 1953) es obsoleta e incompleta, dada la gran cantidad de leyes dispersas que directa o indirectamente la modifican, lo que provoca conflictos de competencia. En contraste, la nueva Ley de Conservación de Vida Silvestre, en su artículo 132, prohíbe arrojar aguas servidas, aguas negras, desechos o cualquier sustancia contaminante en manantiales, ríos, quebradas, arroyos permanentes, lagos, etc.; establece la obligatoriedad para las industrias y agroindustrias de estar provistas de sistemas de tratamiento y estipula la necesidad de la certificación de la calidad del agua. Además, establece un plazo de dos años a las industrias con-

taminantes para la instalación de plantas de tratamiento. Ello ha presionado fuertemente al sector industrial y marca el inicio de posibles procesos de reconversión hacia una producción con tecnología más limpia. Sin embargo, en la práctica, los avances en la protección del recurso y su gestión integrada siguen siendo lentos.

Algunos avances deben ser consignados. En la gestión de la cuenca del río Grande de Tárcoles se experimenta con modelos de gestión, orientados a incorporar activamente a una diversidad de actores e intereses, públicos y privados, implicados en la gestión hídrica¹⁸. Este es el caso de la Comisión Coordinadora de la Cuenca del Río Grande de Tárcoles, (organismo no gubernamental compuesto por representantes de usuarios, otras ONG, gobiernos locales y entes privados) oficializada en 1993 mediante decreto

RECUADRO 4.7

La contaminación de la cuenca del lago Amatitlán, Guatemala

La cuenca del lago Amatitlán es una subcuenca del río María Linda y comprende una extensión de 381 km². La tierra del área tiene un uso predominantemente urbano, en un 41% del área total de la cuenca; le siguen el área agrícola, que representa un 31%, los pastos naturales, con un 14%, el bosque, 8%, el área urbana industrial, 2% y el área del lago, el 4%.

En la cuenca existen unas 700 industrias, entre ellas 49 beneficios de café sin sistemas de tratamiento. Las aguas servidas domésticas de alrededor de 1,200,000 personas (Censo 1994) no reciben tratamiento antes de ser lanzadas a los barrancos o ríos. Las extensas áreas urbanizadas y no planificadas, el empleo del suelo para uso agrícola y la falta de prácticas de conservación de suelos, inciden negativamente en la situación ambiental del lago y su cuenca e interfieren directamente en la infiltración del agua que nutre las reservas de aguas subterráneas. Las áreas de recarga de acuíferos corresponden al 43% del área de la cuenca y en ellas se ubican zonas agrícolas, bosques y pastos. Las estimaciones indican que para el año 2010 los procesos de urbanización e industrialización habrán avanzado, quedando el área de recarga disminuida en un 20%. Esto reducirá la disponibilidad de agua y aumentará la degradación ambiental.

En este sentido, la cuenca del lago Amatitlán es a la vez fuente y sumidero de una parte importante del área metropolitana de Ciudad de Guatemala. Estos usos es-

tán llegando a sus límites, debido a los niveles de contaminación presentes. La contaminación de la cuenca muestra notables concentraciones de sólidos totales, presencia de cloruros, nitrógeno y fósforo, alcanzando la DBO entre 1 y 9 miligramos (mg) por litro. Las descargas de vertidos domésticos representan 5,219.5 toneladas por año de nitrógeno y 803 toneladas por año de fósforo. La cantidad de coliformes fecales encontrada en la desembocadura del río Villalobos, y la falta de saneamiento ambiental en el área de la cuenca, tienen como resultado que el 10% de la población establecida presenta enfermedades infecto-contagiosas y de las vías respiratorias, de acuerdo con datos de los hospitales de la zona.

En 1996, el Congreso de Guatemala decretó la Ley de la Autoridad para el Manejo Sustentable de la Cuenca y del Lago de Amatitlán (AMSA), para ordenar el uso del recurso, la protección y rescate del lago, dando sustento al Plan de Manejo Integrado de la Cuenca del Lago Amatitlán y todas sus cuencas tributarias (PLAN-DEAMAT). Según el AMSA, son necesarias acciones concretas en el próximo lustro, para que este recurso sea salvable en un plazo no mayor de veinte años.

Sobre el deterioro de los mantos acuíferos en Guatemala, véase una publicación reciente en el Diario Siglo XXI (<http://www.sigloxxi.com>)

Fuente: AMSA, 1998.

ejecutivo. Esta comisión se plantea el desafío de recuperar la cuenca y establecer medidas para su regulación, control, planificación y gestión. Las iniciativas de la comisión se han orientado, inicialmente, a enfrentar el problema de contaminación del agua por vertidos industriales, con programas como el de Bandera Ecológica¹⁹ y los planes voluntarios de descontaminación industrial. Además, con el apoyo del BID, se espera iniciar a corto plazo la ejecución de un programa muy ambicioso con un abordaje integral de acción sobre la cuenca. Debe señalarse, sin embargo, que la comisión enfrenta limitaciones importantes, como la falta de presupuesto propio²⁰.

Problemas de cantidad y calidad de las aguas subterráneas: el acuífero de Managua

El acuífero de Managua tipifica un caso de sobreexplotación hídrica. Ello sucede cuando la concentración de la población aumenta la demanda de extracción del agua subterránea, a ritmos que sobrepasan la capacidad del ciclo hidrológico para recargar los acuíferos. Simultáneamente al sobrebombeo del agua subterránea, la expansión del área urbana va sellando las superficies que recargan esas fuentes, reduciendo aún más la capacidad de recarga. Constituye una

suerte de doble golpe a las fuentes más convenientes de agua en el Pacífico del istmo de Centroamérica. Casi todas las ciudades de esa vertiente, y San Pedro Sula en el Atlántico, enfrentan en mayor o menor grado esta situación.

Explotación limitada por la capacidad de recarga y almacenamiento

En Nicaragua, los acuíferos constituyen la principal fuente de abastecimiento de agua, especialmente en la zona del Pacífico y parte de la región central del país. En estas áreas se han identificado aproximadamente veinte acuíferos (Fenzl, 1989). En Managua, el agua subterránea es la principal fuente de abastecimiento para uso industrial, doméstico y agrícola. La explotación de los acuíferos se incrementó por el continuo aumento de la demanda de agua y porque la explotación de las aguas superficiales resulta económica y técnicamente costosa, en comparación con la extracción del agua subterránea. Sin embargo, la explotación de los acuíferos está seriamente limitada por su capacidad de recarga y almacenamiento. El problema del agua se acentúa por la distribución de la población (Mapa 4.10); de cada 1,000 habitantes en 1992, 615 habitan en la región del Pacífico, con un área

“En el Corredor Biológico Mesoamericano el canal de Panamá es el eslabón más débil en la cadena”

INVESTIGADOR Y ACADÉMICO,
PANAMÁ

MAPA 4.10

Nicaragua: densidad de población por municipio en la zona del acuífero de Managua



equivalente al 37% de la superficie total del país y, en Managua, habitaban cerca de 279 de cada 1,000, que equivalen aproximadamente al 60% de la población urbana del Pacífico (INAA, 1993).

La laguna de Asososca, que es considerada un gran pozo natural al descubierto (es decir, parte del acuífero), fue la principal fuente de agua para la ciudad de Managua hasta el inicio de la década de los 90. El aumento de población ocasionó una acelerada explotación de la laguna y, a partir de los años 80, su sobreexplotación se hizo patente, cuando los niveles disminuyeron tanto que la intrusión subterránea del agua del lago de Managua hizo que la laguna corriera peligro de contaminación.

Contaminación del lago de Managua afecta el acuífero

El uso del lago de Managua como cloaca del departamento del mismo nombre ha causado contaminación bacteriológica y agotamiento del oxígeno disuelto (necesario para mantener la fauna microbiana que permite la descomposición de contaminantes orgánicos). El lago también ha sido receptor de cantidades indiscriminadas de desechos industriales tóxicos (mercurio y ácido clorhídrico, por ejemplo) vertidos desde plantas localizadas en sus costas. Además, la erosión hídrica, resultado de la escorrentía superficial en su cuenca, arrastra sedimentos, agroquí-

micos e incluso descargas nocivas de pozos geotérmicos del volcán Momotombo. El contenido de sales del lago de Managua aumenta año con año, como resultado de un ciclo hidrológico cerrado, con una evaporación elevada y una pequeña profundidad media. Las sales transportadas desde toda la cuenca, tanto por las aguas superficiales como por las subterráneas, se van acumulando en el lago, debido a que no existe caudal de desagüe que mantenga constante la salinidad en el volumen almacenado (IRENA, 1980).

La laguna de Asososca y el lago de Managua no tienen afluentes ni desagües; por tanto, sus niveles están altamente influenciados por la lluvia, la evaporación y las condiciones de recarga del acuífero. Se encontró que las variaciones en el nivel del agua del lago de Managua son naturalmente dependientes de las condiciones de lluvia, mientras que el nivel del agua de la laguna de Asososca, el cual ha estado decreciendo continuamente desde mediados de 1960, es resultado del sobrebombeo (JICA-INAA, 1993). La extracción de agua para uso industrial y doméstico ha venido incrementándose junto con la expansión de la ciudad. El nivel de la laguna de Asososca ha decrecido de manera constante, debido al excesivo ritmo de extracción. Esto pone en peligro la calidad del agua de la laguna, como fue dicho antes, por la posible intrusión de agua del lago.

Hasta 1976, casi el 100% del suministro de agua potable para Managua era extraído de la laguna de Asososca. En 1980, la mayor parte del

RECUADRO 4.8

El acuífero de Managua

En 1993 se concluyó el Proyecto de Abastecimiento de Agua para la ciudad de Managua, que fue ejecutado por la Japan International Cooperation Agency (JICA) y el Instituto Nicaragüense de Acueductos y Alcantarillados (INAA); como parte de este proyecto se realizó un levantamiento hidrogeológico muy detallado del acuífero de Managua.

El acuífero de Managua está distribuido a todo lo largo y ancho de la cuenca sur del lago de Managua. Su principal unidad hidrogeológica se reconoce como el grupo Las Sierras, que posee diversas capacidades de transmitir y almacenar agua, tanto en profundidad como en sentido lateral (Valle, 1992). La recarga del depósito de aguas subterráneas del acuífero de Managua es generada básicamente por la infiltración de la precipi-

tación. Por tanto, derivado de lo anterior, se puede afirmar que la cantidad de recarga estará en función del uso del suelo o la cobertura, la pendiente del terreno, la intensidad de la precipitación y la evapotranspiración, es decir, las características de las unidades hidrogeológicas.

Como se muestra en el mapa 4.11, la capacidad de infiltración hacia el acuífero varía significativamente entre las distintas zonas. Las mayores áreas de recarga, según Valle (1992), son aquellas ocupadas por las sierras de Managua y por la caldera de Masaya. Las dos zonas son las más favorecidas por la pluviometría natural y la excelente permeabilidad de los materiales rocosos que las cubren. En las sierras de Managua, la densa cubierta vegetal ayuda aún más a la infiltración y percolación de las aguas de lluvia.

agua subterránea que la ciudad extraía con fines industriales y de consumo se obtenía mediante el bombeo de la laguna, unos 26 millones de metros cúbicos (MM³) anuales. Además se extraía el líquido del campo de pozos Carlos Fonseca Amador, en uso desde 1977, cuya explotación ha venido aumentando también (en 1980 aportaba un tercio de la producción total de agua, 20 MM/año, y en 1991 un cuarto, 22 MM³/año, según JICA-INAA, 1993). En 1992, las fuentes para abastecimiento de agua en Managua eran la laguna de Asososca y 65 pozos en buen estado, de los 90 disponibles. Actualmente, la explotación del acuífero suma 123 MM³/año, de los cuales 5 MM³ corresponden a la explotación de la laguna de Asososca, 92 MM³ a los pozos en el área de Managua y 26 al campo de pozos Japón-Ticuan-tepe (INAA, 1998), este último resultado del proyecto JICA-INAA.

El acuífero no será suficiente para atender la demanda

La información disponible indica que, en el mediano plazo, la cantidad de agua del acuífero no será suficiente para cubrir la demanda total de la ciudad de Managua (JICA-INAA, 1993; IRENA, 1983). Ya el Proyecto de Abastecimiento de Agua para la ciudad de Managua lo había de-

mostrado: la cantidad máxima disponible en el área no sería suficiente para cubrir la demanda del 2000, incluso si sólo se limitara al actual sistema de abastecimiento. La solución podría encontrarse, entonces, en las amplias reservas de aguas superficiales que posee Nicaragua, pero éstas tienen un serio problema: la contaminación.

Entre los cuerpos de agua superficiales que podrían abastecer de agua a la capital están el lago de Managua y la laguna de Masaya, por su cercanía a la ciudad. Pero ambos cuerpos acuáticos se encuentran fuertemente contaminados, lo cual se traduce en altos costos de explotación, tanto por el tratamiento previo que deben recibir las aguas para destinarlas a consumo humano, como por el cambio en los sistemas de vertidos domésticos e industriales de las ciudades de Masaya y Managua. Según un inventario elaborado por la DGA/MARENA, desde 1995 se producen más de 275,000 toneladas anuales de desechos sólidos domésticos y 60,000 de desechos industriales (el 90% de las industrias se encuentra dentro de este inventario (Pérez, 1998).

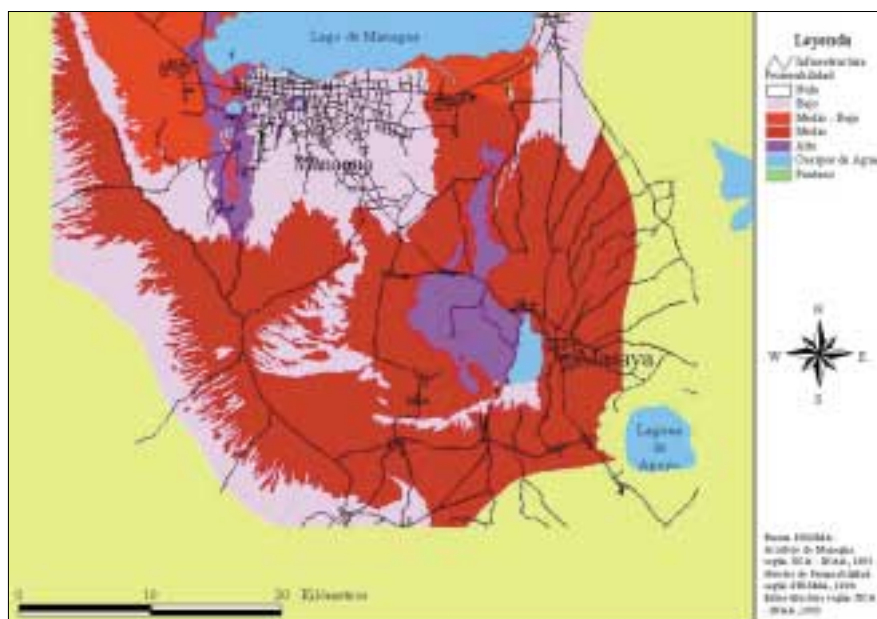
Ante el agotamiento inminente de las fuentes subterráneas, la contaminación de las aguas superficiales se convierte en un serio desafío. Aunque es la mejor estudiada, la situación de Managua no es tan crítica en comparación con otras ciudades del istmo. El área metropolitana de San

“Centroamérica no tiene un hinterland, las fronteras agrícolas son las fronteras de la sobrevivencia. Al no tenerlo, es una región muy vulnerable pues sus medios de vida están directamente expuestos a la acción depredadora”

DIRIGENTE ORGANIZACIÓN NO GUBERNAMENTAL AMBIENTALISTA, EL SALVADOR

MAPA 4.11

Nicaragua: niveles de permeabilidad del acuífero de Managua



Salvador es un caso mucho más difícil (Recuadro 4.9). Nicaragua todavía tiene muchos recursos que no han sido explotados, lo cual no quiere decir que son infinitos, sino que una gestión adecuada de ellos permitiría evitar en el futuro crisis como la de Managua.

Múltiples competencias institucionales afectan la gestión del acuífero

El principal problema en aspectos institucionales se encuentra en la falta de una delimitación clara de las responsabilidades de las autoridades que trabajan en el manejo del agua subterránea y en el recurso hídrico en general. Existe un número considerable de instituciones involucradas directa o indirectamente con la investigación, uso y manejo de los recursos hídricos: MARENA, ENACAL, INAA, DENACAL, INETER, INE, ENEL y MAG. Las municipalidades tienen ciertas responsabilidades en cuanto a proteger los cuerpos de agua contra la contaminación ambiental (SUWaR, 1997). La legislación actual es insuficiente aún para definir las competencias institucionales. En 1994 se elaboró el Plan de Acción Ambiental, en el que se formuló un Plan de Acción para los Recursos Hídricos (PARH); allí se mencionan las responsabilidades de las instituciones, aunque éstas no son claramente definidas. Esta falta de claridad hace que los derechos y las obligaciones sobre el recurso sean atribuidos

a más de una institución o, por el contrario, que existan vacíos o contradicciones institucionales.

En Managua, las instituciones públicas ejecutan funciones de gestión ambiental y empresarial a la vez, lo que provoca conflictos dentro del Estado. Por ejemplo, el artículo 9 del Decreto 394 de Disposiciones Sanitarias, del 21 de octubre de 1998, señala como parte de las funciones del Ministerio de Salud (MINSA) el control de la prohibición de toda descarga de aguas residuales no tratadas en ríos, lagunas y cualquier otro recurso hídrico natural o artificial. Esto es exactamente lo que la institución gubernamental encargada de los servicios de alcantarillado hace con los vertidos domésticos y algunos industriales de la ciudad de Managua, desde hace mucho tiempo.

Esta confusión entre las funciones del Estado como facilitador, normador y regulador, con las del Estado empresario y gestor económico, junto con la falta de conciencia sobre el valor y el carácter limitado del recurso agua son, para González (1992), los principales factores que inciden en la ausencia de una legislación sobre aguas coherente, eficiente y eficaz. El problema central, en cuanto a legislación, consiste en definir una autoridad única en materia de agua y superar los eventuales conflictos de competencia que se presentan, como señala Espinoza (1992).

Desafíos en el uso del agua

Las sociedades del istmo centroamericano enfrentan un gran desafío para desarrollar una visión y una acción integradas en el manejo de sus recursos hídricos. Sin agua no hay desarrollo posible. La magnitud del reto dicta la necesidad de iniciar ya la formulación y la búsqueda de los primeros avances en una agenda regional sobre el tema. Ciertamente, existen esfuerzos puntuales en muchas partes de la región, buenas prácticas que dan esperanza (Recuadro 4.10). Sin embargo, son claramente insuficientes.

Primero, no existe información adecuada disponible para los tomadores de decisiones, ni en los países, ni en el plano regional²¹. La información tradicional para el estudio del recurso hídrico se recolecta, agrega y analiza, a escala nacional. Existen grandes diferencias entre los países en cuanto a la actualización de los datos, los sistemas de verificación en terreno, la capacitación de los profesionales dedicados a estas labores y las visiones sobre la integralidad problema del agua y el uso del suelo. Hace falta una recopilación sistemática de la información disponible por país y su adecuación para la planificación en

RECUADRO 4.9

Expansión del área metropolitana de San Salvador y los acuíferos

Por su ubicación sobre una importante zona de acuíferos, el crecimiento del Área Metropolitana de San Salvador (AMSS) está reduciendo la capacidad de recarga sobre zonas de mediana a alta permeabilidad. De este modo, la expansión del AMSS no sólo aumenta la demanda de agua, sino que simultáneamente reduce la capacidad local de abastecimiento. Como resultado de esa dinámica, en los años 80 fue necesario explotar acuíferos fuera del AMSS, cerca de la ciudad de Quezaltepeque (Proyecto Zona Norte) y en los

años 90 se tuvo que recurrir por primera vez al uso de aguas superficiales provenientes del río Lempa. De esta manera, mientras que en los años 70 el AMSS se autoabastecía a partir de los acuíferos locales, para 1997, de acuerdo con ANDA, éstos suministraban únicamente el 45% del agua para el AMSS, en tanto que el río Lempa y el proyecto Zona Norte proveían el 30% y el 25%, respectivamente.

Fuente: Barry, 1999.

conjunto, en una escala regional. Es una prioridad dotar a las instancias regionales dedicadas al tema de los medios técnicos e informáticos necesarios. Podría aprovecharse la información generada en los Estados Unidos (NASA, U.S. Geological Service), mientras se impulsa la formación de nuevos técnicos que puedan realizar las labores de interpretación, para orientar los trabajos de planificación de uso del suelo.

Segundo, con el “adelgazamiento” o desaparición de los ministerios de planificación, el ejercicio de la planificación territorial ha tendido a desaparecer. Ello ha dejado vacíos en la capacidad nacional de conocer y proyectar los posibles impactos del desarrollo sobre los suelos y la vegetación y, por ende, sobre el agua. El impacto del huracán Mitch hizo patente esta debilidad.

De continuarse así, aumentarán, de manera acumulativa, el riesgo de desastres naturales y la vulnerabilidad de la población, la agricultura, los asentamientos y las inversiones en infraestructura. Existe una urgente necesidad de volver a incorporar y modernizar el ejercicio de la planificación territorial dentro de las funciones de la planificación nacional y, si es posible, fomentar algunas funciones a escala regional. Se debe visualizar el esfuerzo como un sistema de monitoreo, interpretación, educación y prevención, que sea útil para todos los países y que parta de una lectura territorial de cuencas (véase Capítulo 9).

A pesar de la concentración de la población urbana en la vertiente del Pacífico y su dependencia en los sistemas de acuíferos para el abastecimiento de agua, es notable la falta del

RECUADRO 4.10

Esfuerzos de resolución del problema de manejo del agua

Managua: el proyecto SUWaR-Nicaragua. Este es un proyecto de uso sostenible de recursos del agua subterránea que se ejecuta desde 1992, con apoyo de la cooperación sueca. Busca desarrollar métodos accesibles para las instituciones públicas nicaragüenses en la protección del agua subterránea. Todavía en la fase de elaboración técnica, el proyecto incluye tres componentes básicos: la vulnerabilidad del acuífero (cambio de uso de suelos), el mapeo y caracterización de las áreas de mayor recarga de agua de lluvia y la carga de contaminantes y, finalmente, la estimación del valor del agua subterránea para la sociedad. Los resultados producirán un instrumento eficaz para la planificación de un uso más sostenible del agua subterránea, como criterio para la planificación del crecimiento urbano en la región. Tiene valor como propuesta técnica para otras áreas metropolitanas de Centroamérica.

San José, Costa Rica: cuenca del río Grande de Tárcoles, producción de café limpio. Este es un esfuerzo de los beneficiadores de café para introducir cambios en la limpieza, secado y procesamiento del grano. Como resultado, se ha podido reducir el volumen de agua utilizada en el proceso, así como los vertidos de aguas mieles. De esta forma, la participación de los beneficios en la carga contaminante de la cuenca del río Grande de Tárcoles disminuyó de un 65%, en 1992, a un 45% en 1998. Estos esfuerzos se han realizado en función de lograr un mejor acceso a los mercados externos, con la implantación de una producción más limpia.

Nicaragua, Honduras, Costa Rica : consejos locales de desarrollo sostenible. La organización de estos consejos, en varias microcuencas de cada país, busca involucrar a toda la población que vi-

ve en ellas, en el conocimiento de cómo el uso del suelo afecta el agua y la identificación de los problemas que plantean mayores riesgos. Sobre la base de una participación activa, se priorizan los problemas por resolver y, en algunos casos, se organiza la gestión externa a la microcuenca para apoyar una solución del problema elegido. Es un ejemplo de cómo se puede empezar un proceso de resolución a nivel local, mientras las autoridades e instituciones públicas van tomando conciencia de los cambios necesarios a una escala mayor.

Guatemala, Honduras, Nicaragua, El Salvador: programas de conservación de suelos y agua (campesino a campesino).

Desde hace varios años crece un movimiento de agricultura alternativa o sostenible en laderas, que fomenta, entre pequeños productores campesinos, la incorporación de prácticas agropecuarias que conserven los suelos y promuevan la retención del agua. Originalmente enfocado hacia la promoción de obras de conservación física, en este programa ahora se practica la innovación de múltiples técnicas biológicas para mantener una cobertura vegetal adecuada en las laderas. Los mismos campesinos y campesinas con experiencias exitosas se convierten en “maestros” y “maestras” de otros interesados. Con el apoyo de varias agencias y fundaciones (por ejemplo, Vecinos Mundiales; Unión Nacional de Agricultores, Nicaragua; COSECHA, Honduras; CIDICCO, Guatemala) el método “campesino a campesino” representa un cúmulo de conocimiento valioso. Después del huracán Mitch, se ve la necesidad de explorar cómo esta metodología y las prácticas que promueve pueden encontrar un clima de políticas institucionales que apoye su propagación a una escala mayor, a lo largo del istmo.

Fuente: Barry, 1999.

conocimiento sobre la ubicación, el funcionamiento y la vulnerabilidad de estos sistemas hídricos, aún renovables. Es necesario, por lo tanto, priorizar estudios modernos y accesibles para conocer mucho mejor las características de estos sistemas de agua subterránea y las amenazas para su uso sostenible, de manera que las decisiones por tomar en cuanto al uso del suelo puedan basarse en información científica, con el fin de evitar conflictos sociales, a veces innecesarios, y garantizar la sostenibilidad del recurso.

Tomando en cuenta que más del 50% de la población centroamericana es rural y muy pobre, se debe entender que, de continuarse así, la degradación del medio ambiente será, cada vez más, la única opción para sobrevivir. Es necesario comprender que la marginación económica y

hasta territorial (cultivo de tierras marginales) produce impactos negativos sobre los ecosistemas y recursos naturales. Mientras una respuesta adecuada proviene de la revisión y ajuste de los modelos de desarrollo, hay que explorar la implementación de esquemas de pago por servicios ambientales, que puedan remunerar a las familias y asentamientos rurales por incluir en sus actividades culturales la revegetación, así como el incremento y protección de la biodiversidad. Se pueden aprovechar los nuevos esquemas de pago por servicios ambientales globales, como el secuestro de carbono, el cuidado de las fuentes de la biodiversidad o hasta el pago por la función de regulación del agua, garantizando que los sectores rurales pobres tengan un acceso privilegiado a estos mecanismos.

Notas

1 Una muestra importante de esta preocupación es el hecho de que, entre las consideraciones del Global Environment Fund, (GEF/Banco Mundial-PNUD) se incluyen los problemas de la degradación de la tierra y la escasez del agua como temas problemáticos de alcance mundial. Las principales reuniones en que se han discutido estos temas se han celebrado en Copenhagen, Estocolmo, Dublin (1992), Río de Janeiro (1992), Buenos Aires (1996) y París (1998).

2 De hecho, la estrechez territorial del istmo centroamericano y su ubicación entre los dos océanos lo hacen altamente vulnerable a cambios climáticos que se generan a una escala mayor.

3 Según Robert Goodland: "defecar en cinco galones de agua potable, tal como se fomenta a lo largo y ancho del mundo, es, seguramente, el impedimento más serio que existe en la actualidad para la sostenibilidad urbana" (Boletín PRISMA #19).

4 Un acuífero puede ser definido como un medio rocoso, poroso y fracturado, con características físicas favorables para almacenar y permitir la circulación del agua subterránea.

5 La información utilizada para el levantamiento del mapa en Sistema de Información Geográfica (SIG) se basa en los últimos censos nacionales de cada país.

6 Las mismas fuentes indican que las tasas anuales de urbanización son mucho más altas que las tasas anuales de crecimiento poblacional, estimadas en algunos países a cerca del 8% anual.

7 La discusión sobre la cobertura vegetal del suelo abarca múltiples y complejos temas, dependiendo de los intereses, disciplinas y preocupaciones. Si la preocupación es el calentamiento global del planeta, el enfoque se centra en los bosques y su función como sumideros

de carbono; otro es el abordaje si la preocupación es el mercado de los productos maderables, o los bosques como fuente y hogar de la biodiversidad. Si la preocupación es la seguridad alimentaria de una población creciente, es otra la visión, pues interesa la vegetación como medio de vida de la población rural.

8 Para una discusión de los ritmos de deforestación y las dinámicas socioeconómicas que la causan, véase Pasos y otros, 1994.

9 Ya para el final de la década pasada, la deforestación fue considerada el principal problema ecológico de la región (IIED, 1987). Durante las décadas de los 70 y 80, Costa Rica, El Salvador y Nicaragua tuvieron los índices de deforestación más altos de América Latina, en relación con sus respectivas superficies territoriales (CEPAL, 1991, en Pasos y otros, 1994).

10 Centroamérica tiene una gran diversidad de zonas de vida y un alto grado de endemismo en especies de plantas y animales. Se estima que posee el 7% de la diversidad biológica el planeta. De las 250,000 especies de flora descritas a nivel mundial, un estimado de 90,000 se encuentran en el trópico de América. De éstas, entre 18,000 y 20,000 están en Centroamérica (CCAD, 1998).

11 Los cuatro tipos de economías de la frontera son: a) el sistema de plantaciones de monocultivo (banano, palma, etc); b) la industria maderera; c) la incorporación de tierras para los cultivos de exportación (café, azúcar y ganadería); d) la colonización (individual o en grupos) practicada por agricultores en busca de nuevas tierras (Pasos y otros, 1997).

12 Alrededor del 30% del área de la cuenca está cultivada con café, especialmente en las partes norte y sur; otros cultivos como caña de azúcar, fruticultura, ornamentales, etc., ocupan un 7% del área total.

13 La longitud del río Grande de Tárcoles es de 111 km y su área de drenaje total está formada por tres ríos principales: el río Virilla (parte alta y media de la cuenca) donde habita el 83% del total de la población del sistema y se concentra la mayor densidad poblacional y la actividad productiva de carácter industrial y agropecuario del Valle Central; el río Grande (parte media de la cuenca) zona habitada por el 15% de la población de la cuenca y, finalmente, el río Grande de Tárcoles (parte baja de la cuenca) en cuyas márgenes habita sólo el 2% de la población de la cuenca (Abt, 1998).

14 La calidad bacteriológica de la mayoría de los cuerpos receptores de la cuenca es mala y sus niveles impiden el uso de éstos para actividades recreativas. Las concentraciones de coliformes fecales por encima de 10 a la 7 (NMP/ 100ml) se encontraron en los ríos Torres, María Aguilar, Tiribí, Virilla, Segundo, Ciruelas y Bermúdez. Los niveles de oxígeno disuelto son muy bajos en los cauces de la cuenca del Virilla, donde se encontraron niveles por debajo de los 4.0 mg/l, necesarios para mantener la vida acuática. Hasta la fecha no existe información que permita hacer un análisis de la contaminación causada por metales pesados provenientes de la industria, de la escorrentía urbana y de los pesticidas usados en la actividad agrícola. Sin embargo, en monitoreos efectuados por el Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados (ICAA) en 1997, se registraron niveles detectables de cadmio, cobre, níquel, zinc y plomo en la desembocadura del Grande de Tárcoles.

15 En el periodo 1990-1991 se estableció un programa interinstitucional cuyo objetivo era lograr, en un plazo de cinco años, una disminución de un 90% de la carga contaminante de los beneficios de café. Debido a lo caro y complejo de la implantación de medidas, no se han alcanzado las metas y continúan los esfuerzos.

16 Para 1990 el total de viviendas sin adecuado abastecimiento de agua en toda la cuenca alcanzaba las 6,541 y, en el mismo territorio, 3,600 no poseían una disposición adecuada de excretas. Existen datos de morbilidad y mortalidad y datos del Ministerio de Salud respecto a casos de diarrea y hepatitis para la misma área geográfica, que muestran un

importante efecto sobre la población asentada fundamentalmente en la sección este de la cuenca. Esto denota una relación directa entre ésta y las condiciones ambientales de los asentamientos humanos densamente poblados, caracterizados por la ausencia de servicios de agua y alcantarillado.

17 Tales como las actividades esenciales de la economía costarricense en términos de abastecimiento de agua potable, beneficiado en la industria del café, consumo industrial y generación hidroeléctrica.

18 Entre las iniciativas de gestión hídrica desarrolladas en Costa Rica están la conformación del Comité Nacional de Hidrología y Meteorología, donde están representadas las principales instituciones usuarias y administradoras del recurso: ICAA, ICE, Instituto de Meteorología Nacional, SENARA y ARESEP. Este comité tiene entre sus principales funciones promover y coordinar en el país el Programa Hidrológico Internacional y el Programa del Sistema de Ordenamiento Ambiental de la Gran Área Metropolitana (PROGAM), el cual propone una serie de proyectos para la protección de áreas rurales de la GAM, entre ellos, planes de ordenamiento territorial, de manejo y conservación de suelos y de uso racional de agroquímicos.

19 Bandera ecológica es un premio otorgado en Costa Rica por el Ministerio del Ambiente y Energía (MINAE), a instituciones y empresas destacadas en el manejo ambiental de insumos y productos, en la educación ambiental y en el desarrollo de sistemas de gestión ambiental.

20 Este proyecto tiene un horizonte de planificación estimado de entre doce y quince años. Está dividido en tres etapas consecutivas de cuatro a cinco años cada una, con un costo estimado de ejecución de US\$372 millones. Se espera ejecutar en cinco grandes componentes: programa de ordenamiento territorial, programa de recursos naturales, programa de abatimiento y monitoreo de la contaminación, programa de monitoreo y potabilidad del agua y el programa de apoyo institucional.

21 No fue posible conseguir un mapa de las cuencas principales de Centroamérica en una sola escala.

Capítulo 4
El desafío del agua en Centroamérica

Coordinadora e investigadora: Deborah Barry, PRISMA (El Salvador).

Equipo de investigación: Hermán Rosa, Raúl Artiga y Hugo Molina.