

UNIVERSIDAD – VERDAD



REVISTA DE LA UNIVERSIDAD DEL AZUAY

N° 31-32

Agosto – Diciembre 2003

UNIVERSIDAD DEL AZUAY

Dr. Mario Jaramillo Paredes
RECTOR

Ing. Francisco Salgado Arteaga
VICERRECTOR

Econ. Carlos Cordero Díaz
DECANO GENERAL ADMINISTRATIVO FINANCIERO

Ing. Jacinto Guillén García
DECANO GENERAL DE INVESTIGACIONES

UNIVERSIDAD - VERDAD

Revista de la Universidad del Azuay

Director

Dr. Claudio Malo González
Consejo Editorial

Dr. Napoleón Almeida Durán
Dr. Oswaldo Encalada Vásquez
Arq. Diego Jaramillo Paredes

Este número ha sido preparado por el Ing. Pablo Lloret Zamora Profesor de la Facultad de
Ciencia y Tecnología

La responsabilidad por las ideas expuestas en esta revista corresponde exclusivamente a sus autores
Se autoriza la reproducción del material de esta revista siempre que se cite la fuente
Canjes y donaciones: Biblioteca <<Hernán Malo González>> de la Universidad del Azuay

Avda. 24 de mayo N° 7-77 y Hernán Malo

www.uazuay.edu.ec

Apartado Postal 981

Teléfono: 2881-333

Cuenca- Ecuador

EL AGUA

CONTENIDO

NOTA DE LOS EDITORES	6
DECLARACION MINISTERIAL DEL III FORO MUNDIAL DEL AGUA KYOTO	7
LA GOBERNABILIDAD EFECTIVA DEL AGUA EN LAS AMÉRICAS “UN TEMA CRITICO” Miguel Solanes y Humberto Peña	13
LA VALORACIÓN DEL AGUA Pablo Lloret Zamora	50
EVOLUCIÓN DE POLÍTICAS HÍDRICAS EN AMÉRICA LATINA Y EL CARIBE Axel Dourojeanni y Andrei Jouravlev	59
EFICIENCIA EN EL SECTOR AGUA Fundación PRO-AQUA	118
ALGUNAS CONSIDERACIONES EN EL MARCO DEL MANEJO INTEGRAL DE CUENCAS HIDROGRAFICAS EN EL ECUADOR Felipe Cisneros; Bert De Bièvre y Jan Feyen	127
ESTUDIOS E INVESTIGACIONES EN AGUAS SUBTERRÁNEAS Elder Aragundi	137
MODELANDO EL COMPORTAMIENTO HIDROLÓGICO DE MICROCUENCAS DE PÁRAMO EN EL SUR DEL ECUADOR CON TOP MODEL W. Buytaert, R. Céleri, B. De Bièvre, J. Deckers, G. Wyseure	147
IMITANDO A LA NATURALEZA EN NUESTROS PROCESOS DE DESARROLLO Dominique Bureau Orrantia	156

INTERACCION SUELO, VEGETACION Y AGUA: EL EFECTO DE LAS PLANTACIONES DE PINO EN ECOSISTEMAS ALTOANDINOS DEL AZUAY Y CAÑAR Rafaella Ansaloni y Gustavo Chacón V.	164
LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DE LA CIUDAD DE CUENCA Jorge Galo Durazno Orellana	172
EVALUACIÓN DE LA CONTAMINACIÓN MICROBIOLÓGICA DEL RÍO BURGAY Palacios, C.; Cárdenas, C.; Carrasco S.; Granizo P.; Paucar, V.	202

NOTA DE LOS EDITORES

Tanto se ha escrito a cerca de la importancia del agua en el origen y mantenimiento de la vida en nuestro planeta que no vale la pena insistir sobre este tema. El agua como el aire están tan vinculados a la especie humana que se ha dado por hecho su abundancia sin que haya pasado por la mente de alguien que algún día podría el líquido vital escasear y amenazar nuestra subsistencia. Los avances de la humanidad han ido hacia eliminar los microorganismos dañinos para la salud que porta, proveer a todas las personas del mundo –como meta ideal- de agua apta para el consumo humano, aprovechar la energía proveniente de los desniveles para obtener electricidad etc.. En el siglo XX se comenzó a hablar de que las guerras del siglo XXI tendrían como motivo el control del agua, y lo que parecían afirmaciones de personas aficionadas a las alarmas, tienden a convertirse en realidades.

Hay razones que explican esta alarmante perspectiva: el crecimiento desproporcionado de la población que en los últimos cincuenta años se triplicó hasta sobrepasar los seis mil millones y el uso poco responsable de la tecnología que, al alterar los ciclos naturales, afecta al flujo de agua. Ya el incremento en sí de la población en estas proporciones aumenta el consumo de agua para garantizar la subsistencia de cada organismo, pero al ampliarse los asentamientos y sitios de explotación se destruyen o dan diferentes usos a entornos naturales alterando el clima y las lluvias como ocurre con la tala indiscriminada de bosques que bien podría convertir en desiertos lo que antes eran tierras fértiles. La agresión a los ríos nos muestra escenas patéticas, pero el acelerado uso de los acuíferos, por no estar a la vista, implica una explotación poco planificado de una de las grandes reservas con que cuenta la humanidad.

Esta entrega de Universidad-Verdad aborda el problema del agua mediante artículos de profesores de esta institución que enseñan en áreas vinculadas a esta situación, estudiosos e investigadores de nuestra ciudad cuyas actividades profesionales se proyectan hacia el uso y el abuso del agua y la reproducción de documentos actualizados de organizaciones internacionales que abordan estos problemas y de foros regionales y mundiales que se han llevado a cabo en los últimos años con la esperanza de racionalizar las políticas de los estados. Las universidades tienen entre sus metas formar profesionales preparados para afrontar diversos problemas en la región y en el país por lo que creemos que los que estudian en áreas relacionadas con la problemática tratada contarán con información adecuada que orientará su actividad profesional futura. Pero dada la magnitud del problema, creemos que alumnos y docentes de todas las unidades académicas deben tener información suficiente y garantizada ya que el destino de nuestro planeta y de uno de sus más importantes componentes, el agua, está amenazado por incertidumbres, por decir lo menos.

**DECLARACION MINISTERIAL
DEL III FORO MUNDIAL DEL AGUA
KYOTO**

Nosotros, los Ministros y Jefes de Delegación, nos hemos congregado en Kyoto, Japón, los días 22 y 23 de marzo de 2003, en ocasión del III Foro Mundial del Agua. En base a los resultados de la Conferencia de Monterrey sobre el Financiamiento para el Desarrollo, la Cumbre Mundial sobre Desarrollo Sostenible (CMDS) y la iniciativa WEHAB (Agua, Energía, Salud, Agricultura y Biodiversidad) del Secretario General de las Naciones Unidas, al igual que otros eventos relacionados con el agua, reafirmamos nuestra determinación común de implementar las recomendaciones apropiadas a fin de lograr las metas y los objetivos convenidos internacionalmente, que son aquellos que figuran en los Objetivos de Desarrollo del Milenio (MDG) de las Naciones Unidas.

Teniendo en cuenta las declaraciones y las recomendaciones temáticas y regionales del III Foro Mundial del Agua, declaramos lo siguiente:

Política General

1. El agua es la fuerza que impulsa el desarrollo sostenible, incluyendo la integridad ambiental y la erradicación de la pobreza y el hambre, indispensable para la salud y el bienestar de la humanidad. Es necesario priorizar con urgencia las cuestiones relacionadas con el agua en todo el mundo. Cada país tiene la responsabilidad primaria de actuar. La comunidad internacional, así como las organizaciones regionales e internacionales, deben prestar su apoyo. Los gobiernos deben otorgar poderes a las autoridades y a las comunidades locales con debida consideración a las cuestiones de pobreza y de género.
2. Aunque deben continuar y, a su vez, fortalecerse los esfuerzos emprendidos hasta ahora en materia de desarrollo y gestión de recursos hídricos, reconocemos que la buena gobernabilidad, el fomento de la capacidad y el financiamiento son de suma importancia para el éxito de nuestros esfuerzos. En este contexto, fomentaremos la gestión integrada de los recursos hídricos.
3. Con respecto a la gestión del agua, debemos asegurar la buena gobernabilidad, haciendo especial énfasis en enfoques basados en la familia y las comunidades vecinales, encarando la equidad en la distribución de beneficios, con debida consideración a las perspectivas en favor de los pobres y del género en las políticas de agua. Debemos estimular más la participación de todos los interesados y asegurar la transparencia y responsabilidad de todas las acciones.
4. Estamos comprometidos, a largo plazo, a fortalecer la capacidad de la gente y de las instituciones con asistencia técnica y de otro tipo por parte de la comunidad internacional. Esto debe incluir, entre otras cosas, su habilidad para medir y monitorear el desempeño, compartir enfoques innovadores, mejores prácticas, información, conocimientos y experiencias relacionadas con las condiciones locales.
5. Encarar las necesidades financieras es una tarea que nos corresponde a todos. Tenemos que crear un entorno propicio que facilite la inversión. Debemos identificar las prioridades en cuestiones de agua y luego reflejarlas en nuestros planes nacionales de desarrollo y estrategias de desarrollo sostenible, incluyendo los Documentos sobre

Estrategias para la Reducción de la Pobreza (PRSP). Se deben recaudar fondos mediante la adopción de criterios de recuperación de costos que se adapten a las condiciones climáticas, ambientales y sociales del lugar, y el principio del "contaminador paga", prestando debida consideración a los pobres. Todas las fuentes de financiamiento, tanto públicas como privadas, nacionales e internacionales, deben ser movilizadas y utilizadas del modo más eficaz y eficiente posible. Tenemos en cuenta el informe del Panel Mundial sobre Financiamiento de la Infraestructura del Agua.

6. Debemos explorar toda la gama de convenios de financiamiento, incluyendo la participación del sector privado, de acuerdo con nuestras políticas y prioridades nacionales. Identificaremos y desarrollaremos nuevos mecanismos de asociación pública y privada para los distintos protagonistas en cuestión, al tiempo que aseguramos el control público y el marco legal necesario para proteger los intereses públicos, haciendo especial hincapié en la protección de los intereses de los pobres.

7. Dado que la situación con respecto al agua difiere de región en región, apoyaremos los esfuerzos establecidos en el plano regional y subregional, como la visión de la Conferencia Ministerial Africana sobre el Agua (AMCOW) para facilitar la Nueva Asociación para el Desarrollo de África (NEPAD) y el Sistema de Integración Centroamericana (SICA), y la implementación del programa de acción en favor de los Países Menos Desarrollados (PMD). Reconocemos la naturaleza excepcionalmente frágil de los recursos hídricos de los pequeños estados insulares en desarrollo y, por ello, apoyamos los programas especiales de colaboración, como el Programa Conjunto de Acción del Caribe y el Pacífico sobre el Agua y el Clima en Pequeños Países Insulares.

8. Reafirmamos la necesidad de que los países optimicen la coordinación de sus sistemas de evaluación en el plano local, de cuenca y nacional, con el desarrollo de indicadores nacionales pertinentes, si tal fuera el caso. Instamos a las Naciones Unidas, entre otras, a través de la Comisión sobre el Desarrollo Sostenible, para que desempeñe un papel protagónico y coopere con las otras organizaciones relacionadas con el sector de agua, a fin de trabajar de un modo transparente y cooperativo. Acogemos con satisfacción que la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico, al igual que otras organizaciones, estén dispuestas a informar periódicamente a la comunidad internacional sobre las actividades de ayuda en el campo del agua. Se podrían explorar formas de rastrear el progreso de los asuntos relacionados con el agua en base a los medios existentes y apoyándose en la información de países y agencias pertinentes de la ONU, bancos regionales de desarrollo y otros interesados, incluyendo organizaciones civiles.

9. Acogemos con beneplácito la propuesta de establecer una nueva red de sitios Web para seguir el Portafolio de Medidas del Agua que dará a conocer las medidas planeadas y tomadas en materia de agua por los países y organizaciones internacionales con vistas a compartir información y fomentar la cooperación.

Gestión de Recursos Hídricos y Distribución de Beneficios

10. Dado que nuestro objetivo es elaborar planes de gestión integrada de los recursos hídricos y de aprovechamiento eficiente del agua para el año 2005, prestaremos nuestro

apoyo a los países en desarrollo, en particular a los menos desarrollados, y a aquellos países con economías en transición, brindándoles herramientas al igual que cualquier otra asistencia necesaria. En este contexto, alentamos, entre otros, a los bancos regionales de desarrollo a que asuman el papel de facilitadores. Con este fin, invitamos a todos aquellos interesados, incluyendo donantes privados y organizaciones civiles, para que participen en este proceso.

11. Reconociendo que la cooperación entre los estados ribereños en cursos de agua transfronterizos y fronterizos contribuye a la gestión sostenible del agua y ofrece beneficios mutuos, alentamos a estos estados para que estimulen dicha cooperación.

12. Continuaremos alentando la investigación científica para la predicción y monitoreo del ciclo global del agua, incluyendo el efecto del cambio climático, y desarrollaremos sistemas de información que permitan la distribución de dichos datos valiosos a nivel mundial.

13. Promoveremos medidas para reducir las pérdidas de los sistemas de distribución y otras medidas de gestión de la demanda de agua como un modo eficaz en función de los costos de satisfacer dicha demanda.

14. Nos esforzaremos por desarrollar y utilizar recursos hídricos no convencionales mediante la promoción de tecnologías innovadoras y ecológicamente racionales, tales como la desalinización del agua de mar, el reciclaje de agua y la captación de agua.

15. Reconocemos el papel de la energía hidroeléctrica como una de las fuentes de energía limpia y renovable, debiendo desarrollarse su potencial de una manera ambientalmente sostenible y socialmente equitativa.

Agua Potable Segura y Saneamiento

16. Lograr la meta fijada en los Objetivos de Desarrollo del Milenio de reducir, para el año 2015, en un 50% la proporción de personas que carecen de acceso a agua potable segura y aquella convenida en el Plan de Implementación de la Cumbre Mundial sobre Desarrollo Sostenible (WSSD) de disminuir a la mitad la proporción de gente sin acceso a un saneamiento básico para el año 2015, exige una enorme inversión en suministro de agua y saneamiento. Apelamos a cada país a desarrollar estrategias en pos de estos objetivos. Redoblabamos nuestros esfuerzos colectivos para movilizar los recursos financieros y técnicos, tanto a nivel público como privado.

17. Abordaremos el suministro de agua y el saneamiento en zonas urbanas y rurales conforme a las condiciones y capacidades locales de gestión, con miras a lograr mejoras en los servicios de agua y saneamiento a corto plazo, así como inversiones rentables en infraestructura y una buena gestión y mantenimiento a largo plazo. De este modo, lograremos que los pobres tengan un mejor acceso a agua potable segura y saneamiento.

18. Aunque deben alentarse las prácticas básicas de higiene que comienzan con el lavado de manos en el hogar, también hay que redoblar los esfuerzos para promover los avances técnicos, en especial, el desarrollo y la aplicación práctica de tecnologías eficientes y de bajo costo, adaptadas a la vida diaria, para el suministro de agua potable

segura y saneamiento básico. Alentamos aquellos estudios sobre tecnologías innovadoras que sean de propiedad local.

Agua para Alimentos y Desarrollo Rural

19. El agua es esencial para la producción agrícola y el desarrollo rural de base amplia a fin de mejorar la seguridad alimenticia y erradicar la pobreza. La misma debe contribuir en forma continua a diversos roles, entre ellos, la producción de alimentos, el crecimiento económico y la sostenibilidad ambiental. Estamos preocupados por la presión cada vez mayor que se ejerce sobre los recursos limitados de agua dulce y sobre el medio ambiente. Teniendo en cuenta que se han desarrollado diversas prácticas agrícolas y economías agrícolas en el mundo, deberíamos hacer todo lo posible por reducir la gestión insostenible del agua y mejorar la eficacia del uso del agua en la agricultura.

20. A través del uso y la gestión eficaz y equitativa del agua, y extendiendo el riego a las zonas necesitadas, promoveremos el desarrollo basado en las comunidades vecinales, lo cual se debería traducir en actividades y oportunidades redituables y contribuir a la erradicación de la pobreza en las zonas rurales.

21. Alentamos la inversión, la investigación y el desarrollo innovador y estratégico, así como la cooperación internacional para la mejora progresiva de la gestión del agua en la agricultura, mediante métodos como la gestión impulsada por la demanda, incluyendo la gestión participativa del riego, la rehabilitación y modernización de las actuales plantas de agua, la captación de agua, variedades de cultivos resistentes a sequías o con menos exigencia de agua, el almacenamiento de agua y la difusión de las mejores prácticas agrícolas.

22. Dado que la pesca fluvial es una importante fuente de alimentos, debería encararse la producción pesquera en agua dulce mediante esfuerzos redoblados para mejorar la calidad y la cantidad de agua en los ríos, así como la protección o restauración de criaderos.

Prevención de la Contaminación del Agua y Conservación de Ecosistemas

23. Reconocemos la necesidad de intensificar la prevención de la contaminación del agua a fin de reducir los peligros para la salud y el medio ambiente y proteger los ecosistemas, entre ellos, el control de las especies invasoras. Reconocemos los conocimientos tradicionales sobre el agua y promoveremos una mayor conciencia sobre las repercusiones positivas y negativas que tienen las actividades humanas en las cuencas para el ciclo completo del agua a través de información pública y educación, incluyendo los niños, con el objeto de evitar la contaminación y el uso insostenible de los recursos hídricos.

24. A fin de asegurar un suministro sostenible de agua de buena calidad, debemos proteger y utilizar de un modo sostenible los ecosistemas que naturalmente capturan, filtran, almacenan y suministran agua, como ríos, pantanos, bosques y suelos.

25. Urgimos a los países a revisar y, si tal fuera el caso, establecer marcos legislativos apropiados para la protección y el uso sostenible de los recursos hídricos y la prevención de la contaminación del agua.

26. En vista de la rápida degradación de cuencas y bosques, concentraremos nuestros esfuerzos en combatir la deforestación, la desertificación y la degradación de la tierra a través de programas que promuevan el reverdecimiento, la gestión sostenible de bosques, la restauración de las tierras y pantanos degradados, al igual que la conservación de la biodiversidad.

Mitigación de Desastres y Gestión de Riesgos

27. La gravedad cada vez mayor del impacto de las inundaciones y las sequías pone de relieve la necesidad de un amplio enfoque que incluya medidas estructurales reforzadas, tales como represas y diques, así como medidas no estructurales, tales como normativas y orientación en el uso de la tierra, sistemas de pronóstico y advertencia de desastres, y sistemas nacionales de gestión de riesgos, en armonía con el medio ambiente y los distintos usos del agua, incluyendo la navegación fluvial.

28. Cooperaremos para reducir al mínimo los daños causados por las catástrofes, mejorando la distribución y el intercambio de datos, información, conocimientos y experiencias a nivel internacional, cuando corresponda. Alentamos a que los científicos, administradores de agua y otros interesados continúen colaborando para reducir la vulnerabilidad y poner los mejores medios de pronóstico a disposición de los administradores de agua.

29. Finalmente, agradecemos al gobierno y al pueblo japonés por haber organizado esta Conferencia Ministerial y el Foro.

LA GOBERNABILIDAD EFECTIVA DEL AGUA EN LAS AMÉRICAS “UN TEMA CRITICO”

Miguel Solanes

Asesor Regional Senior CEPAL

Miembro del Comité Consultivo Técnico para Sudamérica de la Asociación Mundial del Agua

Humberto Peña

Presidente del Comité Consultivo Técnico para Sudamérica de la Global Water Partnership (SAMTAC)

Miembros de SAMTAC

**Carlos Tucci,
Victor Pochat,
Gisela Damm,
Inés Restrepo,
Humberto Peña,
Pablo Lloret,
Roger Monte,
Lidia Oblitas,
Carlos Serrentino,
María Elena Corrales,**

**Brasil, (presidente)
Argentina
Brasil
Colombia
Chile
Ecuador
Paraguay
Perú
Uruguay
Venezuela**

(*) Este documento fue presentado en el III Foro Mundial del Agua realizado en Kyoto, Japón, del 16 al 23 de marzo de 2003

Contenido

I. INTRODUCCIÓN

1. Antecedentes
2. Marco conceptual
3. Importancia del tema en América Latina
4. Objetivo del trabajo

II. LA GOBERNABILIDAD DEL AGUA Y EL MARCO SOCIAL, ECONÓMICO Y POLÍTICO

1. Los desafíos sociales, económicos y políticos
2. Los problemas del Estado y la sociedad civil
3. Elementos que favorecen la búsqueda de soluciones
4. Elementos que favorecen la búsqueda de soluciones

III. GOBERNABILIDAD DEL SECTOR HÍDRICO. TEMAS CRITICOS

1. La naturaleza de los recursos hídricos, rol del Estado y asignación
2. La dependencia jerárquica del sector y la estructura institucional
3. Racionalidad económica y demanda social
4. El papel del Estado y la regulación de los servicios asociados
5. El problema de los niveles nación-provincia-municipios
6. Participación social
7. El dilema ambiental
8. Protección de intereses de etnias y usuarios consuetudinarios
9. Solución de conflictos

IV. EN BUSCA DE RESPUESTAS.

1. El desafío de la gobernabilidad efectiva del agua: La ausencia de respuestas únicas
2. El desafío de la gobernabilidad efectiva del agua: Lecciones y consensos generales
3. El proceso de construcción de una gobernabilidad efectiva del agua y la gestión integrada de los recursos hídricos.

Los autores agradecen las contribuciones y trabajos previos de Axel Dourojeanni y Andrei Jouravlev; Elisa Colón, Inés Restrepo, María Elena Corrales, Lidia Oblitas, Carlos Serrentino, Peter Rogers, Alan Hall, Laura Piritz, María Elena Zúñiga, Torkil Jonch Clausen, Mohamed Ait-Kadi, Rinske Warner, Judith Rees, Jerson Kelman, Gisella Damm, y Oscar de Morais Cordeiro que han sido elementos fundamentales en los méritos que pudiera tener este documento. Este no habría sido posible sin los aportes de los numerosos participantes en los 20 talleres organizados por el Comité Técnico para Sudamérica de la Asociación Mundial del Agua SAMTAC sobre el tema de gobernabilidad. En los Anexos se detallan las actividades realizadas en los distintos países de la región. Cuando el documento se refiere al agua lo hace al elemento en sus diferentes manifestaciones, superficiales y subterráneas, y estados. Cuando se refiere a instituciones es en la acepción amplia del término, comprensivo de normas, organizaciones y conductas con la capacidad de determinar el marco de manejo del recurso, su asignación, y su protección.

I. INTRODUCCIÓN

1. Antecedentes

En el Marco para la Acción presentado en el II Foro Mundial del Agua (La Haya, 2000), con el objetivo de proporcionar seguridad hídrica al desarrollo de la humanidad en los inicios del Siglo XXI, se estableció que *“la crisis del agua es a menudo una crisis de gobernabilidad”*, por lo cual se identificó la necesidad de colocar a la gobernabilidad eficaz del agua como una de las principales prioridades de acción (GWP, 2000).

La Declaración Ministerial realizada en la misma ocasión reforzó este punto de vista y solicitó *“que se gobernara sabiamente el agua para asegurar una gobernabilidad eficiente, de manera que la participación del público y los intereses de todos los colaboradores fueran incluidos en el manejo de los recursos hídricos”*.

En la Asamblea del Milenio de las Naciones Unidas (2000), los Jefes de Estado hicieron hincapié en la conservación y la administración del agua, con el fin de proteger nuestro medio ambiente común y, especialmente, *“para detener la explotación no sostenible de los recursos hídricos, desarrollando estrategias para el manejo del agua en los niveles regional, nacional y local, que promuevan tanto el acceso equitativo como el abastecimiento adecuado”*.

Finalmente, en la Conferencia sobre el Agua Dulce en Bonn (2001), los ministros recomendaron tomar acción en relación con la gobernabilidad del agua. Su propuesta fue la siguiente: *“Cada país debe poseer internamente disposiciones aplicables para la gobernabilidad de los asuntos relativos al agua en todos los niveles y, donde fuera necesario, acelerar las reformas al sector hídrico.”*

El III Foro Mundial del Agua programado para Marzo 2003 en Japón y su Conferencia Ministerial revisarán no solo los avances en la implementación de los acuerdos derivados de las anteriores reuniones internacionales, sino que centrarán una parte importante de la discusión en torno a la capacidad de gobernabilidad efectiva de los recursos hídricos, en la perspectiva de obtener un mayor compromiso por alcanzar resultados concretos del accionar de los gobiernos y la comunidad.

Por ello se ha establecido que una de las temáticas centrales del próximo III Foro Mundial del Agua es el Diálogo sobre la Gobernabilidad Efectiva del Agua, cuya organización ha sido encomendada a la Asociación Mundial del Agua (GWP- Global Water Partnership). Entre las actividades preparatorias a este gran diálogo de gobernabilidad se consideró la realización, a distintos niveles, de talleres y foros electrónicos en numerosos países y regiones del mundo. El evento convocado por el

Gobierno de México, con el nombre de: “Foro del Agua para las Americas en el Siglo XXI” constituyó un valioso paso en ese camino. El presente documento se basa en el original presentado en Méjico más los aportes y comentarios recogidos con posterioridad, en especial los derivados del Taller Regional organizado por la Asociación Mundial del Agua Sud América entre los días 12 y 13 de Enero de 2003 en Buenos Aires Argentina. Cabe señalar que si bien este informe responde principalmente a las experiencias y debates realizados en América del Sur, en general ellos son aplicables a toda América Latina. De acuerdo a lo anterior, en el texto no se hace una distinción expresa y se ha optado por referirse en forma genérica a la Región, entendiéndose por tal América Latina.

2. Marco conceptual

El concepto de gobernabilidad aplicado al agua se refiere a la capacidad social de movilizar energías en forma coherente para el desarrollo sustentable de los recursos hídricos. En dicha definición se incluye la capacidad de diseño de políticas públicas que sean socialmente aceptadas, orientadas al desarrollo sustentable del recurso hídrico, y de hacer efectiva su implementación por los diferentes actores involucrados.

El nivel de gobernabilidad de una sociedad en relación con la gestión del agua, se ve determinado, entre otras, por las siguientes consideraciones:

- El grado de acuerdo social (implícito o explícito) respecto de la naturaleza de la relación agua-sociedad.
- La existencia de consensos sobre las bases de las políticas públicas que expresan dicha relación.
- La disponibilidad de sistemas de gestión que posibiliten efectivamente, en un marco de sustentabilidad, la implementación y seguimiento de las políticas.

En síntesis, la gobernabilidad supone: capacidad de generar las políticas adecuadas y la de llevarlas a la práctica. Esas capacidades pasan por la construcción de consensos, de sistemas de gestión coherentes (regímenes: que suponen instituciones, leyes, cultura, conocimientos, prácticas), y la administración adecuada del sistema (que supone participación y aceptación social y el desarrollo de competencias).

Como bien puede extraerse de lo señalado, un elemento central de la *gobernabilidad* es la posibilidad de construir (implantar y desarrollar) arreglos institucionales armónicos con la naturaleza, competencias, restricciones y expectativas del sistema o ámbito bajo consideración.

En la actualidad, la importancia del término gobernabilidad en la Región está, en buena medida, asociada a las restricciones y posibilidades de las sociedades para incorporar los profundos cambios institucionales que han caracterizado la última década. En muchos casos, estos cambios han implicado la construcción de una nueva institucionalidad, entendida como el diseño y reconocimiento de nuevas reglas del juego, la construcción de organizaciones y el desarrollo de nuevos comportamientos, formales e informales, de los agentes públicos y privados. Obviamente, como cualquier proceso de construcción social, el mismo surge dentro de un fuerte proceso de cambio y de destrucción del anterior orden social. En realidad, son las desarmonías existentes entre el

arreglo institucional preexistente y el nuevo; las que pueden estar en el origen de los problemas de gobernabilidad o la crisis de gobernabilidad que está caracterizando la situación en muchos países latinoamericanos. Dicha crisis será más aguda y larga en función de la profundidad y amplitud de los cambios en curso, las competencias y capacidades preexistentes y, su utilidad para enfrentar los retos de la transformación, y, en particular, la coherencia del nuevo arreglo institucional vis a vis la naturaleza y estructura social y las posibilidades y restricciones presentes para asumir, de manera asertiva, las reglas de juego propuestas.¹ Desde una perspectiva proactiva la crisis se puede considerar como un proceso en el cual siempre hay lagunas a ser subsanadas y contradicciones que reclaman negociación.² Además es necesario tener presente que si bien la Región está hoy en una mejor situación, que con respecto a épocas pasadas es mucho el camino a recorrer, dado que la gobernabilidad es un proceso que se retroalimenta, en función de nuevos desafíos y problemas sin solución de continuidad. En este sentido, bien se puede decir que a pesar de que hay pautas generales no hay modelos rígidos, y que “se hace camino al andar”. Por ello la noción de flexibilidad y ajuste al tiempo y el lugar es muy relevante.³

La globalización y el contexto de cada país, la inadecuación de regímenes legales y organizaciones, la presencia de regímenes legales especiales, y las presiones de grupos de interés son todas cuestiones que hacen a la gobernabilidad.

3. Importancia del tema en América Latina

La gobernabilidad deviene objeto de reflexión cuando se manifiestan sus limitaciones.⁴ La conciencia creciente regional sobre temas como el uso insustentable de las aguas, su escasez, su contaminación, su monopolización, y la inaccesibilidad de los servicios a ellas vinculados por parte de importantes sectores de la población, demuestran la relevancia del tema.

La importancia del tema en América Latina se refleja claramente en la serie de experiencias, postulaciones, y procesos de reforma de las legislaciones de agua y de las administraciones de agua, que se han presentado en la mayoría de los países de la Región, así como en los programas y propuestas existentes para reformar los servicios asociados, en especial los sistemas de provisión de servicios de agua potable y saneamiento. Estas propuestas y programas han tenido en algunos casos bases y fuerte determinación local de contenidos, mientras que en otros han sido principalmente propugnados por agentes externos.

Entre los casos de reformas consolidadas cabe mencionar Brasil, en lo que hace a la creación de una legislación y un sistema nacional de administración de aguas; Chile, con sus reformas del régimen de aguas y de prestación de servicios de agua potable y saneamiento; Argentina con la privatización del sector hidroeléctrico y de agua potable

¹ Corrales Corrales, María Elena, "Gobernabilidad de los Servicios de Agua Potable y Saneamiento en América Latina", abril 2002, SAMTAC-GWP. Caracas, Venezuela, pp. 4, 6, 7.

² Según resulta de comentarios efectuados por la delegación de Brazil en Samtac, Reunión de Buenos Aires, Enero 22-24, 2003.

³ Según resulta de comentarios efectuados por la delegación de Brazil en Samtac, Reunión de Buenos Aires, Enero 22-24, 2003

⁴ Olson, M. "Auge y Decadencia de las Naciones", Barcelona, Ariel 1986.

y saneamiento en una serie de ciudades; Colombia y Bolivia, con la privatización de una serie servicios de agua potable y saneamiento; México con una reforma relativamente reciente de la legislación de aguas y con privatizaciones de algunos servicios o segmentos de servicios y algunos otros casos. Los países con procesos de discusión de nueva legislación de aguas o cambios a la legislación vigente incluyen entre otros, Bolivia, Paraguay, Perú, Ecuador, El Salvador, Honduras, Venezuela, Guatemala, Costa Rica y Chile.

El contenido sustantivo de los procesos se ha visto determinado por diferentes visiones, desde las que enfatizan un reduccionismo de criterios, que no necesariamente responden a la naturaleza del objeto tratado (i.e. enfatizar el tema de apropiación privada, minimizando los elementos de bien público que envuelve el agua) a los que asumen situaciones de competencia perfecta que no existen en la práctica (como el caso de algunas regulaciones de servicios públicos). En algunos casos estas visiones limitadas o muy optimistas de los problemas han resultado en monopolización de recursos de aguas y sistemas regulatorios deficientes.

Los temas reseñados más arriba certifican la importancia de la noción de gobernabilidad, y el acierto de haber traído su discusión al Foro de Japón. Fundamentalmente, si la gobernabilidad se entiende como la capacidad de dar respuestas a problemas concretos de la región, hay razones para enfatizar su tratamiento, puesto que no se están superando los desafíos presentados por el manejo del agua y la provisión de servicios accesibles a la población.⁵

4. Objetivo del trabajo

El presente informe se ha presentado en el III Foro Mundial del Agua, (WWF3) en Kyoto, Japón, entre los días 16 y 23 de Marzo de 2003. Sus objetivos son:

- Hacer presente en un marco global aquellos aspectos relativos a la gobernabilidad que resultan especialmente críticos en la realidad concreta de los países de América Latina.
- Recoger propuestas planteadas en los diálogos nacionales que han venido desarrollándose como preparación al III Foro Mundial del Agua.

De acuerdo a lo anterior, el trabajo busca motivar un debate activo y generar interrogantes y sugerencias, desde la perspectiva de América Latina, que sean valiosas para los objetivos del III Foro Mundial del Agua. Con este propósito, en el capítulo II se presentan algunos elementos de análisis orientados a situar el contexto general en el cual se realiza el debate en torno a la gobernabilidad del agua en la región. En el capítulo III se identifican y analizan 8 temas que, de acuerdo a las evidencias disponibles, aparecen como los más críticos desde la perspectiva de la gobernabilidad de los recursos hídricos y, finalmente, en el capítulo IV se abre un debate en torno a las estrategias y líneas de acción para superar las limitaciones detectadas.

⁵ Corrales, María Elena, "Gobernabilidad de los Servicios de Agua Potable y Saneamiento en América Latina", abril 2002, Caracas, Venezuela, pp. 4, 6, 7.

II. LA GOBERNABILIDAD DEL AGUA Y EL MARCO SOCIAL, ECONÓMICO Y POLÍTICO

Los problemas del agua tanto en el sector servicios como en el concepto no provienen solamente de los recursos hídricos ni tienen soluciones solo a partir del agua. Es por ello que su gobernabilidad no es analizable ni comprensible sin tener un marco referencial general del tópico y su problemática en la sociedad global. El desconocimiento de esta realidad, acoplado a la ignorancia, en ocasiones culpable de las diferencias contextuales, lleva a veces a plantear soluciones universales y comunes en términos de terrible simplificateurs,⁶ es decir ideológicos, y, eventualmente, contraproducentes. De acuerdo a lo anterior, se presenta a continuación una breve reseña de algunas características de los procesos sociales, económicos y políticos de la Región y de los desafíos que afectan al Estado y a la sociedad civil en sus capacidades de construir una gobernabilidad efectiva.

1. Los desafíos sociales, económicos y políticos

América Latina se ubica entre los sectores del orbe que presentan las características propias de subdesarrollo, con ingresos entre los US\$700 y los US\$7.000 per cápita,⁷ importantes sectores de la población bajo los límites de pobreza (211 millones de habitantes -43,8%, en 1999),⁸ déficits en condiciones de salud (mortalidad infantil de 36 por cada mil nacidos vivos),⁹ educación (11,1% de analfabetismo)¹⁰ y vivienda (20 millones de unidades)¹¹. En la estadística de desarrollo humano los países de la región se sitúan entre los lugares 34 y 108 (sólo Argentina, Uruguay, Chile y Costa Rica dentro del alto desarrollo humano);¹² además es la región que presenta las mayores desigualdades del planeta, como se refleja en las estadísticas del Banco Mundial.¹³

Su historia política, salvo escasos períodos, ha presentado frecuentemente largos períodos de inestabilidad y de interrupción de los procesos de desarrollo democrático, reflejando una endémica incapacidad de dar adecuada orientación a las inquietudes sociales de la población.

Las últimas décadas han estado marcadas por profundos cambios. La de los ochenta fue en general un período de fuerte estancamiento, la “década perdida”, con inestabilidad, crisis de la deuda (que alcanzó un monto equivalente al 378% de las exportaciones totales y al 66% del Producto Nacional Bruto agregado) y la presencia de desequilibrios

⁶ Arbor Xavier y Giner Salvador: "La Gobernabilidad: Ciudadanía y Democracia en la Encrucijada Mundial" Siglo Veintiuno de España Editores, S.A." 1996, Madrid, p. 2.

⁷ CEPAL, División Estadística y Proyecciones Económicas, Cuentas Nacionales, Producto Interno Bruto por habitante a precios constante de mercado.

⁸ CEPAL, Panorama Social 2000-2001.

⁹ CEPAL, División de Población, Boletín demográfico No 67.

¹⁰ UNESCO, Statistical Yearbook, proyección al 2002.

¹¹ CEPAL, datos censales, Serie medio ambiente y desarrollo, Joan Mac Donald, Daniela Simioni; "Urban Consensus".

¹² PNUD; Informe Sobre Desarrollo Humano 2001

¹³ Tendencias de la Distribución del Ingreso, Panorama Social de América Latina 2000-2001; CEPAL; "La distribución del ingreso en América Latina resalta en el contexto internacional, especialmente por la abultada fracción de los ingresos totales que reúne el 10% de los hogares de mayores recursos. Salvo en Costa Rica y Uruguay, este estrato recibe en todos los países de la región más del 30% de los ingresos, y en la mayoría de ellos el porcentaje supera el 35%".

macroeconómicos profundos (el déficit fiscal alcanzó al 10% del PIB en la segunda mitad de los ochenta).¹⁴

En la primera mitad de los años 1990, América Latina entró en un período de recuperación y crecimiento; entre 1990 y 1996 el PIB tuvo una tasa de crecimiento promedio anual de 3.233;¹⁵ la inflación se mantuvo bajo control, aumentaron las exportaciones y la inversión, disminuyó la deuda y se vivió un período de cierta consolidación democrática. Sin embargo, la segunda mitad de la década se ha caracterizado por un nuevo período de estancamiento, con una tasa crecimiento promedio anual del PIB total de 2,003 ¹⁶ para el período de 1996 al 2001, fuertemente influenciado por la inestabilidad y las crisis en el comercio internacional (en Asia, México, Brasil, Argentina), acompañado además por convulsiones en el ámbito político y el cuestionamiento de los modelos de desarrollo asumidos.

Desde los ochenta el rol del Estado y la gobernabilidad de la sociedad ha estado en el centro de los debates en la región. La mayoría de los países han emprendido importantes reformas orientadas a reducir la actuación del Estado en el ámbito empresarial y de la provisión de servicios, procesos en ocasiones acompañados por iniciativas de privatización y liberalización de los mercados y del comercio. Las convulsiones políticas y sociales asociadas a las recientes crisis económicas han abierto fuertes cuestionamientos al camino asumido por la región en estos años, sobre todo en la capacidad del Estado de crear, y regular mercados, en defensa del interés común. Su desenlace resulta incierto y según algunos enfoques la diversidad de las respuestas parece ser una necesaria realidad.

2. Los problemas del Estado y de la sociedad civil

Con frecuencia los estudios que se realizan para conocer la percepción de la sociedad acerca de las instituciones públicas de América Latina muestran que estas mantienen una alarmante falta de credibilidad. Distintos factores, no siempre imputables a las mismas instituciones, han influido en ello. Estos incluyen la propia incapacidad institucional para resolver los problemas más críticos que afectan a la sociedad, sea como reflejo de las limitaciones del medio en que opera, sea como resultado de falta de recursos, poderes o acceso político; los prejuicios y nociones ideológicas respecto al rol del Estado y su regulación del sector privado, la debilidad de las entidades de la sociedad civil, la percepción de captura de las instituciones por parte de sectores de interés específicos y los problemas asociados al proceso de globalización.

a) La ineficacia de la administración

Parte fundamental de la pérdida de credibilidad de las instituciones públicas se debe a que no han sido capaces de satisfacer necesidades concretas de la población en lo que hace relación a demandas por servicios. Muchas veces estas debilidades son el resultado de prácticas de gestión obsoletas e ineficientes, del intervencionismo político entendido como la participación de actores públicos en las decisiones gerenciales, operativas o económicas de la administración, con fines políticos de corto plazo u

¹⁴ Ver “Tendencias del Desarrollo en América Latina y El Caribe en la Última década – Enrique Ganuza.

¹⁵ CEPAL: PIB, Tasas de variación sobre la base de cifras en dólares a precios constantes de 1995

¹⁶ Ibid.

oportunistas, de la falta de recursos financieros y humanos, o de un mal diseño institucional (no existencia de facultades y poderes claros, confusiones de roles, ausencia de mecanismos de resolución de conflictos y otros).

De este modo, las organizaciones encargadas del recurso no tienen en muchos casos, ni capacidad de inventario ni de gestión, problema que frecuentemente se agrava a nivel local como resultado de descentralizaciones sin un adecuado análisis de las capacidades existentes. Así, la calidad de los arreglos institucionales del sector hídrico en algunos países latinoamericanos no se compadece con la importancia que requieren la asignación de aguas y el monitoreo de los servicios públicos a ella vinculada. En gran medida esto es el resultado del prejuicio respecto del rol de los gobiernos, el que ha afectado negativamente las instituciones públicas a escala global (basta pensar en las regulaciones contables aplicadas a las grandes empresas que hoy día se están colapsando).

b) La debilidad del rol regulador del Estado

El régimen de una cosa pública, como el agua, tanto recurso como servicio, es problemático y precario cuando las instituciones que lo regulan no se ajustan a la naturaleza del objeto que tratan. En relación con esta materia, se puede señalar que con frecuencia los procesos de cambio institucional en la Región han ignorado que los mercados necesitan leyes y estructuras para funcionar adecuadamente y que el regulador más necesario es el Estado. Sin flujo libre de información, sin competencia y sin control de externalidades los mercados no funcionan como deben. Las utopías libertarias no resultan en prosperidad. Los mercados son instituciones humanas y en consecuencia son imperfectos; ellos "son demasiado importantes para ser dejados en manos de ideólogos".¹⁷ Conforme a Stiglitz, en este esquema, el Estado en general fue visto como irremediabilmente corrupto.¹⁸ Como consecuencia de esta visión prejuiciada en algunos casos se han diseñado estructuras de administración de aguas o de regulación de servicios, con una limitación ex-profeso de poderes, o con sugerencias de políticas que llevan a la distorsión de su base de información.¹⁹

c) La debilidad de la sociedad civil

¹⁷ Barry Gewen, reviewing the new book by Stanford's University Professor, John McMillan "Reinventing the Bazaar, A Natural History of Markets", New York Times, Book Review, junio 16, 2002.

¹⁸ Entrevista de Joseph E. Stiglitz, John Lloyd, "The Russian Devolution", The New York Times Magazine, agosto 15, 1999. El Sr. Stiglitz es ganador del Premio Nobel, ex Presidente del Consejo de Asesores Económicos del ex Presidente Bill Clinton y ex economista jefe del Banco Mundial.

¹⁹ Sappington David, 1986, "Comments to Regulatory Bureaucracy", Information Economics and Policy 2 (4):243-58, according to quotation in Comment on "Regulation, Institutions and Commitment in Telecommunications" by Levy and Spiller, David Sappington, Proceedings of the World Bank Annual Conference on Development Economics", 1993, p. 256. "puede ser en el interés del país receptor hacer lo más difícil posible la mensura de las ganancias resultantes de inversiones ... Si los inversores puede hacer sus ganancias menos visibles el país receptor estará menos inclinado a usurpar las ganancias... Los sistemas contables se pueden diseñar especialmente a este efecto o se puede alentar la integración vertical de la firma regulada de manera tal que transferencias de precios creativas puedan ser utilizadas para la mensura de ganancias en la industria relevante. Estas opiniones sorprenden considerando que la importancia de información adecuada le hacen ganar el premio Nobel a Joseph Stiglitz, quien las desarrolla aun mas en su libro "Globalization and its Discontents", Sobre Stiglitz y su rol, ver Campodónico Humberto, "Los Economistas y el Poder del Banco Mundial", sin pie de imprenta.

En países desarrollados con fuertes estructuras corporativas (industriales, sociales, gremiales, de usuarios, ambientalistas, etc.) representativas de diferentes sectores de intereses, con alto grado de pluralismo participativo, con poderes más o menos compensados entre distintos sectores, y estructuras de respaldo eficaces, como sistemas adecuados de prestación de justicia y educación, el acuerdo entre corporaciones o grandes sectores y la autorregulación son instrumentos que ganan terreno, con la consecuente reducción de costos de transacción. Este mismo sistema, propugnado en sociedades donde no hay balance de poder ni igual capacidad de acceso entre distintos sectores, resulta en que la parte con mayor capacidad de hecho y habilidad de influenciar consigue en la práctica políticas que no necesariamente redundan en beneficio general. En este contexto la referencia a la sociedad civil pierde parte de su sentido, pues desaparece el prerequisite fáctico para el funcionamiento de aquélla.

Esta situación de asimetría puede conducir a asignaciones injustificadas de derechos de agua, desconocimiento de aprovechamientos de grupos autóctonos, promoción de proyectos con impactos económicos globales negativos pero con beneficios sectoriales, regímenes de servicios y garantías que no incentivan eficiencia en la prestación de los servicios públicos vinculados al agua, por mencionar los casos más notorios.

Esta necesidad de balance ha sido un tema fundamental en el agua, donde la falta de equilibrio entre variables ambientales, sostenibilidad económica y la dimensión sociopolítica lleva a crisis de gobernabilidad.²⁰

Por otra parte, esta débil presencia de la sociedad civil con frecuencia tiende a ser sustituida por grupos pequeños pero activos, de escasa representatividad en el conjunto de la sociedad, los cuales no están en condiciones de generar visiones comprensivas de los problemas existentes, limitándose muchas veces a reproducir mensajes descontextualizados generados en realidades muy distintas.

d) Los problemas de captura y corrupción

Asociado al fenómeno anterior, en ocasiones se presenta como elemento de descrédito la percepción pública de la existencia de una captura del aparato institucional público por sectores de usuarios en detrimento del conjunto.

También se ha señalado la existencia de captura de entidades reguladoras de servicios, lo que aunado a problemas de diseño y falta de capacidades operativas y de recursos, conspiran en contra de la credibilidad institucional. Así, en la privatización de los servicios públicos en Buenos Aires, la falta de información y transparencia en las decisiones de regulación unidas a las intervenciones ad-hoc del poder ejecutivo, tornan difícil asegurar a los consumidores que su patrimonio está siendo protegido y que las concesiones son sustentables.²¹ El modelo regulatorio ha sido frágil, ineficiente y débil.

²⁰ Corrales, María Elena, intervención en el Foro Electrónico sobre Gobernabilidad Efectiva del Agua, en español, Global Water Partnership, junio 24/26, 2002, p.9.

²¹ Alcázar, Lorena, et. al. "The Buenos Aires Concession", The World Bank Development Research Group, Regulation and Competition Policy, abril 2000, Policy Research Working Paper 2311, Front Cover.

La captura del regulador y/o el gobierno ha sido mencionada como una de las principales razones de los problemas de gobernabilidad de la concesión.²²

Por otra parte, frecuentemente se ha señalado la existencia de graves problemas de corrupción en la región. Al respecto, recientes informes señalan que, sobre la base de un índice de percepción de la corrupción elaborado a nivel mundial (CPI), en una escala de 1 a 10 sólo 2 países superan la nota 5 (Chile y Uruguay) y uno más tiene una nota superior a 4 (Costa Rica).²³

e) La emergencia de nuevos temas

En las últimas décadas el Estado ha debido asumir con nueva atención situaciones que en el pasado fueron tratadas en forma muchas veces marginal. Es el caso de la presencia de profundas diferencias étnicas y culturales al interior de los países de la región y de la importancia de la temática ambiental. La nueva conciencia mundial y nacional sobre estas temáticas ha llevado a incorporar diferentes modificaciones en las estructuras jurídicas e institucionales de los países, las cuales, si bien han significado mejoramientos de importancia respecto de las situaciones previas, con frecuencia no han dado satisfacción a las expectativas generadas. De este modo, crecientemente ambos temas están en el centro de la agenda política y en ocasiones presentan una elevada conflictividad.

f) Los problemas asociados a la globalización

Un tema de impacto relevante en la gobernabilidad del agua y sus servicios es la influencia que los acuerdos internacionales de protección a inversión y comercio pueden tener sobre la capacidad nacional de manejo de recursos y regulación de servicios. Pocos son los que han notado que con estos acuerdos, que tienen primacía legal, los roles y funciones de gobiernos locales pueden verse afectados, puesto que los acuerdos nacionales primarán por sobre los poderes locales.

En efecto, como consecuencia de la globalización hay gran cantidad de servicios prestados y derechos detentados en la región por empresas que están comprendidas en los sistemas de protección a la inversión extranjera, o en regímenes diferenciados de solución de conflictos, lo que abre jurisdicciones externas sobre cuestiones locales, cuyas consecuencias y efectos han sido poco analizados. Además, pueden sujetar actividades y recursos a normas legales que no entran dentro de las pautas de referencia de los gerentes y reguladores de recursos o servicios, quienes normalmente las ignoran, pues no están debidamente informados sobre los mismos, ni sus alcances. Ejemplos de estos regímenes son los tratados de protección a la inversión extranjera, comunes en toda la región, o las normas que eventualmente pudiera traer la Asociación de Libre Comercio de las Américas (ALCA), muchas de las cuales se tomarían del NAFTA

²² Rogers Peter, "Water Governance", Borrador de Fortaleza preparado para el Banco Interamericano de Desarrollo (BID), febrero 4, 2002, p.4.

²³ Informe de Transparency International (TI) entregado en agosto del 2002 en base a la evaluación de instituciones y analistas de 102 países.

(North American Free Trade Agreement). Los análisis de este último, efectuados fuera de la región son críticos del mismo.²⁴

En este contexto los estados nacionales han perdido capacidad para ejercer las funciones que, en interés público, tradicionalmente entraban bajo la noción de poder de policía.²⁵ Un número de compañías trabajando en el área de servicios públicos en Argentina, incluidas Aguas Argentinas están demandando a Argentina en diferentes tribunales (Cortes Francesas, CIADI-Banco Mundial) para requerir un ajuste de tarifas como consecuencia de la devaluación del peso.²⁶ También en Argentina, el Fondo Monetario Internacional (FMI) y el Grupo de los 7, han presionado al gobierno por un incremento de tarifas a despecho de impactos inflacionarios y sociales.²⁷ Stiglitz ha acuñado la frase "gobierno global sin Estado global" para referirse al fenómeno contemporáneo de las determinaciones institucionales externas a los países donde los impactos tienen lugar.²⁸

Esto ha debilitado el papel de los estados, sin que se haya hasta el momento diseñado un mecanismo universalmente aceptado para lidiar con este menoscabo de sus poderes. Existe, eso sí, la noción incipiente que los mecanismos de arbitraje, hoy tan en boga no se adaptan a las necesidades de tratar con asuntos de interés público.²⁹ Conforme Stiglitz, la manera en la cual algunas instituciones internacionales trabajan afecta la democracia pues dictan políticas a los gobiernos sobre marcos muy estrechos.

3. Elementos que favorecen la búsqueda de soluciones

Frente al panorama recién señalado, donde se han puesto en evidencia las difíciles condiciones sociales y económicas, la elevada inestabilidad política prevalecientes en la mayor parte de los países, y los problemas que aquejan al Estado y a la sociedad civil, cabe preguntarse acerca de la factibilidad de abordar efectivamente la solución de los problemas de gobernabilidad del agua en la región.

En relación con esta materia es importante recordar que, históricamente, las sociedades, al enfrentar grandes desafíos hídricos, han estructurado sistemas de gobierno efectivos, derivados de la necesidad de controlar el agua tanto para su defensa como su aprovechamiento y tanto a nivel nacional como local. Son bien conocidos los casos de China y Egipto en la antigüedad los programas de desarrollo del oeste norteamericano, las autoridades locales de los Países Bajos, y el desarrollo de instituciones de cuenca en España.

²⁴ . "Nafta's powerful little secret" por Anthony DePalma en *The New York Times* del 11 de marzo de 2001.

²⁵ Sugerencias resultantes de "Private Rights, Public Problems: A Guide to NAFTA's Controversial Chapter on Investor's Rights". International Institute for Sustainable Development-Governments de Canadá y Manitoba, Canadá, 2001.

²⁶ Clarín, Buenos Aires, 29 junio, 2002.

²⁷ Clarín, junio 22, 2002. Some authors note that international economic institutions have been captured by the commercial and financial interests of the richest countries Stiglitz Joseph, "El Malestar de la Globalización" ("Globalization and its Discontents" in the English original version), Ed. Santillana, España 2002, p. 44.

²⁸ Stiglitz, op. cit supra, 47.

²⁹ Discurso de Daniel Magraw, Center for International Environmental Law, Johannesburgh, septiembre 3, 2002 y *New York Times*, op.cit. 24/

En América, las necesidades de manejo de agua, particularmente en zonas áridas con riego, devinieron en la creación de entidades de manejo y en la consolidación de estructuras de usuarios que se hicieron cargo de algunos de los servicios asociados con una gobernabilidad efectiva del agua. También es bien conocido el caso de las cooperativas de usuarios en países como Ecuador o Argentina.

Esto parecería indicar que el agua tiene un potencial, derivado de sus propias necesidades de manejo y de lo vital de sus servicios, de generar formas propias de gobernabilidad, aun dentro de contextos con grandes problemas de gobernabilidad general.

Además es importante tomar en consideración los siguientes hechos:

- Existe una creciente conciencia de la opinión pública, que se refleja en numerosas declaraciones realizadas tanto en el ámbito internacional como local, de la importancia del agua para el futuro de la humanidad. En el desarrollo de dicha conciencia no ha sido menor el impacto de la difusión al público de las conclusiones de los distintos foros y otros eventos internacionales, así como la constatación cotidiana y creciente de numerosos conflictos asociados a los recursos hídricos que trascienden a la opinión pública. Esta situación hace 10 años no existía, y se puede comprobar con claridad al comparar los resultados de la Cumbre de Río de Janeiro con los de Johannesburgo.
- Un segundo elemento que favorece los esfuerzos en orden a mejorar los niveles de gobernabilidad del sector hídrico, es la creciente convicción de la necesidad de una reforma del Estado, como consecuencia de las mayores exigencias de la ciudadanía en su calidad de beneficiaria de su actuación y de demandante de servicios.
- Finalmente, cabe hacer presente que la gestión del agua, por su carácter ineludiblemente social, estrechamente ligada a la satisfacción de necesidades básicas para la vida, constituye también un campo propicio para fortalecer la estructura social desde sus bases y, muchas veces, en el mediano o largo plazo se constituye en un catalizador de la cooperación, más allá de los conflictos ideológicos que hacen difícil la solución de problemas en otros ámbitos de la sociedad.

III. GOBERNABILIDAD DEL SECTOR HÍDRICO. TEMAS CRÍTICOS

1. La naturaleza de los recursos hídricos, rol del Estado y asignación

En América Latina la cuestión de la naturaleza de los derechos de agua, de sus condicionamientos y de la creación de mercados de agua ha sido una fuente de importantes controversias, las cuales dicen relación con la gobernabilidad del sector. A continuación, se esbozan los rasgos más significativos presentes en dichos temas:

- **Naturaleza y propiedad del agua. Derechos de agua.**

El agua no es una mercancía ordinaria. Las características peculiares de los recursos de agua son el resultado de su polivalencia ambiental, y de sus roles económicos y sociales. Estos incluyen, inter alia, aspectos del bien público junto con desarrollos

productivos en los cuales usualmente se observa importantes externalidades en el marco de las cuencas, incertidumbres e información imperfecta, inequidades e injusticias sociales y ambientales, y mercados con distorsiones y vulnerabilidad a la monopolización.³⁰

Estas peculiaridades han dado como resultado sistemas de derechos de agua que se han esforzado en lograr un balance entre las diferentes demandas y requerimientos producidos por la polivalencia y los atributos físicos, químicos y biológicos únicos del recurso agua. Fundamentalmente ha hecho que no haya ningún país del mundo donde el agua sea ajena al Estado. La dominialidad es pública; el Estado investiga y catastra su existencia y tiene un rol activo en su asignación y monitoreo de utilización.

Mientras que en la mayoría de los países el agua pertenece al dominio público, los derechos de uso de agua otorgados a individuos privados o a corporaciones están protegidos bajo la garantía constitucional de propiedad, ya que un sistema de derechos de agua estables es un incentivo a la inversión en el desarrollo y la conservación de los recursos de agua. Adicionalmente, la estabilidad y certeza de los derechos de agua y usos conexos proveen reconocimiento a las economías existentes y previenen el malestar social.³¹ La forma concreta que adquiere en una determinada realidad este balance entre la dominialidad pública y la necesaria seguridad de los derechos de agua a los diferentes actores, en ocasiones constituye un elemento que afecta la gobernabilidad efectiva del sector.

- **Condicionalidades de los derechos**

La relevancia de los derechos de agua como activos de propiedad, está relacionada con la disponibilidad del recurso. El recurso escaso es el más valioso. Por lo tanto la mayoría de las legislaciones de agua tienen provisiones que requieren el uso efectivo de los derechos de agua, ya sea para crearlo, generarlo, mantenerlo o conservarlo.

La racionalidad detrás del principio ha sido construida precisa y claramente por las autoridades, jueces y legislación de los Estados Unidos. Una declaración típica de la regla del uso beneficioso es que “el uso beneficioso es la base, la medida, y el límite de todos los derechos de usos de agua en este estado ...” consistente con el interés del público en el mejor uso del agua.³² Una idea común era que la cantidad de agua debía ser no más que la necesitada, siendo la preocupación la posibilidad de “conferir un monopolio absoluto a un solo individuo”.³³

La forma de incorporación de estos condicionantes tiene consecuencias profundas en relación con la gobernabilidad efectiva de los recursos de agua. En efecto, la

³⁰ Ver, generalmente, Bonnie Colby-Saliba y David Bush, “Water Markets in Theory and Practice: Market Transfers, Water Values and Public Policy”, *Studies in Water Policy and Management* (No 12, Westview Press, Boulder, 1987).

³¹ *Syllabus and Opinions* (United States Supreme Court 1984, No 80); “La Pampa vs. Mendoza” (Argentinean Supreme Court 1987, L-195-XVIII); Françoise Conac “Land and Water Rights Issues in Irrigated Schemes in Sub-Saharan Africa: Conflicts to be Avoided”, *DVWK Bulletin* (No. 16, Paul Parcy Verlag, Hamburg, Berlin, 1989); Beck (Vol. 1, 1991) 366.

³² Beck, Robert E. Ed. *Water and Water Rights*. Vols. 1-3. Charlottesville: The Michie Company, 1991. (Vol. 2, 1991) 106.

³³ *Ibid.*, 107-108.

monopolización a través de la creación de barreras de entrada resultantes del control de los insumos esenciales de producción y recursos naturales son de conocimiento común en la literatura económica.³⁴ La existencia de mercados de agua no alivia la situación, ya que de hecho “los insumos cruciales de este tipo no son usualmente transados en mercados competitivos”.³⁵

Aún más, para grandes usuarios institucionales, los incentivos para vender derechos de agua, sin la penalidad de caducidad, por no uso, son pequeños en comparación con las ventajas estratégicas de controlar un insumo de producción clave, dentro de las políticas de poder de mercado de prácticas corporativas.

La experiencia chilena en la emisión de derechos de agua no condicionados, es una validación aparente de los presentimientos detrás de los requerimientos de uso efectivo y beneficioso, ya que ha producido un efecto negativo sobre el mercado de aguas y sobre las asignaciones eficientes de agua.³⁶ Es interesante destacar que desde agosto de 1998, distintas instancias judiciales y administrativas han tomado varias decisiones sobre estos aspectos del sistema chileno de derechos de agua. En ellos, la Corte Constitucional ha reconocido el derecho del gobierno para regular las condiciones de los derechos de agua (Rol 60/1997), y la Comisión Preventiva Antimonopolios ha recomendado que ningún otro derecho de agua sea otorgado en el ámbito hidroeléctrico hasta que las provisiones que garanticen el uso efectivo del agua sean incluidas en la ley de aguas (CPC 992/636; CR 480/97).

- **Mercados de aguas**

Si el tema de la asignación del agua es importante, el de su reasignación se convierte en fundamental a medida que los recursos son más escasos en relación con la demanda. La apropiación original tiene que ser reemplazada por transferencias a medida que las fuentes se agotan. Esto hace que los países, para satisfacer demandas en aumento, deban optar entre resolver la cuestión de la reasignación a través de mecanismos administrativos o por la creación de mercados de agua.

El uso de estas alternativas ha sido motivo de numerosos debates en la región, lo que junto con dar cuenta de la trascendencia del tema para la adecuada gestión del agua, refleja por una parte la insuficiencia de las respuestas convencionales (reasignación administrativa) y por otra, las dificultades de implementar una alternativa distinta (mercados) que en ocasiones presenta una profunda contradicción con prácticas y conceptos arraigados.

³⁴ Lawrence Anthony, Sullivan, *Antitrust* (St. Paul, West Publishing Co., 1977) 25, 31, 77.

³⁵ Mark Armstrong et al, *Regulatory Reform: Economic Analysis and British Experience* (Boston, MIT Press, 1994) 117; y *Oman '90*.

³⁶ Ver Carl Bauer, *Against the Current: Privatisation, Markets, and the State in Water Rights, Chile, 1979-1993* (Berkeley, 1995) p.2: “Private bargaining and exchange cannot coordinate overlapping resources without continuous State intervention, through the courts, if not through other political organs”; p. 57: “These features [of the law] stimulate speculation...they have been favored [by supporters of the law] saying that speculation improves market operations and price signals...they deny criticisms that speculation might distort prices through unequal bargaining power or monopoly control ...”; p.171: “The government virtually guaranteed the under-valuation of water rights [resulting in relatively few transactions] when it privatised them without imposing any taxes, fees, or other obligations to the public interest”.

No es posible extenderse en este trabajo en todos los elementos pertinentes en relación con este tema. Sin embargo, es importante realizar algunos breves comentarios en relación con la creación de mercados de agua:

- Se requiere una estructura jurídica institucional coherente con los mecanismos de cualquier mercado (seguridad de derechos, infraestructura, sistema de registro, transferibilidad, etc.) y con la naturaleza del recurso hídrico y un ambiente económico y cultural propicio para el desarrollo de una economía de mercado.
- Un mercado de aguas depende para funcionar en forma sustentable y eficiente, del marco institucional que establezca el Estado. Por ello conviene tener presentes las normas aplicadas en el Oeste Americano, donde los mercados surgen primero en forma espontánea, pero luego van ajustándose en función de la experiencia. Un mercado sin regulaciones, que garantice la sustentabilidad hídrica, el control de los daños a terceros y al medio ambiente, y el control de desviaciones monopólicas en lugar de ser un instrumento de gobierno es un mecanismo de apropiación incondicionada.
- En cuanto a las reglas que la experiencia ha mostrado que son importantes para el adecuado funcionamiento de un mercado de aguas, se puede señalar las siguientes: a) el agua debe ser usada en forma beneficiosa y debe continuar siendo usada en forma beneficiosa luego de la reasignación; b) tal reasignación no debe afectar a otros usuarios y debe estar dentro del interés público; c) en muchas jurisdicciones las transferencias entre cuencas o transferencias fuera del área de origen sólo pueden tomar lugar con la debida consideración de los intereses locales.³⁷

A lo expuesto cabe agregar que hay países en los cuales no se considera que el sistema de manejo de aguas esté lo suficientemente maduro como para implementar mercados. En esos casos se ha preferido poner el énfasis en la instalación y mejoramiento de sistemas adecuados de otorga de derechos.³⁸

2. La dependencia jerárquica del sector y la estructura institucional

La estructura institucional responsable de la creación de políticas públicas, de la asignación y gestión de las aguas y de la fiscalización de los aprovechamientos, juega un rol importante en la implementación de un sistema de desarrollo de aguas sostenible y, en general, en la gobernabilidad efectiva del sector. En América Latina, los caminos adoptados por los distintos países difieren grandemente, con resultados también diversos.

Si estas funciones son conferidas a instituciones con responsabilidades funcionales en usos específicos de agua, o con actividades económicas discretas, la planificación y la gestión de agua podría no ser objetiva. En estos casos, cada grupo interesado puede tender a apoyar proyectos o asignaciones de agua de acuerdo a intereses funcionales, sin consideración a la fuente de suministro o la seguridad de las inversiones o a la calidad económica de los proyectos. Por otro lado, las especificidades técnicas y los roles ambientales y sociales del agua hacen que en muchos casos no sea conveniente

³⁷ Ibid.

³⁸ Según resulta de comentarios efectuados por la delegación de Brazil en Samtac, Reunión de Buenos Aires, Enero 22-24, 2003

subsumir este recurso en entidades o ministerios puramente económicos o aún fundamentalmente ambientales, pues tanto en un caso como en el otro se corre el riesgo de minimizar aspectos relevantes.

Para evitar tales problemas, muchas jurisdicciones asignan responsabilidad en la generación de políticas, asignación de agua, y evaluación de programación y proyectos a una agencia o ministerio no usuario. En la región, cuando se ha independizado la administración hídrica de los ministerios sectoriales, la dependencia con frecuencia es motivo de disputa al interior de los gobiernos, siendo las soluciones más frecuentes vincularla a los ministerios de medio ambiente y recursos naturales, o a los ministerios de infraestructura.

Las experiencias más interesantes de la región en las últimas décadas han sido las de México, donde la Comisión Nacional de Agua es el foco institucional para los recursos de agua, y Brasil, pues se ha creado recientemente la Agencia Nacional de Aguas con el propósito principal de superar los conflictos tradicionales y las limitaciones impuestas por un sistema en que el agua ha sido hasta ahora encargada a ministerios funcionales. Otros ejemplos de organizaciones no usuarias o por lo menos no vinculadas a sectores específicos de usuarios de aguas son los ministerios de recursos naturales de Colombia y Venezuela y la Dirección General de Aguas de Chile.

Una publicación reciente del Banco Mundial pone énfasis además en la necesidad de separar política, planificación, y funciones reguladoras de funciones operacionales en cada nivel del gobierno. Así, el banco concuerda con la Comisión de Agua Nacional de los Estados Unidos, que en 1972 ya estaba recomendando que “ la planificación de políticas y la planificación sectorial deben estar separadas de la planificación funcional, diseño y construcción, y operación por parte de agencias de acción”.³⁹ En América Latina esta separación funcional es poco habitual; sin embargo, ella ha resultado exitosa cuando ha sido aplicada. Ese es el caso de Chile, que desde 1969 mantiene una clara diferenciación de roles en la estructura institucional del Estado, lo que le ha permitido evitar la distorsión de la función reguladora y generar un sistema que da claras señales a los distintos agentes, sean ellos públicos o privados, acerca de la escasez relativa de los recursos hídricos.

Otras importantes características que se estiman indispensables para que la autoridad hídrica de adecuada gobernabilidad al sector se refieren a que tenga un elevado nivel jerárquico, permita la consolidación de las múltiples facultades y responsabilidades relativas a la gestión del agua, tenga una capacidad administrativa real y disponga de una autonomía efectiva.

Otra consideración importante es que, dadas las complejidades técnicas del agua, un buen número de países respetan los criterios administrativos con respecto a cuestiones que requieren conocimientos profesionales específicos: "las cuestiones de hecho deben ser determinadas en primera instancia por los funcionarios a cargo de la administración

³⁹ *Water Resources Management* (The World Bank, Washington, D.C., 1993) 45; también ver PB-211921 *Water Resources Planning* (National Water Commission, Springfield, junio de 1972) 46.

del agua ... esta conclusión técnica sobre hechos es final ... a menos que aparezca irracional o arbitraria ...”⁴⁰

Sin embargo, algunos sistemas, como el de Chile, han elegido limitar los roles administrativos en asuntos relacionados al agua. Como resultado de esto, se argumenta que muchos de los conflictos de agua han ido a Cortes y Juzgados superiores, cuyos desempeños han sido bastante erráticos, justamente por falta de conocimientos técnicos.⁴¹ Por lo menos un documento sugiere que la jurisdicción administrativa en Chile tenga mayores poderes, a semejanza de Mendoza en Argentina.⁴² En California ha sido sugerido que los aumentos en efectividad y neutralidad de las instituciones de supervisión, son una de las condiciones que llevan a la formación de mercados de agua.⁴³

3. Racionalidad económica y demanda social

En países como los de la región, resulta habitual que exista una fuerte tensión entre las expectativas de la población en orden a mejorar su calidad de vida y las restricciones económicas. Esta tensión repercute en el proceso de toma de decisiones y deriva en controversias en torno a la aplicación de determinados criterios económicos, y, en ocasiones, en graves dificultades para la gobernabilidad efectiva del sector y la preservación de la paz social. Estas tensiones están claramente ilustradas en el caso de la gestión de la provisión de los servicios de agua potable y saneamiento, en el desarrollo de las actividades de riego y en el tratamiento de la asignación de recursos hídricos en condiciones de escasez.

- **Agua potable y saneamiento**

En esta materia existe en muchos de los países un problema crítico, que se refleja en el desfinanciamiento crónico de los servicios, las bajas coberturas en los sectores pobres y el encarecimiento de la provisión. En estos casos las tarifas están contenidas por la escasa capacidad de pago, lo que incide en una gestión ineficiente. Por otra parte, cuando hay subsidios, los mismos están orientados a la oferta, produciéndose subsidios cruzados, con sus negativas consecuencias respecto a eficiencia, equidad y competencia. Los elementos señalados configuran un verdadero círculo vicioso que empuja a una baja calidad del servicio.

Algunos países, como Chile, han implementado con éxito subsidios a la demanda focalizados en los sectores pobres, pero en muchos otros resulta difícil implementar esta alternativa, por las debilidades del propio Estado. Estas debilidades incluyen la falta de capacidad administrativa y de fiscalización que permita realizar un adecuado seguimiento de la utilización de los subsidios. Los casos de Cochabamba, con sus conflictos sociales, y de Buenos Aires, con su falta de previsión original para cobertura de los marginales, son ilustrativos de este serio rezago.

⁴⁰Supreme Court of Nebraska, “Water Law, Resource Use and Environmental Protection” como citado por Frank Trelease (West Publishing Corporation, Minneapolis, 1974) 97.

⁴¹ Carl Bauer, *Water Markets and the Principles of Dublin* (Berkeley, septiembre de 1996).

⁴² John Briscoe, “Water Resources Management in Chile: Lessons from a World Bank Study Tour”, *Working Paper* (The World Bank, enero de 1996) 9.

⁴³ Haddad, 390-91

- **Apoyo estatal a la agricultura de riego**

Desde el punto de vista social y productivo, el riego permite un sustantivo aumento del empleo agrícola e incrementa en forma significativa su competitividad. Por ello, generalmente existe una presión de los sectores agrícolas para financiar por el Estado el desarrollo del riego. Sin embargo, en la mayoría de los casos las evaluaciones ex-post de las inversiones en el sector muestran una escasa eficiencia productiva e inclusive inequidad social. Por otra parte, el sector agrícola presenta en el comercio internacional una generalizada distorsión por los subsidios de los países más desarrollados.⁴⁴ En estas condiciones, las políticas de apoyo al riego que llevan los gobiernos podrían resultar conflictivas, en especial en relación con materias tales como la competencia por recursos financieros con otras actividades que pudieran presentar una mayor rentabilidad social, la recuperación de las inversiones mediante el pago de los agricultores, la política de subsidios a los sectores más pobres y el resguardo del efectivo cumplimiento de los proyectos según su concepción original.

- **Asignación de recursos hídricos**

La asignación de los recursos hídricos en zonas de escasez, genera tensiones entre el interés social (uso doméstico, agrícola) y el beneficio económico (minería, industria, hidroelectricidad), que muchas veces no encuentran cauces de solución. En algunos sistemas, el conflicto se resuelve en función de declarar una prioridad para agua potable y saneamiento, con un cierto sacrificio de la búsqueda de mejores soluciones desde la perspectiva de una asignación que incorpore criterios económicos; además, de la definición de una prioridad de uso no contribuye a dar una señal clara del nivel de escasez y favorece la ineficiencia en la actividad que ha sido privilegiada. Por otra parte, la competencia económica por los recursos hídricos en ciertos casos presenta una escasa legitimidad desde el punto de vista de la opinión pública. Esto es particularmente cierto cuando no se anteponen mecanismos para la protección de usuarios tradicionales o aborígenes, o si los hay, cuando por dificultades de interlocución técnica o jurídica, dichos mecanismos no resultan creíbles para los involucrados. Al respecto, conviene destacar que muchas veces la determinación de las afectaciones de usos por nuevas extracciones es una materia que desde un punto de vista técnico puede ser muy compleja. Los casos relativos a la explotación de las aguas subterráneas del norte de Chile son típicos de esta problemática.

4. El papel del Estado y la regulación de los servicios asociados

La región ha privatizado un número significativo de servicios de agua potable y saneamiento. El proceso de privatización ha obedecido a una serie de motivos financieros y filosóficos y se ha venido implementado desde mediados de los ochenta, con ritmos, cobertura y profundidad diversos según los países. Se acepta en general que por la relevancia de los servicios de agua potable y saneamiento, sus características monopolicas, la disparidad entre usuarios y prestadores, y sus impactos ambientales, los mismos requieren regulación de precio, condiciones y calidad de abastecimiento e

⁴⁴ New York Times, Sunday Magazine, "The Fix Trade Fix" Tina Rosenberg, agosto 18, 2002. Se afirma que el maíz norteamericano se comercia internacionalmente con subsidios que permiten venderlo a un 20% del costo de producción.

impactos ambientales. También se acepta que la regulación debe estar a cargo de reguladores independientes y estables.

La post-privatización ha ido acompañada, sin embargo, de algunas inquietudes: marcos regulatorios determinados por sectores de interés predominante, la insatisfacción con los mecanismos de protección de los usuarios, las limitaciones de los enfoques economicistas teóricos, el control de *holdings* y monopolios, y las fallas técnicas en algunos sectores.. Así, aparecen como temas de preocupación general la vulnerabilidad de los reguladores a la captura, la ambigüedad en cuanto a su independencia, la no aplicación del concepto de retornos e ingresos razonables, la monopolización de infraestructura esencial, el control unilateral de algunos recursos que constituyen insumos claves, y otros tópicos, como transferencias de precios y falta de información y contabilidades que permita un seguimiento y monitoreo de las compañías proveedoras de servicios.

También se ha destacado que se aplican al agua supuestos de competencia propios de actividades más dinámicas, que los niveles de cobertura de la población de menos recursos no hayan mejorado, y que por los presupuestos de los sistemas que se aplican no se hayan contemplado adecuadamente cuestiones de escala y eficiencias, información, y estructuración de subsidios a los más pobres. Por otro lado, se han presentado problemas de oportunismo contractual, postergación de inversiones y desconocimiento de intereses ambientales. Fundamentalmente, la preocupación con la seguridad de ingresos empresarios ha llevado a conferir garantías y estabildades que eventualmente pueden restar incentivos a la eficiencia de las empresas y además privilegiar sus retornos al punto de desvincularlas de la performance del resto de la economía, y convertirlas en un vector de regresión. Esto dentro de marcos legales y contractuales rígidos.

Las diferencias entre los enfoques rígidos, con prescripción de ganancias especificadas de la región y el enfoque pragmático, empírico, basado en la racionabilidad y el balance del sistema norteamericano, en general, es notable.^{45 46}

Uno de los mejores ejemplos de esta clase de enfoque balanceado es la decisión del juez Holmes determinada por prudencia y equidad "entre Scylla y Charibdis": "Por un lado si una franquicia significa que la ganancia más alta que se puede obtener libre de competencia, es protegida por la garantía constitucional de la propiedad, entonces el poder de regular es nulo. Por otro lado, si el poder de regular elimina totalmente la protección de la propiedad, entonces ésta es inexistente. Esto no es materia de teoría

⁴⁵ Rogers Peter, "Water Governance", Borrador de Fortaleza preparado para el BID, febrero 4, 2002, p.4. "en la experiencia norteamericana y el pragmatismo de las escuelas anglosajonas de pensamiento, "el empiricismo las aconseja cuando resuelven problemas de gobernabilidad de aguas" y "la experimentación con derechos a través del tiempo ha llevado a los Estados Unidos a enfoques flexibles en materia de gobernabilidad." "Este enfoque permite ajustes cuando las condiciones económicas y sociales cambian porque no aspira a desarrollar instituciones que cubran de una sola vez todas las eventualidades posibles".

⁴⁶ Phillips, Charles, Jr. "The Regulation of Public Utilities" PUR, 1993, p.181, Arlington Va. USA, quoting Troxell, "Economics of Public Utilities", 224 "el concepto de retorno razonable de la Suprema Corte es en realidad una noción de zona de razonabilidad. La confiscación es el límite inferior. La explotación de los usuarios es el límite superior. Si el retorno es razonable éste debe caer entre estos límites. Claramente, las ganancias requeridas no pueden estar representadas por una suma específica, ni determinadas por una fórmula precisa. Mas bien variarán conforme a las condiciones económicas de ambas, la compañía y la economía."

económica sino de interpretación equitativa, de un trato. Ninguna de las interpretaciones extremas pueden haber sido consentidas. Un punto medio entre ambas debe ser alcanzado".⁴⁷

Esta clase de razonamiento tiene profundas implicaciones estructurales para la interpretación de derechos y la solución de conflictos. Provee estabilidad y confianza de largo plazo. Contribuye a la firmeza de la estructura social creando efectivamente una característica constitucional de compartir socialmente en tiempos buenos y aciagos. Una percepción social de compartir equitativamente es importante para la gobernabilidad. Previene frustración e inquietud social. Las asociaciones públicas y privadas tienen una dimensión de compartir beneficios y costos.

La "estabilidad" en el contexto de las decisiones arriba mencionadas, va más allá del cumplimiento de un contrato o de la interpretación de una ley. Significa estabilidad social de largo plazo aún a expensas de tener que crear variables en la ejecución de un contrato, o en la extensión de un derecho, teniendo en cuenta que la razonabilidad sea preservada y que no existan confiscaciones, es decir, que no haya un forzamiento para que las compañías trabajen a pérdida. En ciertos casos las Cortes norteamericanas han resuelto que a fin de determinar cuando hay pérdidas se verifiquen los ingresos no solo de una compañía concesionaria sino también de sus asociadas vinculadas al negocio principal⁴⁸ (el criterio de efecto total debe incluir ganancias en líneas de negocios relacionadas, aún no reguladas).

Desafortunadamente, la situación actual de América Latina parece no otorgar este tipo de enfoque razonable, pragmático, comprensivo y flexible a los derechos y contratos. Por el contrario, el status quo de la actual legislación de aguas y de servicios públicos y acuerdos para la protección de la inversión, enfatizan la seguridad unilateral y contractual, aun si el contexto de las condiciones cambia. En este sistema algunos argumentan que existe confiscación cuando alguien tiene que aceptar una ganancia más baja que la esperada incluso si existe rentabilidad. Así, no es extraño ver que los titulares de servicios públicos tienen garantizado retornos y tasas de cambio y tasas de interés. Esto a pesar de que distinguidos especialistas del Banco Mundial han puntualizado que esta clase de garantías pueden eliminar los beneficios de las privatizaciones suprimiendo incentivos para seleccionar y manejar programas y proyectos en forma eficiente.⁴⁹

Además, estas garantías imponen en los hechos serios pasivos contingentes en los presupuestos nacionales. También crean dos clases de actores económicos: los que tienen todas las garantías a despecho de cambios en circunstancias, y aquéllos, usualmente ciudadanos ordinarios, que no tienen ninguna. En tiempos de crisis, estos pasivos contingentes hieren plenamente a los sistemas donde operan. Mientras la economía general tropieza y la actividad económica decae y la población sufre, las sociedades de servicios públicos reclaman pago pleno y actualizado. En contraste, en los Estados Unidos, en tiempos de la depresión, los jueces y las cortes reconocieron una

⁴⁷ Phillips Jr., 1993, p. 411, quoting Cedar Rapids Gas Light Co. vs. Cedar Rapids, 223 U.S. 665, 669 (1912).

⁴⁸ Casos Covington 1896, Natural Gas, 1942; Andrus 1979; Duquesne 1989.

⁴⁹ Thobani, Mateen, "Private Infrastructure, Public Risk", Finance and Development, March, 1999.

declinación en las tasas de interés y las ganancias de las empresas en todo el país, y eran anuentes a aceptar tasas de retorno más bajas en los servicios públicos.⁵⁰

Ello ha redundado en que temas relacionados con los servicios públicos ocupen actualmente un lugar destacado en el debate sobre la agenda pública en la región. El proceso de transformación en marcha está plasmando nuevas modalidades de organización (productiva e institucional) y de coordinación de actividades que hasta hace poco tiempo eran controladas directamente por el Estado a través de empresas públicas.

Las nuevas modalidades de coordinación de las actividades de servicios públicos plantean dos tipos básicos de problemas que requieren de respuestas en términos de esquemas regulatorios. En primer lugar, la racionalidad de las decisiones de los nuevos actores privados (maximizar ganancias) no tendrá que coincidir necesariamente con las finalidades sociales globales a las que deben responder necesariamente actividades tan básicas como las de los servicios públicos (requerimientos de cobertura, calidad y costo) (Phillips, 1993). Por tanto, es necesario que existan ciertas disposiciones y mecanismos regulatorios que impidan apartamientos significativos entre aquella racionalidad y esas finalidades sociales básicas.

En segundo lugar, buena parte de las actividades de servicio público no tiene naturalmente las características adecuadas para que actúen los mecanismos propios de los mercados competitivos. En tales actividades, el “ámbito de acción del mercado” debe ser construido por medio de la reorganización productiva y a través de mecanismos institucionales y regulatorios

La calidad no sólo de los mercados, sino además de la regulación dependen del contexto discreto donde se insertan y de las actitudes y hábitos de la población específica, un hecho que frecuentemente se ignora al hacer recomendaciones con supuestos efectos universales⁵¹

En tal sentido, vale destacar que si bien la región ha recibido una cantidad significativa de asesoramiento internacional sobre aspectos económicos y manuales, diseñados ad-hoc, sobre cómo tratar diferentes problemas, poca ha sido la información sobre aspectos regulatorios interdisciplinarios operativos, particularmente la dinámica doméstica legal de la regulación en sistemas maduros, que se ha incorporado directamente desde los países de origen (Inglaterra, USA, Francia). Así, para superar los problemas del sector agua potable:

- "Se planteó la necesidad de la *“desintervención política”* de los servicios a través de tres instrumentos interrelacionados: un nuevo Marco Legal que pauté la adecuada separación de roles y la creación de instancias regulatorias independientes; una política y estructura de tarifas que garantice la sostenibilidad económico /financiera de los servicios y, por último, la incorporación de operadores privados que puedan mejorar la eficiencia de los mismos y separar, suficientemente, la operación de los servicios de las funciones rectoras, reguladoras y de control del Estado".

⁵⁰ Phillips, *op. cit.* p. 378, y casos citados allí.

⁵¹ Entrevista a Stiglitz, New York Times, 1999.

- Sin embargo: "A pesar del esfuerzo realizado, la región continúa presentando un alto grado de exclusión de los servicios. Lo que es más preocupante aún, la velocidad de superación de los problemas de cobertura ha sido inferior durante la última década en relación con lo logrado en periodos anteriores y particularmente, durante la década de los sesenta que fue cuando América Latina realiza el salto cuantitativo, apoyado en una marcada preocupación por mejorar las condiciones de salud de la población." ⁵²

Obviamente, los problemas asociados a la regulación y provisión de servicios públicos se presentan tanto en servicios de agua potable, como en electricidad y riego. Se puede decir que los mismos se hacen presentes, con aspectos particulares, pero también con muchas bases comunes en todos los sistemas de prestación de servicios masivos a muchos consumidores sin condiciones de competencia perfecta.

Así, en generación eléctrica, el diseño defectuoso de sistemas de otorga de derechos puede favorecer la concentración de derechos de generación en unos pocos generadores, facilitando poder de mercado y creando barreras a la entrada y la competencia.⁵³

Los servicios de riego y drenaje, cuando son provistos por empresas privadas, están sujetos a regulación como si fueran servicios públicos. Hay pocos ejemplos de compañías privadas proveyendo esta clase de servicios, y los que se pueden encontrar, fundamentalmente en Estados Unidos (Carey Act and, Carrier Ditch Companies) indican que las mismas tuvieron problemas graves, incluyendo inhabilidad para financiar obras, sobreestimación de recursos de agua disponible, errores de ingeniería, y subestimación de costos.⁵⁴ En cualquier caso, la regulación de estos servicios incluye el derecho del usuario a la continuidad del mismo, a una asignación equitativa, y a regulación de tarifas por las comisiones regulatorias. Esta regulación es una consecuencia lógica de la posición monopólica del prestador.⁵⁵

La regulación y el control estatal se aplica aun al caso de compañías estatales, como Bas-Languedoc, donde las tarifas son aprobadas por el Gobierno Nacional, el que además designa un Comisionado, que tiene poder de veto.⁵⁶

El desigual poder entre entidades de riego y usuarios hace que en general sus decisiones, contabilidades, gastos, y programas sean cuidadosamente regulados, aun si las entidades consisten en usuarios, y no tienen motivos de lucro. Al respecto, es ilustrativo el caso del Maule, en Chile, en donde abusos en la distribución del agua, por parte de la entidad de usuarios requieren la intervención de la Dirección de Aguas.

5. El problema de los niveles: nación-provincia-municipios

⁵² Corrales, María Elena, *op. cit.* y páginas Nota 3, supra.

⁵³ Así, en el caso de Chile la Comisión Preventiva Antimonopolios ha recomendado que ningún otro derecho de agua sea otorgado en el ámbito hidroeléctrico hasta que las provisiones que garanticen el uso efectivo del agua sean incluidas en la ley de aguas (CPC 992/636; CR 480/97).

⁵⁴ John Davidson, "Distribution and Storage Organizations", in *Water and Water Rights*, Robert E. Beck, Editor in Chief, 1991 Edition, The Michie Company, Charlottesville, Va., Vol. 3, p.493

⁵⁵ Davidson, *op. cit.* p. 495-500

⁵⁶ United Nations, "Abstractions and Use of Water", 1972, p. 109.

El tema de los niveles adecuados de gestión del agua y sus servicios es particularmente complejo y conflictivo, puesto que como recurso, no reconoce límites administrativos e institucionales y como servicio está sujeto a economías de escala y ámbito. Además, tiene un impacto directo en actividades comerciales o de transporte o de servicios, como la generación eléctrica, que se gestionan a una escala nacional. Estos problemas se complican en aquellos países con sistemas federales, en aquellos que han optado por radicar a nivel municipal los servicios de abastecimiento de aguas, y en los países unitarios con fuertes regionalismos.

Las relaciones entre centralización y descentralización de actividades parecen demostrar que más que un problema de opciones radicales, lo importante es estructurar sistemas equilibrados, donde las atribuciones legales y políticas sean asignadas a niveles de gobierno adecuado, y donde los roles del sector público y privado, en sus diferentes niveles, sean complementarios. Al respecto, resulta de interés señalar que en Colombia, en un estudio de la CEPAL para el Banco Interamericano, se destacó que la descentralización sin análisis factual de ciertas actividades ha resultado en pérdida de economías de escala y que la entrega de responsabilidades a entidades locales que no están técnicamente capacitadas y la sujeción de entidades de cuenca a presiones políticas no resultan en el mejor manejo del recurso.⁵⁷

Algunos países han tratado de solucionar los problemas derivados de diferentes jurisdicciones nacionalizando el agua y su administración, pero esta alternativa presenta muchas veces el inconveniente de la excesiva centralización.

En países federales se ha recurrido a declarar que ciertos usos del agua, como navegación internacional e interprovincial; que ciertos productos, como electricidad en algunos casos, y que varios intereses públicos, como la contaminación y actividades ecológicas; son jurisdicción nacional. También se ha recurrido a acuerdos interjurisdiccionales y a organizaciones de cuencas.⁵⁸ En este sentido Brasil ha enfatizado la importancia de los "Comités de Cuencas", como instituciones adecuadas de manejo.

Curiosamente, los organismos de cuencas han sido usados en países unitarios para asegurar una mejor participación local. Esto comprobaría que los arreglos institucionales apropiados son una función de la naturaleza del recurso más que de la filosofía política u organizativa de un país en particular

Cabe destacar que en el campo del agua y saneamiento el país más exitoso de la región, Chile, adopta un modelo propio, donde capitaliza economías de escala y alcance para satisfacer en forma eficiente la cobertura de servicios sobre la base de empresas regionales, que cubren un área significativa de territorio. Esto mientras los países que han adoptado modelos de base política muy atomizada al nivel de municipios presentan graves dificultades, con municipios pobres y ricos y esquemas de subsidios que no

⁵⁷ Solanes Miguel y David Getches, "Prácticas Recomendables para la Elaboración de Leyes y Regulaciones Relacionadas con el Recurso Hídrico", publicado por el Banco Interamericano de Desarrollo como Informe de Buenas Prácticas, en 1998. Incluye un análisis de principios de legislación de aguas en Brasil, Chile, Colombia, Costa Rica, El Salvador, Estados Unidos, Jamaica y México

⁵⁸ Gobernabilidad del Agua: Posición de los Técnicos Brasileños Sobre el Documento Básico de Peña y Solanes, Buenos Aires, Enero 23, 2003.

funcionan. Por otro lado, la presencia de unidades mayores previene la excesiva fragmentación operativa que torna ineficaz el esfuerzo regulatorio.⁵⁹

6. Participación social

La participación de usuarios e interesados sea en tareas de campo, sea en la integración o consulta con órganos de administración y política es una característica importante de algunas zonas áridas y semiáridas. En Sudamérica son bien conocidos los casos de Mendoza y San Juan en Argentina y el caso de Chile. El antecedente español que influye en estos sistemas desde la conquista es también de conocimiento común entre los especialistas en aspectos institucionales del manejo del agua. Se aboga que la participación produce una inmediatez entre administración e interesados, baja los costos de la administración central y asegura la consideración de los intereses de los usuarios.

Sin embargo, estudios de campo y manifestaciones de entrevistados parecen indicar que aún hay un largo trecho que recorrer en asegurar el acceso de los usuarios y el público al sistema de toma de decisiones vinculadas al agua.

Las falencias participativas son varias: i), condiciones sociales que la limitan; ii), determinación limitada de los temas donde el público y los usuarios participan; iii), falencias en la información y oportunidad de que se la proporciona al público; iv), falta de determinación de mecanismos alternativos y capacidad de decisión final cuando la participación no llega a conclusiones oportunas, tanto en sustancia como en tiempo; v), captura de las entidades de usuarios por grupos o sectores que usufructúan las entidades en su provecho propio; vi), deficientes controles estatales; vii), la ignorancia, por parte de quienes pretenden delegarles todas las atribuciones del manejo de agua, que estas instituciones están fundamentalmente preocupadas por los intereses de sus miembros activos, en sus zonas geográficas; viii), desconocimiento de que no sólo titulares de derechos y usuarios de aguas pueden tener intereses legítimos vinculados al recurso, por ejemplo su rol como elemento ambiental.

Desde una perspectiva sociológica se observa que en ciertas áreas los grupos de usuarios privilegiados ocupan una posición dominante, tienen un grado más alto de instrucción, están mejor organizados, y son poderosos en las negociaciones colectivas destinadas, por ejemplo, a mantener bajas las tarifas del agua. Estos tienen más influencia que los campesinos más pobres. En cambio, los usuarios pobres tienen que acatar las reglas del clientelismo político.⁶⁰

Un ejemplo relevante de rezago participativo es que los intereses e inquietudes de las poblaciones locales no han sido prioritarios al planificar el aprovechamiento del agua. La indiferencia por los derechos tradicionales se ha identificado como uno de los factores principales de los conflictos vinculados con los esfuerzos de desarrollo y con su

⁵⁹ Corrales, *op. cit.*

⁶⁰ Kemper, K.E. "The Cost of Free Water: Water Resources Allocation and Use in the Curu Valley, Ceará, Northeast Brasil", 1996, Linkoping Studies in Arts and Science, No 137, Linkoping, Suecia, p. 193-200 y Hearne FF y otros, "Water Allocations and Water Markets: an analysis of gains from trade" Technical Paper No 315, Banco Mundial, Washington DC.

falta de éxito en algunas partes del mundo. También se ha manifestado inquietud por el descuido de los valores e intereses sociales vinculados con el agua.⁶¹

Los usuarios y otros interesados en el recurso pueden participar en audiencias o consultas públicas destinadas a analizar políticas, programas, proyectos o legislación. Aunque el mecanismo se destina fundamentalmente a abrir espacios de participación, su sola creación no significa que vayan a participar todos los interesados, asegurando con ello un equilibrio de intereses o decisiones más racionales.⁶²

Por ello, los estados deberían estimular y facilitar la participación de las partes interesadas dándoles acceso a datos, autorización para actuar en reuniones y, en general, posibilidad de expresar opiniones y posiciones.⁶³ Esta necesidad se confirma con una experiencia reciente de Sudáfrica: en una consulta pública sobre la próxima legislación de aguas, las industrias entregaron respuestas amplias y varias organizaciones e individuos respondieron también en forma positiva. En cambio, no formularon observaciones ni las organizaciones comunitarias ni las comunidades rurales o los comités de aguas a nivel de aldea. Los organismos no gubernamentales hicieron muy pocos comentarios.

Un buen ejemplo de creación de oportunidades de participación es la jurisprudencia norteamericana en la esfera ambiental, en que se ha ampliado el campo en que los ciudadanos pueden apelar ante la ley con una mayor flexibilidad para habilitar la acción de grupos o individuos con intereses distintos de los económicos personales tradicionales.

La participación se ve afectada cuando no hay marcos jurídicos que posibiliten la acción pública. A su vez, la existencia de esos marcos se ve afectada por las diferencias de posibilidades de acceso a los que toman las decisiones políticas y la capacidad de cabildeo de grupos de presión con intereses distintos. Si bien varios países han promulgado normas sobre el medio ambiente y participación respecto de los impactos ambientales, los reglamentos de evaluación económica y condicionamiento de los proyectos por motivos económicos, recurribles por el público o por terceros, son escasos o nulos.

Incluso los proyectos más deficientes no pueden ser cuestionados por los miembros del público por motivos económicos. En este sentido, el usuario de la mayoría de los países está limitado por dos factores: la falta de reglas sustantivas obligatorias para evaluar la eficiencia económica de la inversión pública y, por ende, la existencia de normas rígidas que sólo otorgan legitimación sustancial activa para actuar en defensa de los derechos económicos personales tradicionales.

⁶¹ Barraqué B. Water Management in Europe: beyond the privatization debate, Flows and Stocks of Fixed Capital, No 7, Paris, OCDE, marzo, 1992; también Integrated Water Resources Management in China: the scope for change, Nanking International Symposium, 22-25 de abril de 1997.

⁶² Barraqué, 1992, p. 9; Mitchel B. (ed) Integrated Water Resources Management, International Experiences and Perspectives, London, Behaven Press.

⁶³ Haddad, Brent Michael "Evaluating the Market Niche Why long term rural to urban to urban interregional markets for water have not formed in California", Berkeley, California, University of California, 1996, p.392.

Un proyecto en América Latina, ejecutado por Consumer's International (financiado por la United Kingdom Overseas Development Administration), parte de la premisa de que los intereses de los consumidores no están bien representados en los procesos normativos que regulan los servicios de utilidad pública de agua en América Latina. Esto obedece a barreras institucionales así como a la falta de información y conocimientos técnicos entre las organizaciones de consumidores. De hecho la comparación entre las prácticas participativas en servicios públicos privatizados en América Latina y otros países es penosa, cuando se contrastan las obligaciones de información y las modalidades de intervención. En los varios años de la privatización de Buenos Aires ha habido una sola audiencia pública, con información y con tiempos muy limitados.

La relevancia de la información adecuada y oportuna al público no puede enfatizarse bastante. Existen casos en la región en los cuales la opinión pública se ha pronunciado a favor de proyectos de obras con tasas de retorno negativos, en casos en que las encuestas al respecto no hicieron mención de este hecho, y la manera de plantear las preguntas de la encuesta fue no específica en lo que hace a variables en las fuentes de financiación, tasas de retorno y grupo beneficiario.

El enfoque de la participación y organización comunitaria provee nuevas estrategias participativas. Durante la última década la Agenda Local 21(AL21) ha probado ser un enfoque efectivo para la solución de los problemas concretos que enfrenta la comunidad.

La comunidad (residentes, usuarios, instituciones públicas y privadas, empresas y negocios locales) se ve por este mecanismo llamada a la generación de consensos a partir de una visión común sobre el futuro deseado para la comunidad de un territorio determinado.(Ejemplos hay muchos y su efectividad ha sido registrada -ICLEI 2002, Rio+10).

El principio detrás de esta apuesta por la participación comunitaria es el de la búsqueda de equilibrios entre los diversos intereses del desarrollo, de la empresa privada, el medio ambiente y la comunidad. La creación de la conciencia ciudadana y colectiva fundada en valores y acuerdos colectivos respecto de temas de interés como es el caso de la provisión de servicios, de la protección ambiental y en particular del manejo y gestión del recurso hídrico, constituye en estos casos una herramienta para la promoción del desarrollo.

7. El dilema ambiental

Como se ha señalado, el tema ambiental ha adquirido en los últimos años creciente importancia en la región y frecuentemente es motivo de situaciones altamente polémicas, que reflejan la inexistencia de un consenso social acerca de la materia.

Los problemas que se presentan están referidos a la manutención de la demanda ambiental, a la contaminación de ríos, lagos y acuíferos, y a la construcción de grandes obras hidráulicas.

- **Conservación de la demanda ambiental**

El resguardo de la demanda ambiental frente a la explotación excesiva de los recursos hídricos para otros fines, resulta especialmente conflictiva en las zonas áridas y semiáridas, ya que en esos casos adquiere una gran connotación económica. Lo anterior es aún más grave cuando se trata de situaciones consolidadas por un largo tiempo de uso. A lo anterior se debe agregar las dificultades técnicas y la incertidumbre asociadas a la definición de un nivel de protección de los ecosistemas.

- **Control de la contaminación de las aguas**

En esta materia, el déficit de la región es de una gran magnitud y su solución supone la implementación efectiva de arreglos institucionales orientados a ese propósito y la derivación al tema de importantes recursos financieros que compiten con otras inversiones de carácter social o productivo. En este sentido, junto con constatarse una creciente conciencia acerca de la necesidad de corregir la situación existente, resulta difícil identificar un mecanismo de financiamiento adecuado y aceptado por la población. En el caso de la contaminación por aguas servidas urbanas, ello es evidente si se consideran las dificultades para establecer un sistema financiado de abastecimiento de agua. Una situación parecida se presenta en relación con la contaminación por residuos industriales, en especial cuando se trata de industrias pequeñas o medianas con un bajo desarrollo tecnológico. Otro aspecto que refleja las dificultades de construir una gobernabilidad efectiva en esta materia se refiere a las limitaciones de la administración para abordar temas tales como la fiscalización y vigilancia de vertidos clandestinos, en especial a los acuíferos, y de controlar la contaminación difusa.

- **Construcción de grandes obras hidráulicas**

En general, en América Latina, en los últimos años se han implementado, con distintas modalidades, sistemas de evaluación del impacto ambiental de los nuevos proyectos. Con frecuencia los grandes proyectos hidráulicos resultan altamente conflictivos y muchas veces generan una atención pública que trasciende los límites nacionales. Por otra parte, no siempre los sistemas establecidos tienen un nivel elevado de credibilidad en la opinión pública, los verdaderos intereses de la comunidad resultan adecuadamente representados y fácilmente las oposiciones se transforman en juicios de duración y resultados imprevisibles. Esta situación se ha traducido de hecho en algunos países en un desincentivo para la inversión privada en dichos proyectos. Desde la perspectiva del aprovechamiento de los recursos naturales el punto no resulta irrelevante si se recuerda que sólo una fracción menor de los recursos hídricos de la región es actualmente aprovechada, particularmente en electricidad.

8. Protección de intereses de etnias y usuarios consuetudinarios

En un buen número de zonas de la región se produce conflictos sustanciales entre usuarios tradicionales indígenas y campesinos, y actividades económicas, como minería y riego. También se dan casos en los que la extracción de aguas subterráneas para abastecer ciudades afectan usos y ecosistemas tradicionales. Existen países en los cuales, en mayor o menor medida, se han elaborado regímenes de protección de derechos indígenas, sea en su totalidad o para aspectos parciales de los mismos. En

Brazil, la Constitución de 1988 y la ley 6001/73 contienen normas a este respecto. En Chile, la ley 19253 protege los derechos consuetudinarios de las etnias norteañas. En Colombia la Constitución y la ley 21/1991 reconocen derechos sobre tierras tradicionalmente ocupadas y recursos territoriales.

Sin embargo, no todos los países de la región elaboran cuidadosamente una definición clara de derechos y obligaciones de sectores interesados y del gobierno, ni de medios substantivos y procedimentales para la defensa de intereses étnicos y consuetudinarios. Los resultados son situaciones de indefinición y ambigüedad que crean incertidumbres e inseguridad legal, y, además, no se traducen en el respeto efectivo de los intereses protegidos.. El problema se agrava por la incapacidad o falta de voluntad o medios que muchos grupos tienen para apelar a la legislación común para proteger o consolidar sus derechos. Debe destacarse que existe una notable diferencia en la manera en que se regulan los derechos de la población aborigen en América Hispana y en Estados Unidos. En este país las decisiones judiciales han acordado en forma operativa altísima prioridad al derecho indígena que el derecho vigente respeta y hace aplicar.

La debilidad de los sistemas de protección de usos abarca usos con derivación, es decir, extractivos y usos sin derivación, esto es usos in situ, asociados al régimen natural de las aguas. Estos incluyen actividades tales como la pesca, o el abrevadero, o aún el uso de pastizales resultantes de la ocurrencia de aguas. El caso más frecuente es la destrucción de hábitats tradicionales en pro de derechos de riego, minería, abastecimiento de ciudades y energía. Los usos consuetudinarios destruidos no son considerados en evaluaciones de proyectos ni mucho menos compensados.

Parte del problema es que en general las legislaciones no reconocen usos consuetudinarios no apropiados, como actividades pesqueras en lagos. Existen casos en la región en los cuales desarrollos de aguas, para riego, con otorgamientos formales de títulos, resultan en la destrucción de usos pesqueros consuetudinarios con efectos negativos para la subsistencia y las economías de grupos relevantes de población.⁶⁴

Existe además la necesidad de definir una estrategia operativa con respecto al reconocimiento de derechos étnicos y consuetudinarios. El derecho consuetudinario y el reconocimiento de derechos y usos consuetudinarios no son la misma cosa. No basta reconocer idealmente una estructura de derecho consuetudinario. Se debe además reconocer los derechos específicos que resultan de la misma, o compensarlos. Esto demanda una importante actividad estatal de relevamiento, mensura y registro.

El problema de falta de especificidad en la definición de los derechos protegidos se ve agravado cuando se firman acuerdos para la protección de inversión extranjera, y los usos consuetudinarios no se encuentran ni reconocidos por legislación específica ni protegidos por reconocimientos y registros en la legislación ordinaria. En estos casos un inversionista bien podría reclamar que no es razonable que tenga en vistas estos usos y derechos, considerando que no había forma legalmente reconocida de los mismos.

9. Solución de conflictos

⁶⁴ Por ejemplo el caso de Laguna Vera, en Paraguay.

Dado que el agua es un recurso en flujo, con gran versatilidad de usos y funciones, relativamente cada vez más escaso y que presenta abundante externalidades a nivel de las cuencas, su potencial para generar conflictos es ilimitado. El potencial conflictivo del recurso se agrava cuando los países y la comunidad internacional no prevén normas adecuadas tanto en forma como en sustancia, y en la atribución de capacidad decisoria a un ente específico. El conflicto que perdura demora y desalienta inversiones, y perjudica la conservación. Como los conflictos pueden involucrar desde particulares hasta a municipios, provincias y estados, instituciones, sectores y naciones, el problema es de magnitud. En este escenario, la inexistencia de un sistema eficaz y oportuno de resolución de conflictos resulta crítico para la gobernabilidad del sector.

A este respecto, la incapacidad administrativa de resolución de conflictos es, en la práctica, un limitante grave. Sin la opción del tercero decidor las partes que se benefician del "status quo" en un conflicto no tienen incentivos para negociar soluciones, pues se benefician de la situación que el otro objeta. Esta posición, que es más clara en la legislación chilena, contrasta en forma notable con los poderes de la administración de aguas en otros sistemas, como el norteamericano o el mendocino en Argentina, en los cuales la administración tiene capacidad de decisión. Estas capacidades no se han trasuntado en arbitrariedades por la calidad de las administraciones y por la existencia de garantías procesales y constitucionales adecuadas.

Es conveniente mencionar que existe una tendencia a tratar de reemplazar la jurisdicción obligatoria del Estado con tribunales arbitrales. Hay ciertas dudas sobre la performance de estos tribunales cuando se trata de materias de interés público.⁶⁵

Ahora bien, el afirmar que se requiere contar con una jurisdicción de decisión obligatoria como incentivo a la negociación, no quiere decir que la misma sea exclusiva. Proveído que exista una jurisdicción obligatoria y que la parte no beneficiada del "status quo" no quede en indefensa absoluta, la legislación puede ser flexible respecto de, y aún promover, medios alternativos de solución de conflictos.

Lo que es fundamental es contar en todos los niveles con criterios que se puedan aplicar a la resolución de conflictos y autoridades responsables por su aplicación.

⁶⁵ Hay medios (véase por ejemplo el artículo "*Nafta's powerful little secret*" por Anthony DePalma en *The New York Times* del 11 de marzo de 2001) que mencionan que estos tribunales han conducido a la revocación de leyes nacionales y al cuestionamiento de sistemas de justicia y de leyes ambientales. Dentro del marco del Nafta algunos argumentan que sus peores temores acerca de gobierno anónimo se han visto confirmados. Ambientalistas, grupos de consumidores y otras organizaciones están seriamente preocupados acerca de la forma en que estos tribunales influyen la aplicación de las leyes. Así, arguye Joan Claybrook, presidente de *Public Citizen*, "De lo que estamos hablando aquí es de gobierno secreto". Según Andreas Lowenfeld, un experto en comercio internacional en la *New York University School of Law*: "No hay duda que las medidas referidas representan una expansión de los derechos de las empresas privadas en relación a los gobiernos ... La pregunta es si esto es bueno". Según Martín Wagner, director de programas internacionales en la *Earthjustice Legal Defense Fund*: "El hecho de que los redactores del Nafta eligieran un procedimiento de tipo no abierto ... es más evidencia que ellos no estaban anticipando que estos paneles tuvieran ante sí materias de amplio interés social". Los críticos del sistema aseveran que cada desafío ante estos organismos erosiona la política pública. La falta de un sistema de apelaciones tradicional, transparencia, y precedente legalmente obligatorio ha determinado, que al menos en las tres naciones del Nafta, mucha gente sea cautelosa y circunspecta con respecto a este método de resolver disputas.

En muchos casos se delegan facultades resolutorias a organizaciones de usuarios, entidades administrativas, distritos y otras circunscripciones. En esta materia, por ser de interés público es importante garantizar la representatividad efectiva de los usuarios, en especial de los sectores más débiles y de las minorías, el derecho de defensa, y un sistema de apelaciones y acceso a foros que asegure que nadie quede en la indefensa y que los pleitos no se eternicen.

IV. EN BUSCA DE RESPUESTAS

1. El desafío de la gobernabilidad efectiva del agua: La ausencia de respuestas únicas

Estando el agua tan intrínsecamente ligada a las formas de ser de la sociedad y al entorno, no hay respuestas únicas ni fáciles que garanticen su gobernabilidad. Lo único que parece posible sugerir a este respecto es que mientras que se pueden proponer distintos modos de organización y contenido de los componentes formales de la gobernabilidad, como leyes y arreglos institucionales, cada sociedad tiene condiciones naturales, grupos y estructuras de poder y necesidades que deben ser objeto de atención específica en el proceso de diseño. De otro modo, se tiene el riesgo de no considerar los elementos que aseguren su viabilidad. En este sentido, una mención especial merecen la consideración de las siguientes aspectos:

- Las características étnicas y culturales prevalecientes, ya que cosmovisiones muy arraigadas pueden ser decisivas en la aplicabilidad de determinadas formas de gestión. En el caso de Chile, por ejemplo, se ha exceptuado del requisito de asignación individual a los derechos de agua de uso ancestral en la comunidades Aymaras y Atacameñas.
- La historia institucional del sector, considerando que ella ha generado prácticas que han sido aplicadas por generaciones en numerosas comunidades y frecuentemente constituyen un capital social extremadamente valioso para la gobernabilidad efectiva del agua.
- El marco económico, las ideas y prácticas sociales y económicas, la capacidad de los distintos actores existentes y sus condiciones socioeconómicas. En este sentido; cabe señalar que la creación de incentivos de mercado en el sector hídrico no puede ser el resultado de la aplicación de una política pública aislada del desarrollo general de la sociedad.
- La capacidad de gestión del Estado, ya que ella restringe las posibilidades prácticas de implementación eficaz de los arreglos institucionales.
- Las características climáticas, ya que, por ejemplo, resulta muy distinta la aproximación a los temas del agua en zonas donde predominan las condiciones de escasez de aquéllas en que es abundante. Este tipo de diferencias pueden resultar en que aún dentro de un mismo país, distintas regiones requieran distintos regímenes.
- Las características de distintos sectores del agua y sus servicios aún dentro de un mismo país. Así, Brazil ha hecho notar que mientras que la gobernabilidad del agua como recurso ha tenido avances de magnitud en los últimos años, la de los

servicios de saneamiento básico se encuentra limitada por falta de marco adecuado, cuestiones ideológicas y otros factores. ⁶⁶

Por otra parte, es importante recordar que el globalismo afecta los contenidos de la gobernabilidad en más de un sentido. Por un lado, los procesos internos son influenciados, más que nunca antes, por factores y agentes externos. Estos factores son múltiples y a lo largo de este trabajo se han dado ejemplos de estas influencias. Al respecto, lo más importante es tener conciencia del fenómeno e identificar aquellos factores o condicionamientos externos que pueden afectar seriamente la gobernabilidad.

2. El desafío de la gobernabilidad efectiva del agua: Lecciones y consensos generales

No obstante lo indicado en el punto 1 de este capítulo, se debe estar consciente de que cuando el régimen de un recurso o sus servicios presenta en forma consistente ciertas características; esto no es consecuencia de la falta de capacidad innovativa del sector sino probablemente de la naturaleza del objeto tratado. Esto es claro en las características más típicas de la legislación de aguas y sus servicios conexos.

De acuerdo a lo anterior, a continuación se presenta en forma tentativa algunas normas que según experiencias prácticas conocidas pudieran considerarse de validez bastante general.

En materia de legislación de aguas:

- Las leyes deben determinar en forma precisa que las aguas son bienes del dominio público del Estado.
- Al mismo tiempo deben prescribir en forma también precisa que los derechos que se otorguen para el uso del agua, en condiciones de, o que propendan al, uso efectivo y beneficioso, que no causen perjuicios ambientales, están protegidos por las cláusulas constitucionales de la propiedad privada. Este es el elemento legal fundamental de los sistemas que han promovido con éxito la inversión privada en el desarrollo del recurso.
- Sin embargo, y siempre que no haya un despojo funcional del contenido económico del derecho, las leyes pueden permitir que las maneras de ejercicio de los derechos, sean reguladas, con carácter general, en función de necesidades de sustentabilidad ecológica y social.
- Los sistemas de concesión de aguas y sus normas de otorgamiento deben ser uniformes y no admitir excepciones, a fines de prevenir su manipulación por intereses especiales.
- A este respecto, los derechos de agua se entregan cuando haya caudales disponibles, no se afecten derechos de terceros y requerimientos ecológicos y cuando, a juicio de la administración de aguas, el pedido sea consecuente con el interés público del uso de las aguas.
- Las únicas prioridades funcionales a efectos de otorga de derechos a petición de parte deberían ser los usos para bebida y saneamiento siempre que se establezcan resguardos para que lo anterior no impida generar señales claras acerca del nivel de

⁶⁶ Según resulta de comentarios efectuados por la delegación de Brazil en Samtac, Reunión de Buenos Aires, Enero 22-24, 2003

escasez del agua existente, y no conduzca a un uso ineficiente a partir de dicho privilegio. Ello sin perjuicio de la preservación de flujos o caudales por razones ecológicas. En caso de usos concurrentes con otros propósitos las autoridades de agua deben evaluarlos en sus méritos y en el caso de equiparación, adjudicar en función de licitación económica entre partes en disputa, prioridad de pedido, u otro criterio relevante.

- En situaciones de derechos y usos preexistentes al cambio legislativo, incluidos los tradicionales e indígenas, los mismos deberían como regla, ser reconocidos en la medida de su uso efectivo y beneficioso, tradicional y actual, sin perjuicio de que se impongan normas de uso adecuado.
- Es necesaria la existencia de instancias de planificación que permitan generar una visión compartida de la evolución futura de los recursos hídricos a nivel de las cuencas.
- Es importante un sistema de información público acerca de todos los elementos que inciden en la gestión de los recursos y además otorguen transparencia a las actuaciones que inciden en este bien perteneciente al dominio público.
- Los procedimientos para la implementación de estos recaudos sustantivos deben asegurar su vigencia.

También existen algunos principios fundamentales en materia de regulación de servicios públicos de agua y saneamiento. Estos incluyen:

- Servicio universal y no discriminatorio.
- Servicio adecuado en cantidad y calidad.
- Tarifas y ganancias razonables. Al respecto, es importante recordar que los procesos de privatización no hacen rentable en forma milagrosa lo que no lo es.
- Sistema de subsidio que, en lo posible, evite los subsidios cruzados en favor de la población con suficientes recursos económicos, y que, en cualquier caso, garantice a los sectores indigentes los consumos mínimos básicos.
- Control de transferencias; *holdings* y triangulaciones.
- Derecho a información adecuada y oportuna, tanto para reguladores como para usuarios.
- Contabilidades obligatorias, conforme a sistemas obligatorios.
- Uso de instalaciones fundamentales.
- Derechos a inspección, participación, oportunas y adecuadas.
- Máximo uso de economías de escala y ámbito.

En cuanto a la institucionalidad para el manejo del agua se van elaborando consensos en diferentes niveles:

- La autoridad responsable por el manejo y asignación de aguas debe ser independiente de usos sectoriales; con poderes y recursos conmensurados a su responsabilidad.
- La inserción del agua en el contexto ambiental puede resultar en una minimización de sus elementos como factor de desarrollo.
- Por lo que parece adecuado que el agua tenga su propia institucionalidad independiente y estable, aún cuando ella esté estrechamente vinculada a las entidades que den la visión estratégica del desarrollo nacional.

- Los organismos de cuenca son opciones validas para el manejo del agua, pero sus funciones deben diseñarse de manera tal que sean implementables y concentrarse fundamentalmente en agua, como lo demuestran los modelos probados de Francia y España, también deben tener poderes y financiación adecuada.
- Las organizaciones de usuarios son instancias de manejo útiles. Sin embargo, no pueden suplir al Estado, pues son inherentemente limitadas, y deben estar sujetas a controles adecuados.
- Debe existir un sistema de resolución de conflictos, que establezca un adecuado equilibrio y delimite los ámbitos de aplicación de las facultades de las organizaciones de usuarios, la administración y el poder judicial.
- Existen materias vinculadas al agua y sus servicios directamente vinculadas a la gobernabilidad, por el impacto que tienen sobre la estabilidad social. Estas materias deben ser contempladas adecuadamente en los tratados para protección de inversión comercio.

Los reguladores de servicios públicos de agua y saneamiento necesitan un mínimo de requisitos para funcionar adecuadamente:

- El universo a regular debe ser manejable. No es factible suponer que se puede regular un universo de miles de prestadores. La consolidación es necesaria por ventajas de escala y necesidades de control.
- El regulador debe tener independencia y estabilidad y estar sujeto a reglas de conducta y ética.
- Debe contar con poderes y recursos necesarios.
- Debe tener capacidades legales adecuadas.

Una limitante que parecen tener los sistemas de administración en sus diferentes niveles es una notable falta de capacidad operativa, debido a múltiples factores como las limitaciones de recursos financieros, humanos y legales, y, en ocasiones, a la baja valoración de su rol regulador. Esto ha resultado de un entendimiento limitado de que los roles de la administración, con una definición adecuada de funciones, extensión, estructura y controles sobre la administración son fundamentales para el manejo de un recurso complejo como es el agua. De hecho, la apropiada definición de los papeles de la administración es crucial, para proteger en ésta, como en otras materias más generales, al manejo sustentable y la comunidad de usuarios y al público en general, del predominio y control de intereses especiales.

3. El proceso de construcción de una gobernabilidad efectiva del agua

Cabe preguntarse acerca de los caminos que permiten avanzar en la construcción de marcos de gobernabilidad adecuados para el sector del agua. Al respecto, los países de América Latina dan ejemplos de innumerables casos de reformas del sector que han quedado frustradas y de intentos que habiéndose aprobado en las instancias legales, han terminado siendo letra muerta, alejados de los propósitos que se tuvieron en consideración al momento de ser aprobados (por ejemplo, en Chile el control de la contaminación por residuos industriales líquidos fue motivo de una ley casi 70 años antes que se pusiera efectivamente en aplicación).

Si se analiza el origen de las reformas que se han intentado, se puede comprobar que con frecuencia los cambios en el sector del agua no son más que resonancias de cambios iniciados en otros ámbitos de la actividad pública, los cuales a su vez han respondido a cambios en los paradigmas ideológicos o económicos de la sociedad. Es así como, por ejemplo, en Chile los movimientos sociales que propiciaron la realización de una reforma agraria impusieron el cambio de la legislación de aguas de 1969. Posteriormente, la transformación de la sociedad desde una perspectiva neoliberal exigió nuevamente un cambio en la legalidad de las aguas, la cual se materializó en la legislación de 1981. En ambos casos, las reformas que se puede considerar consolidadas y han sido incorporadas efectivamente a la gestión de las aguas, son aquellas que, apartadas de todo ideologismo, han respondido adecuadamente a la naturaleza de los problemas que ofrece la gestión de los recursos hídricos y han estado en sintonía con las concepciones y prácticas de la sociedad.⁶⁷

Del mismo modo, Perú ha realizado varios intentos a partir de los años noventa por reformar su legislación, siendo en algunos casos los anteproyectos de reforma, originados fundamentalmente en consideraciones político-económicas y financieras. Dichos proyectos proponían la creación de mercados de aguas sin regulaciones, sin dar atención a las condiciones locales, a los usos tradicionales y a la naturaleza propia del recurso hídrico. Fue detenido a partir de las críticas que surgieron entre especialistas nacionales, de la región y de Estados Unidos.

Por su parte, Bolivia en los últimos veinte años ha conocido numerosos intentos de reforma, sin que a la fecha exista una ley de aguas, debido a las dificultades que presenta conciliar las reivindicaciones legítimas de sus usuarios tradicionales, con una concepción del recurso hídrico más estrechamente vinculado a los objetivos de desarrollo productivo.

Existen además transformaciones del sector hídrico generadas a partir de un proceso interno del propio sector, el cual trasciende a los diferentes poderes de decisión presentes en la sociedad. Este camino en general es difícil y lento, porque supone la capacidad de romper el encapsulamiento característico del sector hídrico y el reduccionismo que prevalece en muchos ámbitos de decisión y que hace especialmente difícil comprometerlos en la temática hídrica.

Un ejemplo interesante a este respecto es el caso de Brasil, donde los especialistas ligados al recurso hídrico consiguieron, tras años de esfuerzo, llegar a los estamentos políticos con propuestas legales y organizativas que fueron aceptadas y reflejan el consenso gestado por el sector profesional.

Lo importante del caso Brasil es que se trata de un proceso de reflexión fundamentalmente nacional y por eso mismo con bases sólidas para su consolidación en el largo plazo. Algo similar se podría decir del proceso que condujo al presente marco regulatorio de agua potable y saneamiento en Chile. También en este caso el elemento desencadenante fue la experiencia nacional en la regulación del sector y el proceso generó un fuerte involucramiento del ejecutivo, del congreso y de la opinión pública.

⁶⁷ Peña H. "20 años del Código de Aguas. Visión desde la Administración", IV Jornadas de Derecho de Aguas. Universidad Católica de Chile. Santiago, (2001).

En este mismo sentido, es digno destacar el caso de la presente ley mexicana de aguas, que en su momento representó una respuesta de los especialistas de más alto nivel del sector hídrico mexicano, a los cambios en los roles asignados al Estado y al uso de incentivos económicos para el mejoramiento de la gestión.

Los antecedentes presentados muestran que no es ineludible esperar un arreglo de la situación de gobernabilidad general de los distintos países para impulsar iniciativas en el sector del agua. En este sentido la asociación e interacción regional de grupos profesionales motivados y con conciencia pueden ser decisivas en el mejoramiento de los problemas de gobernabilidad del sector y en orientar en una perspectiva de viabilidad técnica las propuestas de transformación. Del mismo modo, resulta fundamental la labor de difusión y la apertura del debate a la opinión pública, a los distintos actores involucrados y a una amplia gama de tomadores de decisión, con el fin de orientar la búsqueda de soluciones efectivas a los problemas existentes. Es claro que, mientras no se alcance un consenso básico en los diferentes niveles y que ello trascienda hacia el mundo político, habrá pocas esperanzas de lograr avances sólidos en la región. De ahí la gran importancia de foros como el que se está desarrollando por iniciativa del Gobierno de México.

En este escenario se entiende el alcance de los esfuerzos que se hacen a nivel internacional para promover la gestión integrada de los recursos hídricos.

En efecto, a medida que la sociedad humana se hace más compleja y que la intensidad de los impactos del hombre sobre los recursos naturales son más intensos, comienza a aparecer con fuerza la necesidad de integrar distintos elementos de la gestión de las aguas que, en un contexto más simple, son asumidos por la sociedad sin graves limitaciones en forma fragmentada.

El análisis atento de las consecuencias que tiene sobre la gestión del agua la contradicción entre una aproximación a los problemas del agua desde el mundo social, caracterizado por su fragmentación en múltiples entidades y sistemas de actuación, y desde el mundo natural, caracterizado a su vez por la unidad intrínseca de los procesos hídricos, muestra en definitiva ineficiencias en la gestión, pérdida de oportunidades para acceder a mejores soluciones y la generalización de los conflictos. En síntesis, en una pérdida de gobernabilidad del sector.

En efecto, la gestión habitual de los recursos hídricos presenta frecuentemente problemas que hacen conveniente una visión holística. Entre ellos se destacan: la coordinación de las políticas referidas a la oferta y a la demanda, de las referidas a los temas de calidad y cantidad de los recursos hídricos, al uso conjunto de las aguas superficiales y subterráneas, al uso múltiple de los recursos, al manejo coordinado del territorio, de la cubierta vegetal y del agua, al manejo de externalidades, a las políticas de conservación ambiental, y a muchos otros.

De acuerdo a lo anterior, la Asociación Mundial del Agua (GWP) ha definido la Gestión Integrada de Recursos Hídricos (GIRH), como un proceso que promueve el manejo y desarrollo coordinado del agua, la tierra y los recursos relacionados, con el fin de maximizar el bienestar social y económico resultante de manera equitativa sin comprometer la sustentabilidad de los ecosistemas vitales.

Según esta concepción, la GIRH no es un fin en sí mismo. Es un medio o, más precisamente, un “proceso”, o sea una forma de aproximarse a la gestión de los recursos hídricos dinámica, caracterizada por el abandono del reduccionismo.

Su urgencia depende de las situaciones concretas, siendo ella menor en cuencas con un bajo nivel de explotación de sus recursos hídricos y con bajos impactos antrópicos, y en todo caso supone un desarrollo progresivo (“proceso”).

En definitiva, corresponde a un cambio cultural mayor, asociado al paso desde la Sociedad Industrial, caracterizada por la especialización (reduccionismo), la estructura piramidal (planificación), los recursos abundantes y el énfasis en la infraestructura, todo lo cual de alguna manera se refleja en la Declaración del Mar del Plata, a la Sociedad Post Industrial (del conocimiento) caracterizada por la integración (holismo), la participación / negociación, la conciencia de la limitación de los recursos y el énfasis en la gestión, lo que se aprecia en la Declaración de Dublín.

Es por estas razones que la gobernabilidad efectiva del sector hídrico estará cada vez más estrechamente asociada a la GIRH.

La valoración del agua

Pablo Lloret

Resumen

*Como señala la publicación **Visión del Agua para América del Sur** “la [ausencia] de valoración económica del agua y, con mucha frecuencia, su inadecuada valoración social, ocasionan un aprovechamiento ineficiente del recurso que estimula usos abusivos, los cuales a su vez hacen que la población sufra escasez o falta de servicios” (GWP/SAMTAC, 2000, pág. 13).*

Esta reflexión, en sí misma, justifica la identificación de la valoración económica, social y ambiental del recurso como una de las orientaciones estratégicas prioritarias a

desarrollar en la región. En cualquier caso, la contribución a incrementar el conocimiento del valor de los recursos naturales y en este caso específico del agua, es una creciente necesidad en nuestro país.

En la actualidad se habla mucho de los servicios ambientales que presta la naturaleza, pero poco o nada se ha llevado a la práctica; es por esto que la correcta valoración de los recursos naturales es el primer paso y quizá el más seguro en la búsqueda de su protección y conservación. (No se menciona de la escasa o ninguna preocupación pública por el deterioro del ambiente en lo referido al agua, problemática que se basa en la débil o inexistente gestión que se hace de la misma.)

Este artículo basado en el trabajo que viene realizando la Asociación Mundial del Agua GWP y su Comité Técnico Asesor para Sud América (SAMTAC) intenta provocar reflexiones sobre la importancia de la valoración, el por qué y el cómo afrontar un proceso en este sentido, todo esto encaminado a entender por qué la valoración del agua puede ser importante para las políticas de gestión ambiental y la toma de decisiones relativas al aprovechamiento de los recursos naturales en general y de los hídricos en particular.

Introducción

El establecer un adecuado sistema de gestión del agua no es un tema político prioritario en la agenda pública de nuestro país a pesar de su indudable importancia. Esto cambia temporal y dramáticamente si ocurren fenómenos naturales extremos como inundaciones o sequías que afecten poblados y causen víctimas, disminuyan la producción de energía o afecten la población rural generando migraciones. Los famosos apagones en años pasados debidos a la falta de agua en la cuenca del Paute, principal generadora de hidro-energía en el Ecuador, pusieron en los titulares de prensa el agua su disponibilidad y su futuro; cuándo retornan las lluvias y pasa la crisis el tema vuelve al olvido.

En estos últimos años las propuestas de privatización de empresas públicas especialmente las relacionadas a la prestación de servicios básicos ha despertado inquietudes y preocupaciones acerca de la gestión del agua. Casos graves de contaminación, en especial en áreas industriales y en general cercanos a centros poblados motiva y genera preocupación ciudadana.

Estas situaciones descritas han generado grandes titulares y una creciente preocupación en la opinión pública, lamentablemente se refieren en su gran mayoría a hechos puntuales y localizados, mas no al deterioro continuo del ambiente, de sus recursos y en este caso del agua.

A lo descrito se suma la débil institucionalidad del Estado para la gestión del agua en el país. La que es llevada adelante por diversos actores y usuarios, compartida además con comunidades indígenas que tienen sus propias reglas y costumbres ancestrales, con las grandes corporaciones de cuencas y de ejecución de proyectos hidráulicos y con las empresas de potabilización y energía así como con la intervención de entes regionales Consejos Provinciales, municipios y, últimamente, con las Juntas Parroquiales. Es

decir, que hay superposición, contraposición, duplicidad de funciones, roles poco claros y por ende, responsabilidades no lo suficientemente claras en los momentos en que hay que rendir cuentas.

Esta confusión de objetivos, niveles de gestión, roles de actores (del Estado, de los actores privados, de los indígenas, del mercado, de los reguladores, de los ambientalistas), y otros aspectos, se refleja en los interminables y poco conocidos debates y postergaciones constantes para actualizar la Ley de Aguas, promulgada en 1973 y que tiene más de treinta proyectos de reforma. Esta situación ha permitido intervenciones y presiones externas para aumentar la oferta a ciertos usuarios más rentables sin preocuparse del efecto que ello puede causar en lo económico, lo social y lo ambiental a poblaciones y sectores desprotegidos.

La carencia de sistemas de trámite estables para el manejo de las cuencas y la gestión integrada del agua por cuenca agrava la situación ya que no identifica, planifica ni ejecuta las acciones necesarias. Ello es visible ya que donde existen tales organizaciones hay una diferencia notable a favor del mejoramiento en la capacidad de gestión del agua. Deberíamos entender como estables a sistemas de gestión basados en instituciones con un ámbito de injerencia basado en lo ambiental, como una cuenca hídrica, en lo institucional, como el manejo técnico y metas a largo plazo, y, jurídico, como leyes y reglamentos actuales y ajustados a la realidad.

Una respuesta a la problemática descrita es la implementación de acciones y estrategias concertadas entre los principales actores de la sociedad, y básicamente los ligados al aprovechamiento del agua, en la toma de decisiones; a esta forma de resolver los problemas de gestión del agua se la ha denominado Gestión Integrada de los Recursos Hídricos, (GIHR).

La GIRH ha estado condicionada, en gran medida, por la necesidad de resolver problemas derivados, entre otras cosas, de un marco institucional débil e inestable, por la situación históricamente estática de la región en relación con el dinamismo de la gestión económica de recursos naturales en otras regiones del planeta, como es el caso de Centroamérica y Brasil, y la necesidad de resolver numerosas deficiencias estructurales (infraestructuras, garantía de acceso a agua potable, programas de saneamiento, etc...) antes de comenzar a trabajar en políticas que exigen, por definición, un tratamiento más sutil como políticas de gestión de demanda, gestión de conflictos de uso, conservación de humedales, y, en este caso, de valoración del agua.

La gestión de los recursos hídricos sigue realizándose desde un enfoque sectorial (agricultura bajo riego, generación de energía eléctrica, suministro de agua potable, su abastecimiento para la industria, minería...), lo que conduce inexorablemente a una gestión ineficiente, con decisiones que, en algunas ocasiones, poseen un carácter *ad hoc* (GWP, 2000).

La dinámica tradicional de la gestión del agua en el Ecuador está caracterizada por el tratamiento de problemas individuales (a nivel sectorial). Esta práctica oculta, en ocasiones, el hecho de que los sistemas hídricos son unidades complejas e interrelacionadas. La magnitud de estos vínculos pone de manifiesto los riesgos implícitos de decisiones adoptadas en ausencia de un enfoque integrado.

Es importante destacar además que la gestión del agua y de las cuencas de captación de aguas debería responder a planes nacionales de desarrollo. Esto es, su gestión debe contribuir a reforzar y apoyar el crecimiento de un país y su población y la conservación del ambiente, sus recursos y paisajes.

En este contexto el abordaje de temas poco rentables políticamente como el control de la contaminación, el drenaje urbano, el control de riesgos, la conservación de cauces y humedales, es notorio y se nota relegado. Forma parte de estos temas descuidados la valoración de los recursos naturales, su conocimiento y comprensión y por ende su protección y conservación.

Gestión del agua

El valor económico de cualquier bien o servicio suele medirse teniendo en cuenta lo que estamos dispuestos a pagar por él menos lo que cuesta disfrutarlo. Ahora bien, cuando un recurso ambiental presenta las características de un bien de propiedad común (un río, un acuífero, un lago o un humedal, por citar ejemplos cercanos), dicho recurso nos proporciona algunos bienes y servicios sin coste alguno, y entonces la única manera de acceder al valor de los bienes y servicios que derivamos de su consumo o disfrute, es nuestra disposición a pagar por ellos, independientemente de si realmente acreditamos algo o no.

En esas circunstancias, ¿qué sentido tiene valorar el agua? La respuesta a esta pregunta es que si bien sabemos intuitivamente que los recursos hídricos pueden ser importantes, esto tal vez no baste para garantizar su uso racional. Los recursos hídricos son complejos, multifuncionales y proporcionan una gran variedad de bienes y servicios cuyos efectos sobre el bienestar social no siempre son evidentes.

La valoración económica es una parte de los esfuerzos para mejorar la gestión del agua. Al mismo tiempo, los decisores deben tener en cuenta muchos intereses contrapuestos a la hora de determinar la forma óptima de asignar el agua. La valoración económica puede contribuir a informar tales decisiones, siempre que los decisores sean conscientes de sus limitaciones y de los objetivos que se persiguen con su utilización.

El principal objetivo de la valoración, como medio para facilitar la toma de decisiones en materia de gestión, suele consistir en poner de manifiesto la eficiencia económica global de los distintos usos en conflicto del agua. En otras palabras, la idea clave es que los recursos deben asignarse a los usos que reporten ganancias netas a la sociedad, lo que se evalúa comparando los beneficios asociados a cada uso menos sus costes. Ahora bien, los resultados de ese análisis de eficiencia deben emplearse con cautela. Quién gana o quién pierde en la práctica como resultado de un uso determinado del agua, no es una cuestión que forme parte del criterio de eficiencia en sí mismo. Será preciso incorporar o añadir consideraciones distributivas (esto es, de equidad o justicia social) así como integrar los resultados de valoración en un marco de decisión que, por definición, se conforma a partir de elementos institucionales.

En la problemática del recurso hídrico en primer lugar deberemos analizar la disponibilidad misma del recurso, es decir, con problemas de escasez que no sólo se

refieren a desequilibrios entre la oferta y la demanda en términos estrictamente cuantitativos sino al deterioro progresivo en los parámetros de calidad de las aguas para diferentes usos. La disponibilidad per cápita disminuye con el curso del tiempo, lo que da lugar a situaciones cada vez más frecuentes de escasez física y económica (PNUD/ UNESCO, 1995). Tradicionalmente se ha considerado que el Ecuador en su conjunto es un país con una disponibilidad media igual o mayor a la de los otros países sudamericanos, pero ésta no es necesariamente una característica generalizada, porque cuando se analizan los regímenes de disponibilidades en las provincias de Loja o Manabí, se tienen valores muy bajos comparados a Esmeraldas o Los Ríos. Lo cierto, sin embargo, es que la variabilidad espacio-temporal es marcada, tanto a escala regional como nacional. Este déficit hídrico, lejos de resolverse, podría agravarse de manera crítica en los próximos años, en presencia de un crecimiento sostenido del ritmo de extracción y consumo, sobre la base de proyecciones demográficas, el deterioro de la calidad de las aguas debido a numerosas fuentes de contaminación, entre los principales parámetros.

La valoración de los recursos naturales, y específicamente del agua, sumada a una gestión integrada, es decir entendida como la toma de decisiones respecto a su uso, destino y conservación deben ir de la mano para considerar a la cuenca como unidad de gestión, y a su vez acompañada de una integración operativa: entre el proceso de decisión política, el análisis de los problemas y la evaluación de las repercusiones, la planificación, la financiación y la ejecución. Se requiere, en definitiva, de una implicación de todos los agentes sociales, un diseño para el establecimiento de los vínculos y canales institucionales que lo permitan. Los retos, en este sentido, parecen ser la descentralización y el reparto de competencias, la coordinación entre los distintos niveles institucionales, la integración de los procedimientos y el *encuentro* entre el sistema institucional y las entidades ciudadanas u organizaciones sociales para que en definitiva se dé una legitimidad a las decisiones tomadas, que en este caso implican una integración de variables ambientales, económicas y sociales.

Esta articulación comienza por el alto grado de vulnerabilidad que sufren los estratos inmersos en condiciones de pobreza, que son los más afectados en la provisión de servicios, pues en el caso de Ecuador, los más pobres son los que más pagan por el acceso al agua, no solamente por carecer de redes de distribución, sino por los gastos derivados de las afecciones de salud. Esta situación acentúa la necesidad de establecer un sistema de tarifas equitativo y adecuado a todos los sectores de la población; la valoración del recurso ayudaría a implantar este modelo.

Valoración Económica

La valoración económica no debe ser tomada como “la solución, el plan de gestión, la única forma de incentivos o desincentivos, sino como la herramienta que permite acceder a la estructura de costos para regular preferencias de una sociedad respecto a un recurso como el agua y alterar, cuando sea necesario, asignaciones ineficientes del recurso o a daños en la calidad con la que el mismo se provee a la sociedad o en los servicios ecológicos que soporta.

La metodología de valoración económica es compleja pero esto no debiera suponer un obstáculo para enfrentarse a sistemas complejos como los hídricos. La metodología de valoración produce resultados tan inciertos o ciertos como los modelos biofísicos o los marcos institucionales sobre los que se construye. Existe una cierta tendencia a sobreestimar los resultados de la valoración. Esta es un proceso a lo largo del cual pueden obtenerse múltiples beneficios intangibles, incluso en presencia de intentos fallidos por obtener resultados relevantes para la gestión. En concreto, me refiero a la posibilidad de contemplar los recursos hídricos como un bien del que derivamos valor, de analizar los diferentes conflictos entre usos competitivos del recurso, de resolver las carencias de la base de información sobre el medio físico y sobre las variables económicas relacionadas con el agua.

La valoración no debe reflejarse necesariamente en las tarifas, hasta el punto de imponer precios difíciles de asumir por la población más desfavorecida. No cabe duda de que la identificación y el cálculo de valores asociados al agua podría y, en muchas ocasiones, debería reflejarse en los precios del recurso. A menudo existe una cierta confusión entre la asignación de valores económicos a los diferentes usos del agua y la definición de sistemas de precios o tarifas para el cobro por dichos usos. No puede obviarse el hecho de que precio y valor son conceptos próximos y que la determinación del precio no puede (o no debe) realizarse en ausencia de información precisa respecto al valor. *“En algunas circunstancias emplear medidas monetarias para asignar un valor económico al agua puede estar aceptado y ser necesario. Pero el valor / la valoración no es lo mismo que los precios del agua. Coste, valor y precio son diferentes” (Matthews et al., 2001: 7).*

Los procesos de planificación hidrológica, base de la gestión del agua, tienen como objetivo básico la definición de prioridades entre diferentes propósitos sociales (legítimos), es decir, cómo disponer de una determinada cantidad de agua para un uso dado. Esto significa que la valoración puede jugar un papel decisivo en la conciliación de la mejora de la equidad social y la erradicación de la pobreza, la sostenibilidad de los ecosistemas y la eficiencia económica (es decir, la asignación óptima del recurso tanto en términos de cantidad como de calidad). La información que proporciona la valoración es esencial para este proceso de planificación, así como para la resolución de conflictos, desde el mayor que se ha dado entre el hombre y la naturaleza, hasta los conflictos entre los distintos tipos de usuarios (riego, industria, agua para consumo humano,) pasando por los conflictos entre usuarios de un mismo sector.

Precios

La escasez de la disponibilidad de agua (cantidad, calidad, acceso...) conduce a demandas competitivas (y potencialmente conflictivas) por sus servicios, entre disímiles sectores y áreas geográficas, pero también entre diferentes generaciones a lo largo del tiempo. De ahí que la variable tiempo (entendido como generacional) se la incluye en los conceptos de desarrollo (camino hacia el bienestar) para, acuñar el concepto de “desarrollo sostenible”

Desde la perspectiva de la eficiencia económica (esto es, de la asignación óptima del recurso), una *gestión sostenible* exige que los recursos hídricos disponibles sean asignados a aquellos usos de los que se derive mayor valor, especialmente a medida que la oferta se limita. Tradicionalmente, los distribuidores del agua han enfatizado en las políticas por el lado de la oferta. Actualmente, sin embargo, resulta difícil negar un papel para las políticas por el lado de la demanda entre las que la generación de incentivos (o desincentivos) económicos ocupa un lugar preponderante.

El papel real de un adecuado programa de gestión del agua se basa en la búsqueda de la compatibilidad entre oferta y demanda, buscando que la primera se mantenga o incremente y la segunda se mantenga o disminuya (racionalice....) De no darse esta compatibilización se produce el desequilibrio, que es el causante de conflictos, (sobrexplotación, uso irracional, contaminación.....)

¿Por qué es necesario fijar precios sobre los usos del agua? Básicamente por qué el agua tenderá a ser sobreutilizada por aquellos sectores que añaden relativamente menos a la producción agregada, es decir al no tener precio se la puede usar sin medida. Pero los precios del agua no sólo cumplen una función de reguladores para determinar los niveles eficientes (óptimos) de demanda. También suponen, de hecho, un *incentivo explícito* en términos de eficiencia dinámica, puesto que promueven la adopción de tecnologías más eficientes o limpias. El típico ejemplo en nuestro país es el caso del riego que ocupa un 90% del agua disponible y cubre tan sólo el 30% de la superficie cultivable; con un cambio de tecnología (riego a presión) los niveles de demanda descenderían en aproximadamente quince veces; igual sucede en la dotación de agua potable, que tiene sistemas de distribución que bordean el 50% en el mejor de los casos.

Debemos preguntarnos entonces cuál es la contribución de la valoración económica a la determinación de precios y la recuperación de costes. La primera de esas consideraciones tiene que ver con el hecho de que, aunque los precios puedan ser un mecanismo de eficiencia, esto no significa en ningún caso que los valores deban ser inmediatamente traducidos a precios en todas las situaciones. Deberán considerarse el contexto social, el nivel de tecnología, el acceso al recurso bajo los principios de equidad y solidaridad.

La recuperación de costes, tiene que ver básicamente con el papel de los sistemas de precios (o mecanismos de cobro) por el agua, como herramienta para la recuperación de costes. “*La fijación adecuada de precios sobre los recursos hídricos es un factor clave en el mantenimiento de la capacidad operativa de la infraestructura de provisión y vertido [...] En teoría, un sistema de precios cuya carga es igual al coste marginal de proveer los servicios asociados al agua asignará los recursos de la manera más eficiente*” (OECD, *Ibíd.*). Dicho de otra manera, el precio ha de reflejar el sacrificio que la sociedad realiza al satisfacer una determinada demanda de agua.

Estos costes claramente incluyen los de capital, operación y mantenimiento de las infraestructuras construidas para regular el recurso, usarlo o para tratar efluentes (captaciones, plantas de tratamiento, redes de distribución, canales, etc.). Al mismo tiempo, un sistema de precios que sólo repercuta estos costes, quizás esté contribuyendo a la financiación de dichas inversiones y a la regulación efectiva del recurso, pero estará

ignorando, al mismo tiempo, el precio de agotamiento del recurso, que es lo que ha estado sucediendo en nuestro país en los últimos años

El tema intocado olvidado o simplemente ignorado son los costes externos asociados al deterioro de su calidad o a su sobreexplotación (entre los que destacan los costes ambientales). Por tanto en la consideración de costes deberán necesariamente incluirse todos los trabajos que signifiquen el cuidado, conservación, medición y preservación del recurso hídrico, desde la identificación, conservación y manejo de fuentes, hasta temas de educación, capacitación y comunicación, todo el contexto que rodea al mundo del agua debe ser abordado, cuantificado y traducido en costes a ser cubiertos efectivamente.

El cubrir estos costes significará entre otras cosas que el precio del *agua bruta*, es decir del agua como recurso primario para distinguirla de su distribución con algún tipo de transformación u obra de por medio (caso del riego) deberá cubrir el trabajo de conservarla, esto a pesar de que en nuestro medio es percibida como un bien público y como tal no tiene costo o ha sido altamente subsidiado, distribuido sin tarifa o con un coste mínimo. El agua es percibida en muchas ocasiones como un bien libre (*CONSTITUCIÓN POLITICA DEL ECUADOR Art. 247 Las Aguas son bienes nacionales de uso público; su dominio será inalienable e imprescriptible; su uso y aprovechamiento corresponderá al Estado o a quienes obtengan los derechos.....*) de ahí que apenas existan incentivos para realizar un consumo eficiente o para evitar el vertido de residuos.

En Ecuador es importante señalar un avance en lo que valoración del agua significa, puesto que en el Proyecto de Ley para la Creación del Consejo de la cuenca del Paute, que fuera aprobado en primera en el H. Congreso Nacional el cinco de marzo de 2003, se recoge el concepto del pago por el trabajo de conservar con un término que engloba el concepto, que es el canon. Este pago comprende el agua bruta más su medición en cantidad y calidad y, sobre todo, su conservación.

El pago de este canon lo deben realizar los usuarios del recurso al organismo encargado de lograr la conservación de su disponibilidad, en este caso el Consejo de la Cuenca del Paute.

Reflexión

La famosa muletilla “en los próximos años la guerra será por el agua” es ya una realidad. Por lo menos en nuestro país se libran guerras fratricidas entre comunidades, campo-ciudad, comuneros-hacendados, agroindustriales-campesinos..... por nombrar las más comunes, debido en gran parte a la falta de gestión adecuada del agua. Los problemas son muchos, todos ligados a la gobernabilidad (instituciones débiles, ineficientes, marco normativo complejo, opinión pública desinformada) sobre los recursos naturales ligada a su vez a la del País. *La conservación y preservación de los recursos naturales y específicamente del agua, van de la mano de un conocimiento detallado de los mismos, de su “internalización” en el colectivo ciudadano; esto se logrará con su valoración, como*

forma práctica de lograr un sistema de gestión, con generación de recursos económicos que permitan su funcionamiento a largo plazo.

Evolución de políticas hídricas en América Latina y el Caribe

Axel Dourojeanni y Andrei Jouravlev

División de Recursos Naturales e Infraestructura

CEPAL

Este documento es un extracto del que fue preparado por los señores Axel Dourojeanni y Andrei Jouravlev, funcionarios de la División de Recursos Naturales e Infraestructura de la Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL) para la serie Recursos naturales e Infraestructura.

Las opiniones expresadas en este documento, que no ha sido sometido a revisión editorial, son de exclusiva responsabilidad de los autores y pueden no coincidir con las de la Organización.

Este documento es un extracto del publicado en la revista de Recursos Naturales e Infraestructura de la CEPAL

Contenido

Resumen

Introducción

- I. **Dilemas para mejorar la gestión del agua en América Latina y el Caribe**
 - A. El interés por la gestión integrada de los recursos hídricos
 - B. Actores exógenos y endógenos que intervienen en la gestión integrada del agua
 - C. La evolución de los sistemas de gestión del agua
 - D. Propuestas para superar los obstáculos que enfrenta la gestión integrada del agua y de las cuencas
 - E. Elementos que condicionan la efectividad de un sistema de gestión del agua: compromiso, conocimiento y acción
 - F. Motivos que originan retrocesos en la toma de decisiones para mejorar la gestión del agua

- II. **Tendencias actuales de las políticas hídricas en América Latina y el Caribe**
 - A. Los motivos de las reformas actuales
 - B. Reformas en la gestión del agua como recurso
 - C. Reformas a nivel de los sectores usuarios de agua
 - 1. Reestructuración de sistemas administrativos
 - 2. Reestructuración de entidades prestadoras
 - 3. Participación del sector privado
 - D. El autofinanciamiento y los instrumentos económicos
 - 1. Tarifas de servicios públicos y subsidios
 - 2. Instrumentos económicos
 - 3. Mercados del agua
 - E. Avances en materia de gestión del agua a nivel de cuencas
 - F. Lecciones aprendidas

Conclusiones

Bibliografía

En el presente documento se destacan en forma resumida los principales dilemas que enfrentan los responsables de la gestión de los recursos hídricos en los países de América Latina y el Caribe, tanto en la gestión integrada del agua como en la prestación de servicios públicos, particularmente de agua potable y saneamiento. Lo que mejor caracteriza las iniciativas de gestión del agua es la gran diversidad de enfoques con que se plantean las propuestas legales e institucionales para este propósito. Ello se refleja en los largos debates que motivan los anteproyectos de leyes de aguas y las constantes propuestas de reformas a las escasas leyes ya aprobadas.

Por una parte, hay un debate teórico tendiente a definir conceptos tales como la gestión integral del agua, la gobernabilidad y la gestión del agua a nivel de cuencas. Por la otra, hay una marcada tendencia a considerar e internalizar más objetivos que los tradicionalmente tomados en cuenta en la gestión del agua, así como a debatir y analizar más opciones para lograrlos. Mediante estos objetivos se busca convertir en operativos ciertos conceptos altruistas, como desarrollo sustentable y sostenible, a través del fomento de la participación, los enfoques interdisciplinarios, la inclusión del género y de los indígenas, entre otros. Las declaraciones al respecto están llenas de buenos propósitos.

Sin embargo, cada país y región dentro del país se enfrenta a situaciones complejas. De un enfoque sectorial, centralista, poco participativo, con instituciones relativamente débiles en varios aspectos y con poca autonomía, se desea pasar a un enfoque multisectorial, integral, participativo, democrático y descentralizado, y con sistemas institucionales capaces de gobernar sobre espacios delimitados por razones naturales, como son las cuencas hidrográficas.

Si bien los países de la región tienen una vasta gama de experiencias exitosas conducentes a lograr los objetivos mencionados previamente, éstas todavía no tienen la continuidad necesaria en el tiempo ni la cobertura requerida, por lo que las experiencias positivas se limitan a casos aislados. En este trabajo se establece la relación entre las dificultades que enfrentan los países, los éxitos logrados por algunos de ellos y, en algunos casos, las posibles opciones de solución que se han seguido fuera de la región. Constituye un singular aporte que debe servir tanto a políticos como a profesionales y estudiantes para comprender la complejidad inherente a la gestión de los recursos hídricos y a la prestación de los servicios públicos relacionados con el agua. Esta investigación se basa en una serie de documentos presentados previamente en conferencias, así como en informes de misiones de asistencia técnica a los países de la región y en una revisión amplia de estudios de caso. El documento está profusamente ilustrado con notas de pie de página que ayudan al lector en la comprensión de las afirmaciones y observaciones contenidas en el texto.

*Es notorio que, a pesar de su indudable importancia, establecer un adecuado sistema de gestión del agua no parezca ser un tema político prioritario en la agenda pública de una gran parte de los países de América Latina y el Caribe, con algunas notables excepciones, como Brasil y México.*⁶⁹ Ello cambia temporalmente si se producen cambios abruptos --cabe observar que los cambios paulatinos, aunque tal vez significativos a lo largo del tiempo, suelen ser mucho menos efectivos en crear conciencia sobre la importancia del recurso-- en el abastecimiento o acceso al agua o cuando ocurren fenómenos extremos, como inundaciones, que sobre todo afecten centros poblacionales y causen víctimas, o sequías, que afecten la producción de energía o la población rural, generando migraciones. También despierta la preocupación política la ocurrencia de movimientos populares, de la población en general o de los indígenas en particular, contra alguna propuesta de privatización de alguna empresa de servicios públicos basados en el agua o de apropiación de aguas de dominio ancestral indígena. La súbita mortalidad de peces o la pestilencia de un río por contaminación también despierta interés, sobre todo si afecta el turismo y por ende los ingresos de los sectores productivos.

Estas son las situaciones que mueven a la prensa y a la opinión pública, y que hacen reaccionar a los políticos. Lamentablemente, estas reacciones son transitorias mientras dure la inquietud popular y sólo se refieren a aspectos de impacto periodístico pero a no al deterioro paulatino y solapado del medio ambiente y de los sectores de menores recursos o de las fuentes de captación de agua que, una vez perdidas, originan colapsos económicos, sociales y ambientales graves, como son los causados por la sobreexplotación del agua subterránea.

Consecuentemente, hay en general una débil institucionalidad del Estado para la gestión del agua en varios países y una manifiesta desorientación con relación a que tipo de organización debería adoptarse en cada país. La gestión de los recursos hídricos es generalmente compartida por el Estado (según políticas de gobierno, en muchos casos transitorias); las organizaciones de usuarios, normalmente vinculadas al uso del agua para riego; las comunidades indígenas, que tienen sus propias reglas y sistemas ancestrales de gestión del agua; las grandes corporaciones de cuencas y de ejecución de proyectos hidráulicos; las empresas de agua potable y saneamiento y hidroelectricidad; así como por gobiernos regionales, estatales, regionales, provinciales y municipales. Es decir que, lo más frecuente es que exista superposición de funciones, roles poco definidos y, por ende, responsabilidades no lo suficientemente claras.

Además de esta variedad de actores, con fuerte incidencia en las políticas de gestión del agua, en la mayoría de los casos estas autoridades combinan funciones de gestión del agua, con fines de uso múltiple, con funciones de gestión ambiental y hasta de

⁶⁸ Una versión preliminar de este texto fue presentada por Axel Dourojeanni en el Seminario Regional para Periodistas "Medios de Comunicación y Manejo de Recursos Hídricos en América Latina y el Caribe" (Santiago, Chile, 2 al 4 de diciembre de 2002).

⁶⁹ De acuerdo con Choza (2002), "a pesar de su alta prioridad, los problemas del recurso hídrico no han recibido atención prioritaria en la agenda del Gobierno ..., debido a que existe más presión pública en aspectos vinculados a la pobreza, el desempleo, la reducción del tamaño del Estado, o la consolidación del proceso democrático, como ocurre en la mayoría de nuestros países".

desarrollo local o comunal y de microcuencas. También se refieren indistintamente en los objetivos de gestión a aspectos de uso sectorial del agua (como la gestión de servicios de agua potable y saneamiento u otro sector usuario como riego) y a aspectos de gestión del agua en las cuencas y al manejo de cuencas. La confusión de términos es generalizada y, en general, cada cual entiende algo diferente cuando se refieren a la gestión del agua y de las cuencas, y a las formas de lograr dichos objetivos. Lo mismo ocurre con conceptos referentes a desarrollo sustentable, participación, evaluación, diagnóstico, manual, gestión integral y ahora también “integrada”, trabajo interdisciplinario, plan “estratégico”, plan “maestro”, y muchas otras frases por el estilo.

Estas confusiones de objetivos, definiciones, niveles de gestión, roles de actores (del Estado, de los privados, de los indígenas, del mercado, de los reguladores, de los ambientalistas) y otros aspectos, se reflejan en los interminables y poco conocidos debates y postergaciones constantes para actualizar las leyes de agua. La falta de claridad en los roles y de autoridad permiten eludir responsabilidades en los momentos en que hay que rendir cuentas por parte de los encargados de la gestión del agua, en particular con relación a la aplicación de las leyes, entrega de derechos, cobros por el uso del agua, manejo de cuencas, control de la distribución del agua y otros aspectos esenciales para la gestión del recurso. También la confusión facilita y permite las intervenciones y presiones externas para asignar o aumentar la oferta de agua a ciertos sectores usuarios económicamente más rentables, sin preocuparse del efecto que ello puede causar en lo económico, lo social y lo ambiental.⁷⁰ Además, muchas intervenciones y otorgamientos de concesiones de uso del agua se hacen desconociéndose cuánto se dispone del vital recurso, conocimiento cada vez menor, al haberse reducido al mínimo las estaciones y mediciones hidrometeorológicas.⁷¹

⁷⁰ De acuerdo con Solanes (2002), “La gobernabilidad se ve afectada por las presiones de todo tipo que sufren los gobiernos. La diferencia de necesidades y circunstancias muestran lo endeble de planteamientos de solución universal. Así, en países desarrollados, con fuertes estructuras corporativas (industriales, sociales, gremiales, ambientalistas, etc.) representativas de diferentes sectores, con alto grado de pluralismo participativo, con poderes más o menos compensados y estructuras de respaldo eficaces (como sistemas adecuados de prestación de justicia y educación), el acuerdo entre corporaciones o grandes sectores y la autorregulación son instrumentos que ganan terreno, con la consecuente reducción de costos de transacción. Este mismo sistema, propugnado en sociedades donde no hay balance de poder ni igual capacidad de acceso, resulta en que el sector con mayor capacidad de hecho y habilidad de influenciar consigue, en la práctica, políticas que no necesariamente redundan en beneficio general. Esto se produce a través de diversos mecanismos como: asignaciones incondicionadas de derechos de agua; y regímenes de servicios y garantías que no incentivan eficiencia en la prestación de los servicios públicos vinculados al agua”.

⁷¹ A partir de la segunda mitad de los años ochenta, la evaluación de los recursos hídricos --tarea en la cual los países de la región habían logrado importantes avances a partir del decenio de 1960-- sufrió un retroceso notorio (CEPAL, 1999; OMM, sin fecha). La crisis económica y los procesos de ajuste incidieron fuertemente en la asignación de recursos para esta actividad, que fue relegada a un distante segundo plano, ante la magnitud de la recesión y las presiones generadas por la necesidad de estabilizar la economía. Los presupuestos asignados a las actividades de evaluación sufrieron drásticos recortes que obligaron a racionalizar los gastos, reducir los programas de trabajo, despedir personal, suspender programas de mantenimiento y abandonar muchas estaciones. En general, estos problemas aún siguen afectando a los servicios meteorológicos e hidrológicos en los países de la región. Con respecto a las redes de observación, en general las densidades están por debajo de las recomendadas por la Organización Meteorológica Mundial (OMM). La distribución no es uniforme, encontrándose la mayor densidad en las áreas de mayor desarrollo económico y urbano y lagunas significativas en las zonas de difícil acceso. El mantenimiento preventivo en la mayoría de los países es esporádico, si no inexistente, y los esfuerzos se concentran en lo correctivo. La mayor parte de las redes están constituidas por estaciones no automatizadas, y la mayoría de los países tiene un largo camino por

Hay por otro lado, un notable retraso en el abordaje de temas poco rentables políticamente, como el control de la contaminación, el drenaje urbano, el control de riesgos y la conservación de cauces y humedales. La carencia de sistemas de gestión estables para el manejo de las cuencas y la gestión integrada del agua por cuenca, agrava la situación ya que no permite abordar la gestión integrada de los recursos hídricos. Ello es evidente, ya que donde existen tales organizaciones, inclusive aún en formación o con pocos recursos, hay una diferencia notable a favor del mejoramiento en la capacidad de gestión del agua. Lamentablemente, aún no hay ninguna ley nacional de aguas en los países de la región que estipule que se deben crear y reforzar los organismos de cuenca, como sí lo hacen las leyes de agua de Brasil y México.

Lo que es necesario destacar además es que los objetivos de la gestión del agua y de las cuencas de captación deberían responder a planes nacionales de desarrollo. Es decir, deben contribuir a reforzar y apoyar el crecimiento de un país, una región, un estado, una provincia o un municipio y su población y la conservación del ambiente, sus recursos y paisajes. Al carecerse de imágenes objetivos y escenarios y proyecciones de demandas de agua, las cuales se deberían hacer por parte de un ministerio de planeación, la mayoría de las acciones de gestión del agua y de las cuencas, se realiza con metas de corto plazo, con personal de corto plazo y con instituciones de corto plazo. Se enfatiza aún la ejecución de algunos proyectos de inversión en gestión del agua y de las cuencas, proyectos mayormente sectoriales, localizados y focalizados a apoyar sólo ciertos grupos, como los indígenas o los campesinos, por sobre programas nacionales de acción a largo plazo, debidamente coordinados, con un enfoque orientado a beneficiar a toda la población.

Es también aparente que una gran parte de los actores involucrados --vinculados en forma directa o indirecta a la gestión integrada, múltiple, sectorial o subsectorial del agua y al manejo de las cuencas de captación-- desconoce o no aplica o no cumple con la ley de aguas vigente en su país. En general, las oficinas regionales carecen inclusive de ejemplares de la ley vigente. Paralelamente es interesante observar que desde hace varios años se han elaborado múltiples anteproyectos de leyes de agua. Algunos países han debatido ya entre 20 y 30 versiones, algunas de las cuales circulan entre diferentes grupos con mínimas modificaciones, sin llegar aún a ponerse de acuerdo.

Ninguna de las versiones es aún seleccionada como la única sujeta para un debate final previo a su aprobación en el legislativo. Contribuye a la desorientación, la formulación de anteproyectos de leyes que son copias de leyes ajenas a la realidad del país y que favorecen más las posturas de políticas económicas que la mejor gestión del agua. Además, hay múltiples leyes que se vinculan a la gestión del agua y de las cuencas, tanto orientadas a ciertos sectores usuarios, como riego, agua potable y saneamiento y energía, y otros de carácter más genérico que no se han articulado entre sí. Tampoco las leyes, que tienen relación con el ordenamiento del uso de las tierras, el manejo de cuencas, las inversiones mineras, los planes de desarrollo y acción comunal y otras --que inciden en el uso del agua y la conservación de las cuencas y los cauces--, se articulan entre sí para conocer su efecto en la gestión del agua.

delante para llegar a una automatización completa en el procesamiento de su información y en la elaboración de pronósticos.

La organización institucional y los roles que le corresponden a cada uno para la gestión del agua y de las cuencas y de los sectores usuarios del recurso, resultan en la mayoría de los casos confusos para los usuarios. En cada país, hay responsabilidades sobre el agua asignadas a autoridades de agua, a autoridades ambientales, a autoridades de salud, a la marina, a defensa civil, a niveles provinciales, a algunas autoridades o corporaciones de cuencas, a grupos de comunidades indígenas, o proyectos especiales de cooperación y a sectores de usuarios, como regantes y juntas de uso de agua potable, entre otros.⁷² Es aparente además que, en muchos casos, la entidad que se califica como la entidad nacional de aguas, carece de los recursos económicos, financieros y de autonomía y cobertura necesarias para hacer valer su presencia y su autoridad frente a tantos actores, y que responde más a políticas de gobierno de corto plazo que a políticas del Estado de largo plazo.

La débil institucionalidad para la gestión del agua se debe, entre otros, a cambios sucesivos y abruptos en la organización institucional y su personal. Varias organizaciones de gestión del agua son frecuentemente trasladadas de un ministerio a otro, y sus funciones alteradas en forma reiterada. Su ubicación inadecuada o débil en el aparato estatal, la carencia de padrones actualizados de usuarios del agua y la carencia de sistemas de cobranza, entre muchos otros factores, contribuye a esa debilidad.⁷³ En general, muchos de los usuarios actuales del agua no reconocen o no conocen las autoridades del agua del Estado, ni las que tienen como funciones regular el uso múltiple, y a veces ni siquiera conocen el rol y sus derechos con relación a las entidades encargadas de regular o administrar el agua con fines de otorgar servicios. Para salir de esta situación, es necesario que el público pueda identificar claramente los roles de cada institución. Si estas instituciones se mantuvieran estables en el tiempo,

⁷² Este hecho puede traer aparejado, lo que se conoce en la teoría de la regulación, como el problema de agencia común, según el cual un agente determinado esté supervisado por varios reguladores, cuyos objetivos, obligaciones, información, instrumentos, atribuciones y preferencias generalmente son distintos (Jouravlev, 2001a). Este problema tiende a ser especialmente grave en el caso de las empresas de servicios públicos basados en el agua, las cuales generalmente deben dar cuenta a distintos reguladores sobre los aspectos económicos de su funcionamiento (regulador económico), la asignación del agua y el control de la contaminación hídrica (autoridad de aguas, en muchos casos conjuntamente con organismo de medio ambiente) y la calidad del agua potable (ministerio de salud). El problema de agencia común significa que existe la posibilidad de que se produzcan tensiones entre los distintos reguladores, y también ineficiencias, lo que subraya la necesidad de: (i) asegurar una cooperación estrecha y una comunicación efectiva entre ellos; (ii) asegurar que los procedimientos institucionales garanticen un proceso de adopción de decisiones colectivo y coordinado, y permitan realizar una evaluación global de todos los beneficios y los costos relacionados con las decisiones; y (iii) lograr que cada regulador tenga en cuenta las repercusiones de sus decisiones sobre las áreas de competencia de los demás y consulte tanto a los consumidores como a las empresas. Además, a fin de asegurar que las empresas de servicios públicos puedan planificar sus programas de inversión en un entorno regulatorio estable, es aconsejable que, siempre que sea posible, los cambios importantes en materia de política hídrica, ambiental o de salud se apliquen simultáneamente con las revisiones periódicas de precios.

⁷³ La autoridad de aguas debe entenderse y negociar con ministerios, entidades de regulación, gobiernos locales e importantes empresas privadas proveedoras de servicios públicos basados en el agua. En este contexto, a efectos de contar con poder efectivo y comandar respeto y acceso a los niveles más altos del Gobierno, es conveniente que el titular de una autoridad de aguas tenga un rango administrativo que por lo menos lo haga estar al nivel de los usuarios públicos o entidades públicas sectoriales con intereses en el recurso (Solanes, 1997a). En la práctica, este requerimiento normalmente significa que la jerarquía administrativa del titular debe ser equivalente a un ministro o el rango inmediatamente siguiente, pues de otro modo su jerarquía es menor y subordinada a la de los entes a los que debe regular.

junto con su personal técnico, sería más fácil lograr este objetivo, pero ello es lo que menos ocurre.

Simultáneamente, es importante reconocer otros factores que dificultan los procesos de gestión sectorial e integrada del agua. ***Uno de ellos es la confusión existente entre los roles que corresponden al sector ambiental en materia de hacer cumplir leyes de protección de los recursos hídricos y sus fuentes de captación con fines de preservación, conservación y recuperación de recursos de ríos y cuencas, y otro el que corresponde a la gestión del agua con fines productivos o “industria del agua”, actividad que no corresponde ser ni regulada ni promovida por el sector ambiental, pero sí fiscalizada por el mismo.*** En ese sentido es necesario disponer de una institución o agencia específica para los fines de promover y regular los usos y servicio que otorga el agua, sea por empresas del propio Estado o por el sector privado. Esta actividad debe hacerse en forma separada de la actividad de regulación y protección ambiental, tal como se hace en Brasil y todavía en México.

Otro aspecto no menos perturbante es la contradicción, entre la manifiesta voluntad y acciones ya tomadas para descentralizar las actividades públicas, desde el nivel central hacia los organismos regionales, y el escaso o nulo apoyo que reciben estos organismos locales para cumplir con dichas asignaciones. En muchos de los países de la región se carece de una institución nacional que sirva como sistema de consulta al cual puedan recurrir las autoridades provinciales, regionales o locales cuando tienen dudas de cómo hacer lo que se les ha encomendado. Al carecer de dicho apoyo, las autoridades locales elaboran marcos de referencia y metas tendientes a la gestión del agua y de las cuencas, en una forma inorgánica y generalmente con poco éxito. Al no saber como elaborar planes y proyectos, además de hacerlos siguiendo normas aceptables, sus propuestas se pierden en buenos deseos. Muchas iniciativas locales carecen de respaldo jurídico y financiero y de conocimiento técnico y de personal, para llevar a cabo las funciones que les transfieren. Por ello es vital crear centros de logística a nivel nacional con fines de asistir y capacitar en forma permanente a los organismos descentralizados a los cuales se les transfiere funciones de gestión del agua o de su aprovechamiento, sea integral sea para riego o abastecimiento de agua potable y saneamiento.

Por otro lado, es muy interesante observar el efecto que ejercen las múltiples conferencias internacionales sobre el agua. ***En principio, es más generalizado el olvido o desconocimiento, por parte de la mayoría de los gestores del agua y los políticos y la diplomacia, de los acuerdos internacionales realizados en torno al agua --desde la Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Agua (Mar del Plata, Argentina, 14 al 25 de marzo de 1977) hasta la Conferencia Internacional sobre el Agua Dulce “El Agua: Una de las Claves del Desarrollo Sostenible” (Bonn, Alemania, 3 al 7 de diciembre de 2001)--, que su conocimiento*** (CEPAL, 1998a). Hay cierto interés en la próxima reunión a realizarse en Tokio en materia de agua en mayo de 2003, debido a las convocatorias de ciertos actores a las reuniones preparatorias a dicho evento y a la existencia de redes vinculadas a la gestión del agua.

Se debe además aceptar que la mayoría de los actores vinculados a la gestión y el aprovechamiento del agua, sobre todo a nivel local, no considera que dichas reuniones tengan mayor efecto en las políticas de agua de su país. Lamentablemente,

muchas veces los invitados a tales reuniones son siempre los mismos o son funcionarios transitorios, ninguno de los cuales retransmiten o divulgan necesariamente lo que aprenden. A niveles diplomáticos, tampoco se siguen necesariamente los acuerdos internacionales sobre el tema del agua, ni mucho menos los efectos que tienen potencialmente los acuerdos, como el Área de Libre Comercio de las Américas (ALCA), sobre la gestión del recurso. En general, hay un escaso conocimiento y seguimiento de las recomendaciones de estas conferencias y de sus posibles impactos.

La participación de actores en redes (de manejo de cuencas, organismos de cuencas, asociaciones de agua, programas hidrológicos y otros) mejora, en algo, el acceso a la información e intercambio de experiencias. ***Es de destacar, sin embargo, que éstas redes carecen muchas veces de oficinas y personal permanente que haga estudios y divulgue en forma procesada material didáctico, definiciones y métodos que faciliten los trabajos de sus miembros.*** Sus mayores aportes consisten, en general, en retransmitir experiencias y estudios de caso, usualmente señalando sólo lo positivo alcanzado, o las llamadas “*best practices*”, pero sin señalar los problemas superados y no superados, ni las condiciones en que se aplican. Por ello es necesario reforzar y hasta modificar el rol de las secretarías de estas redes, gran parte de las cuales aún no existen, son “*ad tempore*” o no cuentan con financiamiento estable o dependen de algún país u organismo internacional perdiendo con ello grados de autonomía. Con ello, sus esporádicas reuniones y publicaciones de memorias, no generan escuela, ni de pensamiento ni de trabajo, ni producen materiales, tales como métodos, manuales, textos, glosarios, informes y “*tool box*”.

En los procesos de asistencia multilateral o bilateral y de organismos no gubernamentales, se encuentra una enorme variedad de situaciones y enfoques para la gestión del agua y de las cuencas. ***Muchos programas de asistencia se caracterizan por la alta calidad de trabajos, pero tienden a ser focalizados, dispersos en todo un país, y a veces completamente ajenos a los intereses de los gobiernos nacionales o locales, respondiendo exclusivamente al interés y tiempos que asignan los donantes para la ejecución de las actividades.*** Así, se da el caso de que mientras, por un lado, las autoridades legítimamente elegidas, vinculadas a la gestión del agua, y los políticos debaten y toman decisiones para mejorar las leyes y su organización institucional, por el otro lado, y en forma paralela, se llevan a cabo largos debates teóricos en universidades, redes y organizaciones no gubernamentales sobre el tema (por ejemplo sobre privatizaciones de servicios públicos y gobernabilidad), sin que los que finalmente toman las decisiones presten atención a dichos aportes.

En aspectos prácticos, a nivel de micro cuencas y gobiernos locales, se encuentran y se han realizado por años cientos de programas y proyectos de asistencia bilateral y multilateral en gestión del agua y manejo de cuencas, algunos por donación y otros por préstamos. Estos proyectos abarcan desde aspectos conservacionistas de manejo de cuencas, mejoramiento de servicios de agua potable y saneamiento, riego y otros, hasta metas de mejoramiento de salud, de infraestructura y, en general, de calidad de vida. Focalizan su atención usualmente en sectores marginados, más pobres, indígenas o campesinos. En este rubro, hay trabajos excelentes, pero usualmente poco articulados entre sí y con una continuidad muy variada; sujeta a las condiciones de la donación o el préstamo. Urge que estos programas (muchos de tipo piloto) se unan a la elaboración o apoyo de programas nacionales de gestión del agua y manejo de cuencas de larga

duración, e incorporen no sólo a actores “marginados”, discriminándolos así de los otros, aspecto que es negativo para lograr metas compartidas, conciliando intereses, por ejemplo, entre los habitantes de la parte baja de una cuenca con los de las partes altas, para aplicar cobros y aportes por servicios ambientales.

En materia de grandes inversiones en obras hidráulicas con apoyo del Estado, inversiones que en algunos países suman miles de millones de dólares, hay un marcado desfase entre la fase de construcción y la carencia de preparación y organización para la operación, mantenimiento y reparación de dichas obras. Los encargados de la ejecución de las obras, usualmente entidades públicas --como el Instituto Nacional de Desarrollo (INADE) en Perú o como lo hacía el Instituto Ecuatoriano de Recursos Hidráulicos (INERHI) de Ecuador que fue luego modificado-- carecen del mandato o no incluyen en la fase de ejecución de obras la debida preparación de la organización para operar y mantener las obras. Por ello es casi imposible que transfieran tales obras por cuanto no hay organizaciones adecuadas para recibirlas. Además, abarcan más de un estado, departamento, región o provincia, lo que no hace factible su traspaso a alguna entidad dependiente de estos niveles de gobierno.

Por otro lado, una gran parte de las obras hidráulicas no se han concluido del todo o se construyeron con una sola finalidad (riego, agua potable y saneamiento o hidroelectricidad). Sólo después se analizó o se analiza la posibilidad de ampliar sus funciones, por lo que siguen considerados eternamente como proyectos de inversión. Las pérdidas por no utilizar adecuadamente las grandes obras hidráulicas son enormes, ya que el Estado no es capaz de recuperar las inversiones ni de mantenerlas plenamente operativas, tanto por razones administrativas como por razones técnicas, tales como las provocadas con la sedimentación de embalses o el deterioro de las obras y equipos por falta de mantenimiento.

Otro aspecto generalizado es la escasa capacidad existente para la prevención de desastres producidos por inundaciones, sequías y deslizamientos, y por el efecto de la contaminación del agua por desechos sólidos y descargas de las aguas servidas de origen doméstico e industrial. Estos temas, idealmente de responsabilidad de autoridades de agua por cuenca, no se cumplen por que dichas autoridades no existen y los ministros del interior o de salud, así como las autoridades locales o provinciales, no tienen capacidad para hacer cumplir las leyes y ordenanzas, tanto operativas como de cobranza.⁷⁴ En general, el tema de desastres se trata una vez que ha ocurrido el fenómeno y no antes. Al fin y al cabo, es más rentable políticamente regalar colchones o casas que evitar un desastre, lo que la población no agradece. El hecho es que, en

⁷⁴ El tema de la contaminación es hoy en día uno de los más graves (CEPAL, 2000b). En general, es en este apartado donde es muy poco lo que aún se ha logrado hacer a pesar de que existen leyes que regulan las actividades contaminantes. En muchos casos es el ministerio de salud quien tiene entre sus funciones las de velar por la calidad del agua pero que carece de recursos para hacerlo y tampoco se los dan (Dourojeanni y Jouravlev, 2001). Sus escasos recursos compiten con otras demandas políticamente mucho más urgentes, como son atender dispensarios y hospitales públicos, como para estar distrayendo fondos para medir la calidad del agua. Otra limitación importante es la debilidad y falta de jerarquía institucional de entidades encargadas de control de la contaminación del agua ante los diferentes estamentos de desarrollo económico, especialmente, sectores productivos usuarios del recurso. Además, la contaminación del agua carece de estadísticas que se publiquen regularmente, como ahora es común que se haga con la información sobre la contaminación del aire.

general, no hay cultura de prevención y más bien existe un fatalismo generalizado frente al efecto de fenómenos naturales extremos.

La carencia de políticas nacionales se extiende también a la reducida importancia que aún se le da a la gestión de varias cuencas transfronterizas, y al hecho que lo poco que se avanza se debe más al apoyo externo y de institutos o universidades locales, que de iniciativas de alto nivel en los gobiernos.⁷⁵ Ello, por suerte, no es generalizado, existiendo en algunos casos tratados que han permitido mejorar los avances hacia la gestión de cuencas transfronterizas, como el caso de la Autoridad Binacional Autónoma del Sistema Hídrico del Lago Titicaca, Río Desaguadero, Lago Poopó y Salar de Coipasa, creada por los Gobiernos de Bolivia y de Perú, que inició sus operaciones en 1996. Sin embargo, hay muchas más iniciativas de integración fronteriza que deben ser consolidadas, y para los cuales no hay fondos ni responsables asignados aún.

En materia educativa, hay una evidente carencia de profesionales capaces de dirigir aspectos de gestión integrada del agua y de regulación de servicios públicos. ***No hay una sola universidad que otorgue un título de magister en gestión integrada del agua, y mucho menos de doctorado.*** Lo único que existe son algunos cursos cortos. No hay formadores en gestión de conflictos ni en métodos de trabajo interdisciplinario. Por ello, los que laboran en estos temas sólo aprenden con el tiempo aspectos técnicos, legales, antropológicos, financieros, institucionales y otros, que son la base para ser un buen gestor del agua. Además, hay una carencia generalizada de libros de texto orientados a la formación de expertos en gestión integrada del agua.

Otro tema muy poco tratado es ***el efecto que causan las actividades realizadas en tierra sobre la contaminación de las franjas costeras y los océanos.*** La relación entre la contaminación de ríos, canales de drenaje y desagües que vierten al mar requiere aún mayores investigaciones. En general, este tipo de efectos sobre “bordes” no son asumidos por las autoridades de aguas, ni por las entidades de cuencas, ni por los organismos responsables de asuntos del mar. Es otra “área gris” de la institucionalidad del sector hídrico (Escobar, 2002)

⁷⁵ Cabe recordar que alrededor del 71% del caudal superficial total de América Latina y el Caribe corresponde a cuencas transfronterizas, que abarcan el 55% de la superficie total de la región (CEPAL, 1985). En América del Sur, las cuencas internacionales representan el 75% del caudal total, cifra que en América Central y México alcanza al 24%. En las islas del Caribe, hay una sola cuenca transfronteriza, que es la del Artibonite, compartida por Haití y la República Dominicana. En los años noventa, se ha mantenido y fortalecido la prolongada tradición de los países de la región de cooperación en el campo de la administración y el aprovechamiento de las cuencas compartidas (Jouravlev, 2001b). Avances recientes en esta temática incluyen los casos de la Comisión Trinacional para el Desarrollo de la Cuenca del Río Pilcomayo, creada en 1995 por los Gobiernos de Argentina, Bolivia y Paraguay, y de la Comisión Binacional para el Desarrollo de la Alta Cuenca del Río Bermejo y el Río Grande de Tarija, creada el mismo año por los Gobiernos de Argentina y Bolivia. También se registran ciertos avances en varias otras cuencas transfronterizas, como por ejemplo en las Cuenca de los Ríos Catamayo–Chira y Puyango–Tumbes, que comparten Ecuador y Perú, y la Cuenca del Río San Juan y su Zona Costera, que comparten Costa Rica y Nicaragua. Sin embargo, en la región, son todavía pocas las entidades que se encargan activamente de la gestión conjunta de los recursos hídricos compartidos (Lee, 1995).

I. Dilemas para mejorar la gestión del agua en América Latina y el Caribe⁷⁶

A. El interés por la gestión integrada de los recursos hídricos

En épocas recientes han surgido con renovadas fuerzas, en casi todas las áreas de pensamiento teórico vinculadas al desarrollo del ser humano, intereses en alcanzar metas cada vez “más” integrales y sistémicas. Estos deseos se sintetizan especialmente en el concepto asociado al denominado “desarrollo sustentable” y “sostenible”. Esta meta abstracta, llena de buenas intenciones para las generaciones futuras, no es una meta tangible ni cuantificable a ser alcanzada en determinado plazo y momento (Dourojeanni, 1999a). El desarrollo sustentable y sostenible es un concepto de equilibrio entre múltiples variables, equilibrio que es dinámico, que está asociado a niveles de calidad de vida, territorios e interacción entre los mismos, y a aspectos generacionales e intergeneracionales. En su forma más simple se vincula a un equilibrio entre la equidad, la sustentabilidad ambiental y el crecimiento económico.

Esta gran meta, de impacto agradable en los discursos, se asocia a la necesidad de tomar decisiones y acciones con tendencia a que sean integrales, holísticas, interdisciplinarias o transdisciplinarias, participativas, y otras manifestaciones que indican que las decisiones deben ser simplemente compartidas entre un mayor número de personas y con mayor conocimiento de los efectos interactivos de cada acción realizada. Ello implica tener que incluir y considerar las ideas y posiciones de cada vez mayor número de actores en los procesos de decisión. De allí que también, por lo menos en la retórica, se enfatiza la necesidad de fomentar la más amplia participación, la democracia y la equidad, mediante, entre otros, el respeto a los derechos de los más desposeídos, como los indígenas, el respeto a los derechos humanos, la consideración al género, y eliminar todo tipo de discriminación, y otros buenos propósitos.

En la práctica ciertamente estas metas no son fáciles de alcanzar, inclusive si los gobernantes así lo quieren. Los sistemas de gobernabilidad y los instrumentos de gestión existentes en los países de la región, así como en muchos otros países del mundo, no están hechos ni adaptados para lograr tales metas holísticas. Las instituciones son sectorializadas y celosas de conservar sus roles; los territorios sobre los que se gobierna están delimitados por razones muy diversas que contradicen una gestión integral tanto del agua como del territorio; los actores están organizados sectorialmente; y las intervenciones de actores externos a los ámbitos locales alteran los planes locales y regionales. En síntesis, aún cuando pudiera existir la voluntad de todos los actores participantes para mejorar la toma de decisiones, la sociedad no está organizada para lograrlo ni tiene claro cuáles son las mejores opciones a seguir.

Al carecerse de sistemas adecuados, confiables --donde los valores como la ética y la solidaridad puedan crecer--, se opta por el individualismo, la competencia y por el uso casi exclusivo de indicadores económicos de rendimiento. En la gestión integrada del agua, sin embargo, la solidaridad, la conciliación de intereses y el conocimiento

⁷⁶ Una versión preliminar de este texto fue presentada por Axel Dourojeanni en la Conferencia Internacional de Organismos de Cuenca (Madrid, España, 4 al 6 de noviembre de 2002).

técnico valen más que la sola competencia entre usuarios del agua en un sistema hídrico compartido, competencia que en muchos usos no es deseable ni factible, ni es conducente al aprovechamiento del agua que sea económicamente eficiente, socialmente equitativo y ambientalmente sustentable.

La búsqueda del desarrollo llevó al ser humano a la especialización de las áreas de pensamiento y de las áreas de trabajo. Esto significó abordar y organizarse para enfrentar temas y disciplinas en forma sectorializada y parcializada. Esta forma de pensar y actuar --que persiste hoy en muchas áreas por cuanto permitió y aún permite dar un salto enorme en el desarrollo económico, social y ambiental-- se ha convertido en un obstáculo para hacer frente a la compleja trama de efectos que causan las acciones humanas en el entorno y en su calidad de vida.

Las acciones parciales o sectorializadas --y los instrumentos de decisión empleados para priorizarlas, como los económicos-- tienen un límite impuesto por la naturaleza y sus ecosistemas, que no son todos cuantificables ni divisibles, y por las interacciones asociadas a cada acción. Los enfoques puramente sectoriales, y peor aún subsectoriales, que fueron tan útiles en una determinada época, hoy en día no permiten alcanzar óptimos ni económicos, ni sociales, ni ambientales, y por lo tanto, tampoco el llamado desarrollo sustentable. Precisamente el término “sustentable” es un reconocimiento explícito de que el actual estilo de desarrollo no es sustentable, si no, no sería necesario agregarle ningún adjetivo.

A raíz de esta parcialización del pensamiento, del trabajo y de los indicadores de rendimiento (limitados a valores económicos), y de la partición arbitraria de territorios y de sus sistemas naturales, se han creado una serie de obstáculos para alcanzar metas cada vez más integrales. Más bien se ha exacerbado justo lo opuesto. Se ha privilegiado la especialización, el enfoque sectorial y el individualismo por sobre el enfoque sistémico.

La percepción de errores que se cometen con los enfoques parciales en la gestión del agua ha generado, sin embargo, una serie de demandas de mayor coordinación en la toma de decisiones, coordinación que puede aparentemente lograrse mejor si se consideran a las cuencas hidrográficas como territorio de conciliación de intereses. ***La percepción de errores que se cometen con los enfoques parciales en la gestión del agua ha generado, sin embargo, una serie de demandas de mayor coordinación en la toma de decisiones. Aparentemente ello puede lograrse mejor si se consideran a las cuencas hidrográficas como territorio-base para fomentar la conciliación de intereses entre personas y del entorno.***

La sólo intencionalidad de tomar decisiones de carácter descentralizado, participativo y democrático, no es suficiente, pero sí es necesario, ya que implica adquirir compromisos colectivos por parte de la sociedad. Se requiere luego compartir conocimientos entre diferentes disciplinas, y por lo tanto ***crear y utilizar métodos de trabajo interdisciplinarios e intersectoriales*** que se puedan aplicar en distintos niveles de gobierno. Esto a su vez origina, si se quiere llevar las decisiones de integración a la práctica, la necesidad de reorganizarse operacional e institucionalmente desde el nivel nacional o central hasta el nivel local y reordenar la forma como está dividido el territorio para ordenar o regular el uso del agua.

La sociedad y las instituciones de gobierno deben paulatinamente ir adaptándose a nuevas formas de organización y de división y ordenamiento del uso del territorio. Ello requiere diseñar estrategias de carácter nacional y además tiempo y estabilidad para lograrlo. Estos cambios, sobre todo cuando se quieren hacer con premura --en la mayoría de los países de la región, muchas reorganizaciones institucionales se hacen por motivos políticos, tales como promesas electorales de “reducir la burocracia”, y en forma arbitraria; es común que se hagan con escaso análisis y usualmente contra el tiempo--, ciertamente originan una serie de dilemas aún no resueltos en muchas áreas, entre ellos la reconsideración de formas de trabajo, la aceptación de vocabularios comprensibles entre especialidades diferentes, el reconocimiento de los llamados temas transversales, como son el género, el medioambiente y las formas de mejorar la participación del sector privado y la sociedad civil.

Lo que más caracteriza la situación actual de evolución de políticas hídricas es, por lo tanto, el apresuramiento con que se formulan nuevas políticas en varios de los países de la región y el claro desconcierto que tienen los responsables para saber cuáles serían las políticas hídricas más aptas para sus países. En algunos países, las propuestas de modificación leyes de agua se encuentran en un impase hace años. En estas situaciones, se modifican las formas de gestión con normas y cambios de personas, instancias de decisión y otras formulas, sin cambiar la ley. En otros países con leyes más recientes, ya están buscando hacerle reformas a las mismas. En otros casos, se han creado autoridades de cuenca, y hasta a veces ya se les quiere modificar sus roles, pero se está aún en proceso de consolidación y de adecuación de las funciones de las mismas. En muchos lugares se crearon entidades de cuencas que no llegaron jamás a ser operativas por lo cual fueron suprimidas, y así sucesivamente. A pesar de ello, es notorio que, en forma paralela, en todos los eventos realizados, desde el Plan de Acción de Mar del Plata, adoptado en la Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Agua, hasta la fecha, se renuevan los compromisos para mejorar la gestión del agua y las cuencas (CEPAL, 1998a).

En el aspecto teórico, no existen aún definiciones compartidas entre especialistas sobre lo que significa “governabilidad” en la gestión del agua. Por lo mismo tampoco existen marcos de análisis aceptados como modelos de referencia para comparar las situaciones existentes en diferentes países en materia de la capacidad de sus gobiernos para la gestión integrada del agua. Esto genera la dificultad de analizar objetivamente las diferentes modalidades de gobierno sobre el agua existentes en los países de la región y formular diagnósticos de situaciones.⁷⁷ Sin explícitos modelos de referencia, las observaciones se convierten en apreciaciones subjetivas. Un primer paso, por lo menos, consiste en lograr un consenso sobre el significado de “governabilidad” sobre el agua.

Peter Rogers (2002) define la gobernabilidad sobre el agua como *la capacidad de un sistema social para movilizar energías en forma coherente para alcanzar el*

⁷⁷ Una evaluación es el producto de comparar una situación existente con un patrón de referencia preestablecido, en este caso un modelo ideal de organización para la gestión integrada del agua. Un diagnóstico es la explicación de por qué la situación existente difiere del patrón de referencia. Sólo con un buen diagnóstico se puede determinar un plan de tratamiento, es decir, una estrategia para pasar de la situación actual a la deseada.

desarrollo sostenible de los recursos hídricos. La coherencia implica tener capacidad de articular los elementos que intervienen en un sistema complejo. Según Rogers (2002), para que la gobernabilidad sobre el agua pueda alcanzar sus objetivos requiere satisfacer una serie de principios que resume en: abierta, transparente, participativa, verificable, efectiva, racional, motivadora, eficiente, interactiva, equitativa, integradora, sustentable, ética y comprometida. La gobernabilidad sobre el agua abarca todo el sistema político, social y administrativo que se encuentra en un país para asignar aprovechar y gestionar los recursos hídricos y suministrar servicios públicos basados en el agua a diferentes niveles de la sociedad.

Rogers (2002) enfatiza la necesidad de la acción colectiva y de la participación de la sociedad civil para lograr dicha gobernabilidad. La necesidad de la acción colectiva, y por tanto de la organización del gobierno, la sustenta señalando que sin la aplicación de medidas compartidas con fines de bien colectivo, como el otorgamiento de los derechos de propiedad o concesiones, lo que se origina es anarquía e inequidad. En un mundo habitado por personas imperfectas, la organización y los acuerdos colectivos son requeridos para evitar que unos pocos se aprovechen de los demás. Cabe mencionar que señala que la gobernabilidad sobre el agua es practicable sólo si existe un sistema político que funcione aceptablemente bien en el ámbito nacional, ya que la gestión del agua no es sólo responsabilidad de las autoridades asignadas para este fin.

Por otro lado, el Instituto para la Gobernabilidad (Institute on Governance – IOG) de Canadá, define la gobernabilidad como **las tradiciones, las instituciones y los procesos que determinan la forma en que se ejerce el poder y autoridad, la forma en que se le da participación a los ciudadanos, y la forma en que se toman las decisiones que afectan a la sociedad** (IOG, 2002). En la opinión de De Jesús (2002), esta forma de expresar el concepto de gobernabilidad le aporta mayor flexibilidad al mismo, y asume, de forma implícita, las variabilidades culturales que condicionan la gobernabilidad. Otro aspecto que De Jesús (2002) destaca de la definición del IOG es que la misma llega a la raíz de lo que, en su criterio, es la gobernabilidad. Esto es, la posibilidad de que todos los actores sociales, económicos y políticos puedan participar (o ser tomados en cuenta) en el proceso de toma de decisiones, y de desarrollar mecanismos que permitan incorporar a dicha toma de decisiones las cuestiones que la sociedad determine como de importancia en un momento dado (por ejemplo, conservación ambiental, equidad, conservación de valores culturales, generación de empleos, etc.).

En cuanto a las condiciones para la gobernabilidad efectiva, De Jesús (2002) cree que más que un “consenso social frente a los problemas”, lo que la gobernabilidad efectiva requiere es de mecanismos claros y conocidos por todos para llegar a establecer estos consensos, o en su defecto, para poder negociar los conflictos. Básicamente requiere fomentar que **los actores involucrados en los procesos de gestión del agua adquieran compromisos, conocimientos y ejecuten las acciones necesarias y que exista autoridad para cumplir con los acuerdos.**

A las definiciones mencionadas se le podría agregar que la gobernabilidad requiere de racionalidad para llevarse a cabo, **definiéndose racionalidad como la capacidad de tomar decisiones proporcionales y coherentes con el conocimiento del medio donde se**

van a aplicar tales decisiones e igualmente proporcionales y coherentes con la capacidad de llevarlas a cabo (Röling, 2000).

Para analizar un sistema de gobierno sobre el agua lo primero que debería hacerse es, por lo tanto, verificar si se dispone de un sistema legal e institucional “racional y coherente” para la gobernabilidad del agua, es decir, si los sistemas existentes de gestión del agua tienen la capacidad de tomar decisiones proporcionales al conocimiento del medio en donde se van a aplicar y de su capacidad para llevarlas a cabo y si las intervenciones que afectan los sistemas hídricos son controlables. Crear y hacer funcionar un sistema “racional” y coherente con el medio donde se aplica, no es por cierto tarea fácil.

Asumiendo que se conozca el medio a ser intervenido y se conozca el tipo de medidas instrumentales y de técnicas o de ingeniería que deben aplicarse para manejarlo, podría decirse que, en teoría, se tendría el aspecto estructural relativamente controlado. La mayor dificultad para mejorar la gestión del agua radica entonces en los aspectos no estructurales, tales como los políticos, económicos, sociales e institucionales, y en la armonización de los aspectos técnicos con los institucionales. Lo que normalmente falta es un mejor conocimiento de la capacidad de la sociedad para poner en práctica las medidas consideradas como correctas para lograr la gestión integrada del agua.

Las ideas que se proponen para mejorar la gestión del agua en los países de América Latina y el Caribe son muchas, pero generalmente carecen de articulación entre sí. Así es común encontrar afirmaciones que indican que las metas de gestión integrada del agua se lograrán con decisión política, creando una nueva cultura del agua, facilitando la participación plena de la población, empleando sistemas transparentes y democráticos de gestión y contabilidad, con el cobro por el valor real del agua, con la aplicación de instrumentos económicos, con la privatización de los servicios, con la aplicación del principio contaminador–pagador, con la valorización de los servicios ambientales que presta una cuenca, con el respeto al medio ambiente o la incorporación de la dimensión ambiental, con sensibilidad social, y muchas otras declaraciones similares e inobjtables moralmente en sus buenas intenciones.

Todas estas propuestas son válidas para lograr los objetivos de gestión integrada del agua en la medida que se den dentro de un contexto de coherencia o “racionalidad” en su aplicación, amparado por estrategias que señalen las etapas y recursos necesarios para ponerlas en práctica, sobre todo teniendo en consideración las situaciones particulares de cada país y de cada cuenca o sistema hídrico donde se van a aplicar. Resulta fácil hacer el enunciado de cosas por hacer o considerar para lograr la gestión integrada del agua, por lo demás ya dicho en todos los discursos y escritos al respecto, pero muy distinto es proponer estrategias que permitan llevar a cabo las ideas que deben hacerse explícitas definiendo claramente qué es lo que se quiere lograr con dicha “gestión integrada”.

Cada cuenca es diferente física y socialmente, el conocimiento del medio físico es muy variable de una cuenca a otra y son contadas las cuencas donde se mantienen y ejecutan estudios de hidrología (en todas sus variantes), limnología, potamología, climatología, glaciología, geomorfología fluvial, hidrogeología y otra serie de estudios

que permiten conocer la forma como se presenta y altera el ciclo hidrológico y el agua, tanto por razones naturales como por la intervención del ser humano. En este sentido es necesario conocer cuáles son las variaciones en la calidad del agua, la recarga de agua subterránea y del comportamiento de cauces (sobre todo cuando se producen grandes inundaciones), la información sobre salinización, la explotación de aguas subterráneas, la alteración de las condiciones de captación en cauces naturales, drenaje urbano y otra serie de elementos.

Cabe señalar que la disponibilidad de información no sólo varía de una cuenca a otra sino que también cambia de un sector usuario a otro.⁷⁸ Así los sectores de hidroenergía y agua potable y saneamiento normalmente tienen mucha más información que los sectores agrícolas y de piscicultura y recreación. Cuando se hace un análisis de gobernabilidad sobre el agua es por ello muy importante especificar si los comentarios sobre la capacidad de gobernabilidad se refieren a un sector de usuarios en particular o más bien se refieren a un uso multisectorial del agua o a la “gestión integral”. En general, la tendencia es hablar sólo sobre las necesidades de agua potable de la población.

En materia de política institucional, Rogers (2002) señala que una buena gobernabilidad requiere que el sistema político institucional del país tenga habilidad: para diseñar políticas públicas socialmente aceptadas, para movilizar recursos sociales que apoyen a dichas políticas, y para hacerlas efectivas. De acuerdo con Peña y Solanes (2002), esas habilidades o “capacidades pasan por la construcción de consensos, la construcción de sistemas de gestión coherentes (regímenes: que supone instituciones, leyes, cultura, conocimientos, prácticas), y la administración adecuada del sistema (que supone participación y aceptación social y el desarrollo de competencias”. A esto se le puede agregar que tenga capacidad de aplicar coherentemente medidas técnicas o de infraestructura (conocidas como medidas “duras” o “*hard sciences*”) con medidas institucionales (conocidas como medidas “blandas” o “*soft sciences*”) (Röling, 2000). Además, no deben olvidarse los actores endógenos y exógenos que actúan sobre los recursos hídricos, que Rogers (2002) coincidentemente califica como gobernantes “internos” y “externos” del agua.

Hecha esta presentación, es factible diseñar eventualmente una plantilla, modelo o “*framework*” que permita comparar la situación existente en materia de gobernabilidad en el agua en cada país o cuenca, y ver de qué manera se cumplen los principios de

⁷⁸ Esta información es casi siempre insuficiente, se encuentra dispersa, sin registros y se pierde frecuentemente con los cambios institucionales (CEPAL, 1999; OMM, sin fecha). La situación de los servicios hidrológicos es grave, bien sea por razones institucionales, o bien por la necesidad imperiosa de modernizar las redes de monitoreo. En la mayoría de los países no existe un sistema de predicción y alertas de inundaciones, pocos cuentan con una red de monitoreo de las aguas subterráneas, y todos sienten la necesidad de reforzar las actividades de evaluación de la calidad del agua. En muchos países las redes de monitoreo de las aguas subterráneas no han sido establecidas a nivel nacional e incluso en las regiones que dependen de esas aguas parece haber escasa información acerca de su cantidad y calidad. En general, las actividades de monitoreo de aguas subterráneas se realizan en forma dispersa, se orientan hacia intereses sectoriales y la información disponible al respecto es muy escasa y de carácter puntual. La medición de la calidad del agua, aunque ha empezado a suscitar interés en los últimos años, todavía no es una actividad sistemática. En muchos casos, las mediciones son realizadas por los sectores de usuarios en función de sus propios intereses. La información disponible, además de ser insuficiente e inadecuada, muchas veces es poco confiable debido a deficiencias de las técnicas de muestreo, el procesamiento de datos o el trabajo de laboratorio

governabilidad sobre el agua, comenzando por precisar en qué marco político de carácter nacional se encuentra inmersa dicha gobernabilidad. Es obvio que en un país, estado o provincia que se encuentre en una situación políticamente inestable, con déficit económicos, con situaciones de inseguridad evidente o con sistemas judiciales o policiales ineficientes para la gestión integral del agua, será mucho más complicado establecer un sistema de gobernabilidad.

La mayoría de las propuestas de gestión del agua, e inclusive las de prevención de desastres como inundaciones, sostienen también que la gobernabilidad sobre el agua sólo se logrará mediante participación, democracia y en general acción colectiva. Ello es lógico por cuanto las decisiones tomadas en forma corporativa con gran participación minimizan los conflictos y sobre todo minimizan la necesidad de imponer decisiones a la fuerza, ***pero no eliminan la necesidad de que existan autoridades para la gestión del agua***. Para lograr dicha participación y compromiso es vital crear las condiciones de confianza de los participantes en que las propuestas de los actores y sobre todo los recursos que aportan van a ser bien empleados y compartidos.

De allí que es irrenunciable, para gobernar, el que exista un sistema de gestión y personas calificadas con características de líder, legalmente establecidas, que actúen con sistemas “transparentes” en la toma de decisiones y de contabilidad y estudios de alta calidad. En otras palabras, la ingovernabilidad “es la expresión de la ausencia de liderazgo político y la falta de un cuadro administrativo capaz de impulsar y hacer funcionar la burocracia del estado, con criterios de racionalidad” (Morínigo, 2002). Estas autoridades deben ser capaces de poner en práctica los acuerdos establecidos en forma participativa y para ello requieren apoyo legal y recursos financieros.

Por ejemplo, en materia de gestión del agua por cuenca no es necesario ni útil señalar una enorme cantidad de ineficiencias sin referirlas a un modelo de comparación y sin sugerir simultáneamente medidas correctivas. Además, la gestión integrada del agua debe ponerse a sí misma un límite en lo que debe o no debe intervenir. En todas las cuencas hidrográficas el hombre ejecuta diariamente miles de acciones. El hecho que ejecute dichas acciones no implica que se constituyan automáticamente en parte de un proceso de gestión del agua en el ámbito de cuencas y menos de que sean integradas. ***Para que formen parte de un proceso de gestión del agua por cuencas y manejo de cuencas deben ser previamente coordinadas entre sí considerando su efecto en conjunto en la dinámica de la cuenca, del agua y en su población.***

No es por lo tanto necesario coordinar todas las acciones que se ejecutan en una cuenca para que la gestión pueda calificarse de “integral”. Sólo algunas acciones requieren pasar por este proceso, tal como las decisiones para el control del escurrimiento superficial del agua, las asignaciones para el uso múltiple del agua o la zonificación de zonas de riesgo de inundaciones. Por lo menos algunas de estas acciones dan mejor resultado si es que se coordina su ejecución entre los diversos actores involucrados y se toma en consideración la dinámica y características del territorio más amplio que el que normalmente se toma en cuenta si se actúa en el ámbito de un sector de uso o un tramo de río.

Para que el proceso de gestión del agua en el ámbito de cuencas sea “integrado” deben ejecutarse acciones que permitan obtener beneficios tanto en el aspecto

productivo como en el aspecto *ambiental*, considerando el comportamiento de la cuenca de captación y el ciclo hidrológico. Además es necesario que el sistema de gestión permita que los usuarios participen en las decisiones con el fin de tender a la *equidad*, legitimando de este modo el proceso de toma de decisiones y las acciones que se emprendan.

B. Actores exógenos y endógenos que intervienen en la gestión integrada del agua

El gobierno sobre el agua, como bien señala Rogers (2002), proviene tanto del “exterior” como del “interior” de los responsables directos de la gestión del agua. Coincidentemente con lo expresado por Rogers (2002), para los autores del presente trabajo la facilidad con que diferentes sectores y personas toman decisiones que afectan el ciclo hidrológico hace de la gestión del agua una actividad muy compleja. Es por esta facilidad de intervención de actores externos es que surge la pregunta ¿quién gobierna a quién en la gestión del agua?

La complejidad que reviste la gestión integrada del agua se debe tanto a la forma aleatoria en que se presenta el recurso como a la enorme influencia que tienen los actores exógenos al sistema hídrico sobre el comportamiento del mismo.⁷⁹ En los análisis realizados de las propuestas de gestión del agua se observa que en la mayoría de los casos no se han considerado los actores relevantes que intervienen en el proceso de gestión del agua. Estos actores afectan tanto el uso del agua, con sus consecuentes cambios en cantidad, calidad, tiempo y lugar de presencia, como en la alteración de las cuencas de captación y escurrimiento del agua. Hay un gran número de actores, endógenos y exógenos, que intervienen en una u otra forma en el ciclo hidrológico. Generalmente estas intervenciones se hacen en forma aislada y no coordinada entre sí.

Entre los actores endógenos relacionados con la gestión y el aprovechamiento del agua, hay los que generan demandas de bienes que requieren agua para ser producidos o manufacturados, hay actores que producen dichos bienes y no sólo usan el agua en el proceso si no que también la usan para botar sus residuos, hay actores que se dedican a captar y entregar agua a los consumidores de la misma, y hay actores que se dedican a regular como las superintendencias de agua potable y saneamiento. Este grupo de actores se complementa con aquellos que se dedican a ofrecer, o tienen como función otorgar, servicios de seguridad para prevenir o mitigar el efecto de fenómenos extremos como inundaciones y sequías, otros que ofrecen servicios de alerta, otros que ofrecen servicios de tratamientos de aguas servidas, y así sucesivamente.

La naturaleza a su vez también tiene sus propias demandas y ofertas y por lo tanto debe considerarse como un “actor” clave. Si bien el medio ambiente genera demandas por el agua también ofrece servicios, conocidos como “ambientales”, tanto o más importantes como, por ejemplo, los de una planta de tratamiento de aguas servidas, al oxigenar el agua o filtrarla en el subsuelo, o el que ofrece una represa de regulación de descarga, regulación que la naturaleza logra con un pantano o con el control natural del

⁷⁹ De acuerdo con Solanes (2002), “Los problemas del agua, tanto en el sector servicios como en el recurso en sí mismo, no provienen sólo de los recursos hídricos ni tienen soluciones sólo a partir del agua. El desconocimiento de esta realidad, lleva a veces a plantear soluciones universales y comunes en términos de terrible simplificateurs, es decir ideológicos y, eventualmente, contraproducentes”.

escurrimiento de agua en una cuenca, al almacenar agua en forma subterránea en lugar de hacerlo en una represa construida.

El no considerar cualquiera de estos actores endógenos antrópicos y naturales en las propuestas de gestión integrada del agua conduce a ineficiencias. Otros factores que causan ineficiencias o imposibilidades para el logro de objetivos de gestión del agua han sido ignorar el sistema político–institucional del país que enmarca, entre muchas otras, las actividades de gestión del agua. También se ha vuelto común centrar la búsqueda de gobernabilidad sólo en medio del accionar de los reguladores, normalmente en manos del Estado (limitarse a dar leyes, y basarse en la acción de los organismos técnico–normativos), transfiriendo cada vez más servicios vinculados al agua al sector privado.

En materia de descoordinación cabe resaltar el enorme peso que tienen las iniciativas sectoriales de aprovechamiento del agua que actúan en una cuenca carente de un mecanismo de gestión integrada del agua. Al respecto es muy común que el énfasis en materia de agua se haga exclusivamente con relación al abastecimiento de agua potable y saneamiento, desvinculando dicho uso de las necesidades de gestión integrada del agua. Por ejemplo, en la reciente Conferencia Internacional sobre la Financiación para el Desarrollo (Monterrey, México, 18 al 22 de marzo del 2002), se hace por ejemplo énfasis en combatir uno de los principales males que aqueja al sector poblacional más pobre, que es la falta de acceso al agua potable y al saneamiento. Sin embargo, no se hace referencia a la necesidad de vincular dicho objetivo con el imperativo de mejorar la gestión integrada del agua y de las cuencas donde se va a captar el agua para las poblaciones. Lo mismo sucede muchas veces con las propuestas de desarrollo de otros sectores usuarios, como la agricultura bajo riego y la hidroenergía, que si se hacen en forma sectorial generan automáticamente conflictos con los demás usuarios que no fueron considerados.

La generación de conflictos por la competencia por el agua no es causada sólo por los responsables de la gestión del agua o *actores endógenos* al tema hídrico. Los problemas mayores son causados por los *actores exógenos* al tema del agua que, sin tener responsabilidades directas en el uso del agua, toman decisiones que alteran la cuenca de captación, el tiempo de flujo de agua, los cauces de los ríos, la calidad del agua y en general su disponibilidad. Estos actores ya no son sólo los funcionarios de un gobierno, empresas públicas o ministerios únicamente, ni tampoco son actores que sólo piensan en generar ganancias desde un punto de vista privado. Simplemente son todas aquellas personas o empresas que desean iniciar negocios o actividades de algún tipo, sea en bien de la humanidad y del medio ambiente, sea en bien de explotar algún recurso minero o de iniciar una explotación recreacional o de piscicultura, pero cuya decisión cambia radicalmente el balance hídrico, la economía, el ambiente y la organización social del lugar donde piensan hacer actividades.

Las decisiones, que implican modificar el uso del agua en algún lugar, sobre todo en una o más cuencas, pueden provenir de un directorio de una transnacional que se encuentra ubicado a miles de kilómetros de la cuenca, en otro país o continente. Estas decisiones generalmente ni siquiera son tomadas concientemente con relación a su impacto en el sistema hídrico. Esto sucede, por ejemplo, cuando se hace un plan para invertir millones de dólares en explotación minera, alentada por los gobiernos que

estimulan la inversión extranjera, con buenos propósitos de desarrollo. También se origina por el efecto de recomendaciones altruistas, de los mismos gobiernos que conforman la Organización de las Naciones Unidas, como son fijar metas para aumentar la cobertura de los servicios de abastecimiento de agua potable y saneamiento a todas las poblaciones marginales en el plazo más rápido posible, sin preguntarse si hay o no agua en los lugares donde se encuentran tales asentamientos humanos y cuánto es el costo social, ambiental y económico que las sociedades aledañas están dispuestas a pagar. Los centros urbanos gigantescos son verdaderas bombas que aspiran agua de lugares cada vez más lejanos atentando contra dichos lugares (Dourojeanni y Jouravlev, 1999a).

Las intervenciones inconsultas también surgen en las campañas políticas en las que los candidatos prometen construir obras hidráulicas por presión de grupos de interés sin consultar su viabilidad. Otras intervenciones son de gobiernos locales que aprueban expansiones urbanas ocupando zonas de riesgo o alterando los cauces naturales, tal como construir vías rápidas a lo largo, y hasta dentro o debajo, del cauce artificialmente encauzado de un río. También proviene de actores informales que construyen en lugares inadecuados, de cultivadores de coca y procesadores de cocaína, de mineros clandestinos, de piscicultores que sobrecargan la capacidad de carga de un estuario o laguna, y de otros miles de personas que, con sus acciones y decisiones, alteran el flujo del agua.

En todos estos planteamientos parece olvidarse que estas decisiones deben tomarse como parte de un enfoque integrado de gestión del agua y de la o las cuencas donde se interviene. Por lo menos requieren que se haga una consulta mínima sobre qué va a pasar con los usos del agua actuales de cumplirse sus promesas o proyectos. En resumen: *¿Quién gobierna a quien en la gestión del agua?* ¿El responsable de la empresa contratada para construir las obras hidráulicas para satisfacer la demanda de agua? ¿La entidad de la cuenca, si existe alguna, la autoridad de aguas del gobierno nacional o central, o los gobiernos locales? ¿El directorio de una empresa que decide invertir en cierto lugar en una actividad de alto consumo de agua en cantidad, calidad o alteración de flujos? ¿Es responsabilidad del gobierno que estimula este tipo de inversión en ese lugar y que no consultó si había agua? ¿El alcalde que decide ampliar los límites urbanos de su ciudad o de construir una vía para autos sobre, en o debajo del cauce de un río? ¿La empresa de agua potable que decide ampliar su red de abastecimiento o de tratamiento de aguas servidas? ¿El mercado del agua puro y simple, sin mayor regulación, de tal forma que el usuario de más rentabilidad compre el agua que requiere para sus fines, sin importar qué efecto causa en terceros o el ambiente?

En la práctica existen varios tipos de intervenciones externas en la gestión integrada del agua, por lo menos una proviene de actores que, sin tener ingerencia directa en la gestión del agua, toman decisiones que afectan o alteran el balance hídrico. Por ejemplo, los gobiernos locales que deciden la ocupación y uso del territorio por medio de la formulación de un plan de ordenamiento territorial que no toma en consideración, en nada, los drenajes superficiales naturales. La otra proviene de actores que no pertenecen al ámbito local, sobre todo de la cuenca hidrográfica, donde se realizan las intervenciones que afectan el balance hídrico. Son decisiones que pueden provenir del nivel regional, nacional o transnacional de sectores vinculados o no a la gestión del agua. Una tercera es la intervención unilateral y no coordinada de los sectores usuarios

del agua en la misma cuenca o sistema hídrico que es compartida por varios tipos de usos que, con dicha intervención, originan externalidades de algún tipo, como la contaminación del agua o la alteración de las cantidades y tiempos de su escurrimiento. ***El diseño de un sistema de gestión integrada del agua debe estructurarse de tal forma que, entre otras consideraciones, sea capaz de tomar en cuenta las intervenciones potenciales de estos múltiples actores con el fin de ejercer una capacidad de articulación de estas intervenciones.***

Como respuesta a las intervenciones externas, aparecen reacciones internas de los actores. Estas reacciones son de gran relevancia no sólo para la gestión del agua y de las cuencas de captación, si no también para la protección de hábitats, biodiversidad, recuperación de ecosistemas, recuperación de ríos y otras acciones ligadas a la gestión del territorio y los elementos naturales. Comúnmente son iniciadas en parte por los gobiernos locales, pero también por las organizaciones no gubernamentales y variados grupos, interesados en los lugares físicos que comparten (vinculación al terruño).

Estas iniciativas locales, que consideran una cuenca como su límite de acción, y no únicamente los límites político-administrativos, son de gran relevancia en América Latina y el Caribe, pero en general no se han hecho estudios sobre los mismos. Esto se contrasta con la proliferación de investigaciones que sobre este tema se están haciendo en los Estados Unidos de Norteamérica. En dicho país, estas iniciativas de habitantes de una cuenca se conocen como “*watershed initiatives*” y “*watershed movement*” (Wooleey y otros, 2002; Dourojeanni, 2001).⁸⁰ De hecho es materia de análisis de las “políticas de lugar” o “del terruño” con el cual se sienten identificados sus habitantes y que no es precisamente sólo un espacio político-administrativo.

Hasta la fecha ciertamente no hay una respuesta única a este tema, ni mucho menos una institucionalidad y proceso establecido para filtrar todas las decisiones provenientes de tantos actores que no se relacionan entre sí. A pesar de ello, es inevitable, si se quiere lograr hacer algo organizado y orientado al desarrollo sustentable, que exista un sistema de gestión del agua y autoridad que sea capaz de tomar decisiones racionales, es decir coherentes con el conocimiento del medio a ser intervenido y proporcionales con la capacidad de que se dispone para alcanzar la ansiada gestión integrada de los recursos hídricos.

C. La evolución de los sistemas de gestión del agua

Durante un largo período de tiempo, mientras los recursos hídricos que podría aprovecharse a un costo razonable y las capacidades técnicas y de inversión se encontraban aún disponibles en determinadas cuencas o sistemas hídricos, las tareas de los encargados de la gestión del agua han sido las de suplir las demandas crecientes de agua, lo que se ha efectuado usualmente con la construcción de nuevas obras hidráulicas. Era común que en los procesos de gestión del agua llevados a cabo en los países de la región:

⁸⁰ En la actualidad, se observa un renacimiento del activismo basado en cuencas en el Oeste norteamericano, uno de cuyos resultados ha sido la proliferación de grupos, consejos y agrupaciones conservacionistas basados en cuencas, tanto auspiciados por el gobierno como no gubernamentales.

- No se incluyera la opción de contener o reducir las demandas de agua en función de las disponibilidades u oferta potencial de agua. Tampoco se analizaba mucho la posibilidad del uso múltiple del agua.
- Cada demanda se hacía desde la perspectiva de un sector usuario, sin necesariamente establecer las conexiones críticas que tenía dicha demanda con otros usos.
- No existía una especial preocupación por las externalidades negativas, ni tampoco positivas, lo que implicaba favorecer ciertos usos del agua en desmedro de otros.
- No existía tampoco una preocupación explícita en materia de los efectos negativos que se pudiera ocasionar la construcción de grandes obras hidráulicas sobre el medio ambiente (por ejemplo, conocer y mantener un mínimo de agua en un río en calidad, cantidad y oportunidad).
- No se respetaban ni las condiciones de captación de agua de las cuencas ni la conservación de la estabilidad y características de los cauces naturales ni tampoco de los humedales, más bien la idea era drenar cuanto pantano había.
- No se tomaba en cuenta los efectos negativos que podía tener el deterioro y la modificación de la calidad, cantidad y frecuencia de la presencia del agua en los lugares donde desembocaban y se vertían dichos recursos, tales como lagos, mares u otros ríos mayores.

Todo esto sucedía a pesar de que la mayoría de las decisiones eran tomadas por un mismo gobierno, bajo una estructura institucional pública y generalmente de carácter vertical. Tampoco se tenía que vivir con los efectos de la globalización como hoy en día. Es decir que existía cierta posibilidad de comando y control sobre las decisiones que se tomaban, casi todas por un gobierno desde el sector público, posibilidad que existía más antes que ahora, aún cuando en la práctica este gobierno era ejercido sólo parcialmente, privilegiando la construcción de obras hidráulicas por sobre acciones de una buena gestión. Con ello se quiere señalar que a pesar de que el aparato público tenía la opción de conducir procesos de gestión integrada del agua, o por lo menos de uso múltiple, este poder lo ejerció primordialmente en la construcción de grandes obras hidráulicas, (muchas de carácter sectorial). No invirtió suficientemente en preparar sistemas de gestión del agua en los aspectos “no estructurales” que eran y aún son en cierta forma asumidos por “los proyectos” mientras éstos se ejecutan, pero que una vez concluidos ya no son parte de sus responsabilidades.

A fines de la década de los sesenta e inicios de los setenta, esta autoridad pretendió ser ejercida en mejor forma, con tendencia a la gestión integrada del agua, por medio de la formulación de planes de ordenamiento del uso del agua de nivel nacional.⁸¹ Estos

⁸¹ Axel Dourojeanni y Medardo Molina realizaron un análisis comparativo de algunos planes de ordenamiento de los recursos hídricos formulados en los países de la región en los años setenta y ochenta (CEPAL, 1986). Los planes utilizados para la comparación están disponibles en la biblioteca de la CEPAL, planes que muchas veces ya no se encuentran en los países que los formularon. De acuerdo con dicho estudio, aunque existe una apreciable diferencia en los avances logrados en cada país, todos ellos han seguido una metodología de trabajo bastante similar. Dicha metodología incluye una regionalización hidráulica del territorio, el cálculo de la oferta y la demanda de agua por regiones, y la formulación de estrategias técnicas y administrativas para compatibilizar las necesidades y las ofertas del recurso. El análisis indica que, en general, el ejercicio de formulación de planes nacionales de ordenamiento de recursos hídricos ha sido útil en los países que lo han emprendido, sobre todo durante el proceso de elaboración del plan. Entre los principales beneficios se cuentan: un mejor conocimiento de la disponibilidad de agua, una mejor coordinación interinstitucional previamente inexistente en varios países, un mejor conocimiento y generación de alternativas de compatibilización

planes usualmente tuvieron un uso más orientado a la identificación y fijación de prioridades para la construcción de obras hidráulicas, siguiendo con la costumbre heredada, pero también sirvieron para conocer los balances hídricos de los países, sus potenciales de generación hidroeléctrica, las áreas afectadas por salinidad, el uso y la disponibilidad de aguas subterráneas, las organizaciones de usuarios del agua y además alentó la formación de especialistas en el tema de gestión del agua.

Esta inquietud fue decayendo a fines de los años ochenta. A partir de esa fecha, el Estado se retiró paulatinamente de muchas actividades vinculadas al estudio, al aprovechamiento y a la gestión integrada del agua. Igualmente las actividades del sector público vinculadas a hidroelectricidad, y en parte a servicios de agua potable y saneamiento, fueron transferidas, en varios países, a la actividad privada (CEPAL, 1998b y 1998d). En términos relativos, en algunos países, se está en peores condiciones que en el pasado en muchos aspectos de gestión del agua a nivel nacional y de cuencas debido a que, por un lado, el Estado invierte menos en grandes proyectos hidráulicos, y que, por el otro, no existen bases sólidas de gestión del agua por cuencas para operar las obras construidas.⁸² Hoy en día han disminuido los aportes que se hacían para elaborar estudios integrales sobre el agua y las cuencas. Inclusive algunas oficinas de evaluación de recursos naturales fueron reducidas a ser centros que venden información y que deben sobrevivir con presupuestos muy reducidos, con la cual las redes de monitoreo de agua se han visto muy debilitadas, con la excepción de las redes que están al servicio de las empresas privatizadas, sobre todo de hidroenergía, algunas de las cuales guardan celosamente sus datos.

Simplemente el tema de la gestión del agua no está en la agenda política, salvo que ocurran situaciones que interesen a los medios de comunicación, y que, por lo tanto, ofrecen una “imagen” política, tales como inundaciones y sequías, que afecten centros poblados importantes; conflictos entre regiones o entre comunidades indígenas por el agua; grandes obras hidráulicas que colapsan por falta de mantenimiento u otro problema; brotes epidémicos, como de cólera, malaria o dengue; o más recientemente, debido a manifestaciones populares contra algunos procesos de privatización de empresas de agua potable o hidroelectricidad, como ocurrió en la ciudad de Cochabamba, Bolivia y en la ciudad de Arequipa, Perú. El interés de los ministerios de

de oferta y demanda de agua, una mejor percepción de los conflictos actuales y potenciales de aprovechamiento del agua, una mejor perspectiva para incorporar consideraciones ambientales que usualmente son dejadas de lado, y en forma casi inmediata, una mayor cantidad de alternativas para mejorar la operación de los sistemas hídricos ya construidos. Todo ello puede servir potencialmente para que los países desarrollen políticas hídricas acordes con sus metas de desarrollo socioeconómico, aun cuando indudablemente, ello no garantiza ni obliga a que éstas se lleven a la práctica o se tomen como elementos de decisión. En teoría, el hecho de disponer de un plan elaborado marca una etapa que de ninguna manera es definitiva dada la necesidad de retroalimentar permanentemente el sistema creado. Lo más significativo de esta etapa es disponer de un sistema de información que facilite la toma de decisiones relativas al aprovechamiento y gestión del agua con fines de desarrollo. En la práctica no se ha aplicado integralmente ningún plan formulado en la década de los setenta, pero sí se han empleado las informaciones que tales planes proporcionaron, sobre todo para justificar y priorizar inversiones en obras hidráulicas.

⁸² En Perú, el INADE sigue siendo el operador y promotor principal de la administración de las grandes obras hidráulicas, las cuales no puede transferir a organización especializada alguna, ni de usuarios, ni del sector privado, ni del Estado, por cuanto éstas no han sido promovidas, fortalecidas o asistidas durante el proceso de construcción de las obras.

economía y finanzas, que deben aportar grandes sumas de dinero para obras hidráulicas y que están preocupados por el destino de las mismas, también es un factor importante.

Ello es especialmente visible cuando afecta a los grandes sectores productivos usuarios del agua y las demandas urbanas. En muchos casos existe un claro desbalance entre los objetivos de desarrollo económico, sobre todo en beneficio de los grupos con mayor poder fáctico o de acceso al poder político, por un lado, y los objetivos de un uso eficiente y ordenado del agua en beneficio de la sociedad en su conjunto.

El tema del agua, por lo tanto, no es un tema de prioridad permanente en la agenda de muchos de los gobiernos, tanto del ejecutivo como del legislativo, que a veces dejan que el tema sea de responsabilidad de cada sector. Bajo este sistema, varios temas “no gratos” (externalidades negativas), como el control de la contaminación o el drenaje urbano, no los quiere nadie y se convierten en “áreas grises” del sistema de gestión. Muchas veces, los eventuales encargados de las reformas del aparato público, no saben bajo que dependencia poner o que hacer con las entidades de aguas de carácter multisectorial y las trasladan así de un sector a otro. Por suerte algunos países se salvan de esta situación, pero ninguno parece tener una garantía absoluta de que puedan estar a salvo de un cambio súbito de decisiones políticas que destruyan lo bueno avanzado.

En el ámbito municipal pasa lo mismo. Algunos municipios son excelentes administradores del agua: controlan que no se exploten las aguas subterráneas más allá de su capacidad de recarga; conservan sus cuencas de captación de agua para la población; tratan las aguas servidas y a veces las reutilizan para regar los parques de la comuna; y no destruyen las bermas de los ríos y cauces que cruzan las zonas urbanas. Se aseguran, además, que las zonas de riesgo no sean ocupadas y mucho menos urbanizadas, conservando zonas de amortiguación y de uso recreacional. En cambio, otros ni siquiera riegan las áreas verdes y utilizan los cauces para que los propios camiones municipales boten basura, sobre-explotan las napas y anulan las zonas de recarga, urbanizan zonas de riesgo, anulan las bermas de los ríos, y cometen otros actos similares.

En los países donde emergió el tema de la gestión ambiental al punto de crear ministerios del medio ambiente, muchas veces, se consideró que el tema del agua debía ser tratado como parte de sus funciones. En estas situaciones, el tema de la gestión del agua en manos del gobierno pasó a formar parte de la agenda ambiental, agenda que no necesariamente tiene los poderes para ordenar las decisiones de uso múltiple del agua. El agua y las cuencas son ciertamente elementos naturales que deben ser protegidos y manejados para evitar su deterioro y sus efectos negativos, pero también son recursos productivos que generan una “industria del agua”, por lo cual sus usos deben ser promovidos y regulados por entes diferentes a los ambientales.

A juicio de los autores, los ministerios del ambiente no deben, de preferencia, ser juez y parte en estas dos acciones. Deberían tener la capacidad de aplicar y hacer cumplir las normas ambientales como los estudios de impacto ambiental, dejando a otros la acción de la regulación de aprovechamiento. La controversia entre la agenda ambiental y la agenda de usos del agua se solucionó en los países que mantuvieron o crearon agencias de gestión del agua, ligadas a un sector de uso multisectorial como el de obras públicas, separadas, o por lo menos con autonomía, de los ministerios o

comisiones del medio ambiente. Lo más complejo aún es separar, sin embargo, las autoridades de aguas que están vinculadas a un sector usuario, como el de la agricultura, como en Perú,⁸³ o el sector hidroeléctrico.

Los cambios en la institucionalidad para la gestión del agua, tendiendo a una mejor gobernabilidad para la gestión integrada del recurso, sin embargo, han sido considerables en algunos países, como Brasil y México. En este momento, estos son los únicos países de la región con leyes de agua recientemente aprobadas que reconocen la gestión del agua por cuencas como base esencial. El caso de México es excepcional, puesto que, en un periodo extremadamente corto, superando muchos obstáculos de diversa índole, la Comisión Nacional del Agua (CNA) ha realizado una tarea sin precedente, ni en el propio país ni en otras partes del mundo, logrando la instalación en todo el país de 25 Consejos de Cuenca con sus órganos auxiliares que les dan operatividad y sustento social y técnico, aún cuando falta un largo período de consolidación para poder cumplir con las funciones que les corresponden (Dourojeanni y otros, 2002). Al mismo tiempo, otros los consideran inoperantes o quieren reorientar las actividades de los Consejos de Cuenca hacia funciones más amplias de gestión ambiental.⁸⁴

Ello no quiere decir que en otros países, no se hayan obtenido logros significativos pero sí que se limitan a algunos casos. Los éxitos se concretan, en general, en algunas cuencas o en algunas acciones en particular. Muchos proyectos y acciones orientados a una mejor gestión del agua han sido limitados en su alcance espacial, temporal y en la selección y tratamiento de situaciones. Es decir que, a pesar de haberse avanzado en la orientación hacia la gestión integrada del agua, estos avances no han logrado aún alcanzar a cubrir las necesidades totales en el ámbito de un país, ni en profundidad ni en cobertura.

⁸³ En Perú, por ejemplo, la responsabilidad de la administración del agua recae en el sector agrícola, específicamente en la Dirección General de Aguas y Suelos (DGAS). Tradicionalmente la DGAS ha sido una dirección de primer nivel del Ministerio de Agricultura. Actualmente se encuentra subordinada al Instituto de Recursos Naturales (INRENA), que es un órgano descentralizado del Ministerio de Agricultura, encargado de promover y apoyar el uso sostenible de los recursos naturales renovables. Desde entonces, se ha concentrado su accionar exclusivamente en el sector agrícola, “con prescindencia de sus funciones de órgano rector de carácter multisectorial” (Emanuel y Ecurra, 2000). Su capacidad de gestión del agua fue debilitada como resultado de la transferencia, a inicios de los años ochenta, de la función de la ejecución de los proyectos de obras hidráulicas al INADE.

⁸⁴ Siendo incontrovertibles los argumentos de integralidad de la cuenca y de la íntima e indisoluble vinculación de los ecosistemas acuáticos, la biodiversidad, el suelo, la vegetación y el agua, es imprescindible aceptar que los enfoques holísticos no implican necesariamente actuaciones institucionales integradas en unas mismas entidades y organizaciones, y que, en países que aún no logran atender eficazmente y por separado los múltiples problemas asociados a la gestión y el gobierno del agua y del ambiente, las propuestas “integrales” que proponen “encimar” o “juntar” entidades de gobierno con tradiciones, recursos, especializaciones y ámbitos de actuación muy distintos entre sí, deben ser analizadas prudente y cuidadosamente (Dourojeanni y otros, 2002). Hay muchos ejemplos en el mundo de entidades de gestión del agua, tanto a nivel nacional como de cuencas, que pretendiendo abarcar más integralmente los asuntos ambientales, con una reorientación semejante, han visto su capacidad de acción seriamente reducida o han casi desaparecido, al sumar ineficiencias, aumentar la competencia por presupuestos normalmente escasos e insuficientes con relación a las demandas y necesidades, y producir confusión y pérdida de identidad por la enorme cantidad de temas y funciones asignadas y superpuestas, como la conservación de la biodiversidad o el combate a la desertificación, que son áreas con objetivos en exceso amplios que compiten con otros temas de mayor significación, como son los relativos al agua (Dourojeanni, 1999b).

Hay ejemplos de éxito en temas tan variados como son la aprobación de numerosos acuerdos internacionales, desde el Plan de Acción de Mar del Plata a la fecha; formulación de propuestas de leyes nacionales que se orientan a la gestión integrada del agua; formulación de planes maestros de gestión del agua por cuencas; propuestas de creación de entidades de cuenca; logros en la instalación de entidades de cuenca; logros en la evolución de organizaciones de gestión del agua sectoriales a un enfoque multisectorial; logros en el control de contaminación del agua; y logros en la prevención de desastres por efectos de inundaciones; entre muchos otros.

Lamentablemente, aún gran parte de los cambios no parecen haber modificado sustancialmente la lista de omisiones, mencionada previamente, que se cometían en el pasado con relación a la gestión del agua. Hoy en día, en algunos países y regiones, hay una mayor preparación y facilidad para lidiar con los problemas listados, tanto como en otros hay atrasos, pero es cierto también que los resultados principales están aún por lograrse.

D. Propuestas para superar los obstáculos que enfrenta la gestión integrada del agua y de las cuencas

Sólo en teoría ya es complejo transmitir la idea de cómo se podría actuar en forma coordinada para lograr alcanzar metas integradas de gestión de los recursos hídricos, que incorporen objetivos sociales, económicas y ambientales. Llevar estas ideas a la práctica es mucho más complejo. Es aún más difícil cuando las metas se expresan en formas tan vagas como “alcanzar un desarrollo sustentable”, “incorporar la dimensión ambiental” o “combatir la desertificación” o “combatir la pobreza”. Normalmente después de que un colega asiste a estas reuniones, dan ganas de decir, ¿y quién ganó?

¿Cómo pasar de costumbres, políticas, leyes y sistemas de gestión diseñados hace más de un siglo (para gobernar sobre temas y zonificaciones territoriales sectorializadas o sub-sectorializadas del agua, orientadas básicamente al crecimiento económico, sin consideraciones ambientales y con gobiernos centralizados), a sistemas modernos para gobernar en forma descentralizada, sobre aspectos integrados del agua (transversales, interdisciplinarios, sustentables, participativos y otros objetivos similares), con participación privada y de la sociedad en forma democrática, con recursos económicos y humanos reducidos y además hacerlo en poco tiempo, si las principales estructuras no se han modificado?

Pasar de una gestión parcial del agua --orientada mayormente aún a la necesidad de aumentar la oferta de agua con la construcción de nuevas obras hidráulicas, muchas de uso sectorial, ahora con mayor participación del sector privado-- a una gestión de enfoque multisectorial, que gestione la oferta pero también la demanda de agua, y más aún en forma participativa, integral y tendiente al desarrollo sustentable y sostenible, no es precisamente una tarea fácil. El problema se hace más agudo cuando esta transición debe realizarse con la idea de favorecer la descentralización y la regionalización, incluyendo la participación local, y se desea que las decisiones se hagan considerando equilibradamente aspectos económicos, sociales y ambientales. *Los países más evolucionados en esta temática jamás tuvieron que enfrentar todos estos temas desde una posición tan desventajosa, comenzando por el hecho que no tuvieron una*

explosión de concentración urbana de tales características como en América Latina y el Caribe.⁸⁵

Las situaciones se hacen más difíciles cuando estos espacios locales pueden ser intervenidos fácilmente por autoridades o decisiones que provienen del exterior del sistema de gobierno sobre el agua o sobre la cuenca (incrementado por la globalización y el atractivo que ofrecen los gobiernos para atraer capitales y empresas transnacionales), o cuando la misma autoridad regional local interviene en la gestión de un sistema hidráulico compartido con varias otras regiones, sin consultar que efecto tendrá su intervención en los usuarios aguas abajo.

Esto en parte explica por qué en América Latina y el Caribe, hay una “crisis de gobernabilidad sobre el agua” (Dourojeanni y Jouravlev, 2001). Cuando se les plantea a los actores tradicionales, encargados de la gestión del agua (como son los jefes de distritos de riego, los canalistas, las empresas de agua potable y saneamiento, de hidroelectricidad, de acuicultura o de recreación) que evolucionen para pasar, no sólo a pensar en temas de uso multisectorial, sino también en temas sociales y ambientales, y a proceder en forma coordinada con los demás usuarios, a la vez que pagar para financiar una organización para este fin, se les produce un verdadero “*shock*” emocional.

Muchos encargados de la gestión del recurso, que inclusive ya están convencidos de la necesidad de ser cada vez más interdisciplinarios en sus decisiones, simplemente no pueden hacerlo, no saben como hacerlo o se resisten a utilizar métodos rigurosos de trabajo. La importancia de asesorarlos en sus procesos y darles las orientaciones necesarias, en lugar de sólo darles metas y obligaciones que superan sus capacidades actuales y recursos, es obvia y, por ello, se plantea la importancia de disponer de “centros de logística” que los apoyen.

Probablemente de lo que menos se carece en la región son de ideas y propuestas para mejorar la gestión de los recursos hídricos. Se encuentran disponibles planes integrales para el ordenamiento de los recursos hídricos, que fueron efectuados para toda una nación, hasta propuestas de soluciones para cada cuenca y cada situación de conflicto encontrada dentro de las mismas. Lo que, sin embargo, también es cierto es que, a pesar de las propuestas existentes y de los esfuerzos realizados y los avances logrados por algunos gobiernos nacionales, regionales y locales, e inclusive por el

⁸⁵ A partir de los años cincuenta, los países de América Latina y el Caribe han experimentado un crecimiento demográfico sin precedentes en su historia: de unos 170 millones de habitantes en el año 1950 a casi 520 en 2000 (NU, 2002). El incremento de la población ha ido acompañado de una notoria concentración de ésta en las zonas urbanas, algunas de las cuales ya figuran entre las concentraciones de población y actividades económicas más grandes a nivel mundial. El proceso de urbanización en los países de la región está alcanzando un nivel tal que ha convertido a la región en una de las más urbanizadas del planeta junto con América del Norte y Europa. La población urbana de la región representaba en el año 1950 el 42% del total, alcanzando unos 70 millones de habitantes. Para el año 2000 ese porcentaje había subido al 75%, puesto que el número de habitantes urbanos había aumentado casi seis veces (más de 390 millones) y en 2030 se proyecta que habrá llegado al 84% y el número de residentes urbanos ascenderá a casi 610 millones. El rápido proceso de urbanización ha puesto a prueba las posibilidades de la gestión urbana en todos sus aspectos, incluyendo la prestación de los servicios de agua potable y saneamiento, el tratamiento de las aguas servidas y el drenaje urbano (Dourojeanni y Jouravlev, 1999a). Ha originado también serios conflictos con otros asentamientos humanos y otras actividades económicas, como la agricultura, que compiten por las mismas fuentes de agua.

sector privado, los conflictos por el uso del agua, las alteraciones en la calidad del agua y los efectos de los fenómenos extremos, como inundaciones y sequías, siguen superando la capacidad de respuesta de las instituciones de gobierno (en todas las instancias) y de los propios usuarios.

¿Quién y qué puede hacer, por lo tanto, para pasar de una visión y acción sectorial a una visión y acción multisectorial y, de allí, a una “integral” de gestión del agua, para adelantarse a los conflictos por el uso múltiple del agua, para evitarlos o mitigar sus efectos? ¿Cómo se puede cubrir el íntegro de un territorio de un país en materia de la gestión del agua, respetando las particularidades geográficas de su territorio y culturas locales? ¿Cómo lograr la armonización de metas económicas, sociales y ambientales? ¿Cómo lograr la participación efectiva de la mayor parte de los actores involucrados en el proceso de la gestión del agua, de forma de que las decisiones sean cada vez más de consenso y menos de imposición? ¿Cómo vincular las “visiones” o “escenarios” idealizados de la gestión integrada del agua con las limitaciones existentes para alcanzar tales escenarios? Esos son sólo algunos de los dilemas que enfrentan los gobernantes de los países de la región y que deben resolver para mejorar la gestión del agua.

E. Elementos que condicionan la efectividad de un sistema de gestión del agua: compromiso, conocimiento y acción

El éxito que un país o de un estado, provincia o región dentro de un país, para montar un sistema de gestión integrada del agua depende sobre todo de la feliz y oportuna confluencia de por lo menos cuatro factores (Dourojeanni y Jouravlev, 1999a; Dourojeanni y otros, 2002):

- ***Un sistema político–institucional razonablemente estable y articulado a nivel nacional, o por lo menos a nivel local, que incluya una autoridad de aguas claramente identificada y respetada.*** Se requiere un mínimo de estabilidad política, económica y financiera, tanto del gobierno nacional como de los *principales* usuarios del agua de la cuenca. Al respecto de los usuarios, es esencial que exista un liderazgo visible y honesto de una persona o grupos de personas que apoyen la iniciativa con conocimiento y transparencia en sus acciones.
- ***Apoyo o por lo menos no oposición por parte de las autoridades públicas y su reconocimiento de la necesidad de establecer bases permanentes y sólidas de la gestión integrada del agua.*** Es importante que el Estado estimule y apoye la creación de entidades de gestión del agua por cuencas, inclusive promoviendo iniciativas privadas y de organizaciones no gubernamentales, pero sin dejar de asumir y cumplir los roles que le corresponden en asegurar el uso eficiente y ordenado del agua (garantizar el cumplimiento de la legislación vigente, resolver conflictos entre usuarios, mantener sistemas de información sobre disponibilidad y uso de agua, asistir y promover la adopción de criterios técnicos y estándares de trabajo, etc.).
- ***Una clara y abierta demanda, por parte de los usuarios de agua, resultado de necesidades sentidas para solucionar conflictos crecientes debido a la carencia o pobres sistemas de gobernabilidad del agua en el ámbito nacional, regional o de cuencas.*** En el caso de entidades de cuencas, debe existir una clara necesidad y disposición, de por lo menos más de uno de los principales usuarios del agua de la cuenca, para propiciar la creación y funcionamiento de un sistema de coordinación de acciones para una mejor gestión del agua.

- ***Una necesidad evidente de tener que conocer los balances hídricos, y disponer de un sistema de distribución de agua entre los múltiples usuarios, para mantener un equilibrio entre las demandas sociales, económicas y ambientales y la oferta de agua.***

Una vez decidida y aceptada la importancia de establecer un sistema de gobernabilidad sobre el agua, se inicia otro proceso largo y complicado, proceso que implica diseñar estrategias para transitar de las situaciones actuales a las deseadas.

F. Motivos que originan retrocesos en la toma de decisiones para mejorar la gestión del agua

Paradójicamente, si bien el incremento de los conflictos por el agua en ciertos lugares es lo que finalmente parece generar iniciativas muy fuertes de crear o consolidar las organizaciones de gestión del agua, también hay una serie de situaciones que atentan contra la adopción de iniciativas. En América Latina y el Caribe, el “gatillador” de necesidades de gobernabilidad sobre el agua difiere enormemente entre países y aún dentro de un mismo país. Como resultado de esta dicotomía, en muchos lugares hay un considerable atraso en la implementación de sistemas de gobierno sobre el agua y hasta de retroceso (Dourojeanni y Jouravlev, 2001; Jouravlev, 2001b).

Mientras a veces en unas regiones o cuencas de un mismo país se logran avances notables, en otras partes del mismo país hay retrocesos significativos en la capacidad de gestión del agua, sobre todo cuando la capacidad de gobernabilidad del Estado para la gestión del agua es débil. En estas situaciones, los avances positivos se deben casi exclusivamente a las iniciativas de los propios usuarios, organizaciones no gubernamentales ubicadas en la región o cuenca, universidades locales, programas de apoyo externo o de cooperación bilateral y multilateral, u organismos de las autoridades locales. En general, estas iniciativas carecen de cobertura y continuidad.

Las razones o motivos por los cuales no prosperan las iniciativas para mejorar la gestión del agua son varias:

- La primera es que simplemente en muchas cuencas de la región aún hay suficiente disponibilidad de recursos hídricos para absorber las demandas de agua, tanto en cantidad como en calidad, y porque la población, relativamente escasa aún en algunas cuencas, ha aprendido a vivir con las fluctuaciones con que se presentan las descargas de agua de los ríos y quebradas del territorio donde habitan, fluctuaciones que en algunas regiones no llegan a extremos que alerten a la población.
- La segunda es que la población de una cuenca a veces no reacciona con suficiente fuerza frente a situaciones conflictivas, tanto de origen antrópico como natural, o a veces reacciona pero con mucho retardo, sobre todo cuando hay situaciones de contaminación. El fatalismo, frente a desastres provocados por fenómenos naturales o algún daño o alteración causado por algún grupo de usuarios más poderosos que contaminan las fuentes o sobreexplota el agua subterránea, no genera o retarda el emprendimiento de acciones para crear mecanismos para “gobernar” sobre el agua y las cuencas.
- La tercera es la carencia, el desconocimiento o la negación que tienen los actores más afectados para encauzar sus legítimas quejas, reclamos o demandas originadas por conflictos por el uso del agua o desastres causados por fenómenos extremos.

Los usuarios de menores posibilidades, usualmente aislados, renuncian a efectuar trámites interminables e inútiles para crear mecanismos de gobernabilidad o para utilizar los existentes que se encuentran fuera del alcance de sus posibilidades. Son los actores marginados de la gobernabilidad, sea por que han perdido la fe en las autoridades sea por que éstas simplemente no existen o no cumplen sus funciones o no ejercen autoridad.

- Un cuarto motivo, sobre todo en materia de deterioros de la calidad de agua, es el desconocimiento que tienen muchos usuarios de los derechos que tienen con relación a presentar reclamos por esta situación. Aceptan así, sin mayores quejas, que no se pueden bañar o pescar en un río porque hay un aviso que señala que el río está contaminado o que no pueden regar sus plantas por el mismo motivo. Es decir que el usuario se convierte en un ser “amaestrado” para soportar las injusticias en la gestión del agua. Así el culpable no es el contaminador sino el que usa el agua contaminada.
- La quinta es la existencia repetida de una “gobernabilidad transitoria”. La gobernabilidad transitoria es la respuesta política frente a una situación extrema que provoca críticas en los periódicos o manifestaciones públicas. Se crean entonces “comisiones de emergencia” que dan la impresión de que se hace algo, comisiones que luego se diluyen. Esto retarda la creación de sistemas estables de gobierno sobre el agua ya que apacigua los reclamos de los afectados. Una vez pasada la situación de emergencia, hay un olvido generalizado de la temática.
- Otro motivo, no menos serio, que atrasa la puesta en marcha de un sistema de gestión integrada del agua, es simplemente la oposición cerrada de algunos usuarios importantes del agua con poder, o en una posición de privilegio, a “someterse” a un sistema de gobierno al cual temen con razón o por desconocimiento. Los grupos de poder, muchas veces transitorios en los gobiernos, pero que pueden generar y aprobar leyes que dan dominios sobre derechos de agua a perpetuidad o permiten vender derechos a perpetuidad, son también origen de conflictos muy graves en el mediano y largo plazo.⁸⁶
- Otro aspecto relevante es la carencia, por parte de los gobiernos, de estrategias coherentes con los medios para ponerlas en práctica. Es muy común que exista mucho voluntarismo en las declaraciones oficiales, inclusive en leyes que se aprueban con el fin de crear autoridades de cuencas, privatizar empresas de servicios de agua, transferir sistemas de riego y drenaje a los usuarios, descentralizar acciones hacia gobiernos regionales que no tienen capacidad para hacerlas y sin apoyarlas para tal efecto, y otras decisiones similares, que luego no funcionan por el apresuramiento y poca preparación con que fueron efectuadas.

Se han mencionado una serie de motivos que retrasan la puesta en vigor de acciones para la gestión integrada del agua. A ello hay ahora que agregar las decisiones y acciones que simplemente anulan los avances logrados y que parecen ser tantas como las que atrasan las iniciativas. Este segundo grupo de situaciones es aún más pernicioso y rápido que los anteriores, por cuanto a veces, de un día para el otro, se anulan años de

⁸⁶ En Chile, un ejemplo es la decisión del alcalde de la Municipalidad de Santiago de vender los derechos de perpetuidad del consumo de agua que poseía ducha comuna a la empresa sanitaria Aguas Andinas. El beneficio, que incluía gratuidad para el consumo de los edificios municipales, establecimientos educacionales, parques, plazas y piletas de Santiago, fue vendido en 2002 para financiar los programas municipales de corto plazo.

evolución paulatina y positiva de entidades y equipos humanos altamente calificados para la gestión integrada del agua.

La larga lista de lo que puede calificarse de “causas de mortalidad” de las iniciativas de gestión integrada del agua, e inclusive de una buena gestión sectorial del agua, comienza con los cambios de gobierno, pero a veces simplemente de autoridades del sector encargado de la gestión del agua. En el ámbito nacional de gobierno, las dificultades comienzan cuando se proponen reformas institucionales por diferentes motivos, generalmente de carácter político–económico. Entre las reformas institucionales que más impactan en la gestión del agua, se encuentran las que cambian o modifican las funciones de ministerios o los reestructuran, y las iniciativas súbitas de “regionalización” y “descentralización”, muchas veces apresuradas y poco analizadas.

En materia económica, el impacto mayor lo han tenido los procesos de privatización y a veces de atomización de la gestión del agua por sectores usuarios dentro de una misma cuenca o sistema hídrico compartido. En muchos casos, en estos procesos de privatización no se han establecido cláusulas que comprometan a las empresas a aportar recursos económicos para el manejo de la cuenca de captación (pagando por los servicios ambientales), el mantenimiento de mínimos ecológicos, el pago por la administración de una autoridad de cuencas, y el mantenimiento de redes hidrométricas y de control de calidad de agua para seguir suministrando la información recopilada sin costo al Estado para que este pueda mantener balances hídricos.

Cabe destacar además los roles que tienen los ministerios de economía y finanzas en el fomento de la gestión del agua y, así como la influencia de los bancos multilaterales que prestan dinero para construir obras hidráulicas o asistir a mejorar la gestión del agua. Al respecto es notorio que en todos los países, el Estado ha sido, sigue siendo y seguirá siendo --principalmente por que no son de interés de los privados-- un soporte importante para construir obras hidráulicas, mayormente de gran envergadura con fines de mejorar la oferta de agua con fines de desarrollo regional y garantizar la seguridad nacional. Además, también el Estado se involucra en apoyar financieramente la construcción de obras hidráulicas más pequeñas con un sentido más social que económico.

Las decisiones de los ministerios de economía y finanzas y de los bancos multilaterales que apoyan y privilegian ciertas líneas de crédito han sido decisivas en muchas circunstancias para que la acción del Estado se oriente a la construcción de obras hidráulicas aumentando la oferta de agua y no para invertir en el control y manejo eficiente de las aguas disponibles, sobre todo en el sector agrícola. En los países donde no existen agencias nacionales de aguas o equivalentes, los funcionarios de economía tampoco son asistidos para priorizar las inversiones en materia de gestión del agua y más bien son presionados por algunas promesas de políticos que seden ante la presión de las manifestaciones de las poblaciones locales para que se les construyan grandes obras hidráulicas que comprometen y endeudan al gobierno por muchos años.⁸⁷

⁸⁷ Es importante señalar que la participación pública, para ser relevante, debe ser informada (Solanes y Getches, 1998). Existen experiencias recientes en áreas de América Latina y el Caribe, donde se están justificando sobre la base de encuestas populares. Los encuestados no fueron informados sobre los costos de las obras o el análisis económico de las mismas (que según el Ministerio de Economía del país en cuestión resultarían en pérdida, pues las relaciones de costo–beneficio eran negativas).

Otra situación no menor, que es y ha sido origen de un enorme retroceso en materia de gestión del agua, es la antiguamente llamada “fuga de cerebros”, aún cuando más bien habría que calificarla en muchos casos como “despido de cerebros”. Parecería que algunas personas, que por razones políticas ocupan súbitamente cargos públicos de alto nivel, creen que no se requiere de gran capacidad para administrar adecuadamente los recursos hídricos en forma integrada. En muchos casos, un cambio de gobierno significa el despido de expertos en el tema para reemplazarlos por personas sin ninguna formación especializada, pero con los cuales se tiene un “compromiso” político.

Las universidades, y hasta los organismos internacionales, también han perdido un número significativo de profesores especialistas en gestión del agua con vocación pública. Al respecto, cabe aclarar que no se pueden reemplazar simplemente expertos en agua con personal formado en medio ambiente, que es el tema de moda.⁸⁸ Actualmente no existe en casi ninguna universidad una formación clara y homologada para capacitar lo que se podría calificar de experto en gestión integrada de los recursos hídricos. Esta situación puede mejorarse en forma relativamente rápida reuniendo a los profesores que dictan las materias de un programa de este tipo para que tomen acuerdos sobre el contenido, duración y material que pueda utilizarse para dictar programas en estos temas.⁸⁹

Tampoco se les informó sobre impactos ambientales, fuentes de financiación, medidas alternativas o costos de oportunidad resultantes de usar capital en una obra específica y no en otras actividades públicas. Solanes y Getches (1998) concluyen diciendo que “Esto pareciera demostrar que la región aún tiene un largo camino por recorrer hasta consolidar una democracia del agua. En este sentido, la participación efectiva e informada requiere administraciones y jueces con independencia efectiva y un sistema de información y prensa pública abiertos”.

⁸⁸ Otro problema preocupante es que los funcionarios de planta permanente, bien preparados, con una visión global, con experiencia y capacidad gerencial, son cada vez más escasos (Dourojeanni y Jouravlev, 2001). Para subsanar las pérdidas, existe hoy en día la tendencia a reemplazar al personal calificado de carácter permanente, mediante la contratación de profesionales “temporales” de la investigación, normalmente financiados con fondos externos, vía proyectos de efímera duración, con montos muy reducidos, si se comparan con otras áreas de trabajo. Gran parte de la investigación en el campo del agua se basa hoy en día en contratar los famosos “*service*”, tan de moda en las grandes compañías, con lo cual el presupuesto de planta se reduce al mínimo.

⁸⁹ Por ejemplo, en las discusiones que se llevaron a cabo en la Reunión para la Preparación de un Programa de Formación de Capacidades en Gerenciamiento de Cuencas y Manejo Integrado del Agua (8 al 10 de julio de 2002, Ciudad de Oaxaca, Oaxaca, México) fue evidente que, a pesar de los excelentes programas existentes en el país, ninguno por sí sólo llenaría las necesidades de capacitación del sistema mexicano de gestión del agua, por lo que sería necesario establecer una red funcional de instituciones educativas que se complementen en sus diferentes especialidades, a fin de potenciar los programas de formación de capacidades en gerenciamiento de cuencas y gestión integrada del agua que necesita la Comisión Nacional del Agua (CNA). Esta red podría apoyarse también en instituciones de otros países de la región que ofrecen programas en aspectos que actualmente no son ofrecidos por ninguna de las instituciones de formación universitaria nacionales. En respuesta a estas necesidades, los participantes de la reunión llegaron a siguientes acuerdos: (i) identificar e intercambiar contenidos de cursos de manejo de cuencas y gestión de agua; (ii) en los casos en que no exista una oferta de formación de capacidades, colaborar entre sí, para integrar proyectos de contenidos que contribuyan a cubrir las necesidades; (iii) mantener una red de contacto entre profesores e investigadores, consultores y gestores del agua; (iv) establecer una secretaría rotativa que sirva de enlace, facilitador y de contacto con la CNA; (v) promover la edición, publicación y distribución de textos; (vi) promover el intercambio de bibliografías y la realización de cursos, seminarios y talleres, con el objetivo de intercambiar experiencias entre los profesores y de ejecutivos de gestión del agua de alto nivel; y (vii) colaborar en el diseño y ejecución de “Programas de formación de capacidades en gerenciamiento de

Los expertos en gestión integrada del agua deberían tener una formación basada en una mezcla de los cursos que se ofrecen en las maestrías en administración de empresas (conocidos en inglés como *Master of Business Administration* — MBA), administración pública e ingeniería en recursos hídricos. Hoy en día hay un vacío generacional además muy grande entre los antiguos profesionales formados en los años sesenta y parte de los setenta, que además han adquirido conocimientos de gestión por larga experiencia, y los nuevos llegados al tema. Estos nuevos profesionales deben conocer aspectos de gestión integrada agua, asociados a conocimientos técnicos, sociológicos, legales, económicos, financieros, planificación, de gestión de conflictos, y con experiencia en contratos, concesiones, regulación y otros aspectos vinculados a la gestión integrada del agua, aspectos que no se estudian usualmente en un sólo programa académico.⁹⁰

La anhelada búsqueda de mayor participación y descentralización en la toma de decisiones tampoco es algo que se consigue con sólo sacar una ley al respecto. Sin la creación de capacidades de gestión en cada lugar, región, estado, municipio o cuenca, es prácticamente imposible lograrla. Esto requiere un tipo de campaña orientada a cada región y tendiente a la concientización pública sobre la importancia de utilizar los recursos hídricos en forma eficiente y de los costos que significa prestar los servicios públicos basados en el agua. Implica además formar capacidades en las autoridades locales en materia de gestión del agua. La descentralización apresurada de la gestión de los recursos hídricos y de la prestación de los servicios públicos, sin crear condiciones operativas causa más inconvenientes que ventajas.⁹¹

cuencas y manejo integrado del agua”, que cubra las necesidades del sistema mexicano de gestión integrada del agua.

⁹⁰ Las instituciones vinculadas a la gestión de los recursos hídricos de los países de la región presentan una serie de problemas que afectan directamente el desempeño de los funcionarios que ocupan cargos directivos. Ello ha inducido a esos organismos a plantear la necesidad de promover la capacitación de su personal con responsabilidades gerenciales. Teniendo a la vista estos antecedentes, la CEPAL, por medio de la División de Recursos Naturales e Infraestructura, y con el aporte de la *Deutsche Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit* (GTZ) y el Gobierno de la República Federal de Alemania, formó un grupo de trabajo, que realizó un diagnóstico de la situación y, con estos antecedentes, estructuró un Programa de Capacitación para la Gestión Integral de los Recursos Hídricos (CEPAL, 1991). Su propósito es ofrecer a las instituciones docentes de la región una alternativa de base para el desarrollo de programas de capacitación en gestión integrada del agua para administradores de los recursos hídricos.

⁹¹ Si bien todas las exigencias por descentralizar la gestión del agua son legítimas en tanto busquen mejorarla y hacerla más eficaz, cabe advertir que el agua se presenta en cuencas o sistemas hídricos cuyos límites generalmente se entrecruzan y no coinciden con demarcaciones político-administrativas y en las cuales las decisiones de extracción, almacenamiento, aprovechamiento y disposición en un punto del sistema afectan todo el ámbito de ocurrencia del recurso aguas abajo, en lo que se refiere tanto a cantidad y calidad como a tiempo de ocurrencia y sustentabilidad ecológica (Dourojeanni y otros, 2002). Por esta razón, sin perjuicio de que los gobiernos locales pueden cumplir un papel importante en la detección de irregularidades o manejo o control de algunos aspectos específicos del comportamiento de los recursos hídricos, una fragmentación de la gestión del agua por jurisdicción local afectaría el sistema de manera negativa, promoviendo la transferencia de externalidades entre sus unidades, incrementando los costos de transacción, y reduciendo economías de escala y alcance en el uso de recursos comunes y escasos, como son el personal calificado y los equipos y procesos de información y toma de decisiones, necesarios para gestionar el sistema hidrológico como un todo (Solanes, 2000b). Otra cuestión importante a tomar en cuenta en la implementación de políticas para la descentralización de la gestión del agua, es que hay ciertos indicios de que autoridades de aguas dependientes de gobiernos locales tienden a ser más vulnerables a la politización y captura que los entes que dependen directamente de niveles superiores del gobierno (Jouravlev, 2001a).

En todos los países de la región, a pesar de la larga lista de inconvenientes mencionados, necesariamente existen sistemas de gestión del agua funcionando de alguna manera. Algunos operan relativamente mejor, otros ni siquiera existen en forma organizada y más bien responden a las iniciativas de usuarios individuales, por cuanto habitan en zonas muy alejadas, y en muchos lugares simplemente se convive con la ineficiencia del uso del agua y el deterioro paulatino de los sistemas hidráulicos. En forma paralela, la mayoría de los gobiernos siguen invirtiendo en nuevas obras hidráulicas mientras que las ya construidas a veces se están deteriorando. A pesar de estas situaciones sobreviven algunas entidades de gestión del agua por cuencas de larga data. Simultáneamente, mientras desaparecen algunas entidades se crean otras. Los casos de éxito demuestran que se pueden crear y mantener condiciones adecuadas para una buena gestión del agua por cuencas, pero ello por ahora responde más a las iniciativas locales que al apoyo de los gobiernos, inclusive cuando dicho apoyo existe. En otras palabras, si no hay apoyo local y regional, no habrá ningún organismo de cuenca que subsista, menos aún si no tiene capacidad de captar recursos financieros. En este punto a veces lo único que se necesita es que las políticas fiscales del Estado permitan que las entidades de cuencas capten ingresos propios los reinviertan en la cuenca.

La pregunta obvia es ¿por qué en algunos casos las situaciones de gestión del agua no sólo se mantienen controladas si no que además mejoran? La respuesta parece ser que los sistemas inestables son más frecuentes en situaciones donde ocurren cambios frecuentes de gobierno acompañados de reestructuraciones del sector público, es decir, que ***las causas de una mala gestión del agua provienen más del exterior que de los propios responsables de conducir dichos procesos.***

La falta de control tanto en la asignación de derechos, permisos, concesiones u otras formas de accesos legales al agua, es otro factor negativo de gran impacto.⁹² Lo mismo ocurre donde no existen registros de usuarios, donde no se cobra nada por el servicio de distribución de agua, donde se permite que los usuarios se “cuelguen” de las redes y canales, donde no hay control de la extracción de agua subterránea,⁹³ y, en general, donde los conflictos por el uso del agua no tienen mecanismos ni instancias adecuadas para darles soluciones. Por ello que es tan necesario que los sistemas de gestión del agua sean estables y cuenten con personal calificado de planta permanente y sobre todo existan autoridades de agua independientes, imparciales y al más alto nivel político.⁹⁴

⁹² En su análisis de la experiencia de los países de América Latina y el Caribe en materia de reformas en la gestión de los recursos hídricos, Solanes y Getches (1998) señalan que, por lo menos en un país (Argentina) se han sugerido que existen limitantes derivadas de la excesiva politización de actividades esencialmente técnicas. Esto coincide con otras experiencias en los países de la región, donde se han intentado otorgar derechos de agua, bajo leyes de presupuesto, dejando de lado la normativa y las instituciones al respecto, mediante excepciones *ad hoc* en un área de escasez y sobreasignación de recursos. Según Solanes y Getches (1998), “Esto certifica la necesidad de la independencia legal, técnico-administrativa y financiera de los organismos de gestión de aguas y de la estabilidad de su personal. Además certifica claramente la necesidad de tener reglas de la máxima jerarquía e inviolabilidad para los procesos de asignación”.

⁹³ En muchos lugares de la región, como por ejemplo en el Valle de Guatemala, se puede observar la siguiente situación: “explotación de las aguas subterráneas sin arreglo institucional alguno: cualquier persona perfora un pozo sin obtener licencia y sin ser fiscalizado por autoridad alguna” (Colom de Morán, 2002).

⁹⁴ Se ha abusado demasiado de la retórica participativa, sin indicar que la participación rinde frutos sólo si está enmarcada en un sistema de gestión capaz de dirimir conflictos, responsabilidades, tomar

Cabe destacar que dentro de un mismo país pueden ocurrir y ocurren situaciones muy diversas en materia de gobernabilidad sobre el agua, precisamente debido a la existencia de diferentes tipos de situaciones como las mencionadas. Las mayores diferencias se acentúan en los países federales, dadas las opciones de mayor libertad que tienen los estados o provincias de dichos países para tomar decisiones sin depender del gobierno nacional o federal.

II. Tendencias actuales de las políticas hídricas en América Latina y el Caribe⁹⁵

Muchos países de América Latina y el Caribe se encuentran en proceso de impulsar cambios en las legislaciones y organizaciones orientadas a la gestión y el aprovechamiento del agua. La índole concreta de esas reformas varía mucho de un país a otro en cuanto a su ejecución, en sus avances y en su contenido. Algunos países, como por ejemplo, Brasil, Chile, Colombia, Jamaica y México, ya han reformado la institucionalidad del sector hídrico, mientras que otros, la gran mayoría, están en proceso de proponer cambios legales e institucionales. En muchos de ellos, el debate, que aún persiste, lleva más de una década.

Un ejemplo de esta verdadera “parálisis” legislativa es Bolivia, donde la legislación hídrica tiene su base en la Ley de Aguas del 28 de noviembre de 1906, cuyas consideraciones, en su mayor parte, se encuentran fuera de contexto actual (Mattos y Crespo, 2000). Dicha ley ha sido modificada tácitamente por las nuevas normativas aprobadas con el transcurso de los años. En los años setenta, se inició un proceso de reforma y hasta septiembre de 2000, año en que el gobierno accedió a archivar los proyectos en discusión, existían 32 propuestas de ley de aguas (Bustamante, 2002). Una situación similar existe en muchos otros países de la región (Dourojeanni y Jouravlev, 2001). En Guatemala, por ejemplo, los “arreglos institucionales responden a criterios jurídicos, hidrológicos, económicos y sociales, propios del Siglo XIX y principios del XX, los cuales ... han sido desbordados por la realidad ... han habido numerosos intentos por lograr un arreglo institucional general que modernice el sistema actual, cerca de 17 de los cuales lograron ser conocidos por el Congreso: 1957, 1963, 1974, 1980, 1987, 1992, pero sin lograr resultado alguno” (Colom de Morán, 2002).

Un error bastante común que se observa en algunos países consiste en la tendencia de tratar de copiar experiencias ajenas sin prestar mucha atención ni a las condiciones institucionales, geográficas y culturales, entre otras, en que estas experiencias se aplican en sus países de origen, ni a los resultados obtenidos efectivamente en la práctica. Tampoco se detienen a verificar su efectividad relativa con relación a otras opciones de gestión, ni si son realmente aplicables en las condiciones imperantes en el país “importador”.

decisiones poco populares, llevar a cabo los acuerdos de la mayoría, siempre y cuando, no violenten el sistema natural, hacer cumplir las leyes y rendir cuenta de sus actos.

⁹⁵ Una versión preliminar de este texto fue presentada por Andrei Jouravlev en la X Conferencia Científica del Programa Ciencia y Tecnología para el Desarrollo (CYTED) “Ciencia y Tecnología al Servicio del Medio Ambiente en Iberoamérica” (Santo Domingo, República Dominicana, 5 al 7 de junio de 2002).

Por ejemplo, los intentos de algunos países de la región de copiar el Código de Aguas de Chile de 1981, sin un debido análisis, han causado más demoras que ventajas en la discusión de varios anteproyectos de leyes de agua (Dourojeanni y Jouravlev, 1999b). En algunos casos, los debates han resultado en estériles discusiones teóricas e ideológicas ajenas a los problemas reales que enfrentan los países. Es importante señalar al respecto que los modelos de gestión del agua no pueden exportarse o traspasarse de un país a otro de manera rígida. Lo que sí se puede hacer es adoptar los principios que inspiran un determinado modelo de gestión del agua, adaptándolo según las condiciones, tradiciones, capacidades y necesidades nacionales (CEPAL, 1998c).

Las leyes de agua, en su reformulación, deben contemplar los aciertos de la anterior legislación, así como recoger los avances científicos y tecnológicos y las experiencias de otros países que tienen una reconocida trayectoria en la gestión integrada del agua, con la necesaria adaptación a las realidades de cada país. Lamentablemente, una característica común de muchas propuestas de reformas es que las cualidades positivas de la legislación vigente sean totalmente ignoradas, como también se suele ignorar las enormes diferencias que existen entre distintas regiones o cuencas de un país.

El proceso de negociación de los cambios es sumamente complejo, tanto por la magnitud de los problemas que se pretende resolver como por fuertes discrepancias ideológicas y de intereses. El problema principal que dificulta el proceso de reformas es que las corrientes para modificar los sistemas de gestión del agua están en estos momentos desbalanceadas en favor de fomentar la participación privada en la prestación de servicios de agua potable y saneamiento, habiéndose marginado del debate los aspectos orientados a alcanzar objetivos de gestión integrada del agua (CEPAL, 1997). Otros problemas que entran el proceso de reformas son (CEPAL, 1998a; Solanes, 2002):

- la austeridad fiscal y la dificultad para contratar y retener personal altamente capacitado en el sector público;
- la rapidez con que se espera efectuar las transformaciones (se pretende, a veces, lograr en muy poco tiempo lo que en los países más desarrollados ha tomado décadas);
- la organización aún incipiente de los usuarios y el sector privado, y la existencia de grandes masas de población todavía no integradas al sector formal;
- desbalance de poder entre diferentes sectores de la sociedad, que beneficia a los grupos con mayor poder fáctico y acceso al poder político;
- la falta de información sobre la situación existente en materia de disponibilidad y usos del agua;
- el cúmulo de problemas económicos, sociales, ambientales y muchos otros aún no resueltos; y
- la tendencia a reducir la importancia relativa de los recursos hídricos en el contexto de la preocupación general por el medio ambiente.

La enorme deficiencia que aún existe en cuanto a la prestación de servicios eficientes y seguros de agua potable y saneamiento es ciertamente una preocupación generalizada --intensificada por la reaparición a principios de los años noventa del cólera en la región-- que induce, tanto a los gobiernos como a público en general, a conceder máxima prioridad a este uso sectorial, lo que ha hecho distraer la atención de

los aspectos orientados a alcanzar la gestión integrada del agua (CEPAL, 1994b y 1999). Cabe recordar al respecto que en los países de la región todavía hay 77 millones de personas sin acceso a servicios de abastecimiento de agua potable y 103 millones sin servicios de saneamiento (OPS/OMS, 2001). Tan sólo un 14% de las aguas servidas recogidas por los sistemas de alcantarillado recibe algún grado de tratamiento. Como resultado, es muy común que el énfasis en materia de agua se haga exclusivamente con relación al sector de agua potable y saneamiento, desvinculando dicha preocupación sectorial de la necesidad más general de mejorar las capacidades de gestión del agua, lo que es un prerrequisito indispensable para asegurar la expansión de la cobertura de los servicios que sea económicamente eficiente, socialmente equitativa y ambientalmente sustentable.

A. Los motivos de las reformas actuales

Algunos motivos básicos que han originado la corriente actual de cambios en las legislaciones y organizaciones orientadas a la gestión del agua en los países de la región son (CEPAL, 1997):

- La necesidad de mejorar la gestión de los recursos hídricos para enfrentar la creciente competencia por el agua, en particular debido al incremento de la demanda de agua en grandes concentraciones urbanas, así como en la agricultura de riego y para la generación hidroeléctrica. A ello se suman los problemas crecientes de la contaminación del agua y el efecto de los fenómenos naturales extremos que son cada día más percibidos por la población e influyen en las políticas de los gobiernos.
- Los cambios políticos e ideológicos que han ocurrido en el mundo, principalmente la política de muchos gobiernos en cuanto a fomentar la descentralización y la participación del sector privado en el aprovechamiento de los recursos hídricos. Igualmente existe un interés creciente en utilizar instrumentos económicos, especialmente mercados del agua, para mejorar y flexibilizar la gestión del recurso. Para viabilizar la participación privada y la creación de mercados del agua, se requieren cambios en las legislaciones. Ello señala que una vez más los cambios en las leyes de aguas tienen más origen político-económico que técnico-social y ambiental.
- El efecto de las recomendaciones de una serie de eventos internacionales y tratados firmados por los países de la región --como por ejemplo la Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo (Rio de Janeiro, Brasil, 3 al 14 de junio de 1992), y más recientemente la Cumbre Mundial sobre el Desarrollo Sostenible (Johannesburgo, Sudáfrica, 26 de agosto al 4 de septiembre de 2002)--, así como de la activa participación de organizaciones no gubernamentales y la sociedad civil en general. Como resultado, se ha logrado una progresiva toma de conciencia respecto del imperativo de mejorar la gestión del agua, sobre todo en relación a demandas sociales y ambientales.

Estas consideraciones sugieren que, en muchos países de la región --sobre todo en cuencas con desarrollo socioeconómico concentrado--, el sector hídrico está paulatinamente entrando a una fase madura de su desarrollo caracterizada por una oferta inelástica de nuevos recursos e interdependencias crecientes entre los usos y los usuarios de agua (Randall, 1981). A medida que el sector hídrico madura y el agua disponible está cada vez más escasa --tanto en cantidad como en calidad y tiempo de ocurrencia-- en relación con las demandas crecientes de la sociedad, la atención de los

gobiernos se desplaza gradualmente del interés en expandir y subsidiar el desarrollo del sector, es decir de la gestión de la oferta, hacia la generación de ingresos y la reasignación del agua disponible, es decir, la gestión de la demanda.

Un ejemplo de esta tendencia es la menor expansión de la superficie regada que se observa en los países de la región. La tendencia expansiva del riego, que se aceleró en los años setenta, disminuyó el ritmo en el decenio de los ochenta, y aún más en el decenio de los noventa. De acuerdo con estimaciones de la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO), desde 1990, el incremento anual medio de la superficie regada de la región ha sido únicamente de unas 180 mil hectáreas, en comparación con más de 360 en los años setenta y ligeramente menos de 300 en el decenio de los ochenta (FAO, 2002). Se puede observar una tendencia similar en la construcción de grandes represas. La cantidad de grandes represas construidas en los países de la región cayó de un promedio de 26 represas por año en el período 1950-1989 a tan sólo 7 por año en el decenio de 1990 (ICOLD, 1998).

Obviamente, dado el nivel comparativamente bajo de aprovechamiento de los recursos hídricos en los países de la región, las inversiones para aumentar y proteger el suministro del agua para los diversos usos serán aún necesarias y en montos cada vez mayores (Solanes y Getches, 1998). Sin embargo, esto, si bien sigue siendo condición necesaria, ya no es condición suficiente para la solución de problemas de gestión del recurso. Por eso, gradualmente está ocurriendo un cambio en los enfoques, de uno basado exclusivamente en la gestión de la oferta hacia otro que abarca la gestión tanto de la oferta como de la demanda, y de un enfoque fragmentado por sectores de usuarios, hacia un enfoque más integrado. Todo esto apunta a la necesaria modificación de leyes y adecuación de instituciones creadas hace muchas décadas para solucionar problemas muy diferentes de los que los países de la región enfrentan en la actualidad, leyes e instituciones que en general han sufrido una serie de cambios parciales y sucesivos desde ese entonces, los cuales deben ser regularizados, consolidados y debidamente coordinados ente sí.

B. Reformas en la gestión del agua como recurso

A partir de la recesión de los años ochenta, en la mayoría de los países de la región, el papel del Estado en la economía ha cambiado radicalmente. Uno de los resultados principales de estos cambios ha sido que las funciones del sector público se han desplazado desde el aprovechamiento del agua y la ejecución y la operación de obras a la regulación y el fomento de las actividades de terceros, sean éstos organismos públicos autónomos, gobiernos locales o el sector privado. Con este cambio ha surgido la oportunidad de adoptar mecanismos institucionales basados en el concepto de gestión integrada del agua y en una clara distinción entre la responsabilidad que supone la gestión del recurso y la que supone la gestión de su uso.

La organización tradicional del Estado en los países de la región es esencialmente sectorial (CEPAL, 1994b). Los sectores se especializan en las actividades relacionadas con el uso de los recursos hídricos para fines específicos y no en su gestión integrada, lo que limita la posibilidad de promover el uso múltiple del agua, de optimizar su aprovechamiento, de minimizar conflictos y de abordar las tareas que afectan al conjunto de usuarios de agua. Los usos sectoriales fueron y aún son la única razón de

ser de cada organización. Dichas entidades sectoriales actuaban y actúan en forma independiente con inexistentes o débiles sistemas de coordinación. Una de las consecuencias de esa organización sectorial es la existencia, en todos los países de la región, de un gran número de instituciones involucradas con el agua, sin que ninguna de ellas tenga el control completo de su gestión. Por el contrario, asumen sólo aspectos parciales, administrando dicho recurso en forma sectorial sin considerar criterios de planificación integrada.

Se puede afirmar que, en la actualidad, hay consenso, tanto a nivel internacional como en los países de la región, acerca de que los enfoques sectoriales y fragmentados del pasado, en lo que a la gestión de los recursos hídricos se refiere, están llevando a conflictos crecientes, uso ineficiente y deterioro del recurso (Solanes y Getches, 1998). Gradualmente está ocurriendo un cambio de paradigma en los enfoques, que evoluciona desde una gestión fragmentada por sectores usuarios hacia la de un enfoque integrado. Este proceso se manifiesta en la constante, pero a veces caótica, reforma de los aparatos estatales orientados a la gestión del agua.

La piedra angular de las reformas es la asignación de las responsabilidades de formular políticas hídricas, de coordinar el uso múltiple del agua, de regular su asignación y de controlar su contaminación a un ente regulador no usuario, independiente y separado de los ámbitos de usuarios tradicionales, que considere el recurso hídrico integralmente y en su totalidad. La fuerza que impulsa este cambio es el reconocimiento del hecho básico de que entidades sectoriales o encargadas de actividades económicas discretas no pueden ejercer la función de gestionar el agua para usos competitivos de una manera adecuada, objetiva e imparcial, ya que serían juez y parte (Solanes, 1998a). A estos conceptos lógicos se oponen, sin embargo, los sectores que actualmente detentan la función de formular y aplicar políticas hídricas, como por ejemplo, el sector agrícola en Perú.

Las experiencias tanto dentro como fuera de la región indican que gestión del agua por entidades sectoriales muy a menudo ha resultado en decisiones sesgadas por las visiones e intereses de los sectores, que no necesariamente llevan al mejor uso del recurso ni de las inversiones vinculadas al mismo sino a la promoción de visiones parciales orientadas a usos y grupos de intereses específicos (Solanes, 1998b). La razón es que las entidades sectoriales tienden a priorizar sus propios intereses o los de sus constituyentes políticos (empresas de electricidad, empresas de agua potable y saneamiento o regantes). Además, el hecho de depender de un sector usuario disminuye la autoridad del organismo rector del recurso (CEPAL, 1998c). Con la transferencia al sector privado de empresas de servicios públicos basados en el agua, y la aparición de grandes actores privados como usuarios de agua, la necesidad de una autoridad de aguas independiente, imparcial, informada y al más alto nivel político, se ha vuelto aún más imprescindible (Solanes, 1997c).

Otra lección importante es que tampoco resulta aconsejable mezclar actividades de gestión del recurso y promoción de su aprovechamiento. El resultado puede ser que las actividades de promoción se desarrollen con un interés propio que subordine el objetivo de gestión óptima del recurso a las necesidades de las actividades de fomento (Solanes, 1997b). Por otro lado, las actividades de fomento implican la creación de, o la vinculación con, usuarios y proyectos, lo que puede terminar en la captura de la

autoridad de aguas. Por ello es conveniente separar la gestión del agua como recurso de entidades encargadas de sectores específicos o de la promoción de su aprovechamiento, a fines de asegurar imparcialidad, objetividad, neutralidad y juicio técnico en su gestión.

La gestión del agua implica la necesidad de tomar decisiones con fuerte contenido económico, social y ambiental. Como las decisiones de gestión del agua afectan los costos y beneficios de grupos de interés, éstos tienen un incentivo para utilizar los recursos y acceso político de que disponen para tratar de influir sobre las autoridades de aguas. Por ello se recomienda que las autoridades de aguas tengan la independencia efectiva en términos de su capacidad operativa --como presupuestos independientes y sus titulares un período de estabilidad mínima-- a fines de facilitar el cumplimiento adecuado de sus funciones.

Las tendencias modernas en materia de legislación de aguas aconsejan explicitar más las capacidades administrativas operativas de las autoridades de aguas a efectos de permitirles cumplir más adecuadamente con sus responsabilidades de gestión (Solanes, 1997d). En los países de la región, el problema de falta de operatividad efectiva ha sido una limitante importante a la efectividad de las autoridades de aguas, puesto que mientras, por un lado, se le daban amplias facultades teóricas de gestión, por otro, las facultades de control e implementación efectiva, han sido, salvo excepciones notables, prácticamente nulas. La carencia de normas técnicas o, en su defecto, insuficientes y deficientes, y los limitados recursos humanos y económicos, conducen a una reducida aplicabilidad de la legislación existente (Diéguez, 1999).

Se puede afirmar que, en la actualidad, hay consenso a nivel mundial acerca de que la responsabilidad por la gestión del agua tiene que concentrarse y consolidarse en entidades desvinculadas de usos específicos, cuyo único objetivo sea el uso óptimo e integrado del recurso y para las cuales es preciso asegurar capacidad operativa e independencia. Este problema ha sido objeto de diversas soluciones administrativas, dentro del contexto de separación entre usuarios y gestión. Algunas alternativas son: direcciones, agencias o superintendencias, con autonomía, aún cuando puedan estar adscritas a ministerios de recursos naturales, medio ambiente u otros de carácter multisectorial, como los de obras públicas, de la presidencia o del primer ministro.

En muchos países, parte de esta tendencia ha sido asignar las funciones de gestión del agua a organismos de medio ambiente. Sin embargo, es importante tener presente que estas entidades tienen a su vez sus constituyentes específicos, relacionados con la protección del medio ambiente, cuyos intereses sectoriales pueden no coincidir con las necesidades de desarrollo y aprovechamiento óptimo del agua (Solanes, 1999). Además, se ha notado que los organismos de medio ambiente tienden a confundir la gestión del agua a nivel de cuencas con la gestión ambiental o con el manejo de cuencas, suscitando pugnas con las autoridades de aguas. Estas consideraciones hacen pensar que las responsabilidades de organismos ambientales deberían relacionarse principalmente con la formulación de políticas hídricas e integración de la gestión del agua con la gestión del medio ambiente, como ocurre en Brasil (véase la página 39).

Actualmente, en algunos países, se intenta manejar el medio ambiente en forma global, sin haber demostrado aún ni siquiera la capacidad de gestionar bien uno sólo de los recursos naturales a la escala necesaria (Dourojeanni y Jouravlev, 1999a). Lo que a

menudo se olvida es que la gestión de los recursos hídricos ocupa un lugar preponderante en la gestión ambiental. Como resultado, en muchos casos, la capacidad de los gobiernos en cuanto a la gestión del agua se ha visto fuertemente reducida por la transferencia de dichas funciones a entidades ambientales (Dourojeanni, 1999a y 1999b). Por esta razón se tiende a pensar que, cuando la autoridad de aguas sea parte del sistema general de ministerios o organismos de medio ambiente o de recursos naturales, es imprescindible que la misma tenga cierta autonomía funcional a fines de facilitar el desempeño adecuado de sus tareas (Solanes y Getches, 1998).

C. Reformas a nivel de los sectores usuarios de agua

1. Reestructuración de sistemas administrativos

Los procesos de reestructuración de los aparatos estatales orientados a la gestión del agua van acompañados de reformas a nivel de los sectores usuarios de recurso. A nivel sectorial, las reformas invariablemente implican una clara separación institucional entre las siguientes tres funciones:

- la función de definición de políticas y planificación del sector;
- la función de regulación y control de las empresas prestadoras; y
- la función de prestación de los servicios y administración de los sistemas.

Esta diferenciación representa un avance institucional importante. La experiencia regional sugiere que esa división entre las funciones es imprescindible en aquellos casos en que se decida privatizar la prestación de los servicios, pero también es altamente recomendable aún cuando se decida mantener la provisión pública de los mismos (CEPAL, 2000a).

Las funciones de formulación de políticas sectoriales y de planificación estratégica normalmente se separan de la función reguladora y se dejan a cargo de los ministerios sectoriales. Las funciones de control y regulación se institucionalizan a través de comisiones y organismos regulatorios, para los cuales se tiende a asegurar capacidad técnica y financiera, e independencia. La función de prestación de los servicios se transfiere a organismos públicos autónomos, gobiernos locales o el sector privado, para asegurar la administración de los sistemas con un criterio más comercial.

Muchos países de la región, como Argentina, Bolivia, Chile, Colombia, Costa Rica, Nicaragua, Panamá y Perú, ya han creado entidades reguladoras, y varios otros están en este proceso. Sin embargo, muchos de los organismos creados todavía no tienen suficiente independencia y recursos como para, por un lado, proteger efectivamente los intereses de los consumidores y de la sociedad en general y asegurar la eficiencia en la prestación de los servicios, y por otro, ofrecer garantías de independencia y objetividad frente a las empresas prestadoras y atraer inversiones al sector. En general, este aspecto sigue siendo uno de los más débiles en las experiencias regionales. Ya se registran varios ejemplos de captura del ente regulador, cuando no del proceso regulatorio en su conjunto (CEPAL, 2000a).

2. Reestructuración de entidades prestadoras

La tendencia regional es hacia la descentralización de los servicios de agua potable y saneamiento. Aunque las formas que este proceso asume son múltiples, la tendencia común es la transferencia de la responsabilidad de la prestación de los servicios o a nivel local (municipal, provincial o regional) o a una entidad autónoma, con su posterior administración con un criterio técnico y comercial.

Por un lado, las experiencias regionales indican que, especialmente en los países más grandes, las organizaciones nacionales grandes y centralizadas no son una solución óptima. La experiencia de los años 1960 y 1970 en Argentina, Colombia, México y otros países de la región indica que los organismos de agua potable y saneamiento centralizados a nivel nacional extendieron la capacidad de gestión a tal punto que era muy frecuente observar graves ineficiencias en los servicios, por lo que este enfoque ha sido abandonado.

Por otro lado, los procesos de descentralización, especialmente a niveles territoriales más bajos que provincias, regiones o estados, no siempre han cumplido su cometido en la forma esperada. Esto se explica por varias razones, algunas de las cuales tienen que ver con el hecho de que las instituciones locales carecen de capacidad suficiente para administrar o regular los servicios transferidos, mientras que otras se relacionan con la excesiva fragmentación de la industria y la incapacidad de tomar ventaja de las economías de escala, y con la politización de la toma de decisiones a nivel local, o bien con el apresuramiento y falta de preparación adecuada con que se produjeron los procesos de descentralización en algunos países.

En cuanto al fortalecimiento y la consolidación de los organismos operadores, a pesar de los esporádicos avances logrados --tal vez el mejor ejemplo sean las empresas regionales en Chile que aún antes de su privatización eran en gran parte rentables y eficientes--, la mayoría de ellos en casi todos los países sigue mostrando graves ineficiencias en la operación y precaria situación financiera. Finalmente, persisten serios problemas institucionales y políticos que se reflejan en la falta de independencia administrativa de muchos organismos operadores y el predominio de criterios políticos tanto en su administración, incluyendo la selección del personal, como en la fijación de tarifas.

3. Participación del sector privado

En prácticamente todos los países de la región se han adoptado políticas tendientes a aumentar la participación del sector privado en la prestación de los servicios de agua potable y saneamiento. Aunque en la primera mitad de los años noventa, existió mucho entusiasmo por privatizar las empresas del sector y muchos gobiernos adoptaron planes ambiciosos al respecto, hasta ahora solamente en unos pocos países (principalmente Argentina, en forma de concesiones a largo plazo, y Chile, a través de venta de acciones) ya se ha implementado una política destinada a traspasar al sector privado la mayoría de las empresas que prestan los servicios en principales ciudades. El entusiasmo inicial en Argentina se ha visto, sin embargo, seriamente afectado por la crisis económica que atraviesa dicho país.

En varios otros países, como Bolivia, Brasil, Colombia, Ecuador, México y Uruguay, hay casos aislados de participación del sector privado en algunas ciudades. Se

estima que, en la actualidad a nivel regional, las entidades del sector privado proveen los servicios de agua potable y saneamiento a un 15% de la población urbana. En otros países, la participación del sector privado es sólo incipiente, limitándose a la contratación de servicios (en muchos países); a actividades específicas, en muchos casos bajo el esquema de contratos de construcción, operación y transferencia (BOT), especialmente el tratamiento de aguas servidas (como en México) o la desalinización de agua de mar (en varias islas del Caribe); y la provisión de servicios de alta calidad en zonas turísticas (como en Cuba y Uruguay).

Es importante tener presente que el proceso privatizador en los países de la región ha sido en gran medida fundado en las filosofías políticas, la crisis financiera del sector público, pero principalmente en el descrédito público en que ha caído gran parte de las empresas del sector, así como otros factores que no reflejan debidamente el balance entre lo público y lo privado. Por consiguiente, no es sorprendente que los resultados de la participación del sector privado obtenidos hasta ahora, aunque en muchos casos positivos--, han sido, en general, contradictorios.

Por una parte, en algunos casos, la participación privada ha permitido revertir el agudo grado de deterioro y mejorar los niveles de cobertura y la calidad de los servicios de agua potable y saneamiento (como en Buenos Aires, Argentina, donde en los primeros siete años de gestión, el concesionario concretó un programa de inversiones por 1.6 mil millones de dólares (Aguas Argentinas, 2001)) o construir plantas de tratamiento de aguas servidas (como en Santiago, Chile, donde el plan de inversiones de Aguas Andinas totaliza 0.8 mil millones para el período 2001–2005, de los cuales un 67% serán destinados al financiamiento de obras de tratamiento de aguas servidas). Es importante señalar, sin embargo, que en muchos otros casos, gran parte de las mejoras se alcanzaron por medio de prácticas administrativas simples que no demandaron grandes inversiones.

Por otra parte, varios procesos de participación privada han sido llevados a cabo con una gran rapidez en un contexto caracterizado por falta de conocimiento del estado del arte en regulación, el bajo nivel de tarifas y ausencia de sistemas de subsidios, la inestabilidad política y macroeconómica, influencias ideológicas y casos de captura: “en América Latina y el Caribe, ya ... se registran varios ejemplos de captura del ente regulador, cuando no del proceso regulatorio en su conjunto” (CEPAL, 2000a). Estas dificultades explican por qué ahora surgen inquietudes por temas como los marcos regulatorios demasiado permisivos y débiles, la insatisfacción con los mecanismos de protección y participación de los consumidores, y las limitaciones de los enfoques economicistas teóricos, que no parecen haber tenido un soporte práctico, como por ejemplo, la confianza, inducida en muchos casos por visiones ideológicas y que no ha recibido confirmación empírica alguna, en que los sistemas regulatorios modernos, como regulación por precios tope (“*price-cap regulation*”), supuestamente son sencillos y necesitan poca información, en que se puede regular por contratos (véase la página 51) y en que la competencia, sea competencia directa en el mercado, sea competencia por el mercado --por ejemplo, a través del sistema de concesiones--, sea competencia potencial a través de la amenaza de entrada al mercado --teoría de mercados disputables (“*contestable markets*”)--, supuestamente va a reemplazar a la regulación tradicional.⁹⁶

⁹⁶ Un factor comúnmente olvidado en los procesos de privatización de los servicios de agua potable y saneamiento y de hidroelectricidad, es comprometer a las empresas al pago de un monto como aporte a

Una de las lecciones importantes que han dejado las reformas en los países de la región es que la definición del marco regulatorio, así como el diseño e implantación institucional de las entidades de regulación, debe necesariamente preceder el proceso mismo de privatización (CEPAL, 2000a). Si esto no se hace, las reformas pueden ser inestables, dar lugar a transferencias

D. El autofinanciamiento y los instrumentos económicos

1. Tarifas de servicios públicos y subsidios

Los procesos de reforma van acompañados de la exigencia, nacida de la crisis de los años ochenta, de que los sistemas de servicios públicos basados en el agua deben autofinanciarse (CEPAL, 1994b). En forma progresiva se reconoce que para lograr los altos niveles de cobertura deseados por la población y asegurar una adecuada calidad del servicio, es preciso contar con sistemas financieramente viables. Esto significa que las tarifas tienen que cubrir, como mínimo, los costos de operación y mantenimiento y también, en la mayoría de los casos, las inversiones para expandir los sistemas y, a veces además, generar recursos para financiar subsidios cruzados para grupos de bajos ingresos.

Aunque en la región se observan ciertos avances, como en el caso de Chile, en muchos otros países las tarifas siguen siendo bajas y no cubren ni siquiera los costos operacionales, además de que su estructura también sigue siendo ineficiente. En general, el sector continúa dependiendo del presupuesto estatal para financiar las inversiones de capital y, en menor medida, aunque aún apreciable, los costos de operación y mantenimiento.

Paralelamente, con la tendencia a la autofinanciación de servicios públicos, se observa un interés creciente en sistemas sofisticados de subsidios para grupos sociales de bajos ingresos. Sin embargo, la creación de sistemas de subsidios es una tarea pendiente en la abrumadora mayoría de los países de la región.

La respuesta tradicional a los problemas que plantea financiar la prestación de los servicios para grupos de bajos ingresos fueron los subsidios cruzados entre los usuarios que tienen más capacidad económica y los de menor capacidad dentro de la misma zona de servicio. En reemplazo de este enfoque programático, pero teóricamente ineficiente, en la actualidad, se privilegia el enfoque de subsidios directos o focales a la demanda mediante contribuciones del Estado al pago de las tarifas de los sectores más deficitarios.

Uno de los mejores sistemas en materia de subsidios, en el sentido de que no opera como un desincentivo para la eficiencia de las empresas, es el de Chile. En este modelo, el Estado central establece un subsidio directo al pago de los consumos de agua potable y alcantarillado. El sistema es administrado por los municipios, los cuales se encargan de la postulación, aceptación e inscripción de los candidatos. Informan a las empresas de servicios acerca de los usuarios favorecidos, de modo que las facturas

los organismos de cuenca, para ayudar a financiar las actividades de manejo de la cuenca de donde captan el agua.

reflejen por separado los montos que deben ser pagados por los usuarios y el monto que debe aportar el municipio a las empresas de servicios. Mientras que el sistema chileno opera razonablemente bien, su instalación no ha sido fácil y los intentos de imitarlo, sin análisis de sus requerimientos operativos, han enfrentado serias dificultades (CEPAL, 1999). Las condiciones mínimas para implementar un sistema similar son los siguientes: (i) sistema fiscal capaz de generar los recursos necesarios para financiar los subsidios; y (ii) sistema administrativo capaz tanto de evaluar quién los requiere como de garantizar que los recursos efectivamente lleguen a su destino (CEPAL, 1998a). Estos requisitos básicos la gran mayoría de los países de la región todavía no los tiene.

Otro caso interesante es el de Colombia, donde se estableció un sistema transparente de subsidios para usuarios residenciales de menores ingresos (CEPAL, 1999). Estos subsidios se financian mediante contribuciones predeterminadas de los usuarios comerciales, industriales y residenciales de mayores ingresos y con transferencias gubernamentales en caso de desequilibrios. Si bien en teoría el sistema parece razonable, en la práctica su funcionamiento ha sido plagado de dificultades generándose un déficit que no ha podido cubrir con las fuentes previstas por la legislación vigente (CEPAL, 2000a), sobre todo si la gran mayoría de los usuarios no pagan por el servicio, sea por que no pueden o por que pueden evadir los cobros. Sistemas de este tipo funciona bien, por ejemplo, si el 80% de la población de mayores ingresos puede pagar las tarifas y subsidiar el 20% de la población de menores ingresos, pero no a la inversa.

2. Instrumentos económicos

Conjuntamente con la tendencia a la autofinanciación de servicios públicos se observa un interés creciente en utilizar instrumentos económicos, especialmente pagos por concepto de uso del agua y cobros por descargas de aguas servidas. Este interés se debe a la ineficiencia de las políticas seguidas en el pasado, pero principalmente al desprestigio en que han caído instrumentos de regulación directa que, por falta de un control efectivo en muchos países, han perdido eficacia (Ocampo, 1999).

El objetivo que se persigue con introducción de instrumentos económicos es doble. Por un lado, se busca mantener una estructura de administración eficaz y protegerla de las presiones presupuestarias generales, mientras que por el otro, el objetivo es ofrecer mayor flexibilidad y seguridad a los usuarios e influir en su comportamiento con el fin de aumentar la eficiencia en el uso del agua y reducir la contaminación. En algunos países, como por ejemplo Colombia y México, ya se han implementado, sistemas de cobro por el uso del agua o por descargas de aguas servidas, en tanto que en muchos otros hay propuestas en tal sentido.

Los intentos de introducir instrumentos económicos enfrentan serias dificultades. La explicación de todavía limitada aplicación de instrumentos económicos en los países de la región radica en que dichos instrumentos no pueden ser aplicados con éxito sin disponer de ciertas condiciones previas y necesarias (CEPAL, 2000b). La mayoría de los países de la región no tiene estas condiciones previas y necesarias; más aún es dudoso que estas condiciones puedan darse en un corto plazo en forma extensa.

La primera condición para aplicar instrumentos económicos para el control de la contaminación del agua consiste en contar con un sistema consolidado de control de la contaminación del agua en base a modalidades o instrumentos tradicionales. Por ejemplo, para aplicar cobros por descargas de aguas servidas, es necesario previamente, por lo menos: (i) saber quién contamina y qué parámetros tienen sus descargas, lo que supone contar con un sistema de otorgamiento y seguimiento de permisos, licencias u otras autorizaciones, y tener un catastro de descargas de aguas servidas completo y actualizado; y (ii) definir y aplicar normas o estándares tanto para la calidad ambiental como para descargas de aguas servidas.

Otra condición es que dicho sistema de control de la contaminación del agua, desarrollado en base a modalidades tradicionales, debe no sólo seguir funcionando aún después de la implementación de instrumentos económicos sino que debe ser capaz de asumir nuevas responsabilidades. Por un lado, hay ciertos tipos de problemas de contaminación del agua para los cuales los instrumentos económicos no son muy apropiados, como por ejemplo, cuando se trata de contaminantes muy peligrosos o cuando se requiere un alto grado de certeza en los resultados. Por el otro, el rasgo básico y la ventaja principal de instrumentos económicos es que ofrecen un margen de maniobra más amplio para que las fuentes contaminantes elijan cómo responder a los estímulos económicos y financieros. El problema es que no es fácil reconciliar esta mayor flexibilidad que ofrecen los instrumentos económicos a las fuentes contaminantes con el comportamiento de una carga contaminante en un cuerpo de agua. Como la misma carga contaminante puede tener impactos distintos dependiendo de muchos factores, tales como el lugar donde se efectúa la descarga, las condiciones de descarga y el estado del cuerpo de agua receptor, la respuesta de las fuentes contaminantes a los estímulos generados por instrumentos económicos puede aumentar la contaminación por algunas sustancias en algunos sitios y disminuir la contaminación por otras sustancias y en otros sitios. Como consecuencia de lo anterior, es necesario regular la aplicación de los instrumentos económicos. Esta tarea es compleja y requiere una capacidad institucional sofisticada.

La tercera condición es que instrumentos económicos son extremadamente demandantes en términos de la capacidad institucional necesaria para aplicarlos. Además de las razones explicadas anteriormente, esto se explica por el hecho de que su uso requiere una capacidad de monitoreo y control aún más grande que en el caso de programas de control de la contaminación en base a modalidades tradicionales. Por ejemplo, en el caso de cobros por descargas de aguas servidas, hay fuertes incentivos para evitar controles. Esto explica por qué los costos administrativos de aplicación de instrumentos económicos suelen ser elevados. Otro problema es que si se cobra por descargas, es necesario monitorear las mismas con precisión, lo que es una tarea extremadamente difícil y demandante en términos de la capacidad de monitoreo y control. Simplificar los procedimientos de monitoreo y control puede generar incentivos perversos.

La cuarta condición es que las fuentes contaminantes deben reaccionar de manera significativa ante los incentivos económicos. Esto genera dos problemas. El caso más obvio es de grupos de bajos ingresos y de productores informales. Otro problema es que --como la experiencia de los países desarrollados lo comprueba-- para obligar a las

fuentes contaminantes formales a reducir sus descargas, los cobros por las mismas deben ser en muchos casos fijados a niveles tan altos que los hacen políticamente inviables. Lo anterior se agrava aún más tanto por lo difícil, complejo, poco preciso y controvertido que es el proceso de la valoración de los daños causados por la contaminación como por el hecho de que --como la extensión del daño depende de la localización de fuentes individuales-- la eficiencia económica requiere tasas específicas para cada fuente contaminante.

Lo anterior ayuda a entender por qué los instrumentos económicos no son apropiados para reemplazar los tradicionales, y más bien deben aplicarse después o conjuntamente con éstos. De hecho, todos los países emplean los instrumentos tradicionales como el principal medio para el control de la contaminación del agua, y en el mundo no hay ejemplos conocidos donde los instrumentos económicos han reemplazado a los tradicionales completamente. Por lo general, los instrumentos económicos suplementan los tradicionales y su aplicación normalmente se limita a situaciones puntuales y no generales.

3. Mercados del agua

Otra tendencia es que se observa un interés generalizado en implementar sistemas de derechos de agua que promuevan inversión privada y permitir su transferencia, para mejorar el uso y la asignación del agua, es decir, crear condiciones para que operen mercados del agua. Estos mercados ya se admiten en Chile y México. Aunque su introducción es objeto de dudas y hasta de abierta oposición en algunos países, en otros se encuentra en discusión, como por ejemplo, en Bolivia, El Salvador, Nicaragua y Perú, entre otros.

En principio, es recomendable que los países permitan la transferencia de derechos de agua tanto intra como intersectorialmente (CEPAL, 1995; Lee y Jouravlev, 1998). Es importante recordar, sin embargo, que la introducción de mercados del agua no constituye la solución universal de los problemas que enfrentan los países. Dicho mercado es un instrumento de gestión que debe ser adecuadamente diseñado y regulado. Su implementación y regulación son extremadamente demandantes en términos de la capacidad institucional.

La manera cómo se definan los derechos de agua determina los incentivos que los miembros de la sociedad encaran en sus decisiones respecto a la tenencia, el aprovechamiento y la transferencia de agua. En el diseño jurídico de derechos de agua, conviene distinguir dos grupos de normas legales, a saber (CEPAL, 1995):

- las **normas estructurales**, que determinan la estabilidad y la flexibilidad de los derechos que se entregan a los agentes económicos sobre las aguas, y tienen por objetivo asegurar la inversión privada en el desarrollo del potencial económico del recurso; y
- las **normas regulatorias**, que reflejan las características físicas, químicas y biológicas del recurso, y tienen por objetivo asegurar el uso eficiente y ordenado del agua y posibilitar su adecuado control en función de objetivos económicos, ambientales y sociales de la sociedad en su conjunto.

El desafío es encontrar un balance adecuado entre las normas estructurales y regulatorias. Por un lado, las normas estructurales no deben resultar en monopolios, especulación o deterioros sociales y ambientales, mientras que, por el otro lado, las normas regulatorias no deben ahogar el sistema económico ni perpetuar los patrones de uso anticuado que se oponen a la asignación eficiente del agua (CEPAL, 1995).

Otro tema importante es la regulación de las operaciones de mercados del agua (Dourojeanni y Jouravlev, 1999b; Lee y Jouravlev, 1998). Las externalidades están siempre presentes en transferencias de derechos de agua, por lo que tales transferencias pueden afectar negativamente a aquellos que no son parte del proceso de decisión, al medio ambiente y a la estabilidad social. En la medida en que las transferencias de derechos de agua están vinculadas con externalidades importantes, los precios de mercado se desviarán del verdadero costo de oportunidad del agua y, por ende, no transmitirán señales de mercado precisas ni fomentarán las decisiones eficientes para usarla y transferirla. Esto significa que las transacciones en los mercados del agua deben ser necesariamente reguladas. También debe tenerse en cuenta que no hay posibilidad de implementar un mercado de aguas sustentable sin un sistema apropiado de gestión del recurso, que defina los derechos, los registre, proteja y haga respetar (Solanes, 2000a).

Finalmente, por distintos motivos, excluyendo ciertas áreas geográficas con características muy favorables, los mercados del agua tienden a ser relativamente pequeños o estrechos y no reasignar, por lo tanto, grandes volúmenes de agua. En consecuencia, la asignación del agua no debe basarse exclusivamente en uno sólo instrumento de gestión por aparentemente eficiente y atractivo que parezca, sino que debe disponer de una amplia y variada gama de instrumentos de diversa índole. Otro aspecto importante es que, según lo sugieren las experiencias de los países que cuentan con mercados del agua, éstos no funcionan adecuadamente sin requerimiento de uso efectivo y beneficioso o sin cobros por agua, sino que por el contrario, el sistema de derechos de agua se presta para el acaparamiento y la especulación y para ejercer un poder de mercado en los mercados de productos y servicios de los que el agua es un insumo (Solanes y Getches, 1998).

E. Avances en materia de gestión del agua a nivel de cuencas

Las políticas para utilizar el territorio de una cuenca como base para la gestión del agua han tenido diferentes enfoques y una desigual evolución en los países de la región (CEPAL, 1994a). A pesar del interés de muchos países en tratar de poner en práctica estos sistemas desde fines de los años treinta, la adopción de modelos de gestión del agua a nivel de cuenca ha tenido --y tiene actualmente-- una serie de dificultades (Dourojeanni y Jouravlev, 1999a). Muchas de las entidades creadas han desaparecido o no han logrado avances significativos en términos de gestión del agua por rivalidades interinstitucionales; por conflictos con las autoridades regionales y sectoriales; por haber carecido de recursos financieros, coordinación y base legal adecuados; por la falta de claridad sobre sus roles; por haber sido utilizadas con fines políticos; o por haber tenido una compleja relación de dependencia tanto administrativa como financiera.

El tema ha vuelto a recobrar vigencia en los años recientes, en el momento en que los países de la región buscan lograr metas de desarrollo sustentable, lo que implica la

necesidad de conciliar crecimiento económico, equidad social y sustentabilidad ambiental. A pesar de los obstáculos existentes, se observa un interés generalizado en crear y operar organismos de cuenca para mejorar la gestión del agua. Como resultado de este interés, tanto en las leyes de aguas de reciente aprobación como en muchas propuestas de nuevas leyes y de modificación de leyes existentes, aparece por primera vez en forma explícita la intencionalidad de fortalecer y complementar la capacidad de gestión del agua a nivel central con la creación de estructuras participativas y multisectoriales de coordinación, concertación y acción colectiva a nivel de cuencas (Jouravlev, 2001b). De este modo, se busca asegurar la participación cada vez mayor de actores nuevos, locales o antes ignorados, en la toma de decisiones sobre aspectos importantes de gestión del agua y de operación de obras hidráulicas de uso múltiple en sus cuencas, así como tender a realizar acciones de gestión ambiental. Esto se debe a:

- La creciente complejidad de la gestión del agua y la intensificación de los conflictos por su aprovechamiento, asociadas tanto a la demanda de agua que va en aumento, la expansión de la ocupación del territorio y mayor competencia por el agua en cantidad, en calidad y tiempo de ocurrencia, como a los problemas cada vez más agudos de la contaminación del agua, su uso ineficiente, la sobreexplotación de las aguas subterráneas, el efecto de los fenómenos naturales extremos y la percepción de que la gravedad del deterioro de las cuencas de captación y de zonas de recarga de las aguas subterráneas va en aumento.
- La urgente necesidad de administrar adecuadamente las grandes obras hidráulicas construidas con fondos públicos, algunas con fines de uso múltiple o de desarrollo regional. En muchos países, hay una deficiencia generalizada de las actuales estructuras operativas, tanto de las autoridades de las demarcaciones político-administrativas como de los propios usuarios, para gestionar, operar, mantener, conservar y reparar las principales obras hidráulicas construidas, con lo que se corre el riesgo de perder los beneficios que se esperan de las grandes inversiones realizadas en las mismas y que suman varios miles de millones de dólares y endeudan al país.
- Los variados procesos de regionalización, descentralización y privatización, a raíz de los cuales aparecen en el sistema de gestión y aprovechamiento de los recursos hídricos intereses nuevos, antes ignorados –por ejemplo, de los propios usuarios directos de agua, de los gobiernos locales (municipales, provinciales, regionales y estatales), del sector privado, de las poblaciones indígenas y de las organizaciones no gubernamentales–, los cuales buscan ser protagonistas, y no meros espectadores, en la toma de decisiones relacionadas con el agua en sus respectivas cuencas.
- La concentración y diferenciación geográfica de los problemas y conflictos relacionados con el aprovechamiento del agua, los cuales no se presentan uniformemente en un país, sino que son sumamente heterogéneos, agudizándose sobre todo en cuencas con mayor desarrollo socioeconómico. Cabe recordar que, en los países de la región, el aprovechamiento del agua es espacialmente irregular y se encuentra altamente concentrado en un número relativamente reducido de zonas y cuencas (CEPAL, 1985).
- El reconocimiento del hecho de que es, justamente, en el ámbito de cuencas donde debe ser posible lograr una mejor integración entre todos los interesados en la gestión y el aprovechamiento del agua, tanto del sector público como del privado, entre los usos extractivos y los usos en el propio caudal, así como entre quienes propugnan el uso productivo del agua como los que luchan por su protección y conservación. Además, la gestión del agua a nivel de cuencas, o conjuntos de

cuencas, se considera, cada vez más, como la manera más apropiada de compatibilizar la perspectiva nacional, en cuanto a lograr articular metas sociales, económicas y ambientales, con las aspiraciones regionales y locales.

Como consecuencia, en los países de la región se ha intensificado el diálogo sobre la necesidad de crear instancias para la gestión del agua a nivel de cuencas como un medio para resolver conflictos, mejorar la gestión del recurso y considerar el impacto del uso del agua sobre el medio ambiente y la sociedad. Ya en prácticamente todos los países de la región, diversas actividades relacionadas con la gestión y el aprovechamiento del agua se realizan a través de alguna entidad que funciona a nivel de cuencas o existen planes en tal sentido (CEPAL, 1996; Jouravlev, 2001b; Dourojeanni y otros, 2002). Sin embargo, en donde ya ha tenido lugar el proceso de institucionalización de gestión del agua a nivel de cuencas, éste no ha sido simple y en muchas partes tales iniciativas no pasan aún de las intenciones, mientras que en otras existe el peligro siempre latente de que se pierda lo avanzado con cambios en las políticas nacionales o en las estructuras gubernamentales.

F. Lecciones aprendidas

En la mayoría de los países de América Latina y el Caribe, los sistemas de gestión de los recursos hídricos y de prestación de los servicios de agua potable y saneamiento todavía no han mejorado lo suficiente como para lograr la gestión integrada del agua y la prestación eficiente de los servicios a toda la población. Lo que es más grave aún es que, en algunos de ellos, tales sistemas parecen haberse deteriorado con respecto a su antigua capacidad. El proceso de reformas ha sido y sigue siendo lento y, en general, los gobiernos enfrentan considerables dificultades en este camino.

Sin embargo, a pesar de estos retrocesos y dificultades, es innegable que en los países de la región se han logrado progresos hacia la gestión integrada del agua y la prestación eficiente de los servicios de agua potable y saneamiento. Entre los casos de reformas consolidadas y con mayor influencia a nivel regional, cabe mencionar, entre otros, a: Brasil, con una moderna ley de aguas, el recientemente creado sistema nacional de gestión de los recursos hídricos y una autoridad de aguas autónoma y multisectorial; Chile, con una autoridad de aguas multisectorial, el sistema eficiente de prestación de servicios de agua potable y saneamiento a toda la población y el mejor sistema de subsidios para grupos de bajos ingresos; y México, con una legislación moderna, una autoridad de aguas multisectorial y un logro único de haber logrado en un período extremadamente corto la instalación de 25 Consejos de Cuenca que abarcan todo el territorio del país.

A pesar de las diferencias que cabe esperar en una región que alberga países muy distintos, las reformas, consolidadas en algunos países y en discusión o en plena marcha en la mayoría de ellos, tienen algunas características comunes, entre las cuales se destacan las siguientes:

- **En materia de gestión del agua:** (i) una tendencia a consolidar las funciones de gestión en una autoridad autónoma, multisectorial, al más alto nivel político y con capacidad administrativa real; (ii) un interés en complementar su capacidad de gestión mediante la creación de estructuras participativas y multisectoriales de coordinación y concertación en el ámbito de cuencas; (iii) una aspiración a encontrar

un balance más adecuado entre la estabilidad de los derechos de agua, a fin de incentivar la inversión en el desarrollo del potencial económico del recurso y promover su uso eficiente, y sus condicionantes, a fin de asegurar el uso eficiente y ordenado del agua y posibilitar su adecuado control en función de objetivos económicos, ambientales y sociales de la sociedad; y (iv) una visión menos ideológica y más pragmática de instrumentos económicos y mercados del agua, aceptando que su eventual introducción debería ser gradual, y basarse en y estar precedida por un significativo mejoramiento del sistema de gestión del recurso.

- ***En materia de servicios de agua potable y saneamiento:*** (i) una aceptación de que las tarifas deben cubrir los costos de la prestación de los servicios, pero que su reajuste debe ser precedido por la introducción de un sistema de subsidios para grupos de menores ingresos; (ii) una búsqueda de una estructura horizontal más equilibrada para el sector, entendiendo que ésta, en muchos casos, debería encontrarse en un punto medio entre excesiva centralización, característica de los años 1960 y 1970, y excesiva descentralización, característica de los años 1980 y 1990; (iii) una tendencia a asegurar la independencia de organismos operadores, con el fin de despolitizar su administración y asegurar su operación con un criterio más comercial y gerencial; (iv) un interés en crear una estructura institucional más racional para el sector, a través de la separación de las diferentes funciones (formulación de políticas públicas, regulación y operación) que implica la prestación de los servicios; y (v) una aspiración a crear entidades de regulación autónomas y con capacidad administrativa real.

En cuanto a las lecciones aprendidas, a continuación se presentan en forma tentativa algunos consensos emergentes que, de acuerdo con Peña y Solanes (2002), en base a experiencias prácticas conocidas, pudieran considerarse de validez bastante general:

En materia de legislación de aguas:

- Las leyes de aguas deben determinar en forma precisa que las aguas son bienes del dominio público del Estado.
- Al mismo tiempo, deben determinar en forma también precisa que los derechos que se otorguen para el uso del agua, en condiciones de, o que propendan al, uso efectivo y beneficioso, que no causen perjuicios ambientales, están protegidos por las cláusulas constitucionales de la propiedad privada. Este es el elemento legal fundamental de los sistemas que han promovido con éxito la inversión privada en el desarrollo del recurso.
- Sin embargo, y siempre que no haya un despojo funcional del contenido económico del derecho, las leyes pueden permitir que las maneras de ejercicio de los derechos, sean reguladas, con carácter general, en función de necesidades de sustentabilidad ecológica y social.
- Los sistemas de concesión de aguas y sus normas de otorgamiento deben ser uniformes y no admitir excepciones, a fines de prevenir su manipulación por intereses especiales.
- A este respecto, los derechos de agua se entregan cuando hayan caudales disponibles, no se afecten derechos de terceros y requerimientos ecológicos y cuando, a juicio de la administración de aguas, el pedido sea consecuente con el interés público del uso de las aguas.

- Las únicas prioridades funcionales a efectos de otorga de derechos a petición de parte, deberían ser los usos para bebida y saneamiento, siempre que se establezcan resguardos para que lo anterior: no impida generar señales claras acerca del nivel de escasez del agua existente, y no conduzca a un uso ineficiente a partir de dicho privilegio. Ello sin perjuicio de la preservación de flujos o caudales por razones ecológicas. En caso de usos concurrentes con otros propósitos, las autoridades de agua deben evaluarlos en sus méritos y, en caso de equiparación, adjudicar en función de licitación económica entre partes en disputa, prioridad de pedido, u otro criterio relevante.
- En caso de derechos y usos preexistentes al cambio legislativo, incluidos los tradicionales e indígenas, los mismos deberían como regla, ser reconocidos en la medida de su uso efectivo y beneficioso, histórico y actual, sin perjuicio de que se impongan normas de uso adecuado.
- Es necesaria la existencia de instancias de planificación que permitan generar una visión compartida de la evolución futura de los recursos hídricos a nivel de las cuencas.
- Es importante un sistema de información público acerca de todos los elementos que inciden en la gestión de los recursos y además otorguen transparencia a las actuaciones que inciden en este bien perteneciente al dominio público.
- Los procedimientos para la implementación de estos recaudos sustantivos deben asegurar su vigencia.

En materia de institucionalidad para la gestión del agua:

- La autoridad responsable por el manejo y asignación de aguas debe ser independiente de usos sectoriales; con poderes y recursos conmensurados a su responsabilidad.
- La inserción del agua en el contexto ambiental puede resultar en una minimización de sus elementos como factor de desarrollo.
- Por lo que parece adecuado que el agua tenga su propia institucionalidad independiente y estable.
- Los organismos de cuenca son opciones válidas para el manejo del agua, pero sus funciones deben diseñarse de manera tal que sean implementables y concentrarse fundamentalmente en agua; también deben tener poderes y financiación adecuada.
- Las organizaciones de usuarios son instancias de manejo útiles. Sin embargo, no pueden suplir al Estado, pues son inherentemente limitadas, y deben estar sujetas a controles adecuados.
- Debe existir un sistema de resolución de conflictos, que establezca un adecuado equilibrio y delimite los ámbitos de aplicación de las facultades de las organizaciones de usuarios, la administración y el poder judicial.
- Existen materias vinculadas al agua y sus servicios directamente vinculadas a la gobernabilidad, por el impacto que tienen sobre la estabilidad social. Estas materias deben ser contempladas adecuadamente en los tratados para protección de inversión y comercio.

En materia de regulación de servicios públicos de agua potable y saneamiento:

- Servicio universal y no discriminatorio.
- Servicio adecuado en cantidad y calidad.

- Tarifas y ganancias razonables. Al respecto, es importante recordar que los procesos de privatización no hacen rentable en forma milagrosa lo que no lo es.
- Sistema de subsidio que, en lo posible, evite los subsidios cruzados en favor de la población con suficientes recursos económicos, y que, en cualquier caso, garantice a los sectores indigentes los consumos mínimos básicos.
- Control de transferencias, “*holdings*” y triangulaciones.
- Derecho a información adecuada y oportuna, tanto para reguladores como para usuarios.
- Contabilidades obligatorias, conforme a sistemas obligatorios.
- Uso de instalaciones fundamentales.
- Derechos a inspección, participación, oportunas y adecuadas.
- Máximo uso de economías de escala y ámbito.

En materia de institucionalidad para la regulación de servicios públicos de agua potable y saneamiento:

- El universo a regular debe ser manejable. No es factible suponer que se puede regular un universo de miles de prestadores. La consolidación es necesaria por ventajas de escala y necesidades de control.
- El regulador debe tener independencia y estabilidad y estar sujeto a reglas de conducta y ética.
- Debe contar con poderes y recursos necesarios.
- Debe tener capacidades legales adecuadas.

En América Latina y el Caribe se han hecho y se siguen haciendo muchos esfuerzos para mejorar la gestión del agua. Estos son de muy diversa índole y apuntan tanto a mejorar la gestión sectorial como la gestión multisectorial de los recursos hídricos. En estas iniciativas de mejoramiento participan tanto el Estado como el sector privado y la sociedad civil. En general, no existe una recopilación de los casos exitosos en el mejoramiento de la gestión del agua, en parte debido a la carencia de modelos que permitan comparar la situación actual con la pasada. Más bien se tiende a comparar la situación actual con una situación ideal, desconociéndose los logros anteriormente alcanzados.

Muchos programas exitosos en el pasado y en el presente, tendientes a la gestión integrada del agua a nivel de regiones y de cuencas, se han caracterizado por no tener una continuidad en el tiempo. Quizás esto sea el mayor causante de la mirada pesimista hacia la situación actual. En consecuencia, lo que tipifica la gestión de los recursos hídricos en los países de la región es su discontinuidad. Se originan como propuestas de gobierno y no como políticas del Estado. Consecuentemente, se plantean programas a corto plazo y no a largo plazo, por lo tanto las iniciativas carecen de continuidad, además de ser excesivamente focalizadas en ciertas “áreas” o proyectos “piloto”, en muchos casos, de naturaleza sectorial, principalmente el sector de agua potable y saneamiento.

No se puede desconocer que las múltiples reuniones internacionales, nacionales y locales sobre la temática hídrica, así como las situaciones de crisis causadas por fenómenos naturales extremos, como inundaciones y sequías, y por actividades antrópicas, como intrusión de aguas salinas por sobreexplotación de aguas subterráneas o contaminación de ríos, mantienen viva la agenda del agua. A pesar de ello, estas iniciativas muchas veces no perduran, ya que pasada la situación de crisis, el tema del agua deja de ser atractivo tanto para los políticos como para los medios de comunicación, con lo cual dejan de fluir los recursos monetarios para la prevención de estos fenómenos y situaciones de conflicto relacionadas con el agua. Es destacable que muchos organismos internacionales han visto debilitada fuertemente su capacidad para asistir a los gobiernos en esta temática debido a reducciones presupuestarias y a la creación de nuevas áreas de interés.

Independientemente de lo anterior, es destacable lo realizado por los gobiernos, tanto en iniciativas o declaraciones como en hechos concretos. En todos los países de la región se debaten la formulación de leyes de aguas y, por lo menos en Brasil y México en la última década, se han aprobado nuevas leyes que en su contenido incorporan la gestión del agua por cuenca. Los aportes de los organismos internacionales, de cooperación bilateral y de programas mundiales vinculados a la temática hídrica, siguen ejerciendo una influencia importante en las políticas hídricas de los países de la región, y sus servicios de asistencia técnica están constantemente solicitados por gobiernos de nivel nacional, regional y local. Los organismos internacionales, sin embargo, por lo expuesto, no siempre pueden responder a las demandas, por lo cual se plantea la necesidad de establecer centros de logística que puedan reforzar esta asistencia de forma más permanente e institucionalizada.

Finalmente, es destacable que en la última década se han realizado probablemente más reuniones sobre la temática hídrica que en los 30 años anteriores. Es notorio que la agenda del agua vuelve a tener una agenda propia y no relacionada con la agenda ambiental, como ocurrió hasta hace poco tiempo, reconociéndose así las múltiples dimensiones que tiene el agua como un bien de uso público, un bien privado, un bien básico para el ser humano y el medio ambiente, un bien de usufructo y un bien de transporte. Igualmente, se está reconociendo que la gestión del agua no es de responsabilidad exclusiva del encargado de la gestión del agua sino una responsabilidad compartida por múltiples sectores que usan el agua y, en definitiva, de la sociedad en su conjunto. Ello significa que todo proceso de gestión del agua requiere de compromisos, conocimiento y acción con una visión del Estado y la perspectiva de largo plazo.

Bibliografía

Abbate, Jorge (2002), *Gobernabilidad del agua en el Paraguay (versión preliminar para discusión)*, Primer Diálogo de Gobernabilidad de los Recursos Hídricos de Paraguay (Asunción, Paraguay, 23 de octubre de 2002) (disponible en Internet: http://www.foroagua.org.py/docs/doc_preliminar.zip).

Aguas Argentinas (2001), *1993–2000: construimos más, mirando al futuro* (disponible en Internet: <http://www.aguasargentinas.com.ar/empresa/construimos.pdf>).

Bustamante, Rocio (2002), *La Guerra del Agua o la resistencia contra el intento de privatización y tarifación del agua en Cochabamba, Bolivia*, Asociación Mundial del Agua (Global Water Partnership — GWP), Estudio de caso para la ToolBox, 2002.

CEPAL (Comisión Económica para América Latina y el Caribe) (2000a), *Equidad, desarrollo y ciudadanía*, LC/G.2071/Rev.1–P, agosto de 2000, Santiago de Chile (disponible en Internet: <http://www.eclac.cl/publicaciones/SecretariaEjecutiva/1/lcg2071/lcg2071.pdf>).

----- (2000b), *Instrumentos económicos para el control de la contaminación del agua: condiciones y casos de aplicación*, LC/IN.137, 28 de diciembre de 2000, Santiago de Chile (disponible en Internet: <http://www.eclac.cl/publicaciones/RecursosNaturales/7/LCI137/LCIN137-E.pdf>).

----- (1999), *Tendencias actuales de la gestión del agua en América Latina y el Caribe (avances en la implementación de las recomendaciones contenidas en el capítulo 18 del Programa 21)*, LC/L.1180, 17 de agosto de 1999, Santiago de Chile.

----- (1998a), *Recomendaciones de las reuniones internacionales sobre el agua: de Mar del Plata a París*, LC/R.1865, 30 de octubre de 1998, Santiago de Chile.

----- (1998b), *Progresos realizados en la privatización de los servicios públicos relacionados con el agua: reseña por países de Sudamérica*, LC/R.1697/Add.1, 1 de junio de 1998, Santiago de Chile.

----- (1998c), *Informe del II Taller de Gerentes de Organismos de Cuenca en América Latina y el Caribe (Santiago de Chile, 11 al 13 de diciembre de 1997)*, LC/R.1802, 12 de febrero de 1998, Santiago de Chile.

----- (1998d), *Progresos realizados en la privatización de los servicios públicos relacionados con el agua: reseña por países de México, América Central y el Caribe*, LC/R.1697, 6 de febrero de 1998, Santiago de Chile.

----- (1997), *Creación de entidades de cuenca en América Latina y el Caribe*, LC/R.1739, 10 de julio de 1997, Santiago de Chile.

----- (1996), *Progresos en América Latina y el Caribe en materia de implementación de las recomendaciones contenidas en el capítulo 18 del Programa 21 sobre gestión integral de los recursos hídricos*, LC/G.1917, 19 de junio de 1996, Santiago de Chile.

----- (1995), *Mercados de derechos de agua: entorno legal*, LC/R.1485, 9 de enero de 1995, Santiago de Chile.

----- (1994a), *Políticas públicas para el desarrollo sustentable: la gestión integrada de cuencas*, LC/R.1399, 21 de junio de 1994, Santiago de Chile.

----- (1994b), *El Programa 21 en el manejo integral de los recursos hídricos en América Latina y el Caribe*, LC/G.1830, 8 de septiembre de 1994, Santiago de Chile.

----- (1991), *Programas modelos de capacitación en gestión integral para administradores de recursos hídricos*, LC/G.1670, 5 de noviembre de 1991, Santiago de Chile.

----- (1986), *La formulación de los planes de ordenamiento de recursos hídricos en América Latina y el Caribe*, LC/G.1391(SES.21/20), 22 de enero de 1986, Santiago de Chile.

----- (1985), *Los recursos hídricos de América Latina y el Caribe y su aprovechamiento*, Estudios e Informes de la CEPAL N° 53, LC/G.1358, agosto de 1985, Santiago de Chile.

Choza, Arcadio (2002), *Gobernabilidad y crisis económica y social. Experiencia de Nicaragua*, 8 de julio de 2002, Gobernabilidad-agua (foro electrónico sobre la gobernabilidad efectiva del agua; disponible en Internet en: <http://espanol.groups.yahoo.com/group/gobernabilidad-agua/>).

Colom de Morán, Elisa (2002), *La gobernabilidad del agua en América Latina*, 8 de julio de 2002, Gobernabilidad-agua (foro electrónico sobre la gobernabilidad efectiva del agua; disponible en Internet en: <http://espanol.groups.yahoo.com/group/gobernabilidad-agua/>).

De Jesús, Indhira (2002), *¿Qué es gobernabilidad?*, 2 de julio de 2002, Gobernabilidad-agua (foro electrónico sobre la gobernabilidad efectiva del agua; disponible en Internet en: <http://espanol.groups.yahoo.com/group/gobernabilidad-agua/>).

Diéguez, Marilyn (1999), *Políticas públicas y gestión ambiental en el sector de agua y saneamiento en Panamá*, Taller del Agua (Bogotá, Colombia, 16 al 18 de mayo de 1999) (d i s p o n i b l e e n I n t e r n e t : http://www.lafacu.com/apuntes/ecologia/regi_juri_agua_panama/default.htm).

Dourojeanni, Axel (2001), *Water management at the river basin level: challenges in Latin America*, Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), LC/L.1583-P, agosto de 2001, Serie Recursos Naturales e Infraestructura N° 29, Santiago de Chile (disponible en Internet: <http://www.eclac.org/publicaciones/RecursosNaturales/3/LCL1583PI/Lcl.1583-P-I.pdf>).

----- (1999a), *La dinámica del desarrollo sustentable y sostenible*, Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), LC/R.1925, 30 de julio de 1999, Santiago de Chile.

----- (1999b), *Debate sobre el Código de Aguas de Chile*, Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), LC/R.1924, 30 de julio de 1999, Santiago de Chile (d i s p o n i b l e e n I n t e r n e t : <http://www.eclac.org/publicaciones/MedioAmbiente/4/lcr1924/LCR1924-E.pdf>).

Dourojeanni, Axel y Andrei Jouravlev (2001), *Crisis de gobernabilidad en la gestión del agua (Desafíos que enfrenta la implementación de las recomendaciones contenidas en el capítulo 18 del Programa 21)*, Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), LC/L.1660-P, diciembre de 2001, Serie Recursos Naturales e Infraestructura N° 35, Santiago de

Chile (disponible en Internet: <http://www.eclac.org/publicaciones/SecretariaEjecutiva/0/LCL1660PE/lcl1660PE.pdf>).

----- (1999a), *Gestión de cuencas y ríos vinculados con centros urbanos*, Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), LC/R.1948, 16 de diciembre de 1999, Santiago de Chile (disponible en Internet: <http://www.eclac.org/publicaciones/RecursosNaturales/8/LCR1948/LCR1948-E.pdf>).

----- (1999b), *El Código de Aguas de Chile: entre la ideología y la realidad*, Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), LC/L.1263-P, Serie Recursos Naturales e Infraestructura N° 3, octubre de 1999, Santiago de Chile (disponible en Internet: <http://www.eclac.org/publicaciones/RecursosNaturales/3/lcl1263/lcl1263.pdf>).

Dourojeanni, Axel; Andrei Jouravlev y Guillermo Chávez (2002), *Gestión del agua a nivel de cuencas: teoría y práctica*, Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), LC/L.1777-P, agosto de 2002, Serie Recursos Naturales e Infraestructura N° 47, Santiago de Chile (disponible en Internet: <http://www.eclac.org/drni/publicaciones/xml/5/11195/lcl1777-P-E.pdf>).

Emanuel, Carlos y Jorge Ecurra (2000), *Informe nacional sobre la gestión del agua en el Perú*, Comité Asesor Técnico de América del Sur (SAMTAC), Global Water Partnership (GWP), enero de 2000 (disponible en Internet: http://www.eclac.org/DRNI/proyectos/samtac/informes_nacionales/peru.pdf).

Escobar, Jairo (2002), *La contaminación de los ríos y sus efectos en las áreas costeras y el mar*, Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), LC/L.1799-P, noviembre de 2002, Serie Recursos Naturales e Infraestructura N° 50, Santiago de Chile.

FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación) (2002), *FAOSTAT*, 3 de diciembre de 2002 (disponible en Internet: <http://apps.fao.org/lim500/nph-wrap.pl?Irrigation&Domain=LUI&servlet=1>).

ICOLD (International Commission on Large Dams) (1998), *World register of dams 98 — statistics* (disponible en Internet: <http://genepi.louis-jean.com/cigb/Stati.PDF>).

IOG (Institute on Governance) (2002), *About us* (disponible en Internet: http://www.iog.ca/about_us.asp).

Jouravlev, Andrei (2001a), *Regulación de la industria de agua potable. Volumen II: Regulación de las conductas*, Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), LC/L.1671/Add.1-P, diciembre de 2001, Serie Recursos Naturales e Infraestructura No 36, Santiago de Chile (disponible en Internet: <http://www.eclac.org/publicaciones/RecursosNaturales/1/LCL1671PE/lcl1671PE.pdf>).

----- (2001b), *Administración del agua en América Latina y el Caribe en el umbral del Siglo XXI*, Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), Serie Recursos Naturales e Infraestructura N° 27, LC/L.1564-P, julio de 2001, Santiago de Chile (disponible en Internet: <http://www.eclac.org/publicaciones/RecursosNaturales/4/LCL1564PE/Lcl1564-P-E.pdf>).

Lee, Terence (1995), "The management of shared water resources in Latin America", *Natural Resources Journal*, volumen 35, número 3, verano de 1995.

Lee, Terence y Andrei Jouravlev (1998), *Los precios, la propiedad y los mercados en la asignación del agua*, Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), LC/L.1097, Serie Medio Ambiente y Desarrollo N° 6, octubre de 1998, Santiago de Chile (disponible en Internet: <http://www.eclac.org/publicaciones/MedioAmbiente/7/lcl1097/l-1097-e.pdf>).

Mattos, Roger y Alberto Crespo (2000), *Informe nacional sobre la gestión del agua en Bolivia*, Comité Asesor Técnico de América del Sur (SAMTAC), Global Water Partnership (GWP), 19 de enero de 2000 (disponible en Internet: http://www.eclac.org/DRNI/proyectos/samtac/informes_nacionales/bolivia.pdf).

Morínigo, José Nicolás (2002), “Crisis de gobernabilidad”, *Ultima Hora*, 10 de septiembre de 2002, citado en Abbate (2002).

NU (Naciones Unidas) (2002), *World urbanization prospects. The 2001 revision. Data tables and highlights*, ESA/P/WP.173, 20 de marzo de 2002, Nueva York (disponible en Internet: <http://www.un.org/esa/population/publications/wup2001/wup2001dh.pdf>).

Ocampo, José Antonio (1999), *Políticas e instituciones para el desarrollo sostenible en América Latina y el Caribe*, Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), LC/L.1260-P, Serie Medio Ambiente y Desarrollo N° 18, septiembre de 1999, Santiago de Chile (disponible en Internet: <http://www.eclac.org/publicaciones/MedioAmbiente/0/lc1260/lc1260e.pdf>).

OMM (Organización Meteorológica Mundial) (sin fecha), “Resumen ejecutivo”, *Proyecto Clima Iberoamericano. Informe Regional del Estudio de Factibilidad y Diseño*, ATN/SF/UE-5149-RG.

OPS (Organización Panamericana de la Salud)/OMS (Organización Mundial de la Salud) (2001), *Informe regional sobre la evaluación 2000 en la región de las Américas: agua potable y saneamiento, estado actual y perspectivas*, septiembre de 2001, Washington, D.C. (disponible en Internet: <http://www.cepis.ops-oms.org/bvsaas/e/fulltext/infregio/infregio.pdf>).

Peña, Humberto y Miguel Solanes, *Gobernabilidad del agua en las Américas, una tarea inconclusa*, Foro Temático del Foro “Agua para las Américas en el Siglo XXI” (Ciudad de México, México, 8 al 11 de octubre de 2002) (disponible en Internet: http://financiamiento.sgp.cna.gob.mx/evento_2002/conclusiones/TemaB_Gobernabilidad_04_10.PDF).

Randall, Alan (1981), “Property entitlements and pricing policies for a maturing water economy”, *The Australian Journal of Agricultural Economics*, N° 3, diciembre de 1981.

Rogers, Peter (2002), *Water governance in Latin America and the Caribbean*, Banco Interamericano de Desarrollo (BID), febrero de 2002, Washington, D.C. (disponible en Internet: <http://www.iadb.org/sds/doc/ENV%2DPRogers%2DWaterGovernanceinLAC.pdf>).

Röling, Niels (2000), *Gateway to the global garden: beta/gamma science for dealing with ecological rationality*, University of Guelph, Guelph, Ontario, Canadá.

Solanes, Miguel (2002), “Agua y gobernabilidad: ¿un no a las simplificaciones?”, *Confluencias*, N° 2, Comité Técnico Asesor para América del Sur (SAMTAC) de la Global Water Partnership (GWP), marzo de 2002.

----- (2000a), *Comentarios al anteproyecto de ley de aguas para El Salvador*, División de Recursos Naturales e Infraestructura, Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), Santiago, Chile.

----- (2000b), *Informe preliminar de misión a México*, División de Recursos Naturales e Infraestructura, Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), Santiago de Chile.

----- (1999), *Recomendaciones y sugerencias para la actuación de CAPRE en la región, en lo que se refiere a sus políticas internas en el campo legal e institucional del agua y los servicios a ella vinculados*, División de Recursos Naturales e Infraestructura, Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), Santiago de Chile.

----- (1998a), “Manejo integrado del recurso agua, con la perspectiva de los principios de Dublín”, *Revista de la CEPAL*, N° 64, Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), LC/G.2022-P, abril de 1998, Santiago de Chile.

----- (1998b), *Informe de misión a El Salvador*, División de Recursos Naturales e Infraestructura, Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), Santiago de Chile.

----- (1997a), *Una legislación de aguas para Honduras. Comentarios preliminares*, División de Recursos Naturales e Infraestructura, Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), Santiago de Chile.

----- (1997b), *Misión a El Salvador*, División de Recursos Naturales e Infraestructura, Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), Santiago de Chile.

----- (1997c), *Reporte preliminar de misión a Paraguay*, División de Recursos Naturales e Infraestructura, Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), Santiago de Chile.

----- (1997d), *Una legislación de aguas para Nicaragua*, División de Recursos Naturales e Infraestructura, Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), Santiago de Chile.

Solanes, Miguel y David Getches (1998), *Prácticas recomendables para la elaboración de leyes y regulaciones relacionadas con el recurso hídrico*, Banco Interamericano de Desarrollo (BID), febrero de 1998, Washington, D.C. (disponible en Internet: <http://www.iadb.org/sds/doc/1085spa.pdf>).

Wooleey, John y Michael Vincent McGinnis con Julie Kellner (2002), “The California watershed movement: science and the politics of place”, *Natural Resources Journal*, volumen 42, número 1, invierno de 2002.

EFICIENCIA EN EL SECTOR AGUA ⁹⁷

FUNDACIÓN PRO-AQUA

⁹⁷ Este artículo está basado parcialmente a la publicación "Using Water Efficiently" by Xie, Küffner y Le Moigne, World Bank Technical Paper N°. 205

1. Introducción

La Real Academia Española define la eficiencia como la "virtud y facultad para lograr un efecto determinado". En términos técnicos, esta virtud o facultad se cuantifica en la relación entre algo disponible y la parte aprovechada de ese disponible, expresada en decimales o porcentajes. Así como el motor de una bomba para elevar agua, tendría una eficiencia de 0,70 o de 70% si esa es la relación entre la energía que el motor proporciona (energía teóricamente necesaria para la elevación de agua) y la energía que se entrega al motor (disponible para el trabajo).

Este concepto de eficiencia se puede aplicar en muchos campos como la economía o la enseñanza. En este caso la discusión se limita a los aspectos técnicos del sector agua, en ambiente de los servicios de riego y agua potable.

2. Elementos básicos del manejo de agua

Para aprovechar el agua el primer paso es captarla. Esto se puede realizar bombeando el agua de un pozo, de un lago, derivándola de un río o captando toda una corriente. Muchas veces, la fuente de agua no es suficiente para satisfacer la demanda porque la disponibilidad es muy limitada o la fuente de agua es irregular. En estos casos es necesaria la construcción de reservorios.

Un reservorio aparece como algo fijo, claramente definido, sin problemas de eficiencia, sin embargo. Esto no es así. Un reservorio puede perder agua por infiltraciones y evaporación y también el volumen se podría reducir por sedimentación, como en el caso del reservorio de la presa Paute. Entonces el manejo del reservorio también puede calificarse como más o menos eficiente. Así la eficiencia E_r de un reservorio está definida como:

$$E_r = \frac{V_u}{V_e}$$

Donde, V_u es el volumen de agua usada o disponible en el punto de la salida del reservorio y V_e es el volumen de agua que entra al reservorio. En regiones con alta evaporación y reservorios con una sedimentación rápida la eficiencia puede ser muy baja. Existen reservorios que se han llenado completamente con sedimentos en pocos años. Estos reservorios con bajas eficiencias no se justifican económicamente.

La eficiencia de manejo de un reservorio (lo que ya involucra aspectos económicos) depende del aprovechamiento de agua disponible en el punto de salida del reservorio o de la presa que controla el reservorio. La eficiencia es muy baja cuando sólo un porcentaje muy bajo del agua se emplea para los usos previstos. La presa Daule Peripa, por ejemplo, construida para uso múltiple --riego, generación de energía, agua potable y control de inundaciones-- fue operada por muchos años sin la instalación de la central de generación. Como consecuencia, la eficiencia de la presa era baja (en términos económicos) porque no se utilizaba el agua disponible para la generación de energía hidroeléctrica.

Casi siempre se necesita transportar el agua desde la fuente hasta el lugar de uso o consumo. Las formas más comunes para conducir el agua son los canales y las tuberías. Los canales son más baratos que las tuberías, pero estos, en relación con las tuberías, pierden una considerable cantidad de agua por filtraciones o evaporación. La eficiencia de canales y tuberías es la relación entre el volumen de agua que entra y el que sale de los mismos.

Tabla 1. Eficiencia de canales y tuberías

Tipo de Conducción	País	Pérdidas (%)	Eficiencia (%)
Canales sin revestimiento	Pakistán	hasta 40	60
Canales con y sin revestimiento. (24%)	Kyrghistan 55		45
Canales sin revestimiento En suelos arcillosos	Sudan	30	70
Tuberías	Chipre	5	95
Canales sin revestimiento en áreas montañosas	Varios Países	30 - 35	65 - 70
Canales con Revestimiento	Bas Rhone, Francia	15 - 25	75 - 85
Tuberías	Norte de China	10	90
Canales sin revestimiento	Norte de China	40 - 50	50 - 60

En la Tabla 1 se dan algunos valores de eficiencia de canales y tuberías, en los que se puede apreciar la eficiencia de sistemas de tuberías y canales revestidos. Hay poca información disponible sobre la eficiencia de canales y tuberías en el Ecuador, pero se puede asumir que para canales sin revestimiento la eficiencia varía entre 65 - 70 % y para canales revestidos entre 75 -85%.

¿Por qué la eficiencia de las tuberías no alcanza el 100%? Por un lado, porque casi siempre ocurren pequeñas filtraciones, y de otra parte porque hay pérdidas en el manejo del sistema: pérdidas por errores de los encargados, por alteraciones en la operación, reducción de presión etc.

La eficiencia de los servicios de agua potable y riego, o de la generación de energía u otros usos se evalúan con consideraciones bastante diferentes. Pero antes de esta discusión se debería hacer la distinción entre uso y consumo de agua ya que estos términos son frecuentemente mal usados. El uso sin consumo o uso no consuntivo permite usos repetitivos porque el agua queda disponible después del uso; ejemplos son la generación de energía hidroeléctrica, la recreación y la navegación. El uso consuntivo, en cambio, reduce la cantidad del agua. Por ejemplo, el riego consume aproximadamente 70% del agua por la evapotranspiración de las plantas y la percolación en el suelo, el uso de agua potable consume 25 - 30% del agua y el uso industrial y la refrigeración de plantas térmicas consume grandes cantidades de agua.

3. Riego

En la actualidad se conoce con bastante precisión cuándo las plantas requieren agua y en qué cantidad la requieren. Si la aplicación corresponde a la demanda de las plantas, la eficiencia del riego es alta. Pero la aplicación exacta es difícil. Tal vez la fuente del agua sea insuficiente, tal vez las pérdidas en los canales son altas o -más probablemente- la aplicación en el campo es inadecuada, los regantes posiblemente no conocen la cantidad exacta que las plantas requieren y riegan con volúmenes demasiados altos o bajos.

¿Qué eficiencia se podría obtener con los diferentes métodos de aplicación? En áreas con abundancia de agua el método de riego no es muy importante, porque el agua está disponible y es barata, pero en regiones áridas, la aplicación adecuada y la eficiencia alta, deben ser el objetivo principal.

Tabla 2 Eficiencia de diferentes métodos de riego

País	Aplicación	Eficiencia (%)
Yemen	Riego por gravedad	40
Colombia	riego por gravedad	45
Siria	riego por inundación	50
Turquía	riego por gravedad	50
Marruecos	riego por gravedad	58
Marruecos	riego por aspersión	67
Jordania	Riego por aspersión y goteo	70
Chipre	Riego por aspersión y goteo	70

La Tabla 2 presenta algunos ejemplos de eficiencia de diferentes métodos de riego en varios países. El riego por gravedad -el método antiguo y todavía tradicional en muchas regiones- es el menos eficiente. El desarrollo de métodos modernos, la aspersión y el goteo, permite lograr eficiencias mucho más altas, pero las pérdidas de agua, de hasta

30% en los mejores casos, son todavía altas, simplemente porque la dosificación del agua en la cantidad precisa que requieren las plantas, es prácticamente imposible. En resumen, la diferencia entre las eficiencias de los varios métodos es muy grande. En el Ecuador, donde la aplicación por los métodos de gravedad o de inundación predomina, el potencial para ahorrar agua en el sector riego es muy grande. La aplicación del agua en la parcela es el último paso en un sistema de riego.

Un sistema de riego por lo regular consiste de los siguientes elementos: captación del agua, conducción y distribución. Se puede determinar la eficiencia total del sistema a partir de las eficiencias de cada uno de sus elementos de la siguiente forma:

$$Et = Eca \times Eco \times Eap$$

Donde:

Et = eficiencia total de un distrito,

Eca = eficiencia de la captación,

Eco = eficiencia de la conducción y distribución, y

Eap = eficiencia de la aplicación.

Las eficiencias totales de los sistemas tradicionales oscilan entre 20 y 40% como se muestra en la Tabla 3. A pesar de que no hay cifras para los distritos de riego en el Ecuador, se debería aceptar que la situación sería similar. Esto significa que entre 60% y 80% del agua usada para el riego se pierde. En países con eficiencias más altas, el riego está más tecnificado y usa generalmente métodos modernos de aspersión y goteo. Solamente con estos métodos se llega a eficiencias entre 40% y 60%. Eficiencias más altas, como en Chipre e Israel, son el resultado de sistemas de conducción y distribución en tuberías, y con métodos de riego casi exclusivamente de aspersión y de goteo. Las altas inversiones necesarias para lograr eficiencias tan impresionantes se justifican en regiones áridas donde el riego es esencial para la agricultura y el valor del agua es consecuentemente alto.

En todo caso, los datos de la Tabla 3 indican las posibilidades técnicas para aumentar las eficiencias en el sector riego. Pero estas técnicas no son las únicas posibilidades. Las estructuras para el control y la distribución del agua frecuentemente están mal mantenidas o son inadecuadas, con el resultado de que se pierde o se distribuye el agua en forma inapropiada. El adecuado mantenimiento y operación de los sistemas constituyen una medida para aumentar la eficiencia.

Tabla 3 Eficiencias globales de distritos de riego

País	Detalles	Eficiencia (%)	Pérdidas (%)
Yemen	Riego por gravedad	20	80
México Pánuco,	gravedad	26	74
Colombia	gravedad	30	70
Turquía	Sistemas de gravedad	30	70
USA	Promedio de sistemas	41	59
Marruecos Doukkala,	gravedad	42	58
Doukkala,	aspersión	49	51
Jordania	Aspersión y goteo	53	47
Chipre	Conducción por tuberías, Aspersión y goteo	66	34
Israel	Conducción y distribución por tuberías, aspersión y goteo	80	20

Además, la preparación de la tierra con la nivelación precisa o con la conformación de surcos con pendientes correctas que eviten la erosión y favorezcan infiltración adecuada del agua mejora la eficiencia del riego por inundación o gravedad.

Otro factor importante es el manejo de los distritos de riego. Muchos distritos fueron diseñados para el riego durante 24 horas, pero los regantes frecuentemente no quieren regar durante la noche. Consecuentemente, la mitad del agua se pierde si no existen reservorios para almacenar el agua durante la noche. Otro problema es la falta de operación y mantenimiento. Canales mal mantenidos pierden agua por infiltraciones, y sedimentaciones o erosiones pueden disminuir la capacidad de transporte y así complicar la distribución del agua. Similarmente, estructuras mal diseñadas y mal mantenidas causan pérdidas. Finalmente, la obligación de usar el agua para el riego, como se define por la Ley de Agua del Ecuador, puede derivar en excesivas dosis de agua e igualmente reducir la eficiencia.

Tabla 4 Desarrollo de los requerimientos de agua en Israel (litros/kg de producción)

	Papas	Algodón	Citrus	Manzanas	Banana
1970	250	1400	240	550	1700
1984	100	1000	200	250	650

La Tabla 4 muestra que la alta eficiencia lograda por métodos modernos en Israel no solamente reduce el uso y consumo de agua sino que también contribuye a un aumento substancial de la producción.

4. Agua Potable

El Sector agua Potable tiene ante sí dos grandes desafíos:

(1) El suministro de agua de buena calidad a todos (Hoy en día hay en el mundo más de mil millones de personas que carecen de un servicio adecuado, de hecho en el Ecuador, más del 25% de la población no dispone de servicios de agua potable), y

(2) Lograr un manejo sustentable de los servicios (Esto se vuelve cada vez más difícil porque los recursos hidráulicos están progresivamente más contaminados y los recursos financieros son cada vez más escasos, especialmente en los países del tercer mundo)

Confrontando estos problemas, el énfasis en el mejoramiento de la eficiencia es esencial para el desarrollo de los servicios en general.

El sistema típico de agua potable consiste en captación, conducción, tratamiento del agua, reservorio para el suministro de agua bajo presión y sistema de distribución. Al igual que para los sistemas de riego, se puede considerar la eficiencia de cada uno de estos elementos y la eficiencia total del sistema. No obstante los sistemas de agua potable en áreas urbanas suministran agua para usos distintos: uso doméstico, uso industrial y uso urbano (servicios públicos, parques etc.). A pesar de la posibilidad de analizar la eficiencia de cada uso en forma separada, esta discusión se limita al uso total urbano, lo cual es una simplificación que no afecta las conclusiones generales.

Generalmente, la eficiencia total de un sistema de agua potable se define con base en el porcentaje de pago o la contabilización del agua que entra al sistema. Por ejemplo, si 80% del agua que entra está pagada, se habla de una eficiencia de 80%. La diferencia de 20% de agua se pierde por fugas, robos o una contabilización deficiente.

Las fugas en los sistemas de distribución son un problema crítico en muchas ciudades del tercer mundo. Tuberías anticuadas, inadecuada protección contra la corrosión, válvulas mal mantenidas y daños mecánicos son las causas más frecuentes. Las fugas causan también una reducción de la presión y una presión más alta para compensar las pérdidas aumenta el consumo de energía y tiene efectos negativos para el ambiente.

Tabla 5 Eficiencias de sistemas urbanas de distribución

País	eficiencia	agua no contabilizada	notas
Israel	87	13	datos de 1990
USA	83 - 88	12 - 17	datos de 1984
Etiopía	70	30	Addis Ababa
Turquía	50	50	Ankara, Istanbul, 1990
Egipto	50	50	datos de 1990
Tercer Mundo	50 - 75	25 - 75	promedio

Los ejemplos de la tabla 5 muestran la situación en algunos países. En países industrializados generalmente se alcanzan eficiencias superiores al 80%, pero en muchas ciudades del tercer mundo las pérdidas llegan a 50%, cifras comunes también para ciudades del Ecuador.

Tabla 6 Eficiencia de sistemas de agua potable en algunas ciudades en el Ecuador

Ciudad	eficiencia	agua no contabilizada
Quito	70	30
Cuenca	70	30
Ambato	50	50
Riobamba	50	50
Guayaquil	20	80

Para controlar el uso del agua la instalación de medidores e imposición de tarifas apropiadas es esencial. Según la experiencia, en muchos países, el consumo del agua baja con la instalación de medidores y con tarifas que reflejan el costo del agua (un subsidio para consumidores pobres es generalmente aceptado, en cambio los consumidores más grandes deberían pagar tarifas más elevadas). Otras medidas para reducir el consumo del agua y para aumentar la eficiencia de los sistemas incluyen instalaciones industriales que requieren menos agua o permiten el re-uso o el reciclaje. Igualmente, para el uso doméstico, duchas de regadera e inodoros con tanques que reducen el uso de agua se han instalado en muchas ciudades con éxito. El conjunto de estas medidas no solamente aumenta la eficiencia, sino que también reduce el consumo del agua.

En el Ecuador, para la mayoría de las ciudades se considera una dotación de 300 litros por persona y día como algo absolutamente necesario, pero en varias regiones de Europa la dotación se ha bajado a menos de 120 litros. Esta experiencia debería ser una

lección para los responsables en las ciudades de América Latina donde se está continuando con diseños de sistemas de agua potable basados en dotaciones tradicionales. Por eso, buscan más y más fuentes de agua en lugar de aplicar métodos de conservación para reducir el consumo de agua. Un ejemplo es la ciudad de Quito donde la empresa de agua potable trata de movilizar más agua para la población a pesar de existir la posibilidad de reducir el consumo. Si la dotación de 300 litros por persona y día fuese reducida a 200 litros, la empresa podría suministrar agua a una población 50% más grande que la población actual, y con una reducción a 150 litros la empresa podría satisfacer una demanda del doble de la población actual.

4. Manejo de Cuencas

La eficiencia del uso de agua en una cuenca depende de la eficiencia de cada uno de los usos (agua potable, riego, generación de energía eléctrica, navegación, recreación etc.). La eficiencia del uso del agua en la cuenca es la relación entre el volumen del agua efectivamente utilizada y el volumen que entra la cuenca. Eficiencias relativamente bajas en distritos de riego podrían ser compensadas con la re- utilización del agua que sale de los distritos. En la cuenca del Nilo en Egipto, se ha estimado una eficiencia total de casi 90% a pesar de las eficiencias relativamente bajas de los distritos individuales porque el agua "perdida" en los distritos de la cuenca alta es re - utilizada varias veces en los distritos de la cuenca aguas abajo.

Algunos autores han argumentado que una alta eficiencia del uso en una cuenca permite pocos esfuerzos para mejorar la eficiencia a nivel local. Pero este argumento no se debería generalizar. Así, donde no se puede re - utilizar agua -en áreas costeras cercanas al mar- un aumento de las eficiencias es altamente recomendable. Pero se debe también considerar la situación del ambiente, esto es los caudales necesarios para mantener la flora y fauna que dependen del agua de los ríos y corrientes. Un ejemplo de una explotación excesiva es la cuenca del Lago Aral, en la que el caudal de aporte al lago se redujo en 66% por los desvíos de agua para el riego, cambiando el clima y el ambiente en forma negativa para la población alrededor del lago, abatiendo el nivel de las aguas y afectando gravemente a los ecosistemas lacustre y por ende al sector pesquero.

Un aumento de la eficiencia del uso del agua en la parte alta de una cuenca eventualmente permitiría un aumento de la disponibilidad de agua en áreas ubicadas abajo.

5. Conclusiones

El mejoramiento de las eficiencias en el aprovechamiento del agua en riego y abastecimiento de poblaciones, a más de mitigar substancialmente los impactos ambientales ocasionados por estas actividades, puede constituirse en una alternativa más económica para ampliar la cobertura de los servicios por el ahorro de agua obtenido. Por esto, las decisiones para realizar inversiones en técnicas para aumentar las eficiencias deberían basarse en evaluaciones económicas, técnicas, sociales y ambientales. Por otra parte, se necesita conocer las relaciones entre el funcionamiento hidrológico e hidrogeológico que se produce en la circulación del agua en una cuenca.

Consecuentemente, se debe considerar las oportunidades de inversión en todos los sectores que usan agua, no solamente comparar proyectos en un mismo sector.

Finalmente, hay que señalar que el crecimiento urbano en todo el mundo exige reasignaciones de agua del sector riego al sector urbano. A pesar de este inusitado crecimiento poblacional, el uso de agua en la agricultura continuará siendo uso dominante. En todo caso, se necesita más y más esfuerzos para aumentar la eficiencia en el riego y en el uso en zonas urbanas.

ALGUNAS CONSIDERACIONES EN EL MARCO DEL MANEJO INTEGRAL DE CUENCAS HIDROGRAFICAS EN EL ECUADOR

Felipe Cisneros¹; Bert De Bièvre¹ Jan Feyen²

¹ Programa para el Manejo del Agua y del Suelo PROMAS, Universidad de Cuenca, Cdla. Universitaria Av. 12 de Abril s/n y Av. Loja, Cuenca, Ecuador, telef.: 593 7 885563.

² Laboratory for Soil and Water, Katholieke Universiteit Leuven, Vital Decosterstraat 102, B-3000 Leuven, Belgium, Phone: +32-16-32 97 56

RESUMEN

El manejo integral de cuencas hidrográficas es el proceso mediante el cual las autoridades de Cuenca alcanzan e implementan las decisiones que pretenden afectar la posibilidad futura de disponibilidad y/o la calidad del agua para fines benéficos o los riesgos relacionados con el agua que amenacen actividades benéficas. Las decisiones pueden envolver aspectos sociales y económicos de la sociedad, y conservar o minimizar la degradación del recurso agua tanto en la actualidad como en el futuro. El proceso de toma de decisiones requiere del involucramiento de los gobiernos, instituciones, negocios e individuos. En la actualidad el manejo de cuencas en general y en particular en el Ecuador, no consigue cumplir total o parcialmente los objetivos indicados, con las consecuencias que los riesgos negativos detienen el desarrollo social y económico de las áreas de las zonas hidrográficas. Adicionalmente las autoridades de Cuenca, no disponen de la capacidad de predecir cuantitativa ni cualitativamente los impactos de las decisiones y políticas aplicadas en lo relativo al manejo de las aguas.

Con estos antecedentes, el Programa para el Manejo del Agua y del Suelo (PROMAS) de la Universidad de Cuenca, concentra en sus programas académicos de pregrado y postgrado y en sus actividades de investigación varios aspectos del manejo integral del agua, incluyendo el cómo estas decisiones son tomadas e implementadas. En particular especial énfasis se da a la escasez de información básica disponible, y como esto afecta al proceso de toma de decisiones. Mientras más escasa es la información, más difícil se torna la toma de decisiones adecuadas.

Por cuanto, las decisiones deben ser tomadas desde el punto de vista técnico, económico, social, cultural y ecológico, el manejo integral de cuencas hidrográficas requiere de una óptima integración de conocimientos y sapiencia en estas. En consecuencia, en el proceso de toma de decisiones, y en esta forma en las autoridades de Cuenca, varias, si no todas las disciplinas, deben estar adecuadamente representadas, requiriendo que los consejos de decisión estén compuestos de actores con vastos conocimientos en varias disciplinas.

ABSTRACT

Integrated catchment management is the process by which river basin authorities reach and implement decisions that are intended to affect the future availability and/or quality of water for beneficial uses or the risk of water-related hazards that threaten beneficial activities. The decisions should enhance the economic and social well-fare of the society, and conserve and minimize the degradation of the water resource today and in fu-

ture. The decision process requires the involvement of governments, institutions, businesses and individuals. Today river basin management in general, and in particular in Ecuador, fails to meet partially or fully previous objectives, with the consequence that negative hazards constrains the economic and social development of the basin areas. In addition the river basin authorities lack the capacity to predict quantitatively and qualitatively the impacts of water-related decisions and policies.

Being confronted with previous the Programa para el Manejo del Agua y del Suelo (PROMAS) of the Universidad de Cuenca focuses in its undergraduate and graduate educational programs and research activities on the various aspects of integrated water management, including how water-related decisions are derived and implemented. In particular emphasis is given to the scarcity of basic information, and how this affects the decision-making process. The fewer the available data the more difficult it is to come to adequate and appropriate decisions.

Because decisions should be beneficial from technical, economic, social, cultural and ecologic point of view, it means that integrated river basin management requires the optimal integration of knowledge's and expertise's of various disciplinary fields, technical, economic and social fields, among others. Consequently in the decision process, and as such in river basin authorities, several if not all disciplines should be appropriately represented, requiring that the board where decisions are made is composed of staff knowledgeable in various disciplines.

INTRODUCCION

En general, al manejo integral de cuencas hidrográficas se considera como la aplicación de principios y métodos para el uso racional e integrado de sus recursos naturales, fundamentalmente el agua, el suelo y la vegetación, para lograr una producción óptima y sostenida, con un mínimo de deterioro ambiental, para beneficio de los pobladores de dicho espacio y de las poblaciones vinculados a él.

Adicionalmente, se define como imprescindible la participación de la gente, debidamente organizada y con el apoyo de las instituciones públicas y privadas.

En el mejor de los casos, el manejo de cuencas no garantiza el control de efectos no deseados pero sí puede contribuir a mitigar los efectos negativos de éstos. La labor se realiza con despliegue de energía y recursos que provienen finalmente de los usuarios.

En este contexto el Programa para el Manejo del Agua y del Suelo (PROMAS) de la Universidad de Cuenca, presenta algunas consideraciones a ser tomadas en cuenta en el momento de la formulación y posterior concreción de planes de manejo integral de cuencas hidrográficas tomando en cuenta el estado en que se encuentra en general en países como el nuestro la calidad y cantidad de información de base existente y el peligro que representa la formulación y ejecución de un plan de manejo, sin bases ciertas y parámetros claves.

Para que un programa de uso de cuenca hidrográfica sea exitoso el trabajo debe ser interdisciplinario. A su vez, para que una tarea interdisciplinaria tenga buen término,

las distintas disciplinas dentro del equipo deben estar a un alto nivel, fuertes en su propia área y abiertas para dialogar con los demás. Lamentablemente, generalmente se ve que los planes de manejo o son fuertes en el área social o son fuertes en el área técnica, y rara vez se ve un equipo con fortaleza en todas las áreas.

Otro problema que se profundiza en el presente artículo es la falta de cuantificación de los efectos de las distintas acciones propuestas en un plan de manejo.

MANEJO INTEGRAL DE CUENCAS HIDROGRÁFICAS

Es la aplicación de principios y métodos para el uso racional e integrado de los recursos naturales en la cuenca, fundamentalmente el agua, suelo y vegetación, para lograr una producción óptima y sostenida de estos recursos, con el mínimo deterioro ambiental, para beneficio de los pobladores de la cuenca y de las poblaciones vinculadas a ella.

Es imprescindible la participación activa de la población local debidamente organizada, con el apoyo coordinado de las instituciones públicas y privadas. Estas, son acciones de carácter permanente.

El Manejo de Cuencas no garantiza el control de efectos no deseados por fenómenos naturales, pero sí puede contribuir a mitigarlos.

Reversión del proceso de degradación:

- Erosión
- Deforestación
- Pérdida de suelos
- Contaminación del agua
- Contaminación del suelo

Atenuación de riesgos naturales:

- Deslizamientos
- Inundaciones
- Otros

Preservación de recursos hídricos:

- Retención del recurso
- Recarga de acuíferos
- Calidad y cantidad de fuentes
- Otros

CONCEPTO

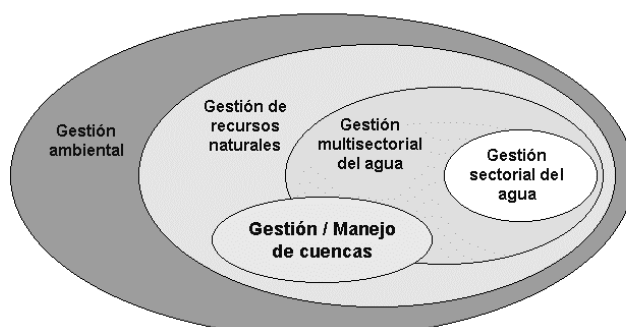


Fig N° 1: Concepto del manejo de cuencas según la CEPAL

MOTIVOS QUE ORIGINAN RETROCESOS EN LA TOMA DE DECISIONES PARA MEJORAR EL MANEJO INTEGRAL DE CUENCAS HÍDRICAS (Dourojeanni, 2002)

Como marco de análisis, algunos lineamientos propuestos en la Conferencia Internacional de Organismos de Cuenca, en Madrid, en noviembre de 2002, que establecen grandes verdades desde las cuales es menester emprender los análisis de la problemática, son presentados a continuación:

- El primero es que simplemente en muchas cuencas de la región aún hay suficiente disponibilidad de recursos hídricos para absorber las demandas de agua tanto en cantidad como en calidad.
- El segundo, que la población de una cuenca a veces no reacciona con suficiente fuerza frente a situaciones conflictivas tanto de origen antrópico como natural o bien reacciona pero con mucho retardo, sobre todo cuando hay situaciones de contaminación.
- El tercero es la carencia, el desconocimiento o la negación que tienen los actores más afectados para encauzar sus legítimas quejas, reclamos o demandas originados por conflictos por el uso del agua o desastres causados por fenómenos extremos.
- Un cuarto motivo, sobre todo en materia de deterioros en la calidad de agua, es el desconocimiento que tienen muchos usuarios de los derechos que tienen con relación a presentar reclamos por esta situación.
- La quinta cuestión, es la existencia repetida de una “governabilidad transitoria”. Ella es la respuesta política frente a una situación extrema que provoca críticas en los periódicos o manifestaciones públicas. Se crean entonces “comisiones de emergencia” que dan la impresión de que se hace algo, organismos que luego se diluyen. Esto retarda la creación de sistemas estables de gobierno sobre el agua ya que apacigua los reclamos de los afectados. Una vez pasada la situación de emergencia hay un olvido generalizado de la temática. Otro motivo, no menos serio, que atrasa la puesta en marcha de un sistema de gestión integrada del agua, es simplemente la oposición cerrada de algunos usuarios importantes del agua con poder, o en una posición de privilegio, a “someterse” a un sistema de gobierno al cual temen con razón o por desconocimiento. Los grupos de poder, muchas veces transitorios en los gobiernos, pero que pueden generar y aprobar leyes que dan dominios sobre derechos de agua a perpetuidad o vender derechos a perpetuidad, si la ley se lo permite, son también origen de conflictos muy graves a mediano y largo plazo.
- Otro aspecto que retarda significativamente la puesta en marcha de programas de gestión integrada del agua es la carencia de estrategias coherentes con los medios para ponerlas en práctica. Es muy común que exista mucho voluntarismo en las declaraciones oficiales, inclusive en leyes que se aprueban con el fin de crear autoridades de cuencas, privatizar empresas de servicios de agua, transferir sistemas de riego y drenaje a los usuarios, descentralizar acciones hacia gobiernos regionales que no tienen capacidad para hacerlas y sin apoyarlas para tal efecto, y otras

decisiones similares, que luego no funcionan por el apresuramiento y poca preparación con que fueron efectuadas.

ACCIONES TOMADAS DESDE LA UNIVERSIDAD DE CUENCA

La Universidad de Cuenca, consciente que este tema debe ser abordado con seriedad y que las acciones a seguir deben tener una correlación con la educación, el afianzamiento de la investigación y sobre todo con la conexión con la sociedad, desde hace 10 años ha emprendido un proceso desde la Facultad de Ingeniería y del Instituto de Investigaciones de la Universidad de Cuenca con miras a obtener lo anotado. Este producto comprende la creación y puesta en funcionamiento de un grupo académico en las áreas correspondientes, bajo el nombre de Programa para el manejo del agua y del suelo (PROMAS). El PROMAS, tal como se señala más arriba, nace en 1992 como una necesidad de dar respuesta a los acuciantes problemas de manejo del agua y del suelo en la región austral del Ecuador. Desde sus inicios el PROMAS utiliza la cooperación internacional como apoyo a sus actividades; en la actualidad el programa dispone de autonomía administrativa, económica y financiera, que le permite realizar la investigación, docencia y extensión en el más alto nivel. En este contexto, la Universidad de Cuenca ha diseñado, a través del PROMAS, una estrategia con miras a superar la brecha existente entre el desarrollo tecnológico y su asimilación en el Ecuador en el manejo y conservación del agua y del suelo, y que permitirá avanzar en este campo; ésta tiene en la base los siguientes tres pilares que deben ser construidos concomitantemente:

- Formación de talentos humanos
- Fortalecimiento de la investigación científica
- Manejo de información

Formación de Talentos Humanos

La formación de talentos humanos es sin lugar a dudas un aspecto de suma importancia; en este contexto, el PROMAS considera que ésta debe ser en diferentes niveles, a saber:

- A nivel de campesinos, a través de días de campo y cursos de capacitación.
- A nivel profesional, cursos de educación continua, cursos a medio tiempo.
- A nivel de profesionales (Formación de líderes) a través de la Maestría de Ciencias en Manejo y Conservación del Agua y del Suelo, curso a tiempo completo.

Estos aspectos son abordados por el PROMAS con total responsabilidad. En el caso de los campesinos es claro que la transferencia de tecnología sin capacitación no es posible, de esta forma se promueven cursos de capacitación para campesinos en diferentes tópicos que permitan realizar la transferencia de tecnología en forma participativa. Un segundo aspecto considerado es la educación continua, en este contexto se ha previsto alianzas estratégicas con los colegios profesionales a fin de ofertar una serie de cursos de interés para los profesionales que están en producción. Finalmente se encuentra en plena ejecución la Alianza estratégica internacional de

educación, con las Universidades de Lovaina y Gante, Bélgica, que permite llevar adelante la Maestría de Ciencias en Manejo y Conservación del Agua y del Suelo, cuyo objetivo principal consiste en la formación de los líderes en el manejo y conservación de los recursos y al mismo tiempo el fortalecimiento de la investigación científica en este campo, en esta maestría un aspecto esencial es el carácter de tiempo completo y su diseño y puesta en práctica con estándares internacionales.

Fortalecimiento de la Investigación Científica

La investigación científica en el marco de las acciones emprendidas por la Universidad de Cuenca constituye la base de su accionar, en este contexto se ha establecido una plataforma base de investigación a la cual se la va a reforzar con la ejecución del proyecto Unidad de Acción Prioritaria UAP PROMAS, que consiste en el fortalecimiento de la capacidad de investigación que tiene el programa a través de su equipamiento que permitirá disponer de laboratorios adecuados, estos son:

- Laboratorio de Hidráulica
- Laboratorio de Hidrología
- Laboratorio de Hidrofísica de suelos
- Laboratorio de herramientas computacionales de apoyo al manejo del agua y del suelo

Las prioridades de investigación, son establecidas a través de dos criterios principales:

1. La investigación debe ser del más alto nivel académico internacional, partiendo del estado del arte en el campo estudiado. De esta manera se evita repetir investigaciones realizadas en otras regiones, cuyos resultados son aplicables en nuestra zona. Para cuidar estos aspectos, se cuenta con el apoyo de un panel de expertos que evalúan a los proyectos en su fase de formulación y ejecución.
2. La investigación debe atacar los problemas de manejo y conservación del agua y del suelo más agobiantes de la región, tiene que dar respuesta a la demanda de los actores en el manejo y conservación del agua y del suelo en la región. Estos aspectos son cuidados por el consejo de asesoría y retroalimentación externo en el cual están representados actores de la sociedad como son: Organizaciones gubernamentales y no gubernamentales, gremios de agricultores, empresas de abastecimiento de aguas, empresas hidroeléctricas, etc.

Manejo de información

El PROMAS está consciente de la importancia de la información y su manejo. Para poder manejar adecuadamente las cuencas hidrográficas, se requiere en primer lugar información de base de buena calidad; para el efecto se dispone de algunas herramientas que han sido desarrolladas en el transcurso de los años de su desarrollo. El primer elemento y fundamental es el banco de datos disponible en los siguientes ítems:

- Cartografía
- Hidrología y meteorología
- Suelos
- Geología

El manejo de esta información es realizado por un sistema que con las debidas seguridades permite el acceso y visualización de los datos. Adicionalmente el PROMAS ha desarrollado el sistema de Metadatos, que corresponde a un sistema informático que permite explicitar datos sobre los datos; el sistema desarrollado comprende los metadatos para cartografía, suelos, hidrología y meteorología. En este momento, contando con el auspicio de organismos regionales de desarrollo (Consejo de Programación de Obras Emergentes (COPOE), organismo creado para resolver el problema ocasionado por el desastre de La Josefina, y de la Agencia Cuenca para el Desarrollo (ACUDIR)) a través de un convenio interinstitucional, se está implementando el rubro de cartografía para los datos existentes en la base de datos de las Universidades (Universidad de Cuenca, PROMAS y Universidad del AZUAY). Este proceso será continuado con las demás instituciones de la región (ETAPA, H Consejo Provincial del Azuay, CREA, etc.), a fin de establecer un sistema de Metadatos a escala regional que de cuenta de la calidad y cantidad de información disponible en los ítems señalados, que permita la toma de decisiones de dichos organismos.

La contribución antes indicada permitirá que en la región y posteriormente en el país se maneje la información disponible en forma profesional y adecuada, que los usuarios dispongan de datos fidedignos de la mejor calidad lo cual contribuirá a que la planificación del desarrollo de la región sea más adecuada.

Filosofía de PROMAS

La filosofía del Programa para el Manejo del Agua y del Suelo contempla la conducción de los diferentes aspectos en manejo y conservación de recursos agua y suelo, a diferentes escalas, esto permite que la investigación se la realice en forma integral; así, arranca con la definición de parámetros básicos a escala de parcela; en éstas se realizan una serie de experimentos y más investigaciones que han permitido definir parámetros básicos en esta escala; un siguiente nivel de actuación comprender el tratamiento del problema a nivel de Proyecto, en éste la indagación permite ver los modelos integrados en los esquemas cuyas características son definidas adecuadamente; una tercera escala corresponde al manejo de suelos regionalmente; en esta esfera se encuentran las cuencas hidrográficas como unidad de medición; este manejo comprende su banco de datos que ha permitido un mejoramiento en la calidad de datos disponibles; en los actuales momentos se continua implementando el manejo integrado de recursos hídricos, con el objeto de llegar a un manejo total de cuenca hidrográfica.

La Filosofía del PROMAS comprende los siguientes aspectos:

- Dar prioridad a la aprehensión de conjunto; considerar a la región de actuación como un "sistema global de interacciones e interrelaciones".
- Integración de visión global, la "visión integral", para atender la problemática y responder con soluciones.
- Establecimiento de leyes de relación; considerar que en la región existen "interacciones" entre las cuencas hidrográficas pertenecientes a ella.
- Aproximaciones interdisciplinarias, el desarrollo de la capacidad de "gestión e intervención interdisciplinaria".

- Establecer la intervención manejando los factores sociales, "enfoque antropocéntrico", mediante el cual se trata de manejar los recursos en función a los intereses del hombre.
- La "participación y coordinación institucional".

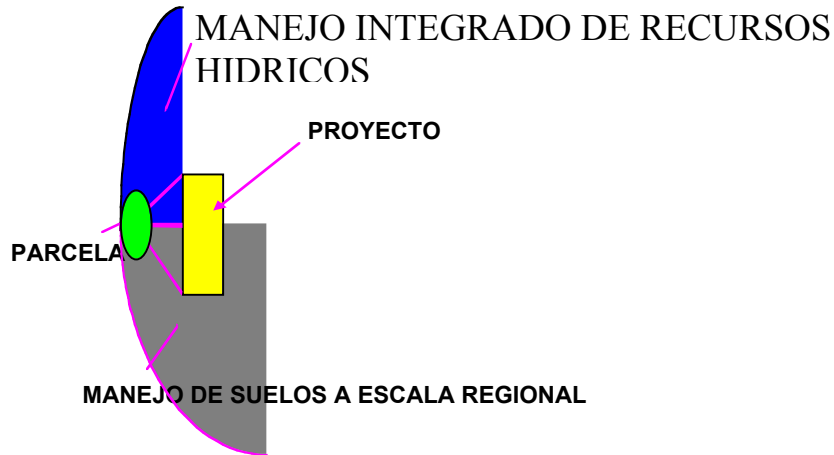


Fig. N° 2: Filosofía del PROMAS

CONCLUSIONES

Es de fundamental importancia introducir la investigación científica y un adecuado manejo del componente social en los procesos de gestión de cuencas a fin de entender de una mejor manera los fenómenos presentes en todos los ámbitos.

Hace falta un programa muy amplio de capacitación a todo nivel a fin de que los actores puedan con buenas bases realizar el manejo y conservación de la cuenca.

A medida que el uso competitivo aparece se generan también programas de gestión del agua; por esta razón, es necesario establecer con mucho detenimiento la génesis de cada caso de gestión del agua.

Debe identificarse claramente un motivo que justifique la gestión.

Protección y / o recuperación de la cuenca con fines de: abastecimiento de agua potable, desarrollo hidroenergético; riego; uso múltiple del agua u otros.

Se considera positiva la configuración de centros logísticos planteados por A. Dourojeanni que puedan reforzar la asistencia técnica; sin embargo, éstos deben partir de experiencias locales exitosas que afiancen la metodología y en los cuales se considere prioritariamente la investigación científica como base de su desarrollo.

Se requiere un banco de datos a escala nacional que sea configurado partiendo de acopios locales, que validen y generen información de calidad. Se debe, en este contexto, adicionalmente, mejorar cuando sea posible la escala de la información.

La producción y custodia de la información debe ser llevada adelante por los actores y se debe encontrar los mecanismos adecuados para compartirla.
Finalmente, la gestión de cuencas debe ser considerada política de estado.

BIBLIOGRAFÍA

Cisneros, Felipe, Bert De Bievre., Maestría de Ciencias en Manejo y Conservación del Agua y del Suelo; Documento base, ANALES, Revista de la Universidad de Cuenca, U. Ediciones, marzo de 2001.

Cisneros, Felipe, Jan Feyen, Bert De Bievre, El PROMAS: Investigación Integral en el campo de los recursos Agua y Suelo, ANALES, Revista de la Universidad de Cuenca, U. Ediciones, agosto de 1999.

Dourojeanni, R. Axel, Dilemas para mejorar la gestión del agua en América Latina y el Caribe, Conferencia Internacional de organismos de cuenca, Madrid España, 4-6 Nov, 2002.

Méndez, Roberto, Manejo integral de cuencas hidrográficas, metodología MIC, Curso de postgrado: Manejo del agua y del suelo en agricultura irrigada, Universidad de Cuenca, Cuenca diciembre de 1999.

**ESTUDIOS E INVESTIGACIONES EN AGUAS
SUBTERRÁNEAS**

**Elder Aragundi
FUNDACIÓN PRO-AQUA**

INTRODUCCION

De acuerdo con información publicada en Internet por el Servicio de Investigaciones Geológicas de los Estados Unidos de Norte América, el 25% del agua dulce utilizada en ese país proviene de recursos subterráneos. En 1980, se dice que se utilizaban 87 mil millones de galones diarios de aguas subterráneas. Si esta cifra es cierta, esto significa que se extraen en promedio 3.800 m³/s, que se dedican a abastecer las demandas de consumo humano, uso industrial y riego.

Hay otros países en que también se hace un uso intensivo de las aguas subterráneas. Si bien, las cifras de utilización en estos países no alcanzan el tamaño de las de los Estados Unidos, la importancia que tienen estos recursos ha despertado el interés de la sociedad, a tal punto que se han ido desarrollando una serie de disciplinas dedicadas a la investigación, ubicación, cuantificación, calificación, administración y más aspectos relacionados con los mismos. Inclusive, los problemas ocasionados por la contaminación, en las últimas décadas, también han obligado a que muchos países promulguen varias leyes y reglamentos específicos para proteger los acuíferos.

No obstante esta gran proliferación de disciplinas, no se ha hecho ningún esfuerzo por sistematizarlas, a tal punto que hasta el presente, es difícil, aún para varios grupos técnicos, visualizar con claridad el tipo y el alcance de las investigaciones y estudios que se requieren en la prospección de las aguas subterráneas.

Con este motivo, en el presente trabajo se recogen y se describen, en forma breve, estas investigaciones y estudios y se propone una sistematización para los mismos.

En el Ecuador la utilización de aguas subterráneas puede calificarse todavía de incipiente, pese a que estos recursos han brindado muchas veces una alternativa más económica y rápida para satisfacer determinadas demandas. Para valorar la importancia que pueden tener estos recursos en el país, vale recordar que la ciudad de Quito, cubrió el 50% de sus necesidades por un lapso de más de 40 años, con las aguas de un pequeño acuífero, ubicado al norte de la misma. El crecimiento acelerado de la ciudad causó la sobreexplotación del acuífero y la deficiencia de las obras de recolección de aguas residuales motivó la contaminación de gran parte de este.

En la actualidad, la mayor parte de agua subterránea se utiliza en la Costa, y dentro de esta, en su mayoría, en las provincias de Los Ríos, Guayas y El Oro. Lamentablemente, hay indicios de que en algunos sitios los acuíferos se están contaminando o bien de que no se están utilizando convenientemente.

Ante estas circunstancias, y dado el valor que los recursos de aguas subterráneas tienen en el futuro del país, se necesita de una institución especializada en la materia, que se encargue de normar y regular las actividades de explotación de las aguas subterráneas, de precautelar la integridad de estos recursos que constituyen un bien nacional y de brindar asistencia técnica a los usuarios.

CLASIFICACION DE ESTUDIOS E INVESTIGACIONES

La exploración y cuantificación de los recursos de aguas subterráneas demandan de un proceso compuesto de diferentes tipos de investigaciones y estudios. La literatura técnica, especializada en el tema, trata estos estudios e investigaciones, en la mayoría de las veces, en forma parcial o independiente. Es tal vez por esta razón, que en muchos países no se han desarrollado todavía metodologías y procedimientos normalizados para la realización de investigaciones, estudios y trabajos de aprovechamiento de las aguas subterráneas.

Esto también ha dado lugar a confusiones, aún entre los técnicos especializados en el tema, que llegan a confundir un estudio parcial con una evaluación más completa o integral. Esta situación subsiste en muchos países, entre los cuales está el Ecuador.

Procuremos, entonces, ordenar el conjunto, para lo cual se debe empezar con una clasificación de los estudios e investigaciones más usuales en este campo.

I. ESTUDIOS E INVESTIGACIONES PARCIALES

Los estudios e investigaciones de carácter parcial, o más bien con carácter sectorial, más comunes son los siguientes:

- Investigaciones geológicas,
- Inventarios de puntos de agua,
- Prospecciones geofísicas,
- Estudios de calidad,
- Levantamientos con sensores remotos.

A continuación se hace un resumen descriptivo breve de estos tipos de estudios.

A) Investigaciones Geológicas:

Las investigaciones geológicas con fines de exploración de aguas subterráneas (levantamientos hidrogeológicos) son un componente indispensable de todo estudio e investigación de aguas subterráneas. Su principal objetivo es identificar la presencia de acuíferos y definir sus principales características como ubicación, dimensiones, límites, etc. Estas investigaciones, en esencia, son solo una variante de los levantamientos geológicos convencionales, orientados a lograr el objetivo anotado anteriormente. A las investigaciones geológicas conviene dividir las en dos componentes: **La geomorfología**

(estudio del aspecto exterior del relieve) y **geología estructural** (estructura y conformación del sustrato). Esta última puede ser auxiliada con información proporcionada por prospecciones geofísicas y perforaciones realizadas con fines de exploración o de explotación de las aguas subterráneas. El componente geomorfológico tiene singular importancia en la zona interandina del país, ya que permite (dada las características del relieve andino) identificar y delinear con rapidez los principales elementos de las formaciones acuíferas.

Las investigaciones hidrogeológicas, en términos generales, deberían permitir la definición de los siguientes asuntos:

- Morfología y estructura del sustrato.
- Localización y dimensiones generales de los acuíferos o posibles acuíferos.
- Morfología y estructura de los límites de las formaciones acuíferas.
- Elementos estructurales que afectan a las formaciones acuíferas: fallas, buzamientos, intrusiones, otros elementos estructurales.

B) Inventarios de puntos de agua:

El inventario de puntos de agua también es un elemento indispensable en todo estudio o investigación de aguas subterráneas. En el inventario se resumen los datos y análisis de los principales parámetros de manantiales, pozos (someros o profundos) y galerías de una cuenca hidrográfica determinada. El inventario por lo regular se estructura con la siguiente información:

- Localización cartográfica del punto de agua: coordenadas y cota. (En el país se debería utilizar como referencia preferiblemente cuadrícula transversa de Mercator)
- Posición relativa a la red hidrográfica superficial,
- Caudal del punto de agua (valores medios mensuales)
- Características físicas, químicas y situación bacteriológica,
- Régimen hidrodinámico del punto de agua,
- Aspectos geológicos relacionados: condiciones de salida (grietas, contacto entre formaciones, fracturas, etc.) estructura de las formaciones (perfiles estratigráficos en casos de pozos).

Este inventario, debe ser llevado en expedientes individuales y mapas a nivel de cuencas hidrográficas. Paralelamente debe conformarse un banco o archivo magnético que puede ser utilizado para varios fines o propósitos: administración del agua (otorgamiento de concesiones, resolución de conflictos), estudios e investigaciones hidrogeológicas integrales, diseño de sistemas de explotación, etc.

La institución que debería compilar esta información a nivel nacional es el INAMHI, sin perjuicio de que las agencias de aguas del CNRH estén obligadas a hacerlo en el territorio de su jurisdicción y de que otras instituciones y aún las empresas privadas lleven sus propios registros.

Para este efecto, el primer paso a dar sería el diseño del inventario y la normalización y regulación de actividades para realizarlo, asunto que debería ser iniciativa del CNRH y que debe ser acatado por todas las instituciones del país.

C) Prospecciones Geofísicas:

Las investigaciones hidrogeológicas anotadas anteriormente pueden complementarse (cuando sea necesario) con prospecciones geofísicas y sondeos.

Las prospecciones geofísicas pueden ser eléctricas, electromagnéticas, sísmicas y gravimétricas. Las prospecciones geofísicas, por lo general, permiten definir con más precisión los siguientes elementos de un levantamiento hidrogeológico.

- Estratificación (desde el punto de vista hidrogeológico) de los sedimentos que forman la cuenca, es decir, separación de zonas de prospección y zonas sin interés para la prospección de aguas subterráneas.
- Evaluación de la composición y de las propiedades de las formaciones que conforman los acuíferos, coberturas, acuiclusas, barreras, etc., carteo de fallas, zonas de fracturamiento, etc.
- Determinación de la profundidad de los niveles de agua subterráneas, dirección y velocidad del flujo subterráneo, ubicación de zonas de desfogue, apreciación de los diferentes grados de mineralización de las aguas.

El método geofísico más aplicado en las prospecciones hidrogeológicas en el país ha sido el de sondeos eléctricos verticales.

Es evidente, que la Secretaria del CNRH, las Agencias de Agua y el INAMHI, no debería efectuar esta actividad, que corresponde a instituciones que están directamente relacionadas con la explotación de las aguas subterráneas, sin embargo, el CNRH debe regular la actividad y normalizar la recopilación de resultados para los estudios que deben realizar el INAMHI y la Secretaria misma.

Estudios de la calidad de las aguas subterráneas:

Las evaluaciones de las características físicas y químicas de las aguas constituyen uno de los componentes indispensables de toda investigación hidrogeológica. Estas evaluaciones permiten determinar la aptitud de las aguas para diferentes usos (abastecimiento humano, abrevadero, riego, piscicultura, y otros) así como detectar la contaminación a que pueden estar sujetos los acuíferos. Además la adecuada interpretación de estos datos (interpretación geoquímica) ayuda a identificar, en muchos casos, el sitio de origen del agua, al determinar la distribución espacial de las propiedades fisico-químicas de la misma, establecer cualitativamente las direcciones del flujo y eventualmente a identificar mejor las estructuras geológicas.

Los estudios cualitativos se basan en análisis físicos, químicos y bacteriológicos. Para la realización de estos estudios es necesario contar previamente con un inventario de puntos de agua (pozos y vertientes) y con una selección de puntos de muestreo.

Los resultados por lo general se utilizan en la elaboración de las siguientes cartas:

- Distribución de valores de la temperatura del agua,
- Residuo seco,
- Conductividad y resistividad eléctrica,
- Uno o varios parámetros específicos (Ca, Mg, etc.)

Como en los casos anteriores, El CNRH debería normar las actividades para la obtención y acopio de información sobre la calidad del agua subterránea, de modo que esta actividad esté sujeta a procedimientos estandarizados a nivel del país. Para las actividades específicas de control de la contaminación, el CNRH y las agencias de agua deberán conformar una infraestructura de trabajo propia, convenientemente enlazada con las de otras instituciones.

D) Levantamientos con sensores remotos:

En la actualidad, las imágenes proporcionadas por los satélites constituyen una de las herramientas más poderosas en la evaluación y caracterización de los recursos naturales, pues con estas se pueden sintetizar, con precisión y rapidez, muchos elementos y parámetros que, de otra manera, demandarían un tratamiento largo y costoso para ser agrupados en un conjunto analítico determinado.

En la prospección de las aguas subterráneas, pueden constituir una poderosa ayuda en la localización de las estructuras que contienen agua, en la determinación preliminar de la extensión y dimensiones de las formaciones acuíferas, en la evaluación del grado de contaminación, etc. Sin embargo, estas múltiples aplicaciones, son muy poco utilizadas, en parte porque todavía no se han asociado a los otros medios de investigación y en parte por la escasez de técnicos especializados en simultáneamente en los dos temas.

II. EVALUACIONES INDIRECTAS

Como su nombre lo indica, la apreciación de los volúmenes y flujos de agua subterránea se efectúa a través de evaluaciones indirectas. Estos estudios, por lo general, se dividen en dos componentes:

A) Investigación hidrogeológica:

Con este tipo de investigación (descrita en el literal A del numeral 1) se pueden identificar las áreas con potencial acuífero, la ubicación y dimensiones generales del o de los acuíferos, las relaciones estructurales: geológicas y geomorfológicas entre cauces superficiales y estructuras subterráneas de almacenamiento.

B) Balance hidrológico:

Teóricamente, el establecimiento del balance hidrológico en una zona determinada permitiría evaluar los volúmenes de infiltración del agua por diferencia entre las medidas directas de la precipitación, evaporación y escurrimiento superficial.

Debe aclararse que en la región interandina del país, este método tendría aplicaciones muy limitadas dadas las características del relieve y la escasez de información hidrológica (en particular hidrométrica). Sin embargo, puede ser muy útil en la preparación de planes de manejo del agua en cuencas hidrográficas.

Este tipo de evaluaciones pueden complementarse con los análisis de las curvas de agotamiento de los caudales de los cauces donde se disponga de información para el efecto. En las áreas en que se disponga de información adicional, proveniente del catastro de puntos de agua, se puede allegar a evaluaciones más precisas (curvas piezométricas, volúmenes probables de reserva, calidad del agua, etc.) incorporando el análisis de esta información a estas evaluaciones.

III. EVALUACIONES DIRECTAS

Si los estudios anteriores se integran y se complementan con ensayos de bombeo y con observaciones periódicas del comportamiento de las napas de aguas subterráneas para –mediante la utilización de diferentes leyes e hipótesis de flujo del agua en medios porosos – efectuar estimaciones directas de los caudales que fluyen por los acuíferos, se llegaría a una determinación más precisa de las reservas de agua y de las características hidrodinámicas de los acuíferos.

A) Perforaciones y ensayos de bombeo:

Los principales objetivos que se persiguen con una perforación exploratoria son los siguientes:

- Determinación de la constitución geológica de la zona.
- Ensayos y pruebas hidráulicas para determinar las características hidrodinámicas de los acuíferos.
- Obtención de información sobre la calidad del agua.

El número de pozos exploratorios necesarios depende de la complejidad geológica e hidrogeológica del territorio estudiado y de los requerimientos de precisión del estudio.

La perforación de pozos y la ejecución de ensayos de bombeo están entre las actividades que deben ser normalizadas y reguladas en el país. Estas actividades deben realizarse con responsabilidad ya que son costosas y los datos que aportan (transmisividad, radio de influencia, etc.) son de gran importancia.

B) Observaciones periódicas del comportamiento de las napas

Estas observaciones (niveles, caudales, descensos o ascensos periódicos del nivel, variación de los parámetros químicos, etc.) tienen como finalidad determinar las características de variación del régimen de flujo subterráneo ocasionadas por factores climatológicos, hidrológicos, geoquímicos, o por la acción del hombre.

Para que la información aportada por estas observaciones pueda ser realmente útil, se necesita que estas se realicen por un lapso relativamente largo, mínimo de 5 años.

Se sugiere que debe ser el INAMHI, la institución que debe liderar esta actividad. El fácil cumplimiento, el costo relativamente bajo y la gran importancia de esta operación hace que se recomiende que esta sea de obligatorio cumplimiento para todos los estudios hidrogeológicos que se realicen en el país.

Con base en los datos aportados por estas observaciones, se pueden elaborar, a futuro, modelos de simulación del funcionamiento y explotación de los acuíferos (modelos matemáticos y analógicos).

PROPUESTA DE SISTEMATIZACION DE ESTUDIOS

Una vez que se han resumido los diferentes tipos de estudio y los métodos generales de prospección conviene establecer el concepto de estudios integrales de aguas subterráneas. Se denominarían así a los trabajos que integran varios de los estudios o componentes anteriores de modo que se pueda lograr representar un esquema fácilmente inteligible del sistema hidrológico superficial y del sistema hidrológico subterráneo.

Estos estudios necesariamente tienen que elaborarse con diferentes grados de detalle, de acuerdo a las necesidades o requerimientos de la evaluación. La clasificación preliminar que se propone para estos estudios, de acuerdo al nivel de los mismos, es la siguiente:

- Exploratorio,
- Reconocimiento,
- Factibilidad económica de explotación,
- Diseño de explotación.

Los dos primeros niveles se utilizarían para la planificación de algunos aspectos de la gestión de los recursos hídricos (planes de cuenca y, eventualmente, para aspectos de planificación de desarrollo regional (para dar servicio de riego, por ejemplo). Los niveles de factibilidad y diseño evidentemente se necesitarían para la ejecución de programas de explotación a gran escala. Como puede inferirse fácilmente, la regulación y normalización de estos estudios constituyen herramientas poderosas para la gestión de los recursos hídricos.

A) Estudios de nivel exploratorio

Objetivos: (i) Identificar a nivel de país, de una región la existencia de aguas subterráneas y las posibilidades de aprovechamiento; (ii) identificar las zonas que deben ser estudiadas a nivel de reconocimiento.

Componentes: (i) Evaluaciones indirectas del potencial de aguas subterráneas con el apoyo de levantamientos geológicos generales y la ejecución de balances hidrológicos; (ii) información disponible sobre puntos de agua y calidad del agua.

Información requerida: (i) Levantamientos geológicos regionales; (ii) estudios hidrológicos existentes; (iii) información meteorológica e hidrológica; (iv) cartografía en escalas 1:50.000, 1:100.000 y 1:250.000.

B) Estudios de reconocimiento

Objetivos: (i) Identificar en forma general los volúmenes y existencias de aguas subterráneas en zonas donde exista interés para su aprovechamiento; (ii) evaluar en estas zonas la cantidad, calidad y posibilidades de explotación de aguas subterráneas; (iii) disponer de información para un correcto manejo y administración del agua.

Componentes: (i) Evaluaciones indirectas del potencial de aguas subterráneas; (ii) inventario de puntos de agua y estudios de interpretación; (iii) prospecciones geofísicas; (iv) estudios de calidad del agua.

Los estudios se realizarán con base en la información de pozos existentes, complementada con un inventario expeditivo de puntos de agua. La determinación de las características espaciales e hidráulicas de los acuíferos se efectuará con el apoyo de prospecciones geofísicas, interpretación de imágenes de satélite e interpretación de características físico químicas.

Información requerida: (i) Levantamientos geológicos regionales; (ii) estudios hidrológicos existentes; (iii) información hidrológica y meteorológica; (iv) inventario de puntos de agua con datos de litología, calidad del agua y niveles piezométricos, como mínimo; (v) imágenes de satélite; (vi) cartografía en escalas 1:25.000 y 1:50.000.

C) Estudios de Factibilidad:

Objetivos: (i) Formular alternativas de satisfacción de las demandas de agua de una región; (ii) seleccionar la alternativa más viable para ser estudiada a nivel de reconocimiento; (iii) optimizar el manejo y administración del agua.

Componentes: (i) Levantamientos hidrogeológicos semidetallados; (ii) estudios hidrológicos regionales o específicos; (iii) prospecciones geofísicas; (iv) inventarios de puntos de agua; (v) estudios de características físico químicas; (vi) ejecución e interpretación de pruebas de bombeo; (vii) estudio de las características hidrodinámicas; (viii) observaciones periódicas del régimen del agua subterránea.

Información requerida: (i) Levantamientos geológicos locales; (ii) inventario de puntos de agua con datos de litología, calidad del agua, niveles piezométricos, variaciones mensuales de los niveles piezométricos y freáticos en sitios seleccionados, datos de calidad del agua en todos los puntos de agua; (iii) imágenes de satélite; (iv) datos de pruebas de bombeo en sitios seleccionados; (v) cartografía en escalas 1:10.000 y 1:25.000.

D) Estudios para diseñar programas de explotación de aguas subterráneas

Objetivos: (i) Elaborar programas de factibilidad técnico económica de explotación de aguas subterráneas; (ii) diseño de explotación sostenida e integral de acuíferos.

Componentes: (i) Levantamientos hidrogeológicos de detalle; (ii) prospecciones geofísicas; (iii) inventario completo de puntos de agua; (iv) estudios de características

físico químicas; (v) ensayos de bombeo específicos (pruebas de rendimiento); (vi) estudios de evolución del flujo; (vii) elaboración de modelos de operación (opcional)

Información requerida: (i) Levantamientos geológicos locales, (ii) inventarios de puntos de agua con datos de litología, calidad del agua, niveles piezométricos y freáticos, en todos los puntos posibles; (iii) imágenes de satélite; (iv) nivelación de puntos de agua; (v) datos completos de pruebas de bombeo; (vi) cartografía en escala 1:10.000.

BIBLIOGRAFIA CONSULTADA

G. Castany : Prospection et Exploitation des Eaux Souterraines, Ed. Dunod, París, 1968

Dirección de Obras Hidráulicas de la República de Venezuela: Manual de estudios preliminares para el de cuencas hidrológicas, Tomo 1, 1969.

G. Figueroa: El estudio del agua subterránea, Ingeniería hidráulica en México, Bol N°. 4, Volumen XII- 1969.

Ferris, et al: Theory of Aquifer Test. Geological Survey Water Supply Paper 1536-E 1982.

L. Monition: Contribution a l'étude du drainage des nappes aquiferes, AYHS.II Roma 1984.

William D. Thornbury: Principios de geomorfología, ED. Kapelusz S.A. Buenos Aires.

Walton: Selected Analytical Methods for Well and Aquifer Evaluation. Illinois, State Water Survey. 1982.

Modelando el comportamiento hidrológico de microcuencas de páramo en el Sur del Ecuador con TOP MODEL

W. Buytaert², R. Céleri¹, B. De Bièvre^{1,2}, J. Deckers², G. Wyseure²

¹ Programa para el Manejo del Agua y del Suelo (PROMAS), Universidad de Cuenca, Cda. Universitaria, Av. 12 de Abril s/n y Av. Loja, Cuenca, Ecuador

² Laboratory for Soil and Water Management (LSWM), Katholieke Universiteit Leuven, Vital Decosterstraat 102, B-3000 Leuven, Belgium

Palabras claves: páramos, modelización hidrológica, andosols, cuencas de montaña.

Resumen

El páramo es caracterizado por tener un clima frío y húmedo. Sus suelos volcánicos (Andosols) tienen una capacidad de retención de agua muy alta que amortigua la escorrentía, produciendo un patrón de caudales de las cuencas bastante uniforme, por lo que sirven como proveedores de agua para las depresiones andinas densamente pobladas.

Durante décadas el páramo fue un área utilizada para pastoreo. En años recientes, principalmente debido a la presión poblacional, las comunidades iniciaron el desarrollo del páramo con actividades agrícolas y existen algunas evidencias de que esta interferencia humana alteró la hidrología en algunas microcuencas.

Para entender mejor cómo el cambio del uso de tierras afecta a la hidrología de estas cuencas, el régimen hidrológico fue analizado usando TOPMODEL.

TOPMODEL fue aplicado en una microcuenca de páramo representativa de 2.65 km² de superficie. El modelo fue calibrado usando 15 meses de datos, obteniéndose un valor de 0.77 para el coeficiente de Nash y Sutcliffe, indicando que el modelo es capaz de simular relativamente bien la hidrología de la cuenca y que sus parámetros representan bastante bien la capacidad de amortiguamiento del suelo. Al cambiar los parámetros del modelo se puede, en principio, predecir el impacto de los cultivos sobre el patrón de escorrentía.

Se encontró que las mayores fuentes de incertidumbre del modelo son atribuidas a la variabilidad espacial y temporal de la precipitación, a la dificultad de estimar la evapotranspiración y al desconocimiento de la contribución del rocío hacia la precipitación total.

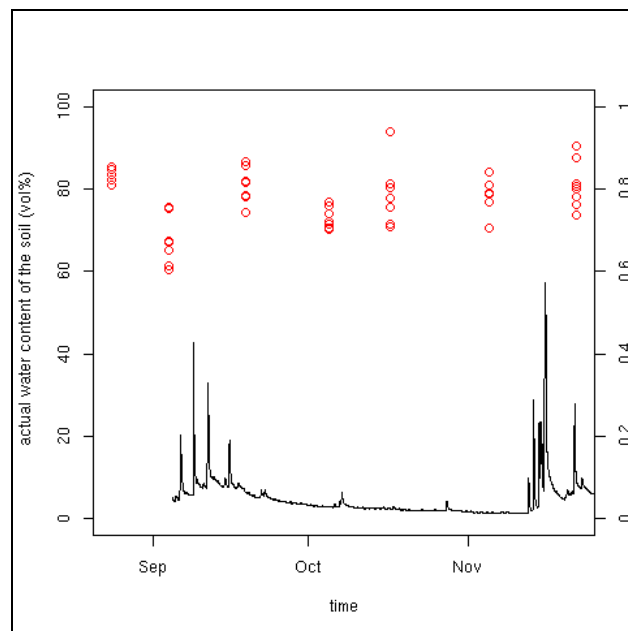
1. Introducción

El abastecimiento de agua se está convirtiendo en un asunto de gran importancia económica y social en muchas partes del mundo. La región andina del sur del Ecuador, llamada Austro, no es particularmente una región seca, pero dado que la precipitación puede ser muy variable en espacio y tiempo, las inversiones en sistemas de abastecimiento de agua flexibles que puedan manejar períodos largos sin precipitación, actualmente son de gran importancia. Además, así como la demanda de agua se incrementa, también la confianza en el abastecimiento de agua está tomando mayor atención en áreas muy pobladas e industriales. El abastecimiento de agua depende completamente de las aguas superficiales que descienden del páramo, ya que prácticamente no existen aguas subterráneas. Esta fuente no solamente regula bien el agua a través de las estaciones, sino que también ofrece agua de buena calidad.

El páramo se describe comúnmente como la región alto andina que inicia aproximadamente a los 3300 m.s.n.m. dependiendo de la ubicación geográfica (Hofstede, 1995; Dercon, 1998) y es caracterizada por tener un clima frío y húmedo. La vegetación consiste sobre todo en especies de pasto bajo y pequeños bosquetes de árboles de quinoa (Luteyn et al., 1992) los que son escasos. Mientras en cuencas montañosas tropicales el agua se almacena en la densa capa de vegetación (Marin et al., 2000), esta capa no existe en las cuencas de páramo. Sin embargo, esta falta de capacidad de amortiguamiento es largamente sobrepasada en el páramo por la capacidad de retención de agua de sus suelos con cenizas volcánicas que retienen hasta un 80% de volumen de agua en capacidad de campo, el doble que la capacidad de retención de suelos “comunes” (Buytaert et al., 2002; Poulénard et al., 2001), lo cual resulta en un patrón de escorrentía regulado. Esto se aprecia en la Figura 1, donde los círculos representan el contenido actual de agua del suelo y la línea continua el caudal. Aún luego de un período seco de dos meses (lo cual es raro en el páramo), el contenido de agua del suelo permanece elevado y el caudal de salida de la cuenca no se reduce significativamente, lo cual indica la gran capacidad de amortiguamiento de la cuenca.

La influencia de los cambios de vegetación en la hidrología de una región se describen en la literatura (Bosh and Hewlett, 1982; Rowe et al., 1994), pero la influencia de los cambios en las propiedades del suelo sobre la hidrología es mucho menos conocida. Cambios recientes en el uso de tierras en el páramo han provocado la siembra de cultivos y alteración de los suelos del páramo. Como estos suelos son muy vulnerables a perder irreversiblemente su capacidad de retención de agua (Poulénard et al., 2001; Buytaert et al., 2002) se han levantado inquietudes con respecto a las consecuencias de estos cambios de uso de tierras sobre la capacidad de retención de agua del páramo.

Figura 1: Relación entre el contenido de humedad del suelo y el caudal



Pocas investigaciones han estudiado la influencia de diferentes usos de tierras en las propiedades hidrológicas de suelos volcánicos del páramo ecuatoriano (Poulenard et al., 2001; Buytaert et al., 2002). Además, es muy difícil extrapolar los resultados de estas investigaciones realizadas a escala micro a la escala de la cuenca sin realizar una validación.

Para extrapolar los resultados de estas investigaciones hacia un escala de (micro) cuenca, en el presente estudio se ha utilizado una aproximación por modelización, en la cual se ha utilizado el modelo lluvia–escorrentía TOPMODEL (Beven, 1995). La intención no es la de desarrollar un modelo predictivo confiable de la escorrentía de la cuenca, sino la de obtener un mejor conocimiento sobre los procesos físicos de la hidrología de cuencas utilizando procedimientos de sensibilidad y optimización del modelo. Ya que este es un proceso continuo, se han formulado varias recomendaciones para futuras investigaciones.

2. Materiales y métodos

2.1. Datos de campo

Una microcuenca de 2.58 km² fue seleccionada en la cuenca del Río Machángara ubicada al nordeste de la ciudad de Cuenca al sur del Ecuador (figura 2). La cuenca ha sido monitoreada durante un año con 3 pluviógrafos electrónicos. Los caudales fueron medidos cada 30 minutos usando un vertedero con sección triangular y un sensor para medir el nivel del agua.

Un modelo digital de elevación con celdas de 20x20 m fue generado a partir de curvas de nivel. Valores de evapotranspiración fueron determinados con base a datos meteorológicos medidos en el páramo.

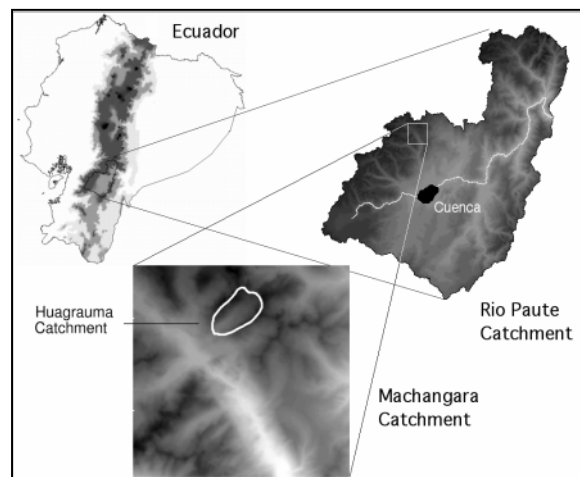


Figura 2: La cuenca Huagrauma.

2.2. TOPMODEL

TOPMODEL (Beven, 1995) es una herramienta de modelización semi-distribuida y basada en procesos físicos que se fundamenta en el concepto del índice topográfico:

$\ln(a/\tan b)$,

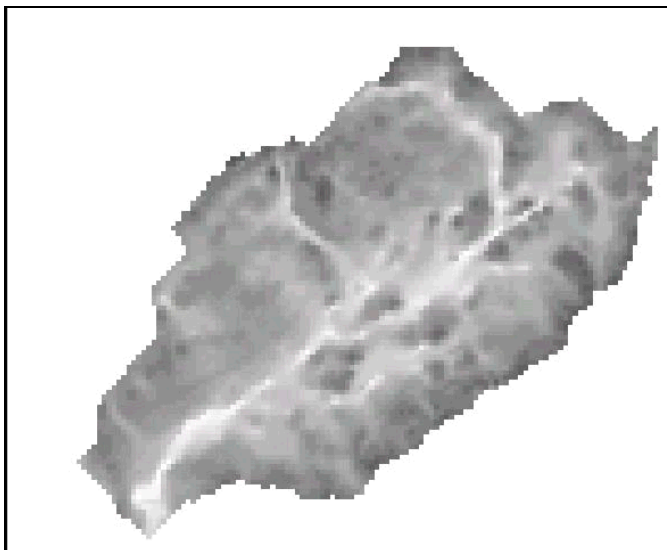
donde:

a = es el área de drenaje hacia este punto de la cuenca, y

b = la pendiente del terreno.

Es una indicación de la susceptibilidad de ciertos puntos de la cuenca a saturarse completamente (figura 3) y por ello puede ser visto como un índice de similitud hidrológica. Los colores más claros de la figura representan una elevada susceptibilidad a saturarse.

Figura 3: Mapa de Indices Topográficos



Este índice topográfico es calculado con el modelo digital de elevación. La distribución espacial del índice topográfico es combinada con la asumpcion de que la distribución de transmisividad pendiente abajo con la profundidad puede ser descrita como una función exponencial del déficit de almacenamiento.

$$T = T_o * \exp(-S/m)$$

El modelo asume una homogeneidad espacial de las propiedades del suelo en la cuenca y un comportamiento hidrológico similar de los puntos que tienen el mismo valor del índice topográfico. Los suelos de la cuenca son Andosols (FAO) con poca profundidad

mas o menos homogénea de 0.5 m, cubriendo roca madre metamórfica. Muestran una gran homogeneidad en características hidrofísicas (permeabilidad y capacidad de retención de agua). Experimentos de campo indican que la conductividad saturada de los suelos de páramo es generalmente alta (alrededor de 20mm/h). Sin embargo, al ya no estar saturado el suelo el movimiento del agua en el suelo se vuelve muy lento y cae rápidamente a cero para un pF igual a 1 (antes de llegar a capacidad de campo).

TOPMODEL usa el mapa de índices topográficos de la cuenca, una descripción de la red de drenaje y 5 parámetros que pueden ser optimizados utilizando simulaciones Monte Carlo (tabla 1).

Tabla 1: Parámetros del TOPMODEL

Parámetro	Descripción
m:	Parámetro del modelo
Chvel:	Velocidad del tránsito en el canal
T0:	Transmisitividad lateral
SRmax:	déficit de almacenamiento máximo
SRinit:	déficit de almacenamiento inicial

Las simulaciones Monte Carlo (Beven, 2002) generan una gran cantidad de conjuntos de parámetros escogidos aleatoriamente dentro de un rango de parámetros determinados con anterioridad a partir de límites impuestos. Entonces el modelo se corre con cada juego de parámetros y su eficiencia es calculada. Este método exige mucho tiempo de formulación ya que son necesarias miles de simulaciones, pero tiene la ventaja de que puede revelar múltiples juegos de parámetros óptimos que no pueden ser detectados usando la clásica optimización de parámetros.

3. Resultados y discusión

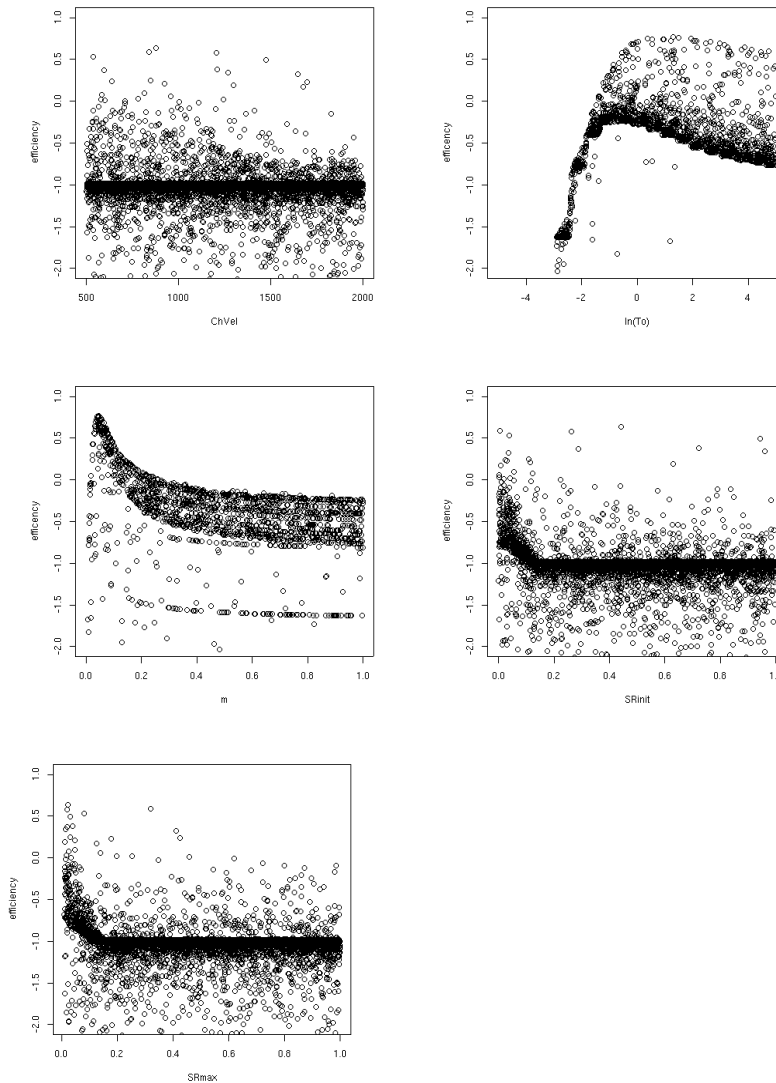
La simulación hidrológica, sensibilidad de parámetros y optimización Monte Carlo fueron ejecutados para períodos consecutivos de 52 días. El juego de parámetros óptimos fue escogido de acuerdo al valor más alto del coeficiente de eficiencia de Nash y Sutcliffe (Beven, 2002). Luego de ello, los diferentes parámetros óptimos fueron analizados de acuerdo a su significado físico y a su dependencia del tiempo. Además, el análisis fue realizado con los datos de lluvia de cada uno de los 3 pluviógrafos independientemente, para evaluar la influencia de irregularidades de los datos de lluvia sobre la eficiencia del modelo.

El valor más alto de la eficiencia de Nash y Sutcliffe que puedo ser obtenido es de 0.77, el cual representa una simulación satisfactoria.

Sensibilidad de los parámetros

SRmax y SRinit (tabla 1) son los parámetros menos sensibles ya que ellos no revelan ningún valor óptimo sobre el rango de posibles valores (figura 4).

Figura 4: Valores optimizados de Monte Carlo para cada parámetro de TOPMODEL



El parámetro más sensible, m , representa la sensibilidad de la conductividad del suelo al contenido de agua. Un valor pequeño de m indica que la conductividad cae muy rápidamente cuando el contenido de humedad del suelo deja el punto de saturación. En general, valores de m en la literatura están alrededor de 0.02 y 0.05. Los valores encontrados caen dentro de este rango.

El parámetro To está relacionado con la conductividad hidráulica saturada del suelo. Experimentos de campo revelan una conductividad saturada promedio de 14.5 mm/h, variando entre 5 y 35 mm/h. La profundidad del suelo es de unos 0.5 m, así el logaritmo natural de la transmisividad puede ser calculado como:

$$\ln(To) = \ln(Ksat * d) = -4.93$$

Con límites entre -5.6 y -4.0 . El modelo calcula valores de -3 a -0.15 , cayendo fuera del rango de los valores de mediciones de campo. Por lo tanto el modelo indica que los

experimentos y mediciones de campo (método de pozo invertido, método de tensiómetro-infiltrómetro, método del núcleo de suelo) subestiman la conductividad hidráulica del suelo. Esto se debe probablemente a que existen caminos preferenciales de flujo en la estructura del suelo causados por macroporos y grietas, posiblemente en mayor medida en la interfase entre el suelo y la roca. Estas estructuras han sido observadas en varias ocasiones durante estudios de campo pero no son tomadas en cuenta en experimentos de conductividad a pequeña escala. Futuras investigaciones serán realizadas sobre este tema.

Finalmente, la velocidad del agua en los cauces es muy estable entre todas las diferentes simulaciones. Una velocidad de 750 m/h es muy lenta en comparación con las estimaciones de campo. Esto también indica que muy probablemente existe un tipo de “reservorio escondido”, donde el agua es almacenada y que no está ni en la matriz de suelo ni en la red de drenaje, el cual se cree es fuertemente relacionado con las grietas y macroporos.

Influencia de los parámetros menos sensibles

Como TOPMODEL es un modelo hidrológico semi-distribuido, la variabilidad espacial es incorporada por medio de las diferentes clases de índice topográfico, pero el tránsito de caudales es manejado como un modelo agregado. Para mejorar el algoritmo de tránsito de caudales, la topografía de la cuenca puede ser dividida en diferentes módulos, cada uno con su propia distancia de viaje hacia la salida. Con el sistema de tránsito más realista la cuenca responde demasiado rápido. Una vez más, esto sugiere un reservorio entre el suelo y la escorrentía superficial, el cual no es tomado en consideración por el modelo.

4. Conclusiones

El desempeño de TOPMODEL para modelizar pequeñas cuencas montañosas de páramo es satisfactorio. Los parámetros obtenidos son consistentes en el tiempo y tienen un sólido significado físico. Hay muchos argumentos para creer que a parte del almacenamiento en la matriz del suelo y el agua en escorrentía superficial existe un tercer “reservorio” que actúa como un regulador entre las dos fases.

Las mayores fuentes de incertidumbre son la variabilidad de la precipitación y la evapotranspiración. Estas están causando variaciones significantes en la eficiencia del modelo medida con el coeficiente de Nash y Sutcliffe. Por ello futuros estudios de campo serán concretados sobre estos asuntos. Un último factor de incertidumbre es la descripción adecuada del tránsito de caudales de la cuenca.

Se puede concluir que TOPMODEL modela adecuadamente la relación lluvia-escorrentía en el páramo. A través de la implementación del modelo se han generado inquietudes sobre los procesos físicos que se quieren describir con el modelo. Si el modelo todavía no predice bien la variación de caudales esto se debe a la falta de calidad en datos de ingreso (precipitación, evapotranspiración) y a un conocimiento incompleto de parte del modelador sobre los procesos físicos (en este caso flujo

subsuperficial rápido). Se deben estudiar con profundidad estos últimos, con el fin de que se les pueda incluir en la modelización.

5. Referencias

Beven K. J. 1995. TOPMODEL. En: Sing V. P. (ed.), Computer Models of Watershed Hydrology. Water resources Publications. Colorado. pp 627-668.

Beven K. J. 2002. Rainfall-Runoff Modelling. Wiley, Chichester.

Bosch J. M., Hewlett J. D., 1982. A review of catchment experiments to determine the effect of vegetation changes on water yields and evapotranspiration. Journal of Hydrology 55.

Buytaert W., Deckers J., Dercon G., De Bievre B., Poesen J., Govers G. 2002. Impact of land use changes on the hydrological properties of volcanic ash soils in South Ecuador. Soil use and management 18.

Dercon G., Bossuyt B., De Bièvre B., Cisneros F., Deckers J. 1998. Zonificación agroecológica del austro ecuatoriano. U Ediciones Cuenca, Ecuador

Driessen P., Deckers J., Spaargaren O., Nachtergaele F. (eds.) 2001. Lecture notes on the major soils of the world. FAO, Rome

Hofstede R. 1995. Effects of burning and grazing on a Colombian páramo ecosystem. PhD thesis. Universiteit van Amsterdam, Amsterdam

Luteyn J. L. 1992. Páramos: why study them? Academic Press, New York.

Marin C. T., Bouten I. W., Dekker S., 2000. Forest floor water dynamics and root water uptake in four forest ecosystems in northwest Amazonia. Journal of Hydrology 237.

Neter J., Kutner H. M., Nachtsheim C. J., Wasserman W. 1996. Applied Linear Statistical Models. Irwin, Chicago.

Poulenard J., Podwojewski P., Janeau J.L., Collinet J., 2001. Runoff and soil erosion under rainfall simulation of Ando sols from the Ecuadorian Páramo: effect of tillage and burning. Catena 45.

Rowe L. K., Pearce A. J., O'Loughlin C. L., 1994. Hydrology and related changes after harvesting native forest catchments and establishing Pinus Radiata plantations. Part I. Introduction to study. Hydrological processes 8. pp. 263-279.

Imitando a la Naturaleza en Nuestros Procesos de Desarrollo

Dominique Bureau Orrantia

Dominique posee estudios de pregrado en biología y de postgrado en gestión ambiental, gestión turística, sistemas de información geográfica y en población y desarrollo.

Todo lo que nos rodea, el entorno, tuvo un origen común; nosotros mismos formamos parte del todo, un todo en continuo cambio. El origen común fue el huevo cósmico. El huevo explotó: el Big Ban, e inició el tiempo y el espacio, y con ello todas las expresiones que encontramos en la naturaleza. El universo sigue en expansión, lo cual incluye la existencia de un Creador, quien impuso el principio del tiempo en el instante del Big Ban: *hagase la luz, y la luz se hizo*.

El 99.97% de energía del universo se expandió en un año⁹⁸; los demás 0,03% se produjeron en los 15 o 20 mil millones de años siguientes, tiempo en el cual se engendró el ser humano. Esto refleja la pequeñísima parte que representamos en el gran todo; somos apenas una parte ¿Por qué sentirse entonces dueños y llenarse de poderes simbólicos frente a la maravilla que nos rodea?

La teoría cuántica demostró que las partículas subatómicas son modelos de probabilidades, que expresan las interconexiones de red cósmica, de la cual formamos parte: la materia de nuestro cuerpo y la energía de nuestro pensamiento. La física moderna desechó la idea de interpretar al universo como una máquina, y lo reconoce como un todo dinámico e indivisible.

A nivel subatómico existen interrelaciones e interacciones⁹⁹ que se convierten en modelos dinámicos; el todo es más determinante que las partes. Nuestros sentidos son capaces de percibir el todo, pero no siempre las partes: *no hay bailarines, solamente el baile*. El baile se expresa en distintos niveles jerárquicos de organización: el agua, los bosques, la sociedad humana, el pensamiento.

“La esencia del misticismo, proclamado por Hermes Trismegistur, Parménides, Pitágoras, Platón y Espinosa, se fundamenta en que el encuentro del ser exterior depende de encontrar al ser interior. El macrocosmos está íntimamente relacionado con el microcosmos, el hombre con la naturaleza y el observador con lo observado. Mirando dentro de sí mismo, el místico lee las mismas leyes que rigen el orden de la naturaleza, pero desde una perspectiva diferente. Max Planck afirmaba que la ciencia no puede resolver el último misterio de la naturaleza, porque en el último análisis, nosotros mismos somos parte de la naturaleza y, consecuentemente, del misterio que intentamos resolver. Hoy es admisible pensar que el observador y lo observado constituyen una unidad.”¹⁰⁰ “El ojo con que miramos a Dios es el mismo ojo con el que Dios nos mira.”¹⁰¹ El que destruye, se convierte en destruido; el que gobierna se, en gobernado; el que ama se, en amado.

Todo está íntimamente relacionado: animales, plantas, mente, pensamiento, reflexión, rocas, agua, atmósfera; todo evolucionó a partir del mismo fenómeno energético. Somos un todo, no sólo como planeta, sino como universo. “Somos, como me gusta decir: materia estelar”. Como afirma Peter Russel.

⁹⁸ Negret, R. 1999.

⁹⁹ Las interrelaciones e interacciones también se expresan en niveles superior, esto se conoce en ecología como propiedad emergente.

^{100 4} Weber, R. 1986.

La acumulación de datos sobre el entorno natural y el desarrollo de la ecología han hecho especular a muchos investigadores, especialmente a J. E. Lovelock, sobre la posibilidad de que la biósfera sea algo más que el conjunto de todos los seres vivos de la tierra, el mar y el aire. Es la búsqueda de Gaia: el intento de describir la mayor criatura viviente de la tierra (ella misma).

Un argumento importante que contribuye a sostener la hipótesis de Gaia es que entre nuestros instintos heredados hay un programa muy rápido y eficiente destinado al reconocimiento de la vida. Los seres humanos reconocen inmediatamente a los seres vivos, característica que comparten con el resto de miembros del reino animal; un proceso que seguramente se desarrolló para contribuir a la sobrevivencia de este reino: *El observador se convierte en observado.*

Nuestro sistema de reconocimiento automático de lo vivo parece sin embargo haber paralizado la capacidad de pensamiento consciente sobre qué define la vida. ¿Por qué habríamos de necesitar definir lo que, gracias a nuestro sistema de reconocimiento innato, resulta obvio e inconfundible en todas y cada una de sus manifestaciones? Quizá por esa misma razón es un proceso cuyo funcionamiento no depende de la mente consciente.¹⁰²

Algunos físicos como Bernal, Schoedinger y Winger llegaron a igual conclusión para definir la vida: “la vida pertenece a esa clase de fenómenos compuestos por sistemas abiertos o continuos capaces de reducir su entropía interna a expensas, bien de sustancias, o bien de energía libre que toman de su entorno, devolviéndolas a éste en forma degradada.”¹⁰³ Lovelock, a su vez hace la siguiente reflexión: “Esta definición es difícil de captar y excesivamente vaga para que resulte aplicable a la detección específica de la vida. Parafraseándola toscamente, podríamos decir que la vida es uno de esos fenómenos surgidos allí donde haya un elevado flujo de energía. El fenómeno de la vida se caracteriza por su tendencia a la autoconfiguración como resultado del consumo de sustancias o de energía antedicho, excretando hacia el entorno productos degradados.”¹⁰⁴

Lo que diferencia a nuestro planeta de otros es la dinámica de la composición química de la atmósfera, caracterizada por dos gases que reaccionan químicamente: el oxígeno y el metano. La explicación es que la superficie de la tierra posibilita procesos capaces de mantener el equilibrio de aquellos: este proceso es la vida. “El significativo decremento de la entropía –o, como un químico diría, el persistente estado de desequilibrio entre los gases atmosféricos- era, por sí mismo, prueba evidente de actividad biológica.”¹⁰⁵ Los organismos individuales no sólo se adaptan al medio físico, sino, además, por su acción conjunta en los ecosistemas, adaptan el medio geoquímico a sus necesidades biológicas.

“El conjunto de los seres vivos de la tierra, de las ballenas a los virus, de los robles a las algas, puede ser considerado como una entidad viviente capaz de transformar la atmósfera del planeta para adecuarla a sus necesidades globales, dotada de facultades y

^{5 6 7} Lovelock, J. 1983.

^{9 10 11} Lovelock, J. 1983.

poderes que exceden con mucho a los que poseen sus partes constitutivas.”¹⁰⁶ Esto explica por ejemplo las perturbaciones en la atmósfera, que resultan beneficiosas para el conjunto de la biosfera, pero perjudicial para la especie humana (cambios climáticos), y que a su vez pueden ser factores regulatorios, efectos de una actividad humana no beneficiosa para el conjunto de la biosfera.

Así, las comunidades y sus ambientes de entrada y salida de energía se desarrollan juntos como ecosistemas. El hecho de que la química de la atmósfera y el medio físico de la tierra, sean bastante diferentes de las condiciones de cualquier otro planeta del sistema solar condujo al planteamiento de la hipótesis de Gaia, que sostiene que los organismos, sobre todo los microorganismos, han evolucionado con el medio físico para lograr un complejo sistema de control que mantiene las condiciones de la tierra favorables para la vida.¹⁰⁷

Dentro de los estudios ecológicos, el ecosistema es la unidad básica en ecología, incluye a los organismos y al medio abiótico, influyendo cada uno sobre las propiedades del otro, y, en conjunto, son necesarios para el mantenimiento de la VIDA, como la conocemos en nuestro planeta.

Este nivel de organización se hace preponderante en la continua búsqueda de la sociedad a soluciones holísticas, para los actuales problemas que surgen en los planos ambientales, sociales y económicos.

Los seres vivos, dentro de los ecosistemas, se organizan jerárquicamente dentro de un “espectro”, que comprende diferentes niveles de organización. La interacción con el medio físico, en cada nivel, produce sistemas funcionales característicos. Un sistema consta de “componentes” regularmente interactuantes e interdependientes que forman un todo unificado, este “sistema” que mantiene la vida se conserva gracias a un ingreso continua e intermitente de energía: el SOL, principalmente.

No existen límites definidos o brechas, en un sentido funcional, entre los diferentes niveles de organización. Los individuos, por ejemplo, no pueden vivir por mucho tiempo sin el resto de la población; esto también se cumple para los órganos, que no pueden sobrevivir por mucho tiempo como unidades de autoperpetuación sin su organismo. Del mismo modo, la comunidad no puede existir sin el reciclaje de materiales y el flujo de energía del ecosistema.

Una importante consecuencia de la organización jerárquica es que al combinarse los componentes o subgrupos para producir entidades funcionales de mayores dimensiones, asoman nuevas propiedades que no estaban presentes en el nivel inmediato inferior, esto se conoce con el nombre de propiedad emergente.

Cuando se combinan el oxígeno y el hidrógeno en cierta configuración molecular se forma AGUA, un líquido con propiedades totalmente distintas de las de sus componentes gaseosos.¹⁰⁸

¹⁰⁸ Odum, E. 1986.

Los argumentos aquí mencionados son aplicables al concepto equívoco de la humanidad: Ella no puede sobrevivir separada del mundo natural; forma parte de él, como materia, como energía, sometido a sus leyes naturales, a sus principios y a sus propiedades; las “leyes” sociales hacen actuar al ser humano separado de su mundo, destacándose una tendencia a la segregación y al individualismo, tanto en su comportamiento relacionado al consumo de materia y energía como en la relaciones intraespecíficas¹⁰⁹.

En la historia se observa una oscilación entre el pensamiento reduccionista y holístico. Desde Isaac Newton se observa una tendencia más bien reduccionista en la comprensión de los fenómenos a través del estudio minucioso de los componentes cada vez más pequeños, lo cual ha traído muchos beneficios a la humanidad. Por ejemplo el estudio celular y molecular ha contribuido a la curación de enfermedades como el cáncer. Sin embargo el estudio a nivel celular aporta muy poco al bienestar o la supervivencia global de la especie humana si se desconocen los niveles superiores de organización, no pudiendo encontrar soluciones para los problemas a los desórdenes sociales, contaminación y otras expresiones “enfermizas” de la sociedad y el ambiente.

“Al fin, ¿en quién, que no sea el único ser inteligente, pensante, analista, auto reflexivo, producto supremo de la creación, podría reflejar la tierra el desespero, la agonía, las esperanza y sueños fecundos? Nuestra obligación es la de incorporar, diluir dentro de nosotros mismos estas ansiedades programadas desde hace millones de años por el infinito espíritu creativo de la tierra y permitir que ella misma organice sus actividades, apoyándola tan solamente con la poderosa fuerza de nuestra conciencia.”¹¹⁰

La corta historia de las relaciones del hombre con la naturaleza ha sido muy intensa, determinante y transitado por profundos sentimientos de veneración, pavor, impotencia ante sus espíritus, pánicos, motivos de inspiración poética, religiosa, lírica, filosófica, materialista, espiritual, teofísica... El hombre primitivo y su hábitat eran un solo ser, dentro del cual las respuestas corporales y sus procesos mentales eran condicionados por los estímulos ambientales percibidos a través de los sentidos. Para sobrevivir en la sociedad originaria los individuos de las diferentes especies, incluido el ser humano, necesitaron conocer el ambiente que les rodea: las plantas, animales y los fenómenos naturales.

El ser humano fue modificando el ambiente para adaptarlo a la satisfacción de sus necesidades, las modificaciones más importantes se ejercieron desde el descubrimiento del fuego.

“Estos principios mecanistas y economistas conllevaron a concebir la tierra como simple fuente de materia y de energía, dispuesta allí con el único objetivo de servir para que el hombre la convirtiera en bienes materiales”¹¹¹, el mundo pasó a ser concebido como una máquina, gigantesca y maravillosa. La otra función que se le dio fue la de servir como almacenador de todos los desechos e inmundicias producidas como resultado de las actividades humanas. Debido a los logros tecnológicos, el hombre depende menos del medio natural para subsistir. Asimismo, los sistemas económicos de

¹⁰⁹ Relaciones con individuos de la misma especie.

^{110 14} Negret, R. 1999.

todas las ideologías fomentan la apreciación de las cosas que construye el hombre para satisfacer al individuo, pero conceden poca importancia a los bienes y servicios de la naturaleza que benefician a toda la humanidad. En consecuencia, hasta que se presente una crisis, todo el mundo toma por concedidos los bienes y servicios naturales, suponiéndolos como ilimitados o de algún modo sustituibles por las innovaciones tecnológicas; y todo esto sucede, a pesar de que hay pruebas y experiencias vividas que demuestran lo contrario. La ciencia y la hipótesis de GAIA, presentan al planeta como un ser vivo, con funciones vitales.

La gran paradoja es que las naciones industrializadas han tenido éxito gracias al desacoplamiento de la humanidad con la naturaleza, lo que se logró a través de la explotación de los combustibles fósiles finitos, que se están agotando con rapidez. Si este éxito, que está satisfaciendo las necesidades de la sociedad mediante la adquisición de bienes y servicios basados en un sistema de mercado, depende de un recurso finito (el petróleo), igualmente finito será su éxito.

La humanidad ha dependido y seguirá dependiendo del medio natural, no sólo por su necesidad de energía y materiales, sino por ciertos procesos vitales, como los ciclos del aire y del agua. Las leyes básicas de la naturaleza no han sido derogadas, lo que ha ocurrido es que su carácter y relaciones cuantitativas han cambiado conforme la población humana mundial, con su elevado consumo de energía, ha acelerado en los últimos ciclos su tendencia a alterar el medio. De acuerdo con esto, la supervivencia de la humanidad depende del conocimiento del ambiente y la adopción de medidas inteligentes para preservar y mejorar la calidad de éste¹¹², perdurando los bienes y servicios ambientales necesarios para la sobrevivencia de todas las especies que habitan la tierra, estas medidas se basan en un cambio en la conducta humana con respecto a su comportamiento en los ámbitos productivos (tecnología), de consumo y de valoración. Implementando procedimientos de gestión que garanticen un desarrollo en el tiempo: El Desarrollo Sustentable.

Este concepto incorpora en sus procesos de planificación, a más del capital social y económico, el natural; esto implica el factor tiempo en los procesos de planificación y la sustentabilidad de los mismos. El desarrollo sustentable conlleva, de esta manera, a la rentabilidad económica, el equilibrio social y la sustentabilidad ambiental, considerando la satisfacción de las necesidades humanas actuales permanentemente sin comprometer la respuesta a preguntas de las generaciones venideras, es decir, no compromete la satisfacción de las necesidades presentes a cambio de las futuras. Así, el desarrollo sustentable comprende lo económico, social y ambiental en los procesos de planificación, implementación y ejecución.

Todas las actividades antrópicas siempre han incorporado en sus procesos los planos económicos, ambientales y sociales, pero sin considerar un equilibrio entre estos, el desarrollo sustentable imita a la naturaleza, en sus procesos evolutivos y cooperativos¹¹³: uniendo las partes y constituyendo en la unión de las partes a un nuevo componente, más importante que las partes individuales. Para alcanzar este desarrollo existe la necesidad de identificar a los actores que intervienen en los procesos y facilitar

¹¹² Odum, E. 1986.

¹¹³ Basado en la *propiedad emergente* definida en la ciencia de la ecología.

su involucramiento democrático, facilitando el intercambio de conocimientos, considerando la sustentabilidad ambiental y la integración de las disciplinas.

¿Cómo incorporar el capital natural en los procedimientos de gestión para el desarrollo sustentable, en un país en que no ha existido el manejo adecuado de ningún recurso? Ni siquiera del agua, base vital de todas las actividades humanas y de sus invenciones tecnológicas.

Imitando una vez más a la naturaleza, me permito exponer, en base a numerosos estudios científicos, que la vida se ha servido siempre de los medios fluidos, empezando la misma en los océanos primitivos de nuestra tierra, convirtiéndose la atmósfera en una consecuencia de la vida, que ha utilizando al agua y la atmósfera como cintas transportadoras de materias primas o de productos de desechos.¹¹⁴

En la continua búsqueda por conocer la naturaleza, y en ella descubrir las leyes que la rigen para solucionar nuestros problemas bajo consideraciones holísticas, se abre una puerta: el proceso evolutivo permitió la vida, y en este proceso fue decisivo el agua; empezamos entonces a trabajar con los recursos naturales desde el agua y sus cuencas de captación.

Una unidad de planificación y/o actuación para implementar la gestión ambiental es la cuenca hidrográfica, constituyendo una unidad natural de actuación integral que respeta el medio natural, ya que fue definida por el relieve y la hidrografía. La cuenca hidrográfica encierra en su territorio historias naturales y culturales, historias evolutivas y de cooperación que han permitido la vida y la continuidad de los ciclos geoquímicos, manteniendo las condiciones adecuadas de los seres que allí viven.

La permanencia de los recursos naturales renovables en la naturaleza, dependen de una correcta gestión integral de los recursos, lo cual dentro de su amplia gama de actuación incluye la gestión de las cuencas hidrográficas. “En la cuenca hidrográfica se articulan la riqueza ecológica y la subsistencia de los diversos asentamientos humanos que se benefician de ella, y a través de su curso estas comunidades se conectan unas con otras. Este destino común hace de las cuencas zonas vulnerables a las acciones positivas de cuidado y conservación como de las negativas de contaminación y destrucción que realiza el hombre. Su importancia es suprema, y el reconocimiento de este sentido universal e integral de la existencia de la vida del hombre unida al estado de las cuencas, es el inicio de una convivencia que requiere un uso racional de este valioso recurso, nuestra riqueza latinoamericana.”¹¹⁵

En esa dirección, la posibilidad de realizar efectivamente una gestión combinada e integral de los recursos naturales, y las necesidades humanas y económicas, se muestra de forma evidente en los territorios de las cuencas hidrográficas, a través de entidades locales, que pueden llegar a desarrollar las acciones mejor coordinadas, claras y ordenadas en esta materia, en zonas específicas. Además, la gestión de cuencas está en concordancia con el concepto del desarrollo sostenible y contempla un aspecto de suma importancia como un criterio flexible que permite integrar a la protección y uso de los recursos naturales a la sociedad civil de las zonas urbanas y rurales que se abastecen de

¹¹⁴ Lovelock, J. 1983.

¹¹⁵ Red Latinoamericana de Organismos de Cuenca (<http://www.reloc.org>)

los recursos naturales de las cuencas, destacándose como protagonista el recurso hídrico.

La situación de nuestro país en materia ambiental es crítica, sobre todo por la falta de información disponible y la ignorancia relacionada al tema, además persiste un tratamiento ambiental desvinculante de los aspectos sociales y económicos. A pesar de los escasos estudios existentes que cuantifican dicha situación muchos gobiernos locales reconocen la necesidad de coordinar institucionalmente el conjunto de estrategias que componen la gestión ambiental, para solucionar los conflictos y prevenir posibles problemas futuros; y de esta manera enfrentar coordinadamente una acción urgente: incorporar el capital natural en los procesos de desarrollo, enfatizando el comienzo de este proceso a partir del manejo integrado de los recursos hídricos por cuencas hidrográficas; y a partir de allí ir abarcando los demás planos de la cuenca, hasta alcanzar la gestión de cuencas hidrográficas: *el desarrollo sustentable en las cuencas hidrográficas*.

Bibliografía:

1. Dourojeanni, Axel. 2001. Procedimientos de Gestión para el Desarrollo Sustentable. CEPAL - Serie Recursos Naturales e Infraestructura. Chile.
2. Dourojeanni, Axel, Jouravlev, Andrei, Chávez Guillermo. Gestión del Agua a Nivel de Cuencas Hidrográficas: Teoría y Práctica. CEPAL - Serie Recursos Naturales e Infraestructura. Chile.
3. Lovelock, J.E. 1983. GAIA Una Visión sobre la Vida en la Tierra. Hermann Blume Ediciones. Madrid-España.
4. Negret, Rafael. 1999. De la Protesta Ecológica a la Propuesta Política - En el Sendero del Desarrollo Sostenible. Eskeletra Editorial. Quito-Ecuador.
5. Odum. Eugene. 1986. Fundamentos de Ecología. Nueva Editorial Americana. D.F. México.
6. Weber, F. 1985. A Danca do Cosmos. Do átomo dos Gregos ás Travesuras dos Quarts. Editora Pensamento. Sao Paulo-Brazil.
7. www.reloc.org

**Interacción suelo, vegetación y agua: el efecto de las
plantaciones de pino en ecosistemas alto andinos del
Azuay y Cañar**

**Raffaella Ansaloni
Gustavo Chacón V.**

Introducción

El suelo, la pequeña porción de material mineral desmenuzado, transformado y mezclado con lo orgánico, se puede imaginar también como un “conjunto de materia sólida y espacios vacíos”, que está en constante transformación de acuerdo a los parámetros climáticos y biológicos que interactúan en un ecosistema dado.

Los “espacios vacíos” presentes en la corteza terrestre son de diferente tamaño, pero en general tienen diámetros de unas pocas a algunas decenas de micras y pueden estar llenos de agua o de aire, según las variaciones intrínsecas y de los factores ambientales.

La presencia de agua en el suelo es de fundamental importancia, no sólo porque este líquido permite la vida de muchos seres animados del suelo, en particular de plantas y microorganismos, sino también porque el suelo es el principal “reservorio” de agua para el aprovechamiento por parte del hombre, en especial si su cobertura vegetal es bien manejada; por ejemplo, la cantidad extraída de materia vegetal de una plantación, luego de su cosecha, exporta fuera del ecosistema artificial grandes cantidades de agua que pueden desequilibrar el balance hídrico total; a pesar de que estos parámetros no están todavía bien cuantificados en nuestras regiones alto andinas ecuatorianas.

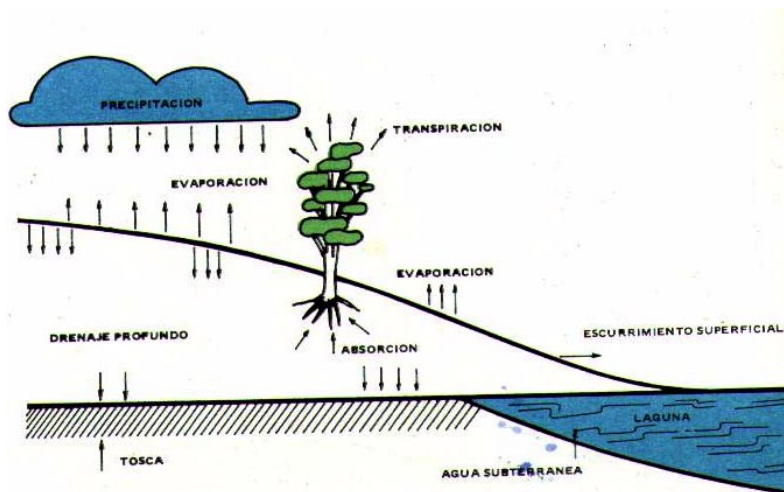


Figura N. 1: El ciclo del agua (Tomado de Darwich, 1989, Manual de fertilidad de suelos)



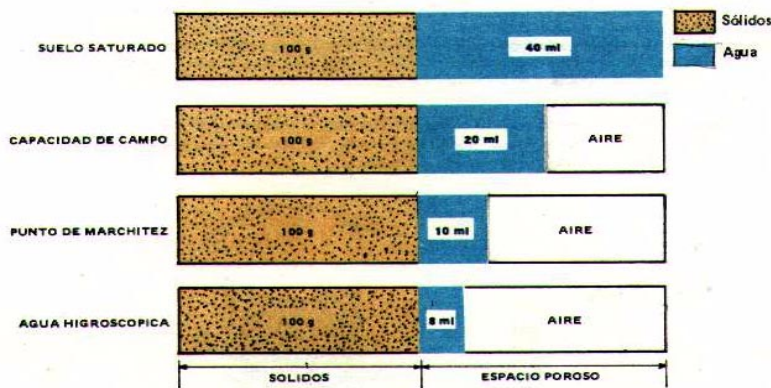
Figura N. 2: El agua en el suelo (Tomado de Duchafour, 1987, Manual de edafología)

Del agua que llega al suelo, una parte (la cantidad varía según las condiciones) se escurre rápidamente por la fuerza de gravedad, otro poco se evapora, mientras que el resto se queda en la superficie en forma más o menos disponible y se integra paulatinamente a los seres vivos y al ciclo orgánico.

Cuando se drena por gravedad casi inmediatamente, se llama **“gravitacional”** y no es aprovechada en absoluto por las plantas y organismos del suelo. La cantidad de agua **“útil”** o **“capilar”** que un suelo puede almacenar depende de sus características físicas, como son: textura, estructura, grado de compactación y, por supuesto, del contenido en materia orgánica. Esta agua es almacenada en los poros pequeños del suelo y está disponible para las plantas y los organismos del suelo, convirtiéndose en el motor de la vida en el suelo y fuera de ello. Otra parte del agua que permanece en el suelo por un tiempo más largo, se llama **“higroscópica”** o **“ligada”** y que no está disponible en absoluto para los vegetales, debido a la altísima fuerza con la cual es retenida por las partículas del suelo.

Estas fracciones no son iguales en todos los tipos de terreno. Para suelos de textura franca (o sea intermedia entre arena, limo y arcilla) y un contenido medio de materia orgánica, se reportan los valores indicados en la figura 3.

Figura N. 3: Contenido en agua de un suelo franco (Darwich, ibid.)



La vegetación influye directa e indirectamente sobre el suelo y sus propiedades, incluyendo el contenido y disponibilidad de agua.

En primer lugar, las plantas transpiran, o sea emiten vapor de agua durante sus procesos fisiológicos. No todas tienen las mismas exigencias hídricas, existiendo plantas que poseen mecanismos de ahorro de agua y otras que en cambio no pueden crecer sin la disponibilidad de enormes cantidades. Además, la vegetación, transpirando, emite vapor de agua que, a su vez, se condensa y precipita nuevamente como lluvia.

En segundo lugar, la cubierta vegetal protege al suelo de las precipitaciones intensas, que podrían causar consecuencias como su erosión y compactación, que a su vez disminuyen la capacidad de almacenamiento de agua (además de la fertilidad del suelo).

La presencia de una cubierta vegetal incrementa la cantidad de materia orgánica que llega, la porosidad y permeabilidad y mejora, en la mayoría de los casos, la capacidad del suelo de retener agua.

No todos los cultivos, ni todas las formaciones vegetales, son iguales en sus requerimientos hídricos ni en las características relacionadas con el suelo. Esto implica que pueden haber cultivos o plantaciones que no se adaptan a determinadas condiciones de tierra y agua y otros que afectan directamente sobre la capacidad hídrica del suelo.

Encontramos ejemplo de esto en ciertos cultivos, que necesitan permanentes riegos adicionales para producir adecuadamente, o ciertas plantaciones de árboles, “que secan el suelo”, como suele decir la gente del campo y de la ciudad, con más o menos acierto. Todos tenemos la percepción de que entre estas últimas, estén las plantaciones de eucalipto y de pino, pero no hay conciencia clara de ello, sobre todo entre los técnicos forestales y las personas que piensan sólo al beneficio económico inmediato.

Tratemos entonces de entender qué pasa con estas especies exóticas, y sobre todo con el pino, por haber sido, y aún lo es, utilizado para reforestar áreas protegidas, cerca de fuentes hídricas y en zonas de páramo, cuantificando los perjuicios que puede causar su siembra irracional.

1. Características de las plantaciones de pino en el Azuay y en el Cañar

Los dos pinos más importantes usados como exóticos en el Ecuador son especies de México, en el caso del pino pátula (*Pinus patula*); y de California, en el caso del pino de Monterrey o radiata (*Pinus radiata*). Están adaptados al fuego estacional para su reproducción, propio de ecosistemas temperados, con conos serotinizados (Perry et al., 1998), es decir que necesitan del calor para abrirse y liberar las semillas, cosa que no sucede en las regiones tropicales en donde el fuego no se produce naturalmente. El pino pátula es el segundo más importante en el Azuay y Cañar, después del eucalipto globulus, especie de Australia y Tasmania (Wardell-Johnson et al., 1997), a pesar que su rango óptimo de crecimiento llega hasta los 2700 m, mientras que el del pino supera los 3200 m. Se lo encuentra en plantaciones desperdigadas en la región, varían en tamaño entre 1 y 500 ha, sobre los 3000 m, con pocas excepciones a menores elevaciones. Las razones para su introducción en el Ecuador no son todavía claras, excepto aquellas que pueden derivarse de las propias características de la especie, es decir que es de rápido crecimiento y constituye, en plantación, un ciclo corto para la producción de madera.

Hace aproximadamente 20 años se realizó una siembra masiva de pinos (especialmente *Pinus patula*, entre otros) en la parte centro sur del país, sobre suelos degradados, entre pajonales y zonas de chaparro, o sea donde preexistía una vegetación herbácea y arbustiva compuesta por especies nativas, con el fin de proveer alternativas de uso industrial de la madera, inclusive con aspiraciones de producción de papel, control de erosión y reforestación.

Sin embargo, la ausencia de objetivos claros, sin una planificación coherente con las necesidades sociales, en general, y socio-comunitarias, en particular, como por ejemplo la provisión de combustible, dentro de un plan de uso racional del recurso leñoso a las

familias campesinas, trajeron consecuencias económicas realmente modestas debido al bajo costo que tiene actualmente la madera de pino; mientras que las consecuencias ambientales han sido y son, estimamos, perjudiciales en función de la pérdida de vegetación nativa, su fauna asociada y la fertilidad del suelo. No obstante, se siguió sembrando pinos no sólo en zonas desérticas o de baja fertilidad, en las cuales este árbol crece mejor que otros, sino también en el páramo, por ejemplo en las cercanías a Parque Nacional Cajas.

2. Efectos sobre las propiedades del suelo y la retención hídrica

Un estudio reciente demuestra que las plantaciones de pino pátula de la región están manteniendo las condiciones de degradación del suelo a través de un depósito elevado de ascúculas y otros restos vegetales de difícil descomposición (material recalcitrante con lignina y compuestos polifenólicos), en comparación con los restos vegetales depositados por los bosques nativos que son más rápidos de descomponer. Lo poco que se descompone produce ácidos húmicos y fúlvicos que acidifican el suelo hasta el punto de no permitir el crecimiento de otras especies, puesto que se crean deficiencias de Ca, K y, a veces, toxicidad de Al (Chacón et al. a, en revisión). Otro estudio (Chacón et al. b, en revisión) presenta datos de densidad y humedad del suelo bajo plantaciones de pino y bosques nativos de varias regiones del Azuay y del Cañar, cuyas medias de las plantaciones de edades comprendidas entre 8 y 16 años, $n = 4$; y de cuatro bosques nativos, son:

	Densidad	Humedad
	g cm³	%
Plantaciones	0,6	33
Bosques	0,5	40

Tanto el porcentaje de humedad como la densidad del suelo son menor y mayor, respectivamente, bajo plantaciones de pino que bajo bosques nativos, sugiriendo, en realidad, que existe un impacto negativo de los pinos sobre la capacidad de retención o acumulación de agua en el suelo a través de la pérdida de su porosidad. El mismo estudio no descarta la posibilidad de que hayan existido usos previos al preestablecimiento de las plantaciones compactarían el suelo y reducido su porosidad, adicionalmente al efecto de los árboles *per-se*. Sin embargo, resalta el hecho de que a edades de las plantaciones como las mencionadas arriba, la humedad del suelo sigue siendo menor y, en consecuencia, son la arquitectura de los rodales (dosel cerrado que protege al suelo de las lluvias), acumulación de materia orgánica (capas gruesas de ascúculas) y composición química de esta materia (lignina y polifenoles) que inciden directamente en la reducida capacidad de retención hídrica.

Con respecto a estas consecuencias sobre la capacidad de retención hídrica del suelo y, más generalmente, sobre las propiedades físicas del mismo, se ha podido comprobar algunos efectos en los primeros estudios realizados durante el pasado ciclo lectivo. (Ansaloni et al., 2003).

El estudio se realizó en la Hacienda El Gullán, predio de la Universidad Del Azuay, ubicado en el Sector La Paz del Cantón Nabón, provincia del Azuay, aproximadamente a 70 Km. de la ciudad de Cuenca. Las coordenadas geográficas son 3° 19' S y 7° 09' O.

La altura oscila entre los 3000 y 3200 m.s.n.m. Según la clasificación de Sierra la región se ubica dentro de la formación Matorral Húmedo Montano, la precipitación anual varía entre 500 y 600 mm siendo la época húmeda más intensa de enero hasta abril. La niebla y heladas son permanentes y la evapotranspiración estimada entre 900 y 1000 mm por año. La temperatura varía entre los 10 y 15°C. En la hacienda existe una plantación de pino de aproximadamente 18 años de edad, que en su mayoría no ha recibido ni podas ni raleos; además, una extensa zona con vegetación natural (chaparro), pastizales y cultivos.

Se reportan a continuación los datos relativos a densidad y retención hídrica observados en las cuatro formaciones vegetales.

Tabla 1. Media de la densidad obtenida por el método de la caja metálica (g/cc), n=6

	Pastizal	Cultivo	Chaparro	Pino
Densidad media	1,04		0,49	0,84

Tabla 2. Capacidad de retención Hídrica, n= 6

Tipo de Vegetación	g de Suelo	cc de Agua	Retención (cc)	Tiempo	% de Retención
Cultivo	379,54	250	84	13"	12,01
Pastizal	342,51	250	159	1' 40"	18,56
Chaparro	294,31	332	252	1'	22,16
Pino	320,34	448	188	10"	13,1

Estos resultados nos indican que:

1. Bajo vegetación natural (chaparro), la capacidad de retención hídrica, o sea el contenido de agua retenida en el suelo y útil, es buena, situándose en valores altos por el tipo de textura presente (franco-arenosa).
2. La velocidad de infiltración del agua es alta, debido a la baja densidad aparente, por lo que los suelos bajo vegetación arbustiva tupida pueden soportar altas intensidad de lluvia sin escorrentía y pérdidas de suelo importantes.
3. En los suelos bajo plantaciones de pino, el agua entra con menor velocidad y se pierde rápidamente por gravedad, sin ser absorbida. El suelo no se moja, queda seco, incluso poniendo grandes cantidades de agua. En condiciones naturales este fenómeno es fácilmente observable levantando la capa de hojarasca presente y estimando la humedad al tacto.
4. En la práctica, el punto anterior se traduce en una menor capacidad de infiltración del agua sobre la superficie, con consecuente pérdida de la misma por escorrentía; una vez que el agua logra penetrar en el suelo, no se absorbe, se drena rápidamente sin humedecer el suelo y se pierde.
5. Las razones de esta "hidrofobia" propia de los suelos bajo plantaciones de pino no han sido todavía bien estudiadas, pero suponemos que se deba a varios factores:
 - Menor contenido de materia orgánica descompuesta, con consecuente menor capacidad de retención hídrica.
 - Mayor compactación de la superficie del suelo.

- Presencia de compuestos orgánicos con propiedades hidrófobas, posiblemente resinas, fenoles y taninos, que envuelven a las partículas del suelo e impiden la adhesión del agua, al mismo tiempo que provocan su rápido descenso y drenaje.

3. Acciones a tomar y conclusión

Si bien los mecanismos subyacentes de esta llamada hidrofobia generada por las plantaciones de pino de la región estudiada no son todavía claramente entendidos, la evidencia presentada indica que los objetivos de reforestación y protección de fuentes hídricas en los altos Andes del sur del Ecuador necesitan ser revisados en función de la repelencia al agua que produce un rodal de cierta edad. En términos generales, mientras la edad aumenta, el efecto se vuelve marcado. Por un lado, tenemos que la capacidad de regulación hídrica de una plantación es reducida en comparación con la ya reconocida característica de control del flujo de agua hacia los caudales naturales de los bosques nativos nublados o montanos; por otro, lo poco de agua que circula en el suelo bajo una plantación de pino podría lixiviar o lavar los compuestos resinados, fenólicos u otros como taninos y lignina, y producir una contaminación considerable del agua en los sistemas hídricos de influencia. Hay que poner especial atención en la planificación de un estudio que dilucide tales incógnitas.

A continuación presentamos una serie de acciones que podrían llevarse a cabo para contribuir al mejoramiento del movimiento del agua en el suelo de las plantaciones de pinos existentes, considerando siempre que, para efectos de protección de fuentes hídricas, probablemente la siembra con árboles nativos es la mejor opción:

- 1) Como parte de un manejo de conservación de suelos, el raleo selectivo y la reducción consecuente de árboles, combinado con un sistema de podas de los individuos que permanecen en la plantación, permitirían aumentar la cantidad de lluvia que pasa a través del dosel, logrando, en cierta medida, la saturación de los diferentes estratos de las capas de fermentos y edáficas.

La acción descrita podría ir a la par con lo siguiente:

- 2) En plantaciones de edad avanzada, la remoción de las capas de fermentos, su almacenamiento en un lugar fuera de la plantación y aceleración de su descomposición con mecanismos controlados (anaeróbicos o aeróbicos) de aumento de la temperatura y humedad, cuyo producto en forma de materia orgánica más degradada podría reingresar al suelo de la plantación, es una opción válida para mejorar la estructura y porosidad del suelo que, en el mediano y largo plazo, aumentaría la capacidad de retención de agua.
- 3) El uso de fertilización al interior de una plantación puede tener efectos benéficos de varias maneras. La primera es disminuyendo la acidez del suelo (fertilizantes que contengan bases), aumentando la descomposición de la materia orgánica y mejorando la porosidad. La segunda es incrementando, de forma general, la fertilidad del sitio y permitiendo la regeneración de un sotobosque de forma más rápida. Esta opción necesita de un clareo del dosel para permitir el paso de la luz. Sin embargo, hay que ser cautelosos en la planificación de la fertilización, el tipo de

fertilizante, su cantidad y de la frecuencia de la fertilización debido a los efectos colaterales que ello pueda causar, por ejemplo, aquél que puede ser producido como contaminante de los cursos de agua, especialmente si existe consumo humano en las cercanías. Finalmente, el plan de fertilización debe estar acompañado de un estudio previo de la condición actual del suelo.

A pesar de estas pocas ideas de acciones que hemos comentado aquí, para incrementar eficientemente el manejo de las plantaciones de pino de la región, especialmente al nivel de la circulación de agua, es necesario recalcar que cualquier plan para implementar estas actividades, excepto como experimentación y estudio para conocer adecuadamente el funcionamiento de estos ecosistemas, debe considerar un manejo integral de la cuenca hidrográfica de interés (y no un ecosistema específico) y dar la máxima prioridad a la estabilización de la agricultura de subsistencia y a la implementación de programas de conservación del suelo y agua, con todo lo que ello involucra en términos de socio-economía comunitaria regional. El manejo de los recursos naturales refiere al desarrollo y administración de todos ellos para satisfacer las necesidades de sus usuarios presentes y futuros. En este sentido, la tierra, la cuenca hidrográfica y el hábitat constituyen sinónimos que no pueden ser manejados aisladamente.

4. Bibliografía

Ansaloni R.; Banderas K.; Durán M.; Martínez A.; Mosquera P.; Nugra F.; Oleas A.; Rodas E.; Torres L. "Caracterización de suelos andinos en la hacienda El Gullán sector La Paz, en cuatro formaciones vegetales: chaparro, bosque de pino, pastizal y cultivo". Trabajo de ciclo, no publicado.

Chacón G.; Gagnon D.; Paré, D. (a). Bioassays of corn and quinoa with N and P fertilization on soils from four Andean land-use types reveal generalized N and P limitations and specific K and Ca deficiencies in exotic pine plantation soils. En revisión para publicación.

Chacón G.; Gagnon D. Paré, D. (b). Biomass and nutrient distribution in exotic *Pinus patula* plantations compared to second-growth native cloud forests, southern Ecuadorian Andes. En revisión para publicación.

Perry JP. Graham A. Richardson DM. 1998. The history of pines in Mexico and Central America. En: DM Richardson, (ed.). Ecology and Biogeography of *Pinus*. Cambridge University Press, 137-149.

Wardell-Johnson GW. Williams JE. Hill KD. Cumming R. 1997. Evolutionary biogeography distribution of eucalypts. En: JE Williams, JCZ Woinarski, (eds.). Eucalypt Ecology. Individuals to Ecosystems. Cambridge University Press, Reino Unido, Nueva York, Australia, 92-128.

LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DE LA CIUDAD DE CUENCA

Jorge Galo Durazno Orellana

Ingeniero Civil con Especialidad en Sanitaria por la Universidad de Cuenca.

Funcionario de la Empresa Pública Municipal de Telecomunicaciones, Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento de Cuenca – E.T.A.P.A.

Responsable de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales de Cuenca

Telf: (593 7) 2 890 418 e mail: gdurazno@emp.etapa.com.ec

RESUMEN:

El presente trabajo trata sobre la experiencia de la Empresa Pública Municipal de Telecomunicaciones, Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento de Cuenca – E.T.A.P.A. en la ejecución y desarrollo de las obras previstas en el Primer Plan Maestro de Agua Potable, Alcantarillado y Control de la Contaminación de la ciudad de Cuenca-Ecuador en el área de Saneamiento Ambiental.

Desde el año de su creación en 1968, E.T.A.P.A. ha desarrollado y concebido políticas tendientes al bienestar y salud de la población, y en este caso particular el diseño y construcción de obras que permitan a la ciudad de Cuenca disponer de cuerpos acuáticos libres de contaminación y finalmente con una visión de responsabilidad para con el ambiente y poblaciones que se encuentran aguas debajo de la urbe, ha construido la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales de Ucubamba con una inversión que supera los ocho millones de dólares.

E.T.A.P.A. al ser la Empresa pionera en el País en el campo de saneamiento ambiental, inició desde el año de 1993 la construcción de interceptores marginales en los cuatro ríos que atraviesan la ciudad así como en dos quebradas de la misma, obra que finalizó en 1999 cuando entró en funcionamiento la PTAR-Ucubamba, la misma que desde la fecha se encuentra operando normal y satisfactoriamente de acuerdo a los resultados obtenidos en un riguroso programa de análisis y monitoreo continuo de parámetros físicos, químicos, bacteriológicos y parasitarios, generando una gran cantidad de datos operacionales de control de los procesos de tratamiento, resultados que permitirán la concepción y diseño de futuras estaciones de tratamiento no solo en la ciudad de Cuenca, sino en localidades con características similares.

PALABRAS CLAVE: Lagunas de estabilización, cribas, afluente, efluente, depuración, interceptores.

PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES

1 Generalidades

1.1 Introducción

La Empresa Pública Municipal de Telecomunicaciones, Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento de Cuenca – E.T.A.P.A.-, es una entidad con personalidad jurídica, autonomía administrativa y patrimonial, que opera sobre bases comerciales y cuyo objetivo es la prestación, de los servicios de telecomunicaciones, agua potable, alcantarillado, saneamiento y más servicios complementarios, conexos y afines que pudieren ser considerados de interés colectivo, con criterios de eficiencia, eficacia, responsabilidad, universalidad, solidaridad, accesibilidad, continuidad y calidad,

mediante el cobro de una tasa, un precio o tarifa y las correspondientes contribuciones especiales de mejoras, cuidando que estos sean justos y equitativos.

E.T.A.P.A., como responsable de la dotación de los servicios de agua potable y saneamiento, consciente de la magnitud del problema que se estaba produciendo, desde 1983, ha realizado una serie de actividades tendientes a la recuperación de la calidad de las aguas de los ríos que atraviesan la Ciudad y preservar la salud de la población, para lo cual realizó la construcción de alrededor 42 Km. de interceptores en las márgenes de los cuatro ríos de Cuenca y de dos quebradas que atraviesan la ciudad, así como la construcción de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales la misma que actualmente esta en su fase de funcionamiento rutinario desde el mes de noviembre de 1999.

A E.T.A.P.A. le corresponde también la gestión ambiental relacionada con los servicios que presta la Empresa en el marco de las políticas y estrategias dictadas por la Municipalidad de Cuenca. Igualmente le compete a E.T.A.P.A. la administración y gestión de aquellas áreas naturales y sistemas artificiales que por su importancia para la preservación de los recursos hídricos y otros, le encargue la Municipalidad u otras instituciones públicas.

De igual forma y de acuerdo a lo prescrito en la Ordenanza que regula la Organización y Funcionamiento de E.T.A.P.A., es función de la misma entre otras:

- La dotación, operación, mantenimiento, administración, control y funcionamiento de los servicios de telecomunicaciones, agua potable, alcantarillado y saneamiento y de los sistemas o infraestructuras requeridos para su prestación;
- Controlar y proteger las fuentes de agua y sus cursos de utilización actual y potencial, así como de los cuerpos receptores naturales y artificiales, enmarcándose en las disposiciones legales vigentes;
- Coordinar y controlar la planificación, construcción, ampliación, operación, mantenimiento y administración de los sistemas de agua potable y saneamiento, que operen en el Cantón;
- Llevar a cabo la construcción y el mantenimiento, reparación, limpieza de los sistemas de agua potable, alcantarillado y saneamiento, operados por la Empresa;
- Ejecutar políticas ambientales y programas de acción, dirigidos a proteger y cuidar los recursos hídricos y las fuentes de abastecimiento de agua del Cantón e impulsar programas de saneamiento ambiental.

1.2 Antecedentes

En el año de 1983 y como parte del proceso de planificación emprendido por E.T.A.P.A. para mantener adecuados niveles de cobertura de los servicios de agua potable, alcantarillado y saneamiento, contrató con el Consorcio de Compañías Consultoras HIDROSERVICE/INAM-OTECO, los estudios de Diagnóstico de los sistemas existentes y la Factibilidad Técnico-Financiera de los Planes Maestros de Agua Potable y Alcantarillado del Área Metropolitana de la Ciudad de Cuenca.

Posteriormente, entre los años 1985 y 1990, se efectuaron los diseños definitivos de las obras contempladas en los Planes Maestros de Agua Potable y Alcantarillado. En el

transcurso de este período se diseñó la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales para la ciudad de Cuenca, la misma que se encuentra constituida por lagunas de estabilización y que se encuentra funcionando con normalidad desde el mes de noviembre de 1999.

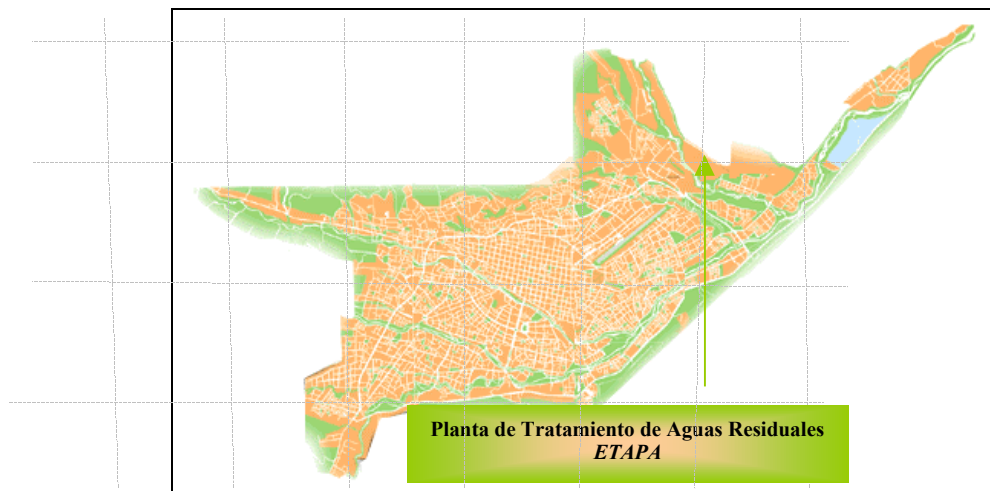
Previo al inicio de funcionamiento de la PTAR-Cuenca, para garantizar el normal funcionamiento y garantizar la eficiencia de la mencionada planta, se contrató la Consultoría con el Dr. Fabián Yáñez, en la cual se establecieron procedimientos y las pautas necesarias para el normal desarrollo de las labores al interior de la PTAR, las mismas que se encuentran cumpliéndose y desarrollándose con toda normalidad.

En forma complementaria y con la finalidad de garantizar el buen funcionamiento de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales se han implementado los Programas de Control de la Contaminación por Vertidos Líquidos Industriales y el de Recolección de Aceites Usados provenientes de mecánicas y lubricadoras. Además durante la operación de la misma se ha visto la necesidad de emprender con proyectos complementarios tendientes a optimizar, disminuir los costos de los procesos de tratamiento y prolongar la vida útil de la planta, manteniendo la calidad de los servicios y la imagen de la Empresa ante los usuarios y la comunidad en general.

1.3 Ubicación

La Planta de Tratamiento de Aguas Residuales de la ciudad de Cuenca, está ubicada al noreste de la Ciudad, en el sector de Ucubamba, en el Km. 8,5 de la Autopista Cuenca - Azogues. En la Figura N° 1.1 se presenta la ubicación de la PTAR con respecto a la ciudad.

FIGURA N° 1.1: Ubicación de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales



1.4 Principales Objetivos de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales

Los principales objetivos que se persiguen con el funcionamiento de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales para la ciudad de Cuenca, se pueden resumir en los siguientes:

- Interceptar y conducir las aguas residuales que anteriormente eran descargadas en los ríos hacia la PTAR para su posterior depuración, y así contar con cuerpos acuáticos libres de contaminación, en los cuales se vuelvan a dar las condiciones necesarias para el desarrollo de la flora y la fauna.
- Tratar las aguas residuales generadas en el área metropolitana de la ciudad de Cuenca, con la finalidad de evitar de que las mismas sean fuente de proliferación de enfermedades que pudieran afectar a la salud de la población de la ciudad y de poblaciones que se encuentran localizadas aguas debajo de la misma.
- Devolver al medio ambiente aguas libres de contaminación.
- Recuperar la belleza escénica de los ríos, fortaleciendo actividades de esparcimiento y turismo.
- Reutilizar el efluente de la PTAR en actividades tales como riego, cultivo de peces, recreación, generación de energía hidroeléctrica, etc.

2 Reseña de la Intercepción, Conducción y Tratamiento

Tal como se mencionó con anterioridad, E.T.A.P.A. dentro de la Primera Fase de los Planes Maestros realizó la construcción de alrededor 42 Km. de interceptores en las márgenes de los cuatro ríos de Cuenca (Ríos Tomebamba, Yanuncay, Tarqui y Machángara) y de las quebradas de Milchichig y de la Compañía, lo cual sumado a las obras que fueron edificadas en el tiempo con una visión integral, suman alrededor de 70 Km. de Interceptores.

En la actualidad y desde el año de 1997, las aguas residuales que anteriormente eran descargadas en las fuentes superficiales, en el presente son descargadas hacia los interceptores. Los Interceptores una vez captada el agua residual, conducen por gravedad a las mismas hacia la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales de Ucubamba para su depuración o tratamiento.

Para el efecto se ha preparado la Figura N° 2.1, en la cual se puede observar la distribución de los interceptores y su emplazamiento en el área de recorrido y cobertura.

FIGURA N° 2.1: Esquema de ubicación de los interceptores

Interceptor del Río Mchángara (Estructura previa al Emisario Final)

Machángara (Descarga al Río Cuenca) (En la fotografía se puede observar la descarga de aguas residuales hacia el río Cuenca cuando se encontraban concluyéndose las obras en el Emisario Final y en la PTAR Ucubamba. En La actualidad no existe descarga hacia el río ya que todas las aguas residuales son conducidas hacia Ucubamba para su tratamiento)



Vista de tubería utilizada para la edificación de los pasos subfluviales en las juntas de los ríos y en el Emisario Final

2.1. FASE CONSTRUCTIVA DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DE UCUBAMBA (Período: 1993 – 1998)

La Planta de Tratamiento de Aguas Residuales de Ucubamba – PTAR, inició su construcción en el año de 1993 con los trabajos de replanteo y nivelación, y otros trabajos necesarios previo al movimiento de tierras para la conformación de los diques de las diferentes lagunas.

La etapa constructiva de las diferentes obras de llegada y lagunas en sí, fueron desarrolladas en el período comprendido entre los años de 1993 y 1998, año en el cual se efectuó el ingreso de las aguas residuales hacia las lagunas para el desarrollo de las pruebas necesarias y que formaban parte del contrato constructivo.

Para el efecto, y con la finalidad de una mejor comprensión e instrucción del lector, a continuación se presenta una secuencia de la construcción en el período de desarrollo de las obras.



Edificación de Taludes de Laguna Aerada 1 – Abril de 1997



Fundición de Taludes de Laguna Aerada 1 con Hormigón Lanzado – Abril de 1997



Edificación de canales de transición y conducción de Cribas Mecánicas Autolimpiantes – Implantación de Cribas Mecánicas Autolimpiantes – Abril de 1997



Implantación de Cribas Mecánicas Autolimpiantes – Abril de 1997



Edificación de Cajón de Llegada y Estructura de By-pass - Junio de 1997



Edificación de Cajón de Llegada – Pantalla de Disipación de Energía y Estructura de By-pass - Junio del 1997



Edificación de Dique de Laguna Aerada 2 - Impermeabilización de Taludes - Julio del 1997



Colocación de Estructura de Hierro para Edificación de Taludes de Lagunas - Julio de 1997



Edificación de Estructura de División de Caudales hacia Líneas de tratamiento 1 y 2 - Octubre de 1997



Laguna Aerada 1 una vez concluida la Fundición de Taludes - Octubre de 1997



Implantación-Edificación de Emisario Final - Octubre de 1997



Edificación de Estructura de Ingreso de Agua Residual hacia Lagunas - Vista de Estructura para evitar Erosión y Socavación de Fondo de Lagunas - Octubre de 1997



Empotramiento de Emisario Final en PTAR - Octubre de 1997



Vista de Laguna Aerada 1 una vez edificadas Estructuras para Soporte de Equipos de Aereación - Abril de 1998



Una vez terminadas las obras en el Emisario Final y su implantación y edificación total, a finales del año 1997, las aguas residuales fueron conducidas mediante esta estructura hacia el cajón de llegada de la PTAR, consiguiéndose la descontaminación de tres kilómetros adicionales de río, y en este caso específico el tramo comprendido entre la junta de los ríos Tomebamba y Machángara hasta la PTAR ubicada en Ucubamba - Abril de 1998

2.2. LLENADO DEL COMPLEJO DE LAGUNAS DE ESTABILIZACIÓN DE UCUBAMBA

FASE I

Esta primera fase de llenado de la PTAR Ucubamba inició en julio de 1998, en donde por primera ocasión el agua residual procedente de la ciudad de Cuenca, se introdujo hacia la línea de tratamiento 2 (*lagunas aereada 2, facultativa 2 y maduración 2*), con la finalidad de efectuar pruebas de funcionamiento en las diferentes unidades, como son:

- Evaluación de Funcionamiento de Cribas Mecánicas Autolimpiantes;
- Evaluación de Funcionamiento de Desarenadores Cuadrados de Flujo Horizontal;
- Evaluación de Funcionamiento de Mecanismo de Arrastre y Extracción de Arenas;
- Posicionamiento, anclaje y conexión de Aereadores - evaluación de funcionamiento;
- Evaluación de Funcionamiento y calibración de sensores ultrasónicos de caudal y sistema de medición de oxígeno disuelto y temperatura de las diferentes lagunas;
- Pruebas eléctricas y de control de los diferentes equipos;
- , y finalmente proceder a las pruebas de estanqueidad de las diferentes lagunas, requisito establecido en el contrato constructivo de la PTAR, requisito fundamental para el inicio de funcionamiento continuo de la Planta.



By-pass en Cajón de Llegada en etapa de prueba y evaluación – Agosto de 1998



Desarenadores Cuadrados de Flujo Horizontal – Etapa de Evaluación – Agosto de 1998

FASE II

Sobre la base de la experiencia obtenida en el llenado de la línea de tratamiento 2, desde el mes de septiembre de 1998 el agua residual es introducida hacia la línea de tratamiento 1 (*lagunas aereada 1, facultativa 1 y maduración 1*), con la finalidad de efectuar pruebas de funcionamiento en las diferentes unidades, como son:

- Posicionamiento, anclaje y conexión de Aereadores - evaluación de funcionamiento;
- Evaluación de Funcionamiento y calibración de sensores ultrasónicos de caudal y sistema de medición de oxígeno disuelto y temperatura de las diferentes lagunas
- Pruebas eléctricas y de control de los diferentes equipos;
- , y finalmente proceder a las pruebas de estanqueidad de las diferentes lagunas, requisito establecido en el contrato constructivo de la PTAR, requisito fundamental para el inicio de funcionamiento continuo de la Planta.



Inicio de Llenado de línea de tratamiento 1 – Vista de inicio de llenado de laguna aerada 1 - Septiembre de 1998



Vista de Laguna Facultativa 1 una vez terminados los trabajos de conformación de fondo - Abril de 1998



Vista de Laguna de Maduración 1 una vez terminadas las pruebas de Estanqueidad - Noviembre de 1998

Una vez ejecutadas las diferentes pruebas y con la finalidad de efectuar ajustes y correctivos en la PTAR, el agua residual sin tratar fue conducida por el by-pass hasta la solución definitiva.



Edificación de Estructuras de Fondo para evitar socavación por acción de Aereadores - Febrero de 1999



Vista de Laguna Facultativa 1 previo a reconformado de fondo para reintroducción de agua residual - Abril de 1999

FASE III

Finalmente y como última etapa del llenado de la PTAR Ucubamba, y una vez que se solventaron los inconvenientes en las etapas I y II, a partir del mes de octubre de 1999 se procedió al llenado de las lagunas de estabilización, iniciando desde el mes de noviembre de 1999 el funcionamiento de la Planta. A partir de esta fecha el flujo de agua residual a tratar ha sido continuo, sin que se haya suspendido hasta el presente este servicio ambiental a la ciudad de Cuenca.



Calibración de Sensor Ultrasonico de Nivel (Afluente a la PTAR) – Noviembre de 1999



Calibración de Sensores en Vertederos de Estructuras de Interconexión y Desfogue de Agua Residual Tratada – Noviembre, Diciembre de 1999



Calibración y evaluación de equipos en estructuras de pretratamiento – Noviembre de 1999



Pruebas y Calibraciones en Sistema de Monitoreo, Control y Mando de la PTAR – Diciembre de 1999



Evaluación de Funcionamiento de Aereadores – Diciembre de 1999

3 Características de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales

3.1 Parámetros de Diseño

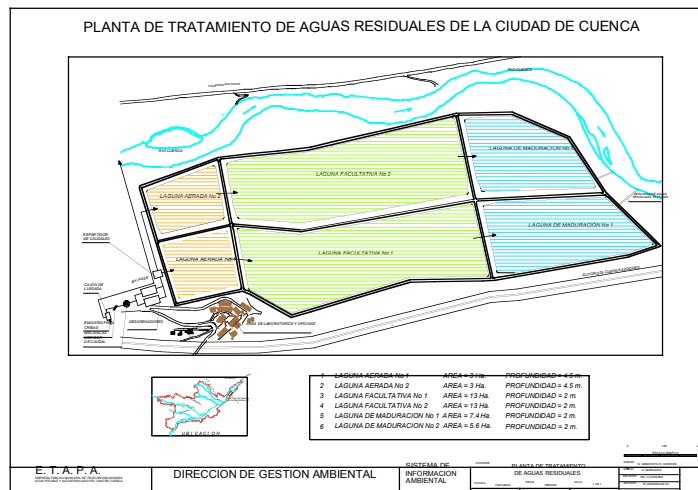
La Planta de Tratamiento de Aguas Residuales de Ucubamba se encuentra diseñada para un caudal de 159,322 m³/día en su horizonte de proyecto en el año 2015. En el siguiente Cuadro se presenta los caudales de diseño en cada uno de los períodos considerados.

PARAMETRO	UNIDAD	AÑO			
		2000	2005	2010	2015
Población Servida	Habitantes	284,468	354,893	425,317	495,741
Caudal Medio de Tratamiento	l/s	1,260	1,454	1,649	1,844
Volumen Diario de Tratamiento	m ³ /día	108,864	125,626	142,474	159,322

Fuente: Diseños Definitivos de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales – ETAPA

La PTAR, se encuentra constituida por Estructuras de Tratamiento Preliminar y dos módulos de tratamiento independientes compuestos por Lagunas de Estabilización. En la Figura N° 3.1 se presenta la distribución de las diferentes unidades que conforman el sistema de tratamiento.

FIGURA N° 3.1: Distribución de las unidades de tratamiento en la PTAR Cuenca



Seguidamente se realiza una breve descripción de cada uno de los componentes de la PTAR Cuenca.

3.2 Estructuras de Tratamiento Preliminar

Dentro de las estructuras de pre-tratamiento ó tratamiento preliminar tenemos:

- Cajón de Llegada - by-pass - compuerta de admisión;
- Cribas mecánicas autolimpiantes, y;
- Desarenadores.

3.2.1 Cajón de llegada - by-pass - compuerta de admisión

3.2.2



FOTOGRAFIA N° 3.1:
Cajón de Llegada-by-pass-
compuerta de admisión

OBJETIVOS PRINCIPALES

- La función principal de la estructura de llegada es actuar de cajón rompe presión al final del Emisario principal y permitir un rebose de las aguas residuales por el by-pass, mediante su cierre total o parcial en épocas de lluvia o en periodos de limpieza.
- Asegurar que en condiciones de lluvia no entre a la Planta de Tratamiento un caudal mayor de diseño, correspondiente al máximo horario en tiempo seco.

■ CARACTERISTICAS

- El cajón de llegada, así como el by-pass están dimensionados para recibir y evacuar respectivamente el máximo caudal en tiempo húmedo para el final del período de diseño.
- En el cajón de llegada se tiene construida una pantalla tranquilizadora, con la finalidad de disipar la energía con que la que llegan las aguas residuales por el Emisario Final.
- El caudal de diseño del cajón de llegada es de $3.64 \text{ m}^3/\text{s}$, el mismo que corresponde al caudal máximo de diseño del Emisario Final.
- El caudal máximo horario de aguas residuales en tiempo seco ha sido determinado como $2.272 \text{ m}^3/\text{s}$. Este caudal es por consiguiente el máximo que se llegará para tratamiento (en tiempo seco en condiciones del año 2015). Para el diseño de las obras de pretratamiento se ha considerado un 10% de caudal adicional, o sea un máximo de $2.499 \text{ m}^3/\text{s}$.
- Dado que la mayor parte del sistema de alcantarillado de la ciudad de Cuenca, es del tipo combinado y que el promedio de lluvias es de 40 horas por año, durante los años de vida de la PTAR, antes del año 2015, se hará uso de la capacidad instalada de tratamiento, para recibir durante tiempo húmedo.

3.2.2 Cribas Mecánicas



FOTOGRAFIA N° 3.2:
Cribas mecánicas
autolimpiantes

Las cribas están ubicadas aguas abajo del cajón de llegada. Antes del ingreso a las cribas, las aguas residuales se dividen en tres partes iguales.

OBJETIVOS PRINCIPALES

- Retener y evacuar desechos sólidos cuyo tamaño sea mayor a 20 milímetros.
- Evitar que desechos sólidos que por sus características y tamaño interfieran con los procesos biológicos de tratamiento en el sistema de lagunas, así como de que den un aspecto desagradable

DIMENSIONES

Ancho del canal de admisión = 1.5 metros

Longitud del canal = 5 metros

Número de unidades = 3

Capacidad de remoción = 680 l/s = c/u

Operación = automática/manual

Forma de las barras = rectangular

Espaciamiento entre barras = 20 milímetros

Dimensiones de las barras = 10 * 50 milímetros

Angulo de Inclinación = 75 °

3.2.3 Deflectores de caudal - Desarenadores - Transportador de arena

OBJETIVOS PRINCIPALES



FOTOGRAFIA N° 3.3:
Desarenadores

- Retener y evacuar partículas de arena cuyo diámetro sea igual o mayor a 0.2 milímetros, cuyo peso específico sea igual o mayor a 2.65 ó con velocidades de sedimentación superiores a los de los sólidos orgánicos putrescibles contenidos en las aguas residuales, en las condiciones más desfavorables de operación, con todo el caudal de diseño aplicado en una sola unidad

- Proteger a los aereadores de la abrasión y del excesivo desgaste.
- Reducir la formación de depósitos en las lagunas y así disminuir la frecuencia de limpieza.
- Los deflectores de caudal tienen por objeto reducir la velocidad de ingreso de las aguas residuales a los desarenadores, así como de orientar el sentido de flujo.

DIMENSIONES

Número de unidades = 2

Ancho = 10 metros

Largo = 10 metros

Profundidad = 1.45 metros

Diámetro del brazo raspador = 10 metros

3.3 Lagunas Aeradas

OBJETIVOS PRINCIPALES



FOTOGRAFIA N° 3.4:
Lagunas aeradas

Después del tratamiento preliminar las aguas residuales entran en las lagunas aeradas, las mismas que constituyen las primeras unidades de tratamiento biológico y sus funciones básicas son:

- Asimilar la materia orgánica soluble en un período de retención relativamente corto, pero suficiente para un porcentaje de reducción de la DBO del orden del 90%.
- Mantener condiciones aeróbicas, para la asimilación del material soluble en biomasa, permitiendo así la separación de sólidos y reducción de la carga orgánica hasta un nivel adecuado en las siguientes lagunas.
- Reducir el conteo bacteriano en la medida de su capacidad.

DIMENSIONES

- Área de las lagunas = 6 Ha. (3 Ha. c/u)
- Número de Unidades = 2 en Paralelo
- Profundidad de las lagunas = 4.5 m
- Volumen = 135.000 m³ c/u
- Período de retención = 2 días
- Inclinación de los taludes = 2:1.
- Eficiencia = 90.5% (en invierno).
- Total de aereadores = 10 unidades en c/u.
- Potencia de los aereadores = 75 HP c/u.
- Los aereadores son flotantes de alta velocidad de eje inclinado para una óptima transmisión de momento y por consiguiente evita al máximo la sedimentación de sólidos.
- Sensores de oxígeno con transmisor e indicadores.
- Sensores de profundidad con transmisores e indicadores.
- Controles eléctricos y tablero.

3.4. Lagunas Facultativas

OBJETIVOS PRINCIPALES



FOTOGRAFIA N° 3.5:
Lagunas Facultativas

El desecho biológicamente tratado en las lagunas aereadas, es descargado en las lagunas facultativas. Estas unidades para funcionar como facultativas tienen que cumplir dos requisitos fundamentales que son: tener una adecuada carga facultativa y un balance de oxígeno favorable, capaz de mantener las condiciones aeróbicas sobre el estrato anaeróbico del fondo. El propósito fundamental de las lagunas facultativas es el siguiente:

- Almacenar y asimilar los sólidos biológicos producidos en las lagunas aereadas.
- Presentar las condiciones adecuadas de carga orgánica y balance de oxígeno, de modo que se pueda sustentar una adecuada biomasa de algas unicelulares en la parte superior de la laguna.
- Presentar las condiciones adecuadas de mortalidad bacteriana, lo cual se da cuando la población de algas al alimentarse básicamente del sistema carbonatado, en las horas de mayor insolación o de mayor actividad fotosintética, consume los bicarbonatos y carbonatos, produciendo un notable incremento del pH y al mismo tiempo una gran mortalidad bacteriana.
- Asegurar una adecuada remoción de nemátodos intestinales, para que el tratamiento esté de acuerdo con las recientes guías de la OMS.

DIMENSIONES

- Área de las lagunas = 13 Ha. c/u.
- Número de Unidades = 2 en Paralelo
- Profundidad de las lagunas = 2.0 m
- Volumen = 260.000 m³ c/u.
- Inclinación de los taludes = 2:1.

3.5. Lagunas de Maduración

OBJETIVOS PRINCIPALES



FOTOGRAFIA N° 3.6:
Lagunas de Maduración

Estas unidades están en el tercer lugar de la serie y su función es similar a la de las lagunas facultativas, con excepción de la capacidad de almacenamiento de lodos. A estas unidades no llegan sólidos biológicos que no sean algas unicelulares y prácticamente no acumulan lodos, de modo que no es necesaria su limpieza. Tal como se mencionó anteriormente el propósito de estas unidades es similar al de las lagunas facultativas y puede resumirse de la siguiente forma:

- Presentar las condiciones adecuadas de balance de oxígeno, de modo que se pueda sustentar una adecuada biomasa de algas unicelulares en la parte superior de la laguna.
- Presentar las condiciones adecuadas de mortalidad bacteriana, lo cual se da cuando la población de algas al alimentarse básicamente del sistema carbonatado, en las horas de mayor insolación o de mayor actividad fotosintética, consume los bicarbonatos y carbonatos, produciendo un notable incremento del pH y al mismo tiempo una gran mortalidad bacteriana.
- Asegurar una adecuada remoción de nemátodos intestinales, para que el tratamiento esté de acuerdo con las recientes guías de la OMS.

DIMENSIONES

- Área de las lagunas = 7.4 Ha. (Superior), 5.6 Ha. (Inferior)
- Número de Unidades = 2 en Paralelo
- Profundidad de las lagunas = 2.0 m
- Volumen = 148.000 m³ (Superior), 112.000 m³ (Inferior)
- Inclinación de los taludes = 2:1.

4 Control de la calidad de los procesos de tratamiento

4.1. Caracterización de los Desechos Líquidos

4.1.1 Actividades preliminares

En el Manual de Arranque, Operación y Mantenimiento, se establecen los procedimientos de muestreo y análisis para el control de la calidad del agua en cada una de las etapas de tratamiento y de la planta en general, sobre la base de expuesto a continuación.

4.1.2 Diseño del programa de monitoreo en la fase inicial de operación

El programa de monitoreo en la Fase Inicial, abarco los meses de noviembre, diciembre de 1999 y enero del 2000, el número y tipo de muestras seleccionadas estuvieron conforme se indica a continuación:

- Muestras compuestas del afluente de la PTAR y de los efluentes de cada una de las unidades de tratamiento para determinación de parámetros físico - químicos.
- Muestras tomadas cada quince minutos.
- El horario para el muestreo fue desde las 07:00 hasta las 07:00 horas del día siguiente.
- Se tomaron dos muestras semanales de cada uno de los lugares antes señalados durante la ejecución de esta fase.
- Una muestra puntual por semana para el análisis bacteriológico.

- Una muestra puntual por semana para determinar el contenido de fósforo.
- Una muestra puntual por semana para determinar la concentración de clorofila (*únicamente en los efluentes de las lagunas facultativas y de maduración*)
- Una muestra compuesta por quincena para determinar el contenido de parásitos.
- Durante estos períodos de muestreo se tomó información complementaria.

4.1.3 Diseño del programa de monitoreo en la fase rutinaria de operación

Una vez que culminó la fase inicial de muestreo y análisis, y sobre la base de los resultados obtenidos, en los cuales se verificó la eficiencia de cada una de las unidades y la estabilización de los procesos de tratamiento, se procedió con él inició de la Fase Rutinaria de Muestreo y Análisis, la misma que fue implementada desde el mes de febrero del 2000 y que actualmente se encuentra en ejecución. El programa se ha diseñado, conforme a lo descrito a continuación:

- Muestras compuestas del afluente a la PTAR y de los efluentes finales para determinación de parámetros físico - químicos.
- Muestras tomadas cada quince minutos.
- El horario para el muestreo es desde las 07:00 hasta las 07:00 horas del día siguiente.
- Se toman dos muestras semanales en el afluente a la PTAR y en los efluentes finales.
- Una muestra puntual por semana para el análisis bacteriológico.
- Una muestra puntual por semana para determinar el contenido de fósforo.
- Una muestra puntual por semana para determinar la concentración de clorofila (*únicamente de los efluentes finales*).
- Una muestra compuesta por quincena para determinar el contenido de parásitos.
- Durante estos períodos de muestreo se toma información complementaria.

En la ejecución de cada una de estas fases ha sido necesaria la realización de muestreos adicionales según los requerimientos, de manera de garantizar la eficiencia de los procesos de tratamiento y evitar diferentes problemas que pueden suscitarse al interior de la PTAR por diferentes fenómenos en los cuerpos de agua.

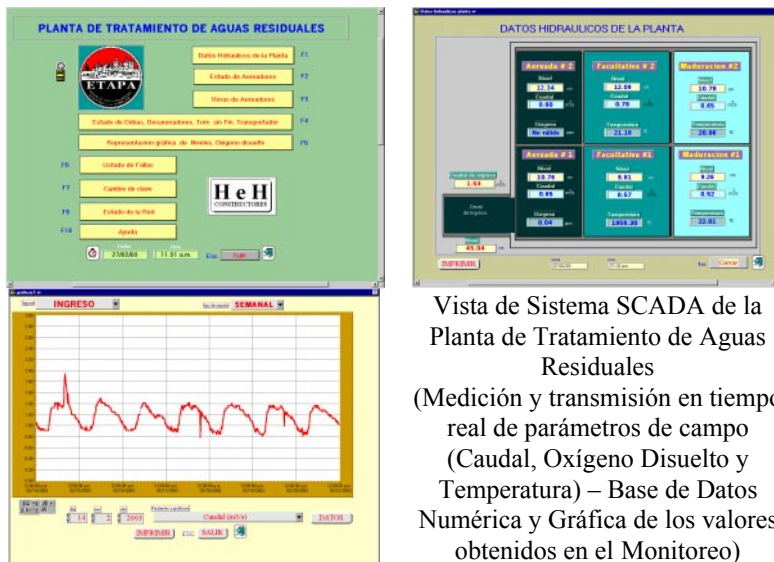
4.1.4 Mediciones y muestreos de campo

Dentro del trabajo de campo se realizan las siguientes actividades:

- Se determina el caudal de aguas servidas cada quince minutos en el afluente a la PTAR y en los efluentes de cada una de las unidades de tratamiento.
- Se determina la concentración de oxígeno disuelto en las lagunas aereadas cada quince minutos, para optimizar la inyección de oxígeno y el grado de tratamiento en estas unidades.
- Se determina la temperatura cada quince minutos en los efluentes de las lagunas facultativas y de maduración.
- Se toma una muestra puntual en frascos acondicionados para determinar la concentración de fósforo en cada uno de los puntos establecidos en cada uno de los días correspondientes.

- Se toma una muestra puntual en frascos estériles para análisis bacteriológico en cada uno de los puntos establecidos en cada uno de los días correspondientes.
- Se toma una muestra puntual en frascos oscuros para determinar la concentración de clorofila en cada uno de los puntos establecidos en cada uno de los días correspondientes.
- De las muestras tomadas cada quince minutos se forma una sola compuesta para cada día de muestreo, en forma proporcional al caudal, para cada uno de los lugares de muestreo.
- En cumplimiento con lo establecido en el Artículo 5 del Reglamento a la Ordenanza de Administración, Regulación y Tarifas para el Uso de los Sistemas de Alcantarillado del Cantón Cuenca en lo Relativo al Control de la Contaminación, los métodos de análisis utilizados en el laboratorio son los estándar de la APHA-AWWA-WPCF (American Public Health Association, American Water Works Association, Water Pollution Control Federation).
- Las muestras compuestas se entregan en los laboratorios físico - químico - bacteriológicos de Ucubamba para los análisis respectivos.
- Todas las muestras se mantienen en refrigeración desde su toma hasta la preparación de la muestra compuesta.

Los parámetros antes señalados, tales como caudal, temperatura y oxígeno son medidos en sitio y transmitidos en tiempo real a la computadora central de la PTAR para su verificación, para posteriormente y cada quince minutos efectuar el registro automático de los mismos.



Vista de Sistema SCADA de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales (Medición y transmisión en tiempo real de parámetros de campo (Caudal, Oxígeno Disuelto y Temperatura) – Base de Datos Numérica y Gráfica de los valores obtenidos en el Monitoreo)

Dentro de las actividades efectuadas en campo y que resulta de suma importancia y que merece especial atención por parte del personal de operación, son las mediciones y calibraciones diarias de los sensores de oxígeno localizados en las lagunas aeradas. Igualmente se efectúan mediciones y calibraciones periódicas de los sensores de oxígeno y temperatura en los diferentes puntos de control de la PTAR.

Las labores antes descritas y sobre las cuales se ha tratado en el transcurso de este numeral, se desarrollan de forma permanente para garantizar el normal funcionamiento de la Planta, y por ende la eficiencia de los procesos de tratamiento.

Los equipos utilizados en el campo para la toma de muestras, medición de parámetros físicos y para comprobación de funcionamiento de los diferentes equipos son los siguientes:

- Muestreadores automáticos, marca SIGMA.
- Sensores de nivel.
- Sensores de oxígeno y temperatura.
- Multiparámetro WTW.



Sensores permanentes de campo para medición de oxígeno disuelto y temperatura



Equipos portátiles para verificación y control de funcionamiento de equipos permanentes



Medición de Parámetros en campo para control de los procesos de tratamiento

4.2 Resultados Obtenidos en el Monitoreo de la Eficiencia de los Procesos de Tratamiento - Año 2002

4.2.1 Caudal en el Afluente a la PTAR

En el Cuadro N° 4.1, se presentan los valores característicos obtenidos en el año 2002.

CUADRO N° 4.1: Caudales Obtenidos en el Período Enero del 2002 -
Diciembre del 2002

PARAMETRO		CAUDAL (l/s)	OBSERVACIONES
Caudales Medios	Máximo Diario	1,561	Registrado en Mayo del 2002
	Media Anual	1,251	El Caudal Medio Anual de 1,251 l/s representa un volumen diario de tratamiento de 108.086 m ³ /día (39'451.536 m ³ /año)
	Mínimo Diario	593	Registrado en Septiembre del 2002

NOTA: Caudal expresado en litros por segundo (l/s).



4.3 Efluente Final

A continuación, se presentan un resumen de los resultados obtenidos en las evaluaciones efectuadas en el transcurso del año 2002, en lo relacionado a los principales parámetros de control del agua tratada:

4.3.1 DEMANDA BIOQUIMICA DE OXIGENO A 5 DIAS (DBO₅ - 20°C)

- La eficiencia media de remoción de DBO₅ soluble en el año 2002 fue del 93% (Año 2001: 93%, Año 2000: 92%)



4.3.2 DEMANDA QUIMICA DE OXIGENO (DQO)

- La eficiencia media de remoción de DQO soluble en el año 2002 fue del 83% (Año 2001: 84%, Año 2000: 84%)



4.3.3 SÓLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES (SST)

- La eficiencia media de remoción de SST en el en el año 2002 fue del 72% (Año 2001: 66%, Año 2000: 71%)



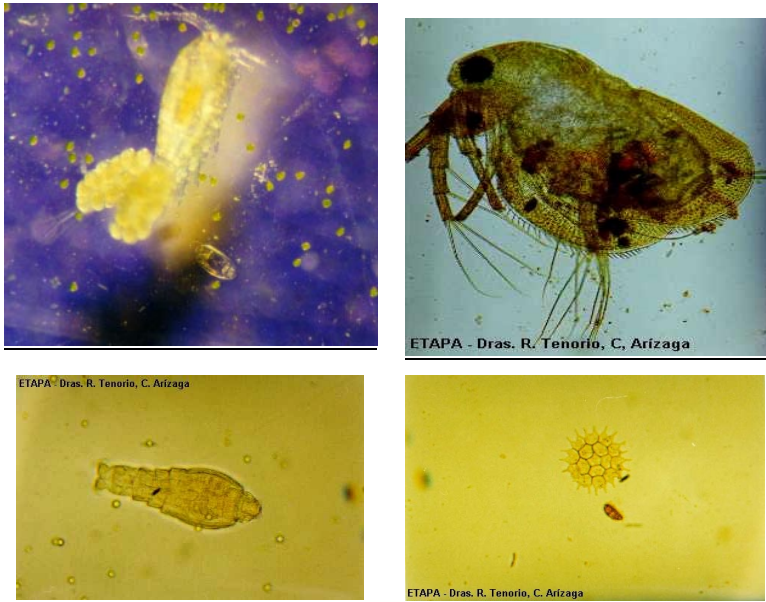
4.3.4 COLIFORMES TERMOTOLERANTES

- La eficiencia media de remoción de Coliformes Termotolerantes en el año 2002 fue de 99.695% (Año 2001: > 99.863%, Año 2000: >99.887%).

4.3.5 PARASITOS

- La eficiencia media de remoción de Huevos de Helmintos en el período en estudio fue del 99.216% (Año 2001: 98.061%, Año 2000: 99.160%).

NOTA: Los valores correspondientes al año 2003 se encuentran actualizados hasta el mes de mayo.



Indicadores Biológicos de los procesos de tratamiento

5 Resultados Obtenidos en el Muestreo y Monitoreo de Lodos

5.1 Mediciones y muestreos de campo

Dentro del trabajo de campo se realizaron las siguientes actividades:

- En cada uno de los puntos programados en cada una de las lagunas, se efectuó la medición del nivel existente entre el espejo de agua y el fondo de la laguna.
- Se determinó el nivel de agua sobre la cresta del vertedero, posterior a cada una de las lecturas en los puntos considerados.
- Se efectuó la toma de las muestras de lodo a ser entregadas al laboratorio, en las diferentes alineaciones de las lagunas aereadas y facultativas.
- Las muestras compuestas se entregaron en los laboratorios físico - químico - bacteriológicos de Ucubamba para los análisis respectivos.
- Todas las muestras se mantuvieron en refrigeración desde su toma hasta la preparación de la muestra compuesta.

Los equipos utilizados en el campo fueron los siguientes:

- Draga Ekman.
- Varillas Graduadas.
- Bote, remos y anclajes.



Equipos utilizados y medición de niveles



Toma de muestras para análisis



Características de lodo depositado en el fondo de lagunas



Pruebas a escala piloto para determinación de propiedades de lodo



Características de Lodo prensado

5.2 Resultados Obtenidos en el Muestreo y Monitoreo de Lodos

- De acuerdo a los trabajos realizados en las lagunas aeradas y facultativas, y cuyos resultados se exponen en el Cuadro N° 5.1, existen 79,700 m₃ de lodo acumulado en la PTAR (Valor establecido a Marzo del 2002).

CUADRO N° 5.1: Resumen de los Resultados Obtenidos

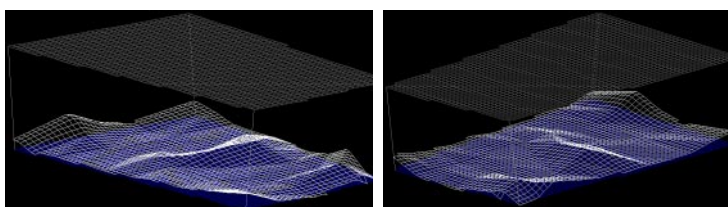
LAGUNA	VOLUMEN TOTAL (*) (m ₃)	VOLUMEN DE LODO (**) (m ₃)	ALTURA PROMEDIO DE LODO (m)	ALTURA MAXIMA DE LODO (m)
AERADA 1	127,500	7,500	0.25	1.37

AERADA 2	126,300	7,200	0.24	1.03
FACULTA TIVA 1	227,500	14,300	0.11	0.36
FACULTA TIVA 2	231,400	50,700	0.39	0.59
TOTAL	712,700	79,700		

(*) Volumen total en cada una de las lagunas, correspondiente al día en el cual se efectuaron los trabajos

(**) Volumen de lodo compacto

En la actualidad y como parte de la Segunda Fase de los Planes Maestros de Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento de la ciudad de Cuenca se están elaborando los Documentos y Diseños necesarios para implementar a corto plazo la gestión integral de los lodos residuales.



Distribución de Lodos en Lagunas Aereadas

6. Administración, Operación y Mantenimiento de la PTAR

6.1. Labores administrativas y gestión

Dentro de las labores de mayor relevancia, llevadas adelante por el personal administrativo y operativo de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales de Ucubamba, se encuentran:

- Administración y coordinación de labores a ser llevadas adelante en la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales de Ucubamba para el normal desarrollo de las diferentes actividades al interior de la misma.
- Operación rutinaria de la Planta bajo las directrices dictadas y en coordinación con el personal de administración y operación.
- Monitoreo y control de los procesos y unidades de tratamiento.
- Instalación, calibración y programación de muestreadores automáticos para la toma de muestras en el afluente y efluentes finales de la PTAR; preparación de muestras compuestas a ser entregadas a los laboratorios.
- Toma de muestras puntuales en el afluente y efluentes finales de la PTAR.
- Toma de muestras requeridas por los laboratorios y muestras adicionales que son requeridas para el control de los procesos de tratamiento.
- Análisis, procesamiento e interpretación de resultados obtenidos en cada una de las fases de monitoreo de la calidad del agua en sus diferentes etapas de tratamiento

- Batimetrías en las Lagunas Aereadas y Facultativas de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales de Ucubamba.
- Muestreo de lodos en las diferentes lagunas de la PTAR, y preparación de muestras compuesta a ser entregadas a los laboratorios.
- Actualización, procesamiento, interpretación y digitalización de información para base de datos de la PTAR.
- Calibraciones y contrastaciones periódicas de los diferentes sensores con equipos patrón previamente calibrados.
- Control y registro diario de consumo de energía eléctrica y demás parámetros eléctricos sobre la base de los cuales se efectúa el planillaje mensual por parte de la EERCSCA.
- Control, registro y procesamiento de datos de energía consumida por aereadores por turno de trabajo y de acuerdo a los diferentes períodos establecidos para el planillaje mensual por este concepto.
- Comparación y contrastación de valores facturados por la EERCSCA con los valores obtenidos en los monitoreos y registros continuos del consumo de energía eléctrica en la PTAR.
- Registro y control permanente de volúmenes de desechos de cribas y desarenadores, y contrastación de valores facturados por la Empresa de Aseo de Cuenca – EMAC.
- Registro y control diario de parámetros operativos de los diferentes equipos eléctricos, electrónicos, mecánicos y de control de la PTAR, entre otros.

6.2. Optimización de la PTAR y tercerización de servicios de mantenimiento

Una vez que la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales fuera entregada en forma definitiva por parte de la Compañía Hidalgo&Hidalgo en abril del 2002 y conforme a las políticas y tendencias actuales de la Empresa, se ha llevado adelante la elaboración de la documentación necesaria para la contratación de servicios, servicios que garantizarán la sostenibilidad y conservación de la obra en el tiempo. Entre los servicios contratados y de mayor relevancia, tenemos:

- Mantenimiento Preventivo y Correctivo de las Instalaciones y Equipos Eléctricos, Electrónicos y Mecánicos de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales de Ucubamba;
- Mitigación Ambiental y Mantenimiento de la Barrera Vegeta Protectora y Obra Civil Complementaria de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales de Ucubamba;
- Bioestabilización de Taludes de Lagunas.

Trabajos que dada su naturaleza son susceptibles y necesarios de ser llevados adelante por personal exterior a ETAPA.

La ejecución de estas labores, persigue garantizar la normal operación y mantenimiento de la Planta para el período para el cual fue concebida y adicionalmente la disminución de egresos y la optimización de la PTAR para de esta forma garantizar continuidad y la excelencia que caracteriza a la Empresa en los servicios que presta a la ciudadanía.

Cabe señalar que para la tercerización de servicios, no se ha contemplado la operación de la Planta en virtud que se trata de una labor especializada en la cual se va adquiriendo experiencia en el transcurso del tiempo, experiencia que permite mejorar y optimizar la operación de la PTAR, y por lo tanto requiere continuidad en el personal que allí labora. Por lo expuesto, el personal de operación de la Planta se encuentra conformado de la siguiente manera:

CARGO	NUMERO DE PERSONAL	OBSERVACIONES
Jefe de Planta	1	Empleado Público
Asistente Técnico	1	Empleado Público
Operador	5	Empleados Públicos
Asistente Operación	5	Trabajadores

6.3. Costos por Operación y Mantenimiento

A continuación en la Figura N° 6.1, se presenta la distribución porcentual de los costos necesarios que demanda la operación y mantenimiento de la PTAR, presupuesto que fuera elaborado bajo la premisa de conservar y mantener tanto instalaciones como equipamiento en general de una manera adecuada; así como de garantizar este servicio ambiental que presta la Empresa de una manera continua y eficiente.

FIGURA N° 6.1: Distribución de costos por O&M de la PTAR



7 Conclusiones

EN LO RELACIONADO A CAUDALES EN EL AFLUENTE

- Sobre la base de la experiencia adquirida, los registros diarios y horarios del caudal afluente y sobre la base de las características físico - químico y bacteriológicas de las aguas residuales en épocas de estiaje y precipitaciones, se prosigue con la optimización de los caudales de ingreso hacia la PTAR, de tal forma de no causar efectos al cuerpo receptor y a los procesos de tratamiento al interior de la estación depuradora.
- La Dirección de Agua Potable mantiene un minucioso programa de control y mantenimiento del sistema de interceptores, lo cual garantiza proseguir manteniendo nuestros cuerpos receptores libres de contaminación, garantizando de esta forma que todo el caudal de aguas residuales fluya hacia la PTAR para su posterior depuración.

EN LO RELACIONADO A CONCENTRACIONES - CARGAS EN EL AFLUENTE

- Las concentraciones de los diferentes parámetros físico – químicos en el afluente es variable por los diferentes tipos de aguas residuales que ingresan para el tratamiento (*aguas residuales domésticas, industriales, aguas de infiltración, de escorrentía superficial, etc.*), no así las concentraciones registradas en el efluente final, demostrándose la bondad del sistema, así como la capacidad de regulación del mismo.
- La concentración de los parámetros utilizados para la evaluación del contenido de materia orgánica en el afluente es superior en el año 2002 con relación a los años precedentes y en los porcentajes antes señalados.
- La concentración de los parámetros utilizados para la evaluación del contenido de materia orgánica en el efluente final es similar a los años 2000 y 2001.
- La concentración de Huevos de Helminthos registrada en el efluente final de la Planta es menor a la establecida por la Organización Mundial de la Salud.

EN LO RELACIONADO A EFICIENCIAS

- La eficiencia media obtenida en la remoción de Demanda Bioquímica de Oxígeno soluble a 5 días en el año 2002 es similar a la de los años precedentes, y resulta superior a la proyectada en los Diseños Definitivos de la PTAR (90%).
- Las eficiencias medias obtenidas para el año 2001 para los restantes parámetros de control, resultan similares a las de sus años precedentes, por lo cual la calidad en el servicio de tratamiento de aguas residuales prestado por E.T.A.P.A. se ha mantenido.

- Si bien el sistema no fue diseñado para la remoción de sustancias solubles al hexano, fósforo y metales pesados, se han obtenido importantes eficiencias en la reducción de estos parámetros, tal como se puede observar en los anexos respectivos.

EN LO RELACIONADO CON LOS LODOS PRODUCIDOS Y ALMACENADOS EN LA PTAR

- Los niveles registrados corresponden únicamente a lodo en estado compacto.
- Se ha determinado que los sectores de mayor acumulación de lodos en las lagunas aereadas, se encuentran fuera del área de influencia del chorro de oxígeno de cada uno de los aereadores, siendo éstas zonas:
 - Esquinas;
 - Después de la estructura de salida de las aguas residuales, y;
 - Alrededor de las estructuras de sujeción de los aereadores.

EVALUACIÓN DE LA CONTAMINACIÓN MICROBIOLÓGICA DEL RÍO BURGAY

Cecilia Palacios

Dra. en Bioquímica
Profesora de la Facultad de Ciencia y Tecnología

Cárdenas, C.; Carrasco S.; Granizo P.; Paucar V.
Estudiantes de la Escuela de Biología del Medio Ambiente

INTRODUCCIÓN

Dentro de la actividad educativa es importante encontrar su vínculo con el componente de investigación, es por ello que, desde hace algunos años, he venido trabajando con los estudiantes en pequeños estudios de caso, como parte del desarrollo de la cátedra de Microbiología, con la finalidad de que los alumnos encuentren la forma de aplicar los conocimientos que adquieren tanto en mi materia que imparto como los que han adquirido en otras y sobre todo para que aprendan a detectar problemas y encontrar soluciones.

Uno de esos trabajos consistió en realizar un monitoreo microbiológico a lo largo del río Burgay, durante los meses de abril, mayo y mediados de junio del presente año, con un grupo de estudiantes del cuarto ciclo de la Escuela de Biología, el mismo fue presentado en las Primeras Jornadas Internas de la Escuela de Biología del Medio Ambiente en el mes de junio de este mismo año y se hizo acreedor a la primera y única mención de honor otorgada por el jurado calificador.

Se consideró de gran importancia realizar la evaluación de la contaminación microbiológica del río Burgay, ya que las poblaciones marginales descargan sus aguas negras directamente en él, las mismas que luego son utilizadas para el riego de cultivos, lavado de vehículos y ropa; además se da contacto directo con personas que laboran en fábricas y minas.

Esta evaluación se realizó mediante la determinación cuantitativa de Coliformes totales y *Escherichia coli*, además del conteo de bacterias totales, estableciendo el aumento o disminución de contaminación microbiológica a lo largo de su cause; uno de los objetivos del trabajo fue sentar bases para futuros estudios y recomendaciones para el tratamiento del río Burgay.

Entre los problemas ambientales más serios en el Ecuador se destaca la utilización de los causes, estuarios y lagos como receptores de descargas de alcantarillados municipales, efluentes domésticos e industriales y desperdicios agrícolas sin tratamiento previo alguno (Da Ros, 1995).

El desarrollo de las zonas urbanas, así como de industrias y cultivos, han causado la modificación de las características normales de las aguas del río ya sea por agentes físicos, químicos y biológicos capaces de afectar al hombre y su entorno (Bent-Horta, et al. 1978).

La calidad del agua esta directamente relacionada con sus usos. La presencia de ciertos elementos en suspensión o disolución puede ser perjudicial para la salud humana en la medida que sobrepase ciertos límites permisibles (Da Ros, 1995), convirtiéndose en un medio de propagación rápida de enfermedades. La calidad bacteriológica del agua de los ríos debe cumplir con ciertas condiciones bacteriológicas (Aranda, 1971).

De acuerdo con el REGLAMENTO PARA LA PREVENCIÓN Y CONTROL DE LA CONTAMINACIÓN AMBIENTAL: AGUA; Acuerdo 2144.- R. O. N°. 204 de 5.VI.89; se cita:

Art. 20.- Los criterios de calidad admisibles para las aguas destinadas a consumo agrícola son los siguientes:

PARÁMETRO	EXPRESADO COMO	VALOR MÁXIMO PERMISIBLE
Bacterias Coliformes	Coliformes totales/100cc	1000

Art. 22.- los criterios de calidad para aguas destinadas a fines recreativos mediante contacto primario (no piscinas) son:

PARÁMETRO	EXPRESADO COMO	VALOR MÁXIMO PERMISIBLE
Bacterias Coliformes	Coliformes fecales/100cc	200
Bacterias Coliformes	Coliformes totales/100cc	1000

Art. 23.- Los criterios de calidad admisibles para aguas utilizadas con fines recreativos, mediante contacto secundario son:

PARÁMETRO	EXPRESADO COMO	VALOR MÁXIMO PERMISIBLE
Bacterias Coliformes	Coliformes totales/100cc	4000

Algunos de los contaminantes principales de las aguas son constituyentes inorgánicos, componentes orgánicos (plaguicidas, detergentes, fenoles y ácidos carboxílicos) y organismos vivos (virus, bacterias e invertebrados resistentes a la contaminación) (Fundación Natura-EDUNAT-III, 1991). Por el tipo de estudio realizado damos mayor énfasis a la contaminación del agua por microorganismos como son los Coliformes:

La familia bacteriana Enterobacteriaceae o comúnmente llamadas Coliformes, está formada de un número elevado de bacilos relacionados entre ellos, todos Gram-negativos, que no forman esporas, crecen en medios ordinarios y fermentan rápidamente glucosa. En esta familia se incluyen los siguientes géneros: Shigella, Escherichia, Salmonella, Arizona, Citrobacter, Edwardsiella, Klebsiella, Enterobacter, Hafnia, Serratia, Proteus, y Providence (Beeson, et al. 1978).

La *Escherichia coli* es un ejemplo de introducción de bacteria accidentalmente en aguas contaminadas, pero físicamente adaptadas para crecer en los hábitats acuáticos naturales

(Allsopp, et al. 1995). Los Coliformes fecales son indicadores de la contaminación de los cuerpos de agua por organismos patógenos (www.centrogeo.org, 2003)

ENFERMEDADES POR Coliformes

Cuando el agua ha sido contaminada por aguas negras, excretas humanas, etc. existirá siempre el peligro de que alguien la beba y contraiga una enfermedad. El agua se convierte en el vehículo de transmisión de una gran variedad de agentes causantes de enfermedades, y como es un elemento de consumo obligado de todo ser humano, las enfermedades propagadas por ella casi siempre afectan a grupos de individuos (Aranda, 1971).

La contaminación por bacterias aerobias Gram-negativas “Coliformes” puede provocar las siguientes enfermedades (Beeson, et al. 1978):

1. **Gastroenteritis:** Una proporción importante de casos de gastroenteritis que ocurren en recién nacidos parecen causadas por bacterias entéricas, sobre todo *E. coli*. Se han identificado 10 tipos serológicos de *E. coli* con capacidad de producirla (Beeson, et al. 1978).
2. **Bacteriemia en la cirrosis hepática:** En ocasiones los enfermos con cirrosis de hígado presentan una enfermedad febril aguda y se comprueba que tiene bacteriemia causada por un germen entérico, casi siempre *E. coli*. A veces estos pacientes presentan signos de peritonitis, pero casi siempre en ellos el acontecimiento viene en forma brusca e insospechada, sin señal de infección localizada en ninguna otra parte. La enfermedad es breve y cura espontáneamente, o responde a quimioterapia adecuada (Beeson, et al. 1978).
3. **Bacteriemia por gérmenes Gram-negativos:** La colecistitis aguda suele deberse a *E. coli* en la vesícula biliar (Beeson, et al. 1978).
4. **Shigelosis:** Causada por *Shigella spp* presenta como síntoma una simple diarrea que cura espontáneamente, gastroenteritis aguda o ausencia de síntomas. La diarrea bacilar posiblemente puede causar colitis crónica. Sin tratamiento la enfermedad dura unos pocos días, y luego cede (Beeson, et al. 1978).

METODOLOGÍA

AREA DE ESTUDIO

El río Burgay ubicado en la provincia del Cañar, tiene una longitud aproximada de 18Km; para el presente estudio fue dividido en seis estaciones de muestreo (Figura 1):

Estación	Localidad	Usos de las aguas
1	N a z ó n (300 habitantes aproximadamente)	Agrícola, lavado de automóviles, lavado de ropa; estético.
2	Biblián (7000 habitantes aproximadamente)	Agrícola; industria ganadera y lechera; estético; lavado de automóviles; lavado de ropa.
3	Carretera Biblián - Azogues	Industrial “fabrica de ladrillos” agrícola; lavado de ropa; estético.
4	Azogues (21.000 habitantes de acuerdo a CEPAR, 1993)	Industrial; agrícola; lavado de automóviles; estético, recreativo; lavadero de ropa.
5	Charasol (1500 habitantes aproximadamente)	Agrícola; pecuario; lavado de ropa
6	El Descanso (frente a la constructora Carvallo)	Agrícola; pecuario; industrial; minería; lavado de ropa

Se determinó la contaminación microbiológica a lo largo del río Burgay de acuerdo a las UFC/100cc (unidades formantes de colonias) de coliformes totales y a las UFC/100cc de *Escherichia coli*. Además se realizó un conteo de UFC/100cc de bacterias totales.

Para la realización de este estudio se tomaron seis puntos estratégicos de muestreo (estaciones), desde el nacimiento del río, hasta su unión con el río Cuenca. Las estaciones fueron determinadas de acuerdo a la ubicación de: centros poblados, zonas agrícolas, fábricas o industrias.

Las muestras fueron tomadas a favor de al corriente ni cerca de la orilla ni lejos (Aranda, 1971) en frascos plásticos esterilizados. Se toma el frasco por su base, se lo sumerge con la boca hacia abajo, se le hace girar 45° hasta colocarlo horizontalmente de modo que el cuello asome ligeramente y la boca quede frente a la corriente (Aranda, 1971)

Las muestras de agua fueron refrigeradas a 10° C con el fin de inhibir el crecimiento bacteriano y mantener su estado de latencia.

El método utilizado fue dilución en placa con los medios de cultivos: PCA (para recuento de bacterias totales) y Cromocult (para recuento de bacterias Coliformes).

El uso de la prueba de dilución en placa con Agar para “Coliformes Cromocult” presenta algunas ventajas como: detecta simultáneamente los Coliformes y *E. coli*; es más rápido que los métodos tradicionales pues se requiere de 24 horas para resultados positivos.

Las muestras de agua fueron diluidas, sembradas e incubadas por 24 horas a 37°C., luego de lo cual se establecieron los recuentos correspondientes. (Anexo 1).

Para cada estación se promediaron los datos de las 4 réplicas. (Anexo 2).

Los resultados obtenidos se dividieron de acuerdo a las estaciones de muestreo, colocándolos en tablas y de esta manera obtener la mediana. Estos resultados fueron comparados con los valores permisibles de Coliformes totales y Coliformes fecales de acuerdo con el Reglamento para el Control y Prevención de la Contaminación Ambiental. Finalmente se realizaron gráficas estadísticas de líneas para facilitar su interpretación.

RESULTADOS

El número de UFC/100cc de Coliformes totales, *Escherichia coli* y bacterias totales muestra ligeros aumentos en las estaciones 2 y 3; en la estación 4 se da un drástico aumento en su número para luego disminuir nuevamente en las estaciones 5 y 6 (Tabla 1, Figura 2 y 3).

Comparando los Coliformes totales y E. Coli por cada 100cc, con los valores permisibles para aguas de uso agrario y recreativo con contacto primario y secundario se determinó que superan en un alto porcentaje a dichos parámetros (Tabla 2, 3 y 4; Figura 4, 5 y 6)

Tabla 1. Medianas de Coliformes totales, E. coli y bacterias totales encontrados en el estudio a lo largo del río Burgay

	Bacterias totales	Coliformes	E. coli	Shigella, Yersinia u otras	Coliformes totales
Estación 1 (UFC/1cc)					
	8000	335	0	0	335
	27000	500	20	0	520
	60000	655	85	0	740
	120500	710	245	0	955
MEDIANA	43500	578	53	0	630
Estación 2 (UFC/1cc)					
	33500	765	0	0	765
	38500	2500	165	0	2665
	50000	8755	305	0	9060
	184500	8780	390	0	9170
MEDIANA	44250	5628	235	0	5863
Estación 3 (UFC/1cc)					
	64500	120	90	0	210
	252000	5000	420	5	5425
	383500	22495	690	100	23285
	701000	38700	860	150	39710
MEDIANA	317750	13748	555	53	14355
Estación 4 (UFC/1cc)					
	144000	13005	2185	0	15190
	155000	16835	4160	150	21145
	230000	47100	6300	900	54300
	865000	50500	7165	1250	58915
MEDIANA	192500	31968	5230	525	37723
Estación 5 (UFC/1cc)					
	56500	2610	335	0	2945
	49500	6105	450	10	6565
	221500	10745	2700	55	13500
	1437500	44600	3530	60	48190
MEDIANA	56500	6105	450	10	6565
Estación 6 (UFC/1cc)					
	43500	2600	360	0	2960
	99000	2815	1350	0	4165
	9300000	3305	1550	50	4905
	prueba no realizada	36615	2220	60	38895
MEDIANA	99000	3060	1450	25	4535

Tabla 2. Comparación entre los valores permisibles de las aguas para usos agrarios, con los valores obtenidos.

PARÁMETRO	EXPRESADO EN	VALORES PERMISIBLES	COLIFORMES EXISTENTES
ESTACIÓN 1			
Bacterias	Coliformes		
Coliformes	totales/100cc	1000	63000
ESTACIÓN 2			
Bacterias	Coliformes		
Coliformes	totales/100cc	1000	586250
ESTACIÓN 3			
Bacterias	Coliformes		
Coliformes	totales /100cc	1000	1435500
ESTACIÓN 4			
Bacterias	Coliformes		
Coliformes	totales /100cc	1000	3772250
ESTACIÓN 5			
Bacterias	Coliformes		
Coliformes	totales /100cc	1000	656500
ESTACIÓN 6			
Bacterias	Coliformes		
Coliformes	totales /100cc	1000	453500

Tabla 3. Comparación entre los valores permisibles de las aguas destinadas a fines recreativos por contacto primario (lavandería, minería, lagunas de recreación), con los valores obtenidos.

PARÁMETRO	EXPRESADO EN	VALORES PERMISIBLES	COLIFORMES EXISTENTES
ESTACIÓN 1			
Bacterias	Coliformes totales/100cc	1000	63000
Coliformes	Coliformes fecales/100cc	200	5300
ESTACIÓN 2			
Bacterias	Coliformes totales/100cc	1000	586250
Coliformes	Coliformes fecales	200	23500
ESTACIÓN 3			
Bacterias	Coliformes totales/100cc	1000	1435500
Coliformes	Coliformes fecales/100cc	200	55500
ESTACIÓN 4			
Bacterias	Coliformes totales/100cc	1000	3772250
Coliformes	Coliformes fecales/100cc	200	523000
ESTACIÓN 5			
Bacterias	Coliformes totales/100cc	1000	656500
Coliformes	Coliformes fecales/100cc	200	45000
ESTACIÓN 6			
Bacterias	Coliformes totales/100cc	1000	453500
Coliformes	Coliformes fecales/100cc	200	145000

Tabla 4. Comparación entre los valores permisibles de las aguas destinadas a fines recreativos por contacto secundario (estético), con los valores obtenidos.

PARÁMETRO	EXPRESADO EN	VALORES PERMISIBLES	COLIFORMES EXISTENTES
ESTACIÓN 1			
Bacterias Coliformes	Coliformes totales/100cc	4000	63000
ESTACIÓN 2			
Bacterias Coliformes	Coliformes totales/100cc	4000	586250
ESTACIÓN 3			
Bacterias Coliformes	Coliformes totales/100cc	4000	1435500
ESTACIÓN 4			
Bacterias Coliformes	Coliformes totales/100cc	4000	3772250
ESTACIÓN 5			
Bacterias Coliformes	Coliformes totales/100cc	4000	656500
ESTACIÓN 6			
Bacterias Coliformes	Coliformes totales/100cc	4000	453500

Figura 1. Estaciones de muestreo a lo largo del Río Burgay

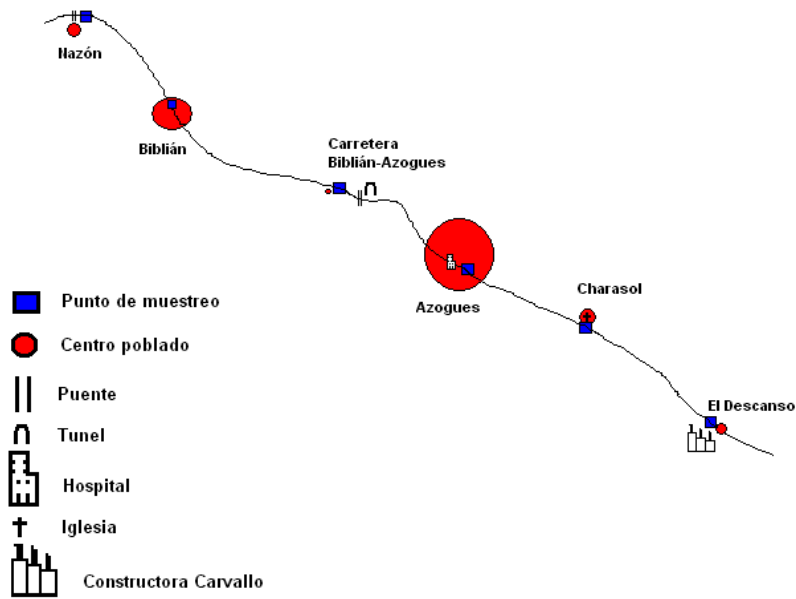


Figura 2. Niveles de contaminación microbiológica por *Escherichia coli* y Coliformes totales a lo largo del río Burgay.

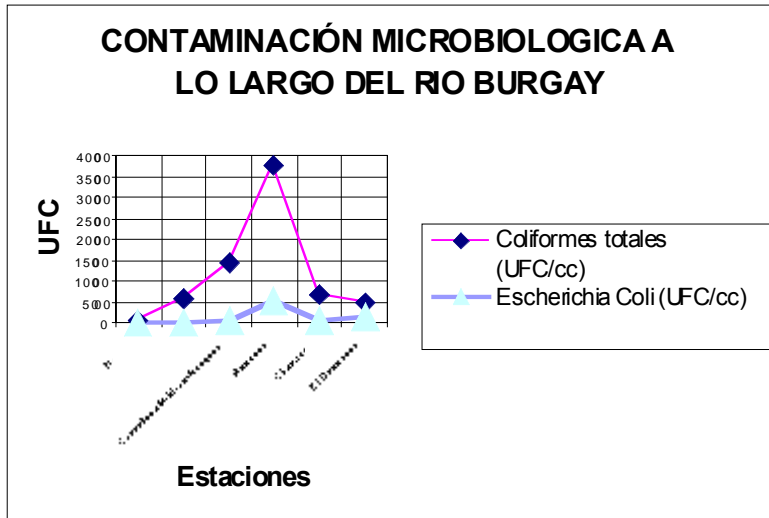


Figura 3. Niveles de contaminación microbiológica por bacterias totales a lo largo del Río Burgay

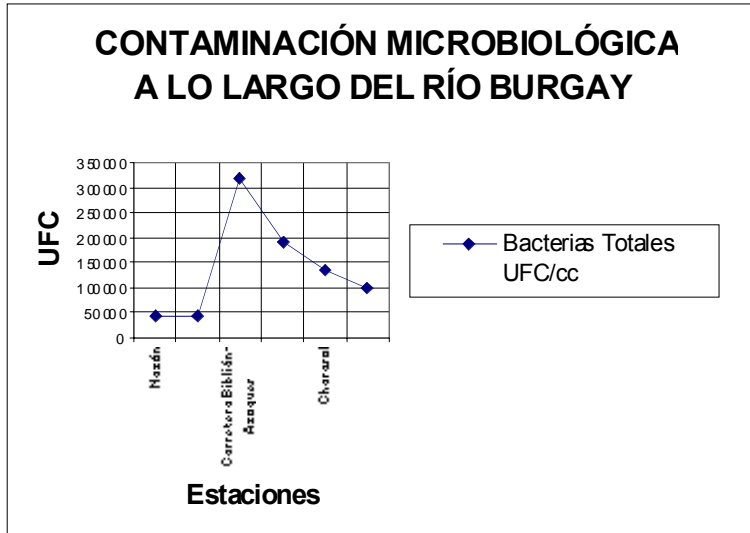


Figura 4. Comparación de los Niveles de contaminación microbiológica del agua para uso agrario.

COMPARACIÓN DE LOS NIVELES DE CONTAMINACIÓN MICROBIOLÓGICA DEL RÍO BURGAY CON LOS VALORES PERMISIBLES (USO AGRÍCOLA)

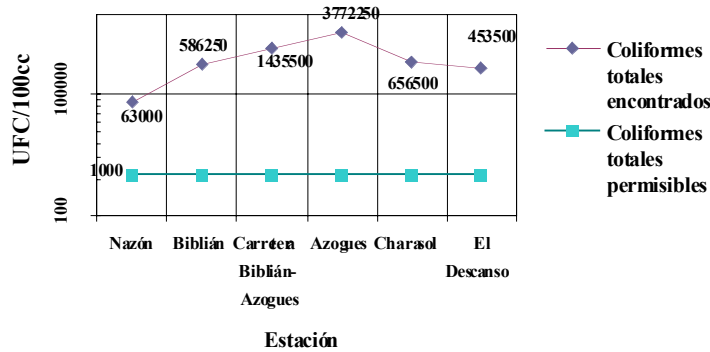


Figura 5. Comparación de los niveles de contaminación microbiológica del agua para uso recreativo (contacto primario)

COMPARACIÓN DE LA CONTAMINACIÓN MICROBIOLÓGICA DEL RÍO BURGAY CON LOS VALORES PERMISIBLES (USO RECREATIVO CONTACTO PRIMARIO)

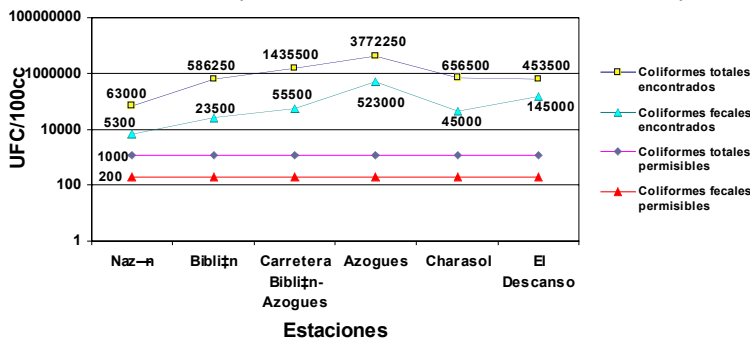
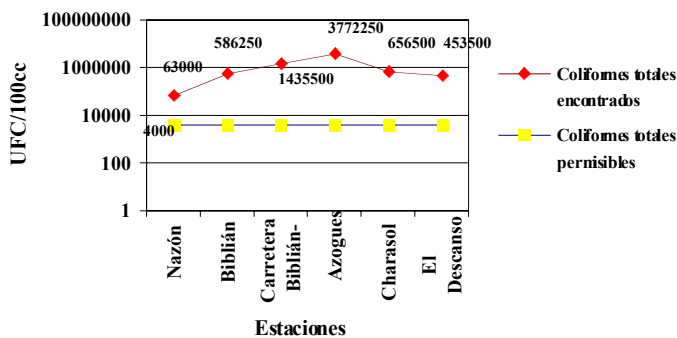


Figura 6. Comparación de los niveles de contaminación microbiológica para aguas de uso recreativo (contacto secundario)

COMPARACIÓN DE LA CONTAMINACIÓN MICROBIOLÓGICA DEL RÍO BURGAY CON LOS VALORES PERMISIBLES (USO RECREATIVO: CONTACTO SECUNDARIO)



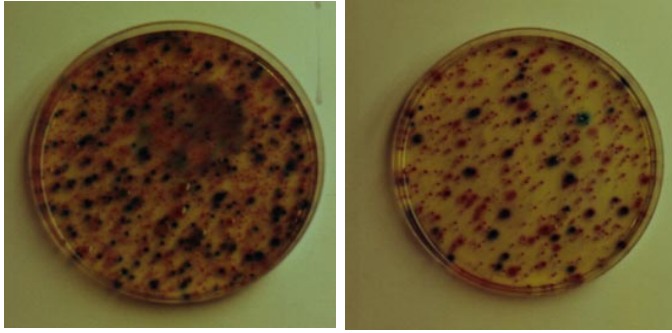


Figura 7. Bacterias Coliformes en la estación 4 “Azogues”

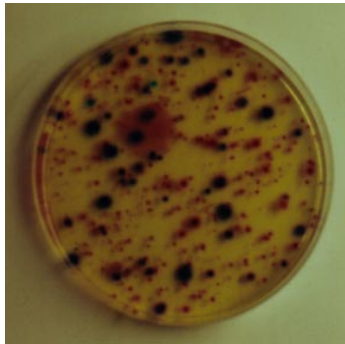


Figura 8. Bacterias Coliformes en la estación 5 “Charasol”

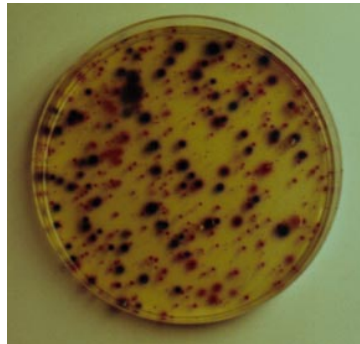


Figura 9. Bacterias Coliformes en la estación 6 “El Descanso”

CONCLUSIONES

En la estación 1 la cantidad de UFC de Coliformes, *E. Coli* sobrepasa los valores permitidos en aguas para usos agrarios y de contacto primario y secundario.

Sin embargo, la contaminación microbiológica existente en ésta zona es la mas baja; esto se debe a la mínima densidad poblacional, lo que implica menor descarga de aguas residuales en el río.

En las estaciones 2 y 3 se presenta un aumento en la contaminación microbiológica, lo que se debe principalmente a la mayor densidad poblacional existente en la ciudad de Biblián la cual descarga un volumen superior de aguas residuales, es necesario acotar la influencia de la intensa actividad y producción ganadera y lechera.

En la estación 4 se presenta un aumento drástico en la población bacteriana convirtiéndose en la estación más contaminada, estas cifras se deben al alto nivel del crecimiento demográfico de la urbe (Azogues) y las descargas de desechos biológicos del hospital.

En las estaciones 5 y 6 se define una drástica disminución en los niveles de contaminación microbiológica debido a la existencia de lavadoras de vehículo en la zona perimetral de Azogues, las mismas que descargan detergentes sintéticos y jabones cuyos componentes alteran la permeabilidad de la membrana bacteriana inhibiendo el desarrollo al permitir la salida de constituyentes celulares provocando así su muerte; otro de los factores que influyen es el uso de plaguicidas y herbicidas que contienen gran variedad de sustancias químicas altamente tóxicas -COP-, que afectan a los microorganismos.

Se determina que la contaminación del río Burgay supera en un alto porcentaje a los parámetros de contaminación permitidos en los ríos (de 1000 a 4000 Coliformes/100cc dependiendo de su uso); de acuerdo al REGLAMENTO PARA LA PREVENCIÓN Y CONTROL DE LA CONTAMINACIÓN AMBIENTAL: AGUA; lo cual pone en riesgo la salud y bienestar de la población, aumentando las probabilidades de adquirir enfermedades como: Gastroenteritis, Bacteriemia, Shigelosis, entre otras.

La contaminación del río no solo afecta a las poblaciones aledañas, sino al austro en general, debido a que los productos agrícolas comercializados procedentes de esta zona son regados con sus aguas, produciendo efectos preocupantes sobre la salud de los productores y consumidores. Las hortalizas y frutas que se cultivan en las zonas aledañas, son regadas con sus aguas provocando graves infecciones intestinales tanto en los productores que se hallan en contacto directo, como en los consumidores, debido a que tales productos se ingieren sin ningún tipo de cocción.

Lamentablemente no existen investigaciones específicas y sistemáticas sobre los contenidos de los contaminantes microbiológicos, tanto en alimentos, suelos y pastos. Tampoco estudios epidemiológicos sobre los efectos derivados de la ingestión de alimentos contaminados, a pesar de que las enfermedades infecciosas constituyen la primera causa de mortalidad en el país.

RECOMENDACIONES

POSIBLES ALTERNATIVAS PARA SOLUCIONAR LOS PROBLEMAS DE CONTAMINACIÓN MICROBIOLÓGICA DEL RÍO BURGAY

Debe tenerse muy en cuenta los usos de las aguas del río para encontrar métodos que permitan reducir de la contaminación a niveles dentro de los permisibles.

Es indispensable que los Municipios de Azogues y Biblián establezcan normas para el tratamiento de las aguas servidas tales como:

1. Exigir que las entidades de salud (hospitales, clínicas, etc.), camales, fábricas, etc. implementen plantas propias para el tratamiento de sus aguas servidas antes de la descarga hacia el río.
2. Controlar en los establecimientos dedicados al lavado y lubricación de vehículos la descarga de detergentes sintéticos, jabones y aceites al río.

3. Impartir talleres de concientización a la comunidad para la conservación de las aguas del Río Burgay.

ALTERNATIVAS PARA TRATAMIENTO DE AGUAS

1. Tratamiento del Agua en plantas de potabilización
2. Tratamiento doméstico del agua: en las comunidades rurales donde no existen plantas de tratamiento de agua los tres métodos generales más usados para la purificación doméstica del agua son la ebullición, la desinfección química, la filtración y ozono.
3. Tratamiento de aguas residuales en lagunas de oxidación.

ANEXO 1
EVALUACIÓN DE LA CONTAMINACIÓN MICROBIOLÓGICA DEL RIO BURGAY

ESTACIÓN	LUGAR	1ra. REPETICION (coliformes/cm3) "lluvia"							
		Bacterias totales (UFC)		Coliformes		E. Coli		Shigella o Yersinia	
		PCA -3	PCA-4	Cromocult -3	Cromocult -4	Cromocult -3	Cromocult -4	Cromocult -3	Cromocult -4
1	NAZÓN (lavanderías)	-	60000	1000	0	0	0	0	0
2	BIBLIÁN (colegio de agrónomos)	-	50000	5000	0	0	0	0	0
3	CARRETERA BIBLIAN-AZOGUES	217000	550000	40	200	80	100	0	0
4	AZOGUES (hospital)	128000	160000	15910	10100	-	7165	0	0
5	CHARASOL (detras de la iglesia)	33000	80000	4610	7600	470	200	0	0
6	DESCANSO (minas de arena)	27000	60000	1100	4100	320	400	0	0

ESTACIÓN	LUGAR	2da. REPETICION (coliformes/cm3) "rio casi seco"							
		Bacterias totales (UFC)		Coliformes		E. Coli		Shigella o Yersinia	
		PCA -3	PCA-4	Cromocult -1	Cromocult -2	Cromocult -1	Cromocult -2	Cromocult -1	Cromocult -2
1	NAZÓN (lavanderías)	31000	210000	510	800	70	100	0	0
2	BIBLIÁN (colegio de agrónomos)	39000	330000	10010	7500	280	500	0	0
3	CARRETERA BIBLIAN-AZOGUES	19000	110000	4400	5600	920	800	10	0
4	AZOGUES (hospital)	80000	230000	2770	30900	3620	4700	0	300
5	CHARASOL (detras de la iglesia)	43000	400000	5790	15700	2860	4200	20	100
6	DESCANSO (minas de arena)	28000	170000	2230	3400	1440	3000	20	100

ESTACIÓN	LUGAR	3ra. REPETICIÓN (coliformes/cm3) "luvia"							
		Bacterias totales (UFC)		Coliformes		E. Coli		Shigella o Yersinia	
		PCA -3	PCA-4	Cromocult -1	Cromocult -2	Cromocult -1	Cromocult -2	Cromocult -1	Cromocult -2
1	NAZÓN (lavanderías)	4000	50000	820	600	40	0	0	0
2	BIBLIÁN (colegio de agrónomos)	7000	60000	10360	7200	30	300	0	0
3	CARRETERA BIBLIAN-AZOGUES	94000	410000	14590	30400	540	300	0	300
4	AZOGUES (hospital)	300000	160000	-	47100	570	3800	2400	100
5	CHARASOL (detrás de la iglesia)	39000	60000	2420	2800	500	400	20	0
6	DESCANSO (minas de arena)	prueba no realizada		2810	3800	1500	1200	0	100

ESTACIÓN	LUGAR	4ta. REPETICIÓN (coliformes/cm3) "luvia"							
		Bacterias totales (UFC)		Coliformes		E. Coli		Shigella o Yersinia	
		PCA -3	PCA-4	Cromocult -1	Cromocult -2	Cromocult -1	Cromocult -2	Cromocult -1	Cromocult -2
1	NAZÓN (lavanderías)	6000	10000	270	400	90	400	0	0
2	BIBLIÁN (colegio de agrónomos)	27000	50000	630	900	310	300	0	0
3	CARRETERA BIBLIAN-AZOGUES	272000	1130000	-	38700	380	1000	0	200
4	AZOGUES (hospital)	330000	1400000	-	50500	-	6300	-	900
5	CHARASOL (detrás de la iglesia)	315000	2560000	-	44600	-	2700	-	100
6	DESCANSO (minas de arena)	4200000	1.4E+07	11530	61700	1000	2100	0	0
7	Agua corriente de Azoques	Prueba no realizada		0	0	0	0	0	0

ANEXO 2					
EVALUACIÓN DE LA CONTAMINACIÓN MICROBIOLÓGICA DEL RIO BURGAY					
ESTACIÓN	LUGAR	1ra. REPETICIÓN (Coliformes/cc) "lluvia"			
		Bacterias totales (UFC)	Coliformes	E. Coli	Shigella o Yersinia
1	NAZÓN (lavanderías)	60000	500	0	0
2	BIBLIÁN (colegio de agrónomos)	50000	2500	0	0
3	CARRETERA BIBLIAN-AZOGUES (fábrica de ladrillo)	383500	120	90	0
4	AZOGUES (hospital)	144000	13005	7165	0
5	CHARASOL (detras de la iglesia)	56500	6105	335	0
6	DESCANSO (minas de arena)	43500	2600	360	0

ESTACIÓN	LUGAR	2da. REPETICIÓN (Coliformes/cc) "río casi seco"			
		Bacterias totales (UFC)	Coliformes	E. Coli	Shigella o Yersinia
1	NAZÓN (lavanderías)	120500	655	85	0
2	BIBLIÁN (colegio de agrónomos)	184500	8755	390	0
3	CARRETERA BIBLIAN-AZOGUES (fábrica de ladrillo)	64500	5000	860	5
4	AZOGUES (hospital)	155000	16835	4160	150
5	CHARASOL (detras de la iglesia)	221500	10745	3530	60
6	DESCANSO (minas de arena)	99000	2815	2220	60

ESTACIÓN	LUGAR	3ra. REPETICIÓN (Coliformes/cc) "lluvia"			
		Bacterias totales (UFC)	Coliformes	E. Coli	Shigella o Yersinia
1	NAZÓN (lavanderías)	27000	710	20	0
2	BIBLIÁN (colegio de agrónomos)	33500	8780	165	0
3	CARRETERA BIBLIAN-AZOGUES (fábrica de ladrillo)	252000	22495	420	150
4	AZOGUES (hospital)	230000	47100	2185	1250
5	CHARASOL (detras de la iglesia)	49500	2610	450	10
6	DESCANSO (minas de arena)	prueba no realizada	3305	1350	50

ESTACIÓN	LUGAR	4ta. REPETICIÓN (coliformes/cc) "lluvia"			
		Bacterias totales (UFC)	Coliformes	E. Coli	Salmonella u otras
1	NAZÓN (lavanderías)	8000	335	245	0
2	BIBLIÁN (colegio de agrónomos)	38500	765	305	0
3	CARRETERA BIBLIAN-AZOGUES (fábrica de ladrillo)	701000	38700	690	100
4	AZOGUES (hospital)	865000	50500	6300	900
5	CHARASOL (detras la iglesia)	1437500	44600	2700	100
6	DESCANSO (minas de arena)	9300000	36615	1550	0
7	Agua corriente de la llave "Azogues"	prueba no realizada	0	0	0

BIBLIOGRAFÍA

Allsopp, D.; R. R. Colwell; D.L. Hawksworth (editores). 1995. Microbial Diversity and Ecosystem Function. CAB Internacional. Cambridge-Inglaterra. Pág. 189

Aranda, J. 1971. Epidemiología General. Tomo II. Universidad de los Andes. Mérida-Venezuela. Pág. 521-545

Beeson, P.; W. McDermott. 1978. Tratado de Medicina Interna de Cecil-Loeb. Tomo I. 14ta. Edición. Editora Importécnica S.A. Folch, A. (trad). Madrid-España. Pág. 337-341, 394-399, 430-438, 440-443

Centro de Estudios de Población y Paternidad Responsable (CEPAR). 1993. Perfil Socio Demográfico Provincial: Cañar. Créditos Editoriales para la Publicación. Quito – Ecuador. Pág. 6-7, 36

Comisión Nacional del Agua (CNA); Ecoingeniería S.A de C.V. 2003. Indicadores y parámetros de calidad del agua. Coliformes fecales. www.centrogeo.org

Da Ros, G. 1995. LA CONTAMINACIÓN DE LAS AGUAS EN EL ECUADOR: Una aproximación económica. Editorial Abya-Yala. Quito – Ecuador. Pág. 33, 1999.

Fondo Mundial para la Naturaleza (WWF). 1998. Contaminación: ¡Más vale prevenir que lamentar!. Gland – Suiza. Pág. 11-12

Fundación Natura-AID; EDUNAT-III; Ministerio de Educación y Cultura; Ministerio de Salud Pública; Instituto Ecuatoriano de Obras Sanitarias. 1991. Principales Ambientes de Salud Pública y saneamiento del Ecuador. Quito-Ecuador. Pág.11-14.

Ministerio de Salud Pública del Ecuador. 1992. DEFENSA DEL MEDIO AMBIENTE “Leyes y Reglamentos”. Quito – Ecuador. Pág. 17-31