

# Alteración del ciclo hidrológico en El Salvador: Tendencias y desafíos para la gestión territorial \*

Nelson Cuéllar y Roberto Duarte  
PRISMA

**El agua es un recurso finito y vulnerable. Los patrones de asentamientos humanos y los procesos de cambios en el uso del suelo, reforzados por el patrón de crecimiento económico, han alterado el funcionamiento del ciclo hidrológico, es decir, que las condiciones para la regulación de los flujos subterráneos y superficiales, provenientes de la abundante precipitación con que cuenta el país, han degradado severamente el recurso hídrico. Acciones correctivas son urgentes, pero enfrentan un déficit sustancial de conocimiento e información, para avanzar hacia la gestión del ciclo hidrológico, que es fundamental para la gestión del territorio.**

**Por ello, la gestión del territorio debe permitir avanzar simultáneamente hacia varios objetivos. Fundamentalmente, se trata de reducir los grandes desequilibrios territoriales, proteger y recuperar los recursos naturales, en un esquema que potencie intentos de gestión territorial que ya se están dando en diversas partes del territorio a partir de preocupaciones ambientales, sociales y económicas.**

\* Este artículo forma parte de una serie de publicaciones (PRISMA Nos. 42 al 45) en las que se abordan diversos temas relacionados con la gestión del agua en El Salvador. Un informe integrado también está disponible bajo el título *La Gestión del Agua en El Salvador: Desafíos y respuestas institucionales*. Estas publicaciones se basan en un trabajo preparado para el *Informe Sobre Desarrollo Humano Sostenible El Salvador 2001*, auspiciado por el Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo.

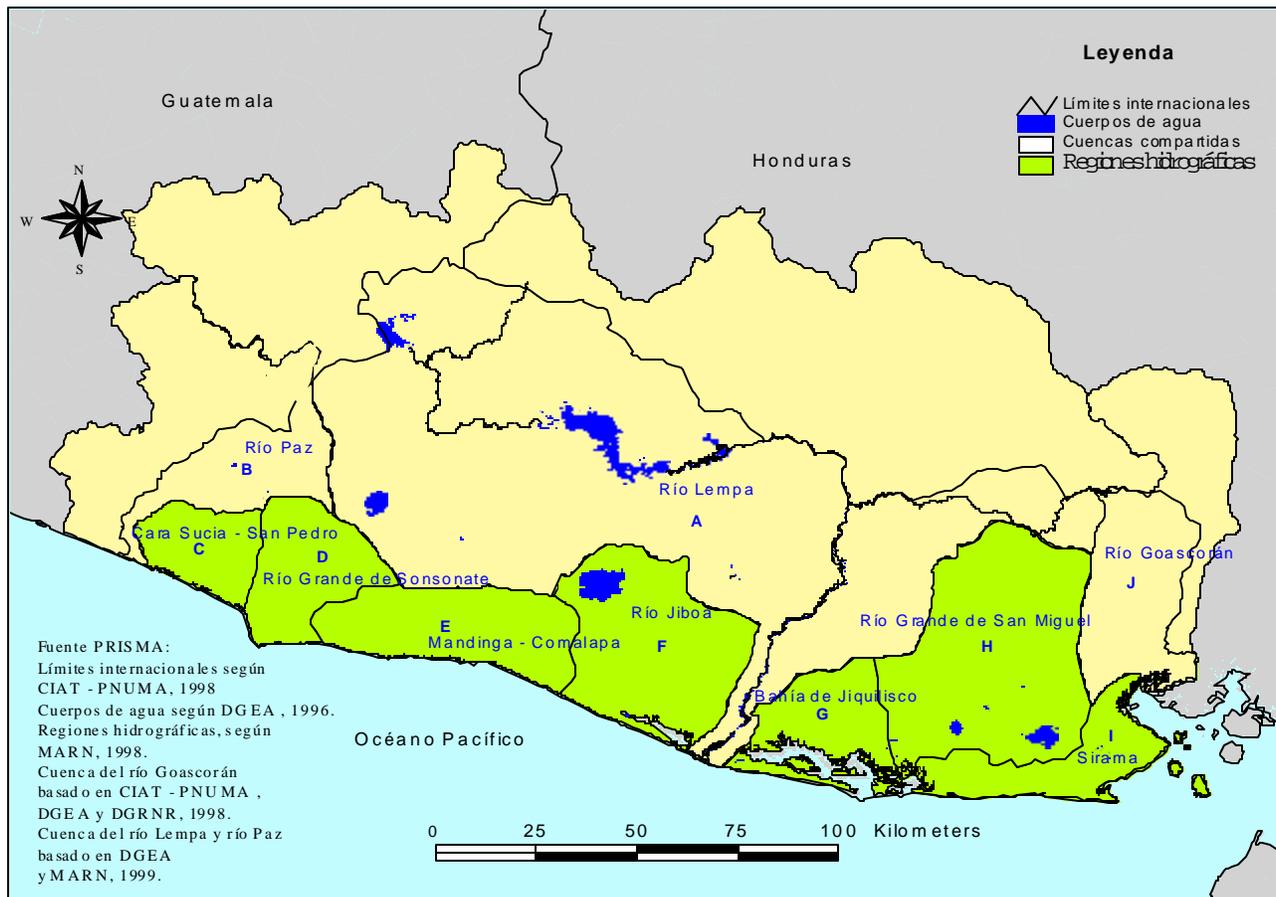
## Conocimiento básico de las aguas superficiales y subterráneas

En el marco del Proyecto Hidrometeorológico Centroamericano, ejecutado a inicios de los setenta, se estableció una regionalización del país, en la cual se delimitaron diez regiones hidrográficas (Mapa 1). Esas regiones se definieron como unidades geográficas básicas de planificación, a partir de las cuales se considerarían las características geofísicas, las actividades productivas y los objetivos sociales en las estrategias de desarrollo nacional (OEA, 1974; PLAMDARH, 1982).

De ese modo, el interés por avanzar en el desarrollo y aprovechamiento del recurso hídrico prometía formar parte de las principales orientaciones y políticas de desarrollo del país.

Hacia 1974, el país contaba con el 88% del territorio nacional sujeto a observación hidrológica a partir de estaciones de registro continuo de caudales en los principales ríos del país (OEA, 1974).

Mapa 1: Regiones Hidrográficas de El Salvador



Entre 1979 y 1982, la elaboración del Plan Maestro de Desarrollo y Aprovechamiento de los Recursos Hídricos (PLAMDARH) se basó en las 257 estaciones meteorológicas existentes para entonces.<sup>1</sup> Ello explica que los datos disponibles más completos a escala nacional sobre los recursos hídricos continúan siendo los arrojados en el marco de ese Plan Maestro. Posteriormente, la capacidad de monitoreo y actualización de la información hídrica básica

se debilitó sustancialmente, y no es hasta mediados de los noventa en que dicha capacidad ha comenzado a recuperarse parcialmente, rehabilitando varias estaciones.

Según los datos existentes a nivel nacional, con una precipitación media anual de 1,813 mm, se estimó entonces que en El Salvador se precipitaban casi 57 mil millones de m<sup>3</sup>/año. Debido a la evapotranspiración, del volumen precipitado por año, se estimó que unos 21 mil millones de m<sup>3</sup> eran potencialmente utilizables. Del volumen total, se consideró que dos tercios correspondían a la Cuenca del Río Lempa. La Tabla 1 presenta la distribución de la precipitación en las distintas regiones hidrográficas, así como el carácter estacional del flujo de los ríos que se encontró, según las series utilizadas por PLAMDARH.

<sup>1</sup> La red meteorológica incluía: 22 estaciones climatológicas principales, 19 climatológicas ordinarias, 17 pluviográficas, 184 pluviométricas, 6 climatológicas principales agrometeorológicas, 4 climatológicas principales internacionales, 3 climatológicas principales con observaciones sinópticas de altitud y aeronáutica, 1 climatológica principal para medición de contaminación atmosférica y 1 climatológica ordinaria con fines agrícolas. Adicionalmente, dado que las cuencas Lempa, Paz y Goascorán son compartidas, el PLAMDARH utilizó información de 16 estaciones de la red hondureña y 12 de la red guatemalteca.

**Tabla 1**  
**El Salvador: Disponibilidad anual de agua, por región hidrográfica y estacionalidad (1982)**  
 (Millones de metros cúbicos)

Región hidrográfica*	Superficie (km <sup>2</sup> )	Lluvia caída	Volumen en estación lluviosa	Volumen en estación seca	Potencial disponible
A: Río Lempa	10,255	33,317	12,891	2,002	14,893
B: Río Paz	929	3,051	771	212	983
C: Ríos Cara Sucia-San Pedro	659	1,280	310	45	355
D: Río Grande de Sonsonate	875	1,735	529	112	641
E: Ríos Mandinga-Comalapa	1,146	2,165	643	93	736
F: Río Jiboa	1,717	3,018	130	39	169
G: Bahía de Jiquilisco	704	1,325	260	41	301
H: Río Grande de San Miguel	2,250	3,741	420	95	515
I: Río Sirama	804	1,384	1,021	229	1,250
J: Río Goascorán	1,315	5,662	824	58	882
<b>Totales</b>	<b>20,654</b>	<b>56,678</b>	<b>17,799</b>	<b>2,926</b>	<b>20,725</b>

\* Regiones hidrográficas según MARN (2000)

Fuente: Elaborado en base a PLAMDARH (1982), Michaels y otros (1998)

## Aguas superficiales

Los ríos y los lagos constituyen la mayor fuente de agua superficial en el país, la cual sufre el efecto estacional, es decir que hay un aumento sustancial de los caudales en época de invierno, que se ve fuertemente reducida durante la estación seca. El drenaje superficial de El Salvador lo constituyen cuatro grandes ríos y seis áreas costeras que drenan hacia la planicie costera del pacífico, las cuales concuerdan con las diez regiones hidrográficas anteriormente establecidas. Los cuatro grandes ríos son el Lempa, el río Grande de San Miguel, el río Goascorán y el río Paz.

Las seis áreas costeras de drenaje son: el área comprendida entre el río San Francisco y el río Copinula en el departamento de Ahuachapán; el área entre el río Sensunapán y el río Banderas en el departamento de Sonsonate; el área entre el río Pululuya y el río Comalapa en los departamentos de La Libertad y La Paz; el área entre el río Jiboa y el río El Molino en los departamentos de la Paz y San Vicente; el área entre el río Jalponga y el río Terrero en el departamento de Usulután; y el

área situada entre el río Grande de San Miguel y el río Sirama en los departamentos de San Miguel y La Unión.

La cuenca del río Lempa es la más grande e importante de El Salvador, cubriendo aproximadamente unos 18,246 km<sup>2</sup>, de los cuales 5,696 corresponden a Honduras, 2,295 a Guatemala y 10,255 a El Salvador. Este río representa casi el 64% de la escorrentía superficial total del país, seguida por el río Grande de San Miguel y río Goascorán con una participación del 6.54% y 6.25 % respectivamente. Además, el río Lempa tiene un gran potencial hidroeléctrico, ya que el 68% de las fuentes de agua superficial fluyen al sistema hidrológico de dicho río. A lo largo de su cauce existen tres embalses para la generación de energía hidroeléctrica: Cerrón Grande (135 km<sup>2</sup> de superficie), 5 de Noviembre (20 km<sup>2</sup>) y 15 de Septiembre (35 km<sup>2</sup>).

La descarga de dichos embalses controlan el caudal del río, teniendo un promedio de 153 m<sup>3</sup>/s en el Cerrón Grande, 197 m<sup>3</sup>/s en la Presa 5 de Noviembre, 329 m<sup>3</sup>/s en la confluencia con el río Torola y 362 m<sup>3</sup>/s en el pa-

so por el puente Cuscatlán, sobre la carretera panamericana (U.S. Army Engineer District, 1995). La importancia del río Lempa refleja la necesidad de poner atención a la regulación de su flujo, ya que constituye una fuente para diversos usos (consumo humano, riego e hidroelectricidad).

La constante degradación en las principales subcuencas que componen la cuenca del río Lempa, tales como de los ríos Sucio, Suquiapa y Acelhuate, impone fuertes desafíos para el país, ya que en general no existen esfuerzos generalizados por evitar su degradación.

### **Aguas subterráneas**

La naturaleza y composición de los distintos materiales geológicos determinan la capacidad de infiltración del agua y las principales zonas de recarga del país. Las distintas formaciones acuíferas pueden asociarse a las tres zonas estructurales importantes: las sierras del Norte, la Fosa Central y la planicie costera del Pacífico (Ver Mapa 2).

Las principales fuentes del agua subterránea en El Salvador corresponden a acuíferos en estratos geológicos recientes (cuaternarios), constituidos por materiales volcánicos (corrientes de lavas y piroclastos) y depósitos aluviales no consolidados.<sup>2</sup> Generalmente, las zonas de recarga de los acuíferos se encuen-

tran en los centros de erupción volcánica de San Salvador, Santa Ana, San Miguel, San Vicente y Conchagua, así como en zonas de depósitos aluviales ubicadas en los márgenes del Río Lempa y en las zonas costeras de los departamentos de La Paz, Usulután, Ahuachapán, Sonsonate y la Unión. También existen acuíferos cercanos a los lagos de Coatepeque e Ilopango.

Existen algunos esfuerzos por determinar la delimitación geográfica (extensión) y caracterización de ciertos acuíferos y un conjunto importante de estudios puntuales en diversas zonas del país (Ver Mapa 3), pero todavía se carece de estudios suficientemente detallados que permitan obtener información más precisa sobre la disponibilidad de agua subterránea en el país.

En términos muy generales, se ha estimado que la recarga por precipitación es de unos 2,000 millones de m<sup>3</sup>/año.<sup>3</sup> Sin embargo, son necesarios estudios hidrogeológicos para llegar a determinar con mayor precisión esa cantidad, además de determinar la influencia que tienen los flujos de retorno de la escorrentía superficial en la recarga total.

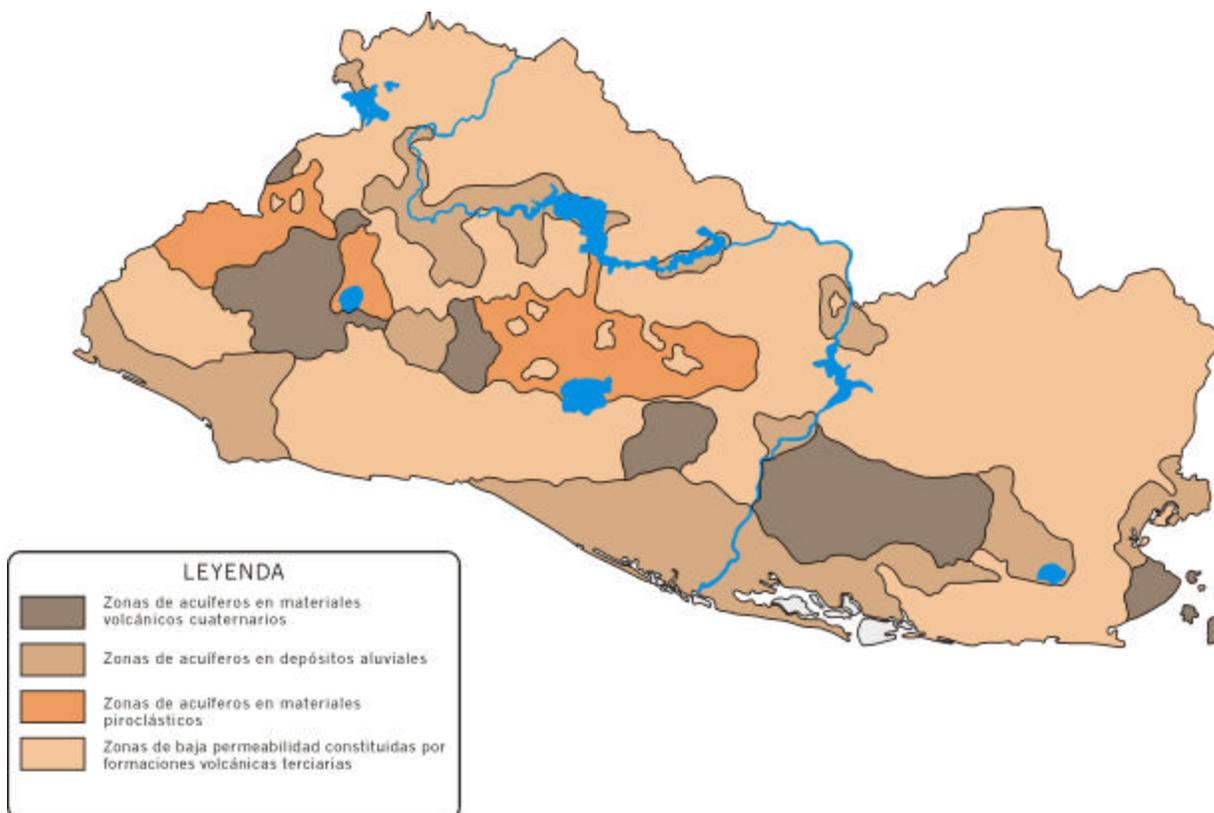
El esfuerzo más relevante en tal sentido busca elaborar un mapa hidrogeológico de El Salvador. Aunque este proceso -auspiciado por la cooperación Suiza (COSUDE) y coordinado por el Departamento de Hidrogeología de ANDA- recién inicia, resulta importante porque busca identificar en todo el país las distintas unidades hidrogeológicas y la determinación de los comportamientos de los flujos de agua subterránea.<sup>4</sup>

<sup>2</sup> Los acuíferos de mayor producción de agua, se encuentran en la Formación San Salvador, la cual pertenece a los periodos *Pleistoceno Superior* y *Holoceno*. La Formación San Salvador está constituida por materiales corrientes de lava fracturada y por depósitos aluviales con ciertas intercalaciones de materiales piroclásticos. Los acuíferos de mediana productividad corresponden a la Formación Cuscatlán, la cual pertenece al período *Pleistoceno Inferior* y consiste básicamente en sedimentos fluvio-lacustres y en productos efusivos básicos, tales como corrientes de lava, aglomerados, tobas fundidas, escorias y cenizas volcánicas. El basamento de los acuíferos del país lo constituyen los materiales consolidados e impermeables de la Formación Bálsamo, la cual pertenece al período *Plioceno*.

<sup>3</sup> Sorto (1989); Michaels y otros (1995) y Duarte (1998).

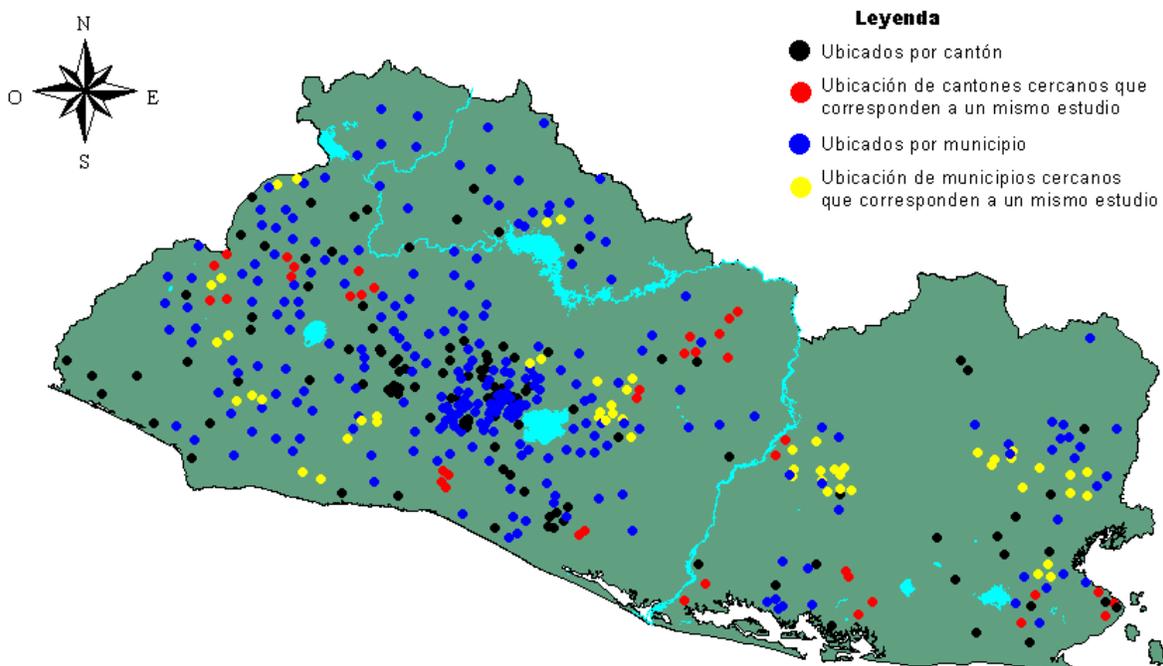
<sup>4</sup> Hasta el momento se ha comenzado con la sistematización de los diversos estudios hidrogeológicos parciales realizados hasta la fecha. La mayor parte de la información se concentra en la zona suroccidental del país, donde se localizan las principales zonas urbanas e industriales.

**Mapa 2: Principales zonas de acuíferos en El Salvador**



Nota: Leyenda modificada considerando localización de acuíferos y principales materiales geológicos  
 Fuente: Basado en OEA (1974)

**Mapa 3: Estudios hidrogeológicos realizados y recopilados por ANDA a nivel nacional**



Fuente PRISMA  
 Límite nacional y cuerpos de agua según DGEA, 1996  
 Estudios hidrogeológicos según ANDA, 1975-2000

Ello permitirá avanzar hacia el conocimiento y manejo del recurso hídrico subterráneo con que cuenta el país y será clave también para la determinación del nuevo balance hídrico.

### **Alteración del ciclo hidrológico y sobreexplotación de acuíferos**

La precipitación pluvial se considera la principal fuente de agua con que cuenta el país. Por ello, el mantenimiento de las condiciones que garanticen su regulación y aprovechamiento es fundamental, especialmente frente a la creciente demanda de agua para consumo doméstico, riego, producción industrial o generación hidroeléctrica.

En las condiciones de regulación del agua superficial y en la recarga hacia los principales acuíferos incide la manera como se utiliza el territorio, apreciándose en general impactos persistentes y acumulativos de degradación, que aumentan la vulnerabilidad en las cuencas hidrográficas.

Los impactos de la mala gestión de la tierra, las inadecuadas prácticas agrícolas, el pastoreo excesivo, conjugado con la deforestación, la ubicación de los centros urbanos y los problemas de contaminación, se manifiestan en las partes bajas de las cuencas complicando las condiciones de fragilidad, vulnerabilidad social y ambiental de las zonas costeras (USAID, 1999).

La mayor parte de la población salvadoreña está concentrándose en la Región Metropoli-

tana de San Salvador y en ciudades como San Miguel, Sonsonate y Santa Ana.

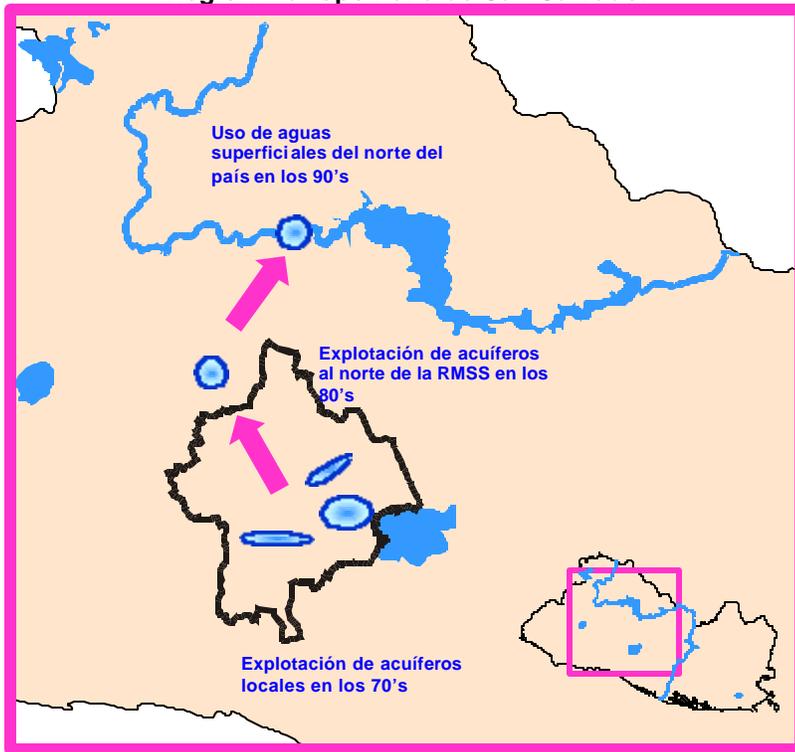
Como resultado de ello, aumenta la demanda de agua, a la vez que disminuye la disponibilidad local del recurso, por el impacto mismo de la urbanización que conlleva deforestación, reducción de recarga acuífera (las principales zonas urbanas están asentadas sobre importantes áreas de acuíferos) y contaminación. Esta dinámica es particularmente evidente en caso de la Región Metropolitana de San Salvador.

Como muestra el Mapa 4, las escasas zonas boscosas y las áreas cafetaleras cercanas a San Salvador enfrentan procesos de deforestación, impulsados por la conjugación del patrón de asentamiento de la población, el patrón de crecimiento de la economía (que está transformando el uso actual del suelo agrícola), y por la persistencia de la pobreza rural que refuerza la tendencia migratoria interna.

Con esta dinámica, San Salvador depende cada vez más de la disponibilidad de agua de otras regiones, incluso de aquellas de flujo superficial, tal como ocurre con el proyecto Río Lempa, ubicado en el departamento de Chalatenango, del cual extrae un tercio del agua que abastece al AMSS (Figura 1).

El acuífero de San Salvador tiene una extracción constante de agua y existen evidencias de una reducción sistemática de las zonas de recarga del acuífero, especialmente provocadas por el descontrolado crecimiento urbano en las laderas del sector este del Volcán de San Salvador.

**Figura 1: Expansión de proyectos de agua para la Región Metropolitana de San Salvador**



Estudios como el PLAMDARH de 1982 y Coto Salamanca en 1994, estimaron un descenso sistemático del nivel freático del acuífero (calculado en aproximadamente 1 m/año), indicando que de seguir con la extracción usual y el deterioro de las zonas de recarga, en poco tiempo se estaría utilizando agua del volumen del almacenamiento del acuífero, cuya disminución tiene efectos irreversibles, ya que la desecación de los poros tiene como posterior consecuencia la compactación de los mismos. También se advertía que el descenso del nivel freático puede cambiar el gradiente hidráulico respecto al río Acelhuate y este podría aportar agua contaminada hacia el acuífero, lo cual traería consecuencias severas.

**Mapa 4  
Tendencias territoriales en la Región Metropolitana de San Salvador**



Fuente: SIG-PRISMA basado en AID, BID y DGEA.  
Digitalizado por McGill University, BID y DGEA.

Otro caso donde una excesiva extracción ocasionaría problemas es en el acuífero de Guluchapa (al oeste del Lago de Ilopango), donde existe un campo de pozos que abastece los municipios de Ilopango, Santo Tomás, Santiago Texacuangos y San Marcos. La extracción promedio de 300 litros por segundo, corresponde con el rendimiento seguro del acuífero (Duarte, 1998), pero más allá de esa extracción pueden darse problemas serios de inducción de agua del Lago de Ilopango hacia el acuífero, lo que modificaría la calidad del

agua subterránea de la zona, ya que el agua del lago presenta altas concentraciones de arsénico y boro, sustancias no aptas para el consumo humano (Recuadro 1).

En contraste con las tendencias anteriores, recientemente se ha encontrado que en varias zonas del territorio se están experimentando procesos importantes, aunque insuficientes, de regeneración natural de cobertura vegetal (Ver mapa 5).

### Recuadro 1: Estudio hidrogeológico del acuífero de Guluchapa

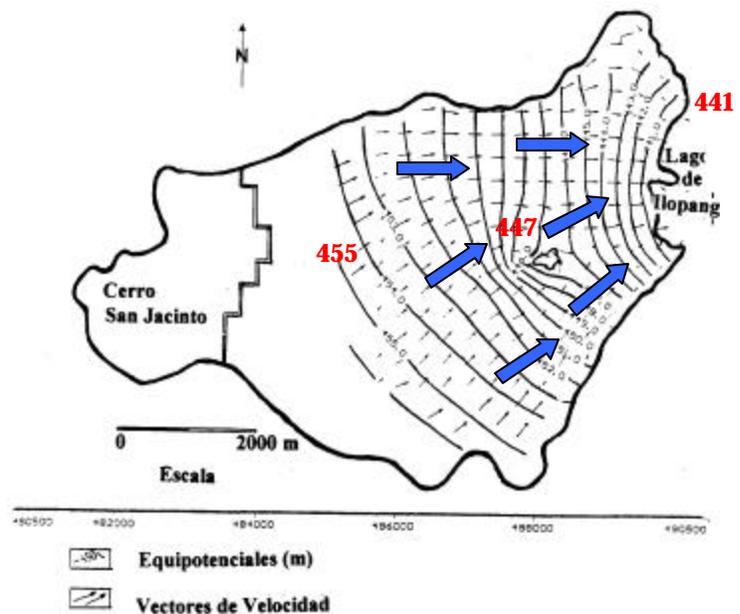
El acuífero de Guluchapa se encuentra dentro de la cuenca del río del mismo nombre, a 12 km al este de San Salvador. Su extensión es de unos 25 km<sup>2</sup>. El acuífero es de tipo semiconfinado, presentando valores de coeficiente de almacenamiento entre  $10^{-3}$  a  $10^{-4}$  y valores de transmisividad que oscilan entre 1,000 a 1,900 m<sup>2</sup>/día. El efecto de semiconfinamiento es producido por una capa de material fino y compacto (toba lítica), cuyo espesor es de aproximadamente 15 m.

El estudio determinó el comportamiento del sistema de flujo del agua subterránea, tanto en su condición natural como en la condición de bombeo. Se encontró que el sistema de flujo del agua subterránea se orienta de oeste a este, teniendo como zonas de descarga el Lago de Ilopango por medio de flujo subterráneo, y los ríos a través de flujo base. También se encontró que existen dos tipos de recarga al acuífero: la recarga por precipitación que se infiltra, calculada en 20,500 m<sup>3</sup>/día; y la recarga por percolación vertical de los ríos, por la existencia de conexión hidráulica río-acuífero, determinada en 6,000 m<sup>3</sup>/día.

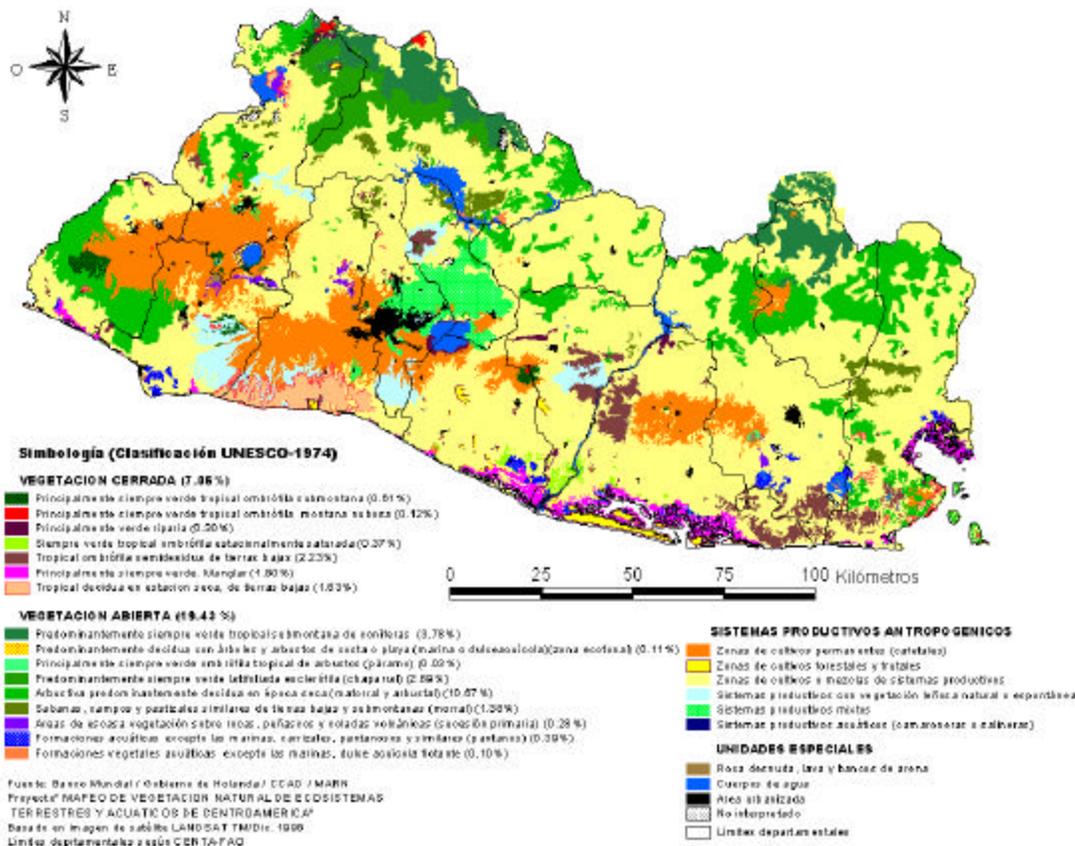
El flujo subterráneo disponible del acuífero se determinó en 22,300 m<sup>3</sup>/día. Si la extracción de agua supera este caudal, se puede producir la inducción de agua del Lago de Ilopango hacia el acuífero, con repercusiones serias para la calidad del agua subterránea, por las altas concentraciones de arsénico y boro que presenta el agua del lago. El aumento de la explotación del agua del acuífero también puede causar un cambio en el gradiente hidráulico entre el nivel de los ríos de la zona y el acuífero, produciendo que los ríos recarguen directamente a éste último, teniendo como problema principal la contaminación del agua subterránea debido a que uno de los ríos de la zona sirve como receptor de una serie de vertidos provenientes de la zona industrial aledaña.

Los análisis químicos realizados en muestras de agua subterránea y superficial, reflejan que son de un mismo tipo, bicarbonatas cálcico-magnésicas, las cuales corresponden a aguas jóvenes y con poca evolución química, como consecuencia de la pequeña extensión de la cuenca (31.78 km<sup>2</sup>), lo cual se traduce en un corto tiempo de residencia, y por lo tanto susceptible a una rápida contaminación.

Fuente: Duarte (1998).



Mapa 5: El Salvador: Mapa de vegetación de ecosistemas terrestres y acuáticos (2000)



Los efectos positivos de la vegetación en la regulación de flujos superficiales de agua y los procesos de infiltración, podrían contribuir al aumento de la recarga a los acuíferos y aumentar el tiempo de permanencia de flujos superficiales de agua en época de lluvia.

Sin embargo, es necesario conocer los principales factores que explican esos procesos de regeneración natural y los esquemas de gestión que pueden garantizar el manejo y mantenimiento a largo plazo de esa regeneración natural, sobre todo, porque representan una oportunidad para avanzar hacia la sostenibilidad de una serie de servicios ambientales, principalmente, los vinculados al agua y que son críticos para el desarrollo del país.

### Manejo de cuencas, acciones locales y gestión del territorio

Para garantizar la disponibilidad de agua es fundamental avanzar hacia esquemas de uso del suelo, que mejoren sustancialmente la regulación de las aguas superficiales y la recarga acuífera.

Es por ello que resultan relevantes las acciones e iniciativas en distintos niveles, que van desde procesos territoriales locales para el manejo de laderas y microcuencas, pasando por las propuestas de planes maestros para el manejo de cuencas, hasta un renovado interés por formular una política nacional de ordenamiento territorial.

Las propuestas y planes maestros para el manejo de cuencas recobraron un impulso im-

portante después del Huracán Mitch, sobre todo en los casos de los ríos Grande de San Miguel, Paz, Jiboa y la parte trinacional de la

zona alta de la cuenca del Río Lempa (Ver tabla 2).

**Tabla 2:**  
**Proyectos propuestos para el manejo de cuencas nacionales y compartidas**

Nombre del proyecto	Zona de influencia	Componentes	Resultados Esperados
Plan Maestro Desarrollo Agrícola Integrado de la Cuenca del Río Jiboa en la República de El Salvador (1997)	Cuenca del Río Jiboa. Extensión: 606.59 km <sup>2</sup>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Plan de Manejo de Cuenca</li> <li>• Plan de Desarrollo Agrícola</li> <li>• Plan de Mejoramiento de Organizaciones Campesinas y de Servicio de Apoyo</li> </ul>	Desarrollo de una agricultura capaz de abastecer de alimentos al AMSS, elevando la productividad agrícola de la zona, y mejorando la calidad de vida de los habitantes, el medio ambiente social y el uso racional de los recursos naturales.
Control Integral de Crecida en el Río Grande San Miguel en la República de El Salvador (1998)	Cuenca del Río Grande de San Miguel en la Región Oriental (2,247 km <sup>2</sup> )	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mejoramiento del río desde la desembocadura hasta el Puente Urbina</li> <li>• Almacenamiento de aguas de inundación en Laguna de Olo-mega.</li> <li>• Manejo de planicies en áreas inundables, incluyendo regulación de uso del suelo, prevención de inundaciones, pronóstico / advertencia de inundaciones y educación a residentes.</li> <li>• Manejo de Cuencas incluyendo control de sedimentación y es-correntía de tormentas</li> </ul>	<p>Reducción del daño por inundación y el impulso del desarrollo de la región.</p> <p>Además, lograr un manejo de las planicies inundables, lo cual incluye la regulación del uso de suelos, sistema de pronóstico/advertencia de inundaciones y educar a los residentes de las áreas propensas a inundaciones.</p>
Control de Inundaciones en el Río Paz (1997)	Cuenca del Río Paz  Area total de la cuenca: 2,590 km <sup>2</sup> . Area que corresponde a El Salvador: 854.7 km <sup>2</sup>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Programa Producción Agropecuaria.</li> <li>• Programa Administración Agrícola.</li> <li>• Programa Mejoramiento de Técnicas Productivas</li> <li>• Programa Mejoramiento de Entorno Ambiental.</li> <li>• Programa Mejoramiento de Infraestructura de Riego y Drenaje.</li> </ul>	Incremento de la productividad mediante la implementación de técnicas agrícolas y el incremento del nivel técnico de la administración agrícola, además de la reducción de las pérdidas derivadas de las inundaciones en la ribera oriental del Río Paz por medio de su control y el fomento de la productividad agropecuaria.
Programa Trinacional de Desarrollo Sostenible de la Cuenca Alta del Río Lempa (2000)	Región compartida por El Salvador, Honduras y Guatemala (3,358 Km <sup>2</sup> )	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Manejo de recursos naturales</li> <li>• Vulnerabilidad y prevención de desastres naturales</li> <li>• Apoyo a la integración regional</li> </ul>	Promoción del desarrollo económico y social de población asentada en la cuenca alta del Lempa, mediante el manejo y aprovechamiento sostenible de los recursos naturales.
Solución Integral para el Manejo Sostenible del Bajo Lempa (Perfil de Proyecto Innovador, 2001)	Zona del bajo Lempa entre Carretera Litoral y Océano Pacífico (868 km <sup>2</sup> )	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Manejo y uso de la tierra y recursos naturales</li> <li>• Prevención y control de inundaciones</li> <li>• Desarrollo de capacidades para el manejo de riesgos</li> </ul>	Implantar una solución integrada para reducir la vulnerabilidad y la pobreza de los habitantes del bajo río Lempa, promoviendo medios de sustento adaptables y previniendo los daños por inundaciones.

Fuente: Elaborado con base en documentos de proyectos.

Las orientaciones más recientes de la estrategia del Ministerio de Agricultura para el sector agropecuario también han tratado de reincorporar la necesidad de avanzar hacia la ordenación de cuencas hidrográficas (CEDEX, 2000). Las acciones y propuestas mencionadas denotan un reconocimiento importante de la vinculación entre procesos productivos y de manejo de recursos naturales, sobre todo agua y suelo. Además de los avances en la integración de objetivos diversos (como los productivos y de conservación), existe un reconocimiento importante de abarcar territorios más amplios que tienden a reconocer la cuenca como unidad de gestión.<sup>5</sup>

En contraste con las propuestas macro para el ordenamiento de cuencas, existen acciones territoriales locales (sobre todo a nivel de subcuencas y microcuencas), que desde la lógica de la producción agropecuaria, tienden a incorporar objetivos de regulación del agua y conservación de suelos, como objetivos estratégicos en los procesos de adopción tecnológica, sean estos de agricultura sostenible o de agroforestería, entre otros.

Proyectos como PAES y CENTA-FAO/Laderas, tienen un ámbito geográfico de ejecución muy específico y pretenden extenderse a otros territorios del país, bajo la óptica de una acumulación y seguimiento institucional que involucra entidades del gobierno, productores agrícolas y comunidades.

Un elemento importante es la tendencia de pasar del uso de incentivos al reconocimiento

y valoración de la producción de servicios ambientales, mediante agricultura sostenible u otras opciones tecnológicas (Tabla 3). Así, PAES sistematiza información socio-económica como insumo a una eventual propuesta de pago por servicios ambientales; IICA-LADERAS incluye entre los resultados, una mayor valoración de los servicios ambientales provenientes de las laderas; PASO-LAC incluye el tema pago por servicios ambientales entre los resultados de su tercera fase; en tanto que en el Plan de Departamental de Manejo Ambiental del Departamento de Chalatenango (PADEMA), incluye una propuesta de pago por servicios ambientales.

La propuesta PADEMA fue retomada en la construcción del Plan de Nación, impulsado por la Comisión Nacional de Desarrollo. Las Acciones Iniciales del Plan de Nación, identificaron a Chalatenango como zona productora de servicios ambientales vinculados con el recurso hídrico. La protección de este recurso está también presente en la propuesta para la gestión del Golfo de Fonseca y de la zona oriental con el manejo en zonas de laderas al norte de La Unión y Morazán; y en el enfoque de ecoturismo en la zona de los volcanes del occidente del país (Comisión Nacional de Desarrollo, 1999 y 2000).

En conjunto, estos proyectos han intentado visibilizar los servicios ambientales a nivel local, y plantean la necesidad de arreglos institucionales para la gestión local de recursos naturales, incluyendo los recursos hídricos. Las acciones a nivel de subcuencas y microcuencas, revelan dinámicas importantes de desarrollo organizativo, que enfatizan arreglos y formas asociativas locales. Sin embargo, estos procesos organizativos también están apuntando la necesidad de contar con entornos y arreglos institucionales más allá de los ámbitos de influencia de los proyectos.

---

<sup>5</sup> Aunque los planes de manejo de cuencas representan un intento importante por avanzar hacia una gestión más integral del territorio, por lo general parten de diagnósticos biofísicos y sociales separados, sin abordar suficientemente la dinámica de relaciones que explique el funcionamiento en la cuenca como un sistema integrado, en donde los actores sociales construyen relaciones dentro y fuera de la cuenca, y a partir de su forma de uso y acceso a los recursos van definiendo sus vinculaciones con un territorio determinado.

Tabla 3: Proyectos que incorporan el reconocimiento de servicios ambientales en laderas

Nombre de proyecto, período de ejecución y fuente de financiamiento	Zona de influencia	Componentes	Incentivos empleados	Resultados
Agricultura Sostenible en Zonas de Laderas (CENTA-FAO-LADERAS) Fase I: 1994-1999 Fase II: 1999- Gobierno de los Países Bajos, a través de FAO. Co-ejecutado por CENTA	11 microcuencas en los departamentos de Cabañas, norte de Usulután y Morazán, para la segunda fase, incluye 30 microcuencas más	Prácticas de uso y manejo de la tierra; diversificación agrícola; fortalecimiento y organización de técnicos y productores	Financiamiento de parcelas de investigación, validación y demostración.	Reforzamiento del CENTA en metodología de planificación participativa para el uso y manejo de suelos y agua a nivel de microcuenca; capacitación de extensionistas
Programa Ambiental de El Salvador (PAES) 1997-2002 BID (Préstamo por US\$ 30 millones)	Zona alta de la cuenca del Río Lempa: 54, 000 Ha (25% del territorio nacional)	Agroforestería y conservación de suelos; monitoreo de recursos hídricos y áreas protegidas	US\$ 10 millones son destinados al empleo de incentivos: 60% en concepto de insumos y 40% en concepto de mano de obra	A finales del año 99 se contaba con unas 2,000 Ha tratadas. Integración con otras instituciones para la generación y sistematización de información
Desarrollo institucional para la producción agrícola sostenible en las laderas centroamericanas (IICA-HOLANDA-LADERAS) Fase I: 1995-98 Fase II: 1998-2002 IICA y Embajada Real de los Países Bajos	El proyecto está enfocado en las laderas centroamericanas	Seminarios regionales; talleres de experiencias sobre agricultura sostenible; capacitación nivel local y nacional; asistencia técnica en coordinación institucional; proyecto piloto de zonificación agroecológica; y diseminación de información	Asistencia técnica y capacitación	A nivel nacional: puesta en marcha de instancias de coordinación, cooperación y consulta; comités de desarrollo sostenible en Jocoro y Nueva Concepción; y una mayor valoración de los servicios ambientales de las laderas
Programa de Agricultura Sostenible en Laderas de América Central (PASOLAC) Fase I: 1994-96 Fase II: 1997-99 Fase III: 2000-03 Agencia Suiza para el Desarrollo y la Cooperación, Organización Suiza para el Desarrollo y la Cooperación	Zonas de laderas en Nicaragua, El Salvador y Honduras	Investigación; transferencia de tecnología; capacitación a técnicos y promotores; y coordinación institucional. En la Fase II: validación de tecnologías y cultivos; metodologías participativas de extensión; pago por servicios ambientales; competitividad; fortalecimiento institucional; y gestión participativa del programa	El programa es implementado a través de financiamiento otorgado a diversas coejecutoras tanto ONG's como gubernamentales	Consolidación de espacios de transferencia y difusión de experiencias. Incremento de capacidades técnicas y metodológicas. Validación de más metodologías de manejo de suelos y agua. Sistematización de estudios de adopción y guías de técnicas de manejo sostenible
Programa de desarrollo rural en el departamento de Chalatenango (PROCHALATE) 1994-96 1997-2000 Unión Europea (Donación y FIDA, préstamo)	Departamento de Chalatenango	Programa ambiental departamental; género en desarrollo; infraestructura; y agricultura sostenible	Financiamiento para actividades de agricultura sostenible, micro riego, organización campesina, comercialización, capacitación en género a través de las coejecutoras en 1998-99	Contribuyó al surgimiento del Comité Ambiental de Chalatenango (CACH) y del Plan Departamental de Manejo Ambiental (PADEMA) y a la visualización de Chalatenango como zona productora de servicios ambientales

Fuente: Elaboración de PRISMA en base a documentos de proyectos.

## Impacto de los terremotos

Los terremotos de enero y febrero de 2001, y en general la intensa actividad sísmica en los primeros meses de este año agravaron las condiciones preexistentes de vulnerabilidad socioambiental del país. Además de los efectos económicos y sociales directos, existe un conjunto de impactos ambientales que se vieron magnificados por las condiciones de fragilidad y degradación.

Según CEPAL (2001a y 2001b), la conjugación de factores como la deforestación, la urbanización en áreas vulnerables, la degradación de cuencas hidrográficas y los impactos acumulados de desastres naturales anteriores aumentaron las condiciones de vulnerabilidad ambiental del país. El conjunto de impactos directos e indirectos identificados en la evaluación abarcan:

- La pérdida de cobertura vegetal y forestal, con eventual afectación de la abundancia de masas boscosas y de cobertura vegetal;
- La pérdida y degradación del suelo y la formación de cárcavas por el desplazamiento de grandes volúmenes de suelo resultado de los derrumbes y deslizamientos;
- El daño eventual sobre cuencas y quebradas por la acumulación y disposición de escombros, si ésta se realiza sin la planificación adecuada (es de esperar afectaciones sobre los asentamientos humanos aguas abajo, por arrastre de estos materiales durante la temporada de lluvias);
- Afectación sobre las actividades agrícolas por la acumulación de sedimentos y pérdida de suelos;

- Salinización de suelos y mantos acuíferos, así como una brusca disminución de las capturas pesqueras en zonas costeras;
- Aumento de la vulnerabilidad ambiental ante nuevos movimientos sísmicos y ante la temporada de lluvias que pueden generar nuevos movimientos de suelo, como consecuencia de la saturación del suelo y su poco grado de consolidación;
- Aumento de carga de sedimentos en cuerpos de agua durante la estación de lluvias;
- Cambios en los patrones de infiltración y escorrentía, especialmente provocados por el cambio de las condiciones del suelo haciendo disminuir los tiempos de escorrentía superficial.
- Inminentes deslizamientos o desprendimientos de suelo en laderas durante la temporada de lluvias, dado que las precipitaciones arrastrarían y removerían parte del material actualmente expuesto en la superficie de las laderas.

En conjunto, estos impactos multiplicaron las condiciones de vulnerabilidad socioambiental del país, además de provocar cambios sustanciales en los comportamientos de flujo subterráneo y superficial, lo cual sugiere una profundización de los desafíos preexistentes en materia de gestión del territorio en general, que de por sí condicionan la gestión del agua.

En términos económicos, los daños ambientales ocasionados por ambos terremotos asciende a unos US\$ 102 millones, que se refieren a los costos por estabilización de deslizamientos y derrumbes, así como los costos por pérdida de bienes y servicios ambientales de plantaciones de café que, según CEPAL (2001), ascienden a 970 hectáreas de cafetales

dañadas, 194 de las cuales se consideran irreversibles.

Sabiendo que el parque cafetalero se ubica sobre importantes zonas de recarga acuífera, entonces, el daño se incrementa aún más, puesto que al perderse la cobertura boscosa, la regulación de los flujos tanto subterráneos como superficiales se ven afectados significativamente, especialmente en cuanto a la disminución de la capacidad de infiltración del suelo y el aumento de la escorrentía superficial, con amenazas de flujos de lodo de grandes proporciones como consecuencia de la cantidad de material no consolidado.

### **Desafíos para la gestión del ciclo hidrológico y del territorio**

Independientemente del modelo de gestión del agua que se adopte en el país, para sustentar estrategias y políticas decididas e informadas de gestión del recurso hídrico resulta vital recuperar la capacidad institucional para monitorear la oferta y disponibilidad de agua (superficial y subterránea), así como las condiciones de calidad que resultan mucho más críticas que en las décadas anteriores.

El renovado interés por incorporar el riesgo sísmico como una dimensión en distintos ámbitos de gestión, requiere atender los enormes vacíos en materia de capacidad de monitoreo y seguimiento de la permanente actividad sísmica a que está sometido el país.

Ello también es válido para los esfuerzos de investigación en recursos naturales, incluyendo el agua. De hecho, en el 2001 las asignaciones presupuestarias de apoyo a la investigación y monitoreo de recursos naturales y medio ambiente con relación al presupuesto total representaron las dos terceras partes de los recursos que se asignaban en 1980.

Si bien existen oportunidades de cooperación externa para fortalecer y llenar estos vacíos, el país debe asumir la responsabilidad interna de atender más sistemáticamente estas áreas tan básicas para la gestión territorial en general y de los recursos hídricos en particular.

La forma como se utiliza el territorio tiene implicaciones muy fuertes para la disponibilidad del agua en cantidad y calidad. Los temas de ordenamiento y gestión territorial también han adquirido una renovada importancia después de los terremotos del 2001.

El tema de la gestión territorial también ha estado presente en el esfuerzo del Plan de Nación y de manera más específica en la propuesta de Acciones Territoriales y que están siendo revisadas de cara a la formulación de un Plan de Reconstrucción.

El desafío es encontrar un enfoque de gestión del territorio que permita avanzar simultáneamente hacia varios objetivos. Fundamentalmente, se trata de reducir los grandes desequilibrios territoriales, proteger y recuperar los recursos naturales, en un esquema que potencie los intentos de gestión territorial que ya se están dando en diversas partes del territorio a partir de preocupaciones ambientales, sociales y económicas.

Visto así, el ordenamiento territorial se convierte en un proceso y en un instrumento poderoso para negociar acuerdos que permitirían avanzar de manera participativa hacia una estrategia de desarrollo que permita superar la degradación ambiental y la marginación territorial, social y económica.

Bajo esa lógica, la política de gestión y ordenamiento territorial se convierte en una orientación global que debe también vincular distintos ámbitos de política como la política

agropecuaria la cual debe incorporar más estratégicamente objetivos ambientales y de desarrollo rural, los esfuerzos de descentralización y desarrollo local, las políticas para la gestión del recurso hídrico y otros recursos naturales, así como la gestión de riesgos que después del Huracán Mitch y sobre todo después de los terremotos de principios del 2001, ha cobrado una inusitada relevancia en la agenda nacional. ❧

## Bibliografía

- ANDA (2000a). *Boletín Estadístico No. 21*. Dirección de Planificación. San Salvador.
- Barry, Deborah (1994). *El Acuífero de San Salvador*. PRISMA No. 7. San Salvador.
- Barry, Deborah y Rosa, Herman (1995). El Salvador: *Dinámica de la Degradación Ambiental*. PRISMA, San Salvador, El Salvador.
- Barry, Deborah; Rosa, Herman; y Cuéllar, Nelson (1996). *Restricciones para el desarrollo forestal y la revegetación en El Salvador*. PRISMA No. 16. San Salvador.
- CEDEX (2000). *Metodología para la formulación de un plan de desarrollo agropecuario basado en la ordenación de cuencas hidrográficas. Informe final*. Programa de Cooperación Medioambiental en Iberoamérica de la AECI. Santa Tecla.
- CEPAL (2001a). *El terremoto del 13 de enero de 2001 en El Salvador: Impacto socioeconómico y ambiental*. Sede Subregional en México.
- CEPAL (2001B). *El Salvador: Evaluación del terremoto del martes 13 de febrero de 2001*. Addendum al documento de evaluación del terremoto del 13 de enero. Sede Subregional en México.
- Comisión Nacional de Desarrollo (1999). *Acciones iniciales del Plan de Nación*. San Salvador.
- Comisión Nacional de Desarrollo (2000). *Acciones territoriales del Plan de Nación*. San Salvador.
- Coto Salamanca et al, (1994). "Evaluación de la Explotación y Disponibilidad de Agua Subterránea y Análisis de Pruebas de Bombeo en el Acuífero del Área Metropolitana de San Salvador", Tesis de Grado, Facultad de Ingeniería, Universidad Centroamericana "José Simeón Cañas", San Salvador, El Salvador.
- Duarte, José Roberto (1998). *Estudio hidrogeológico del acuífero de Guluchapa, Ilopango, San Salvador*. Tesis de Maestría, Universidad de Costa Rica, San José, Costa Rica.
- FIAES-Fundación Amigos del Lago de Ilopango (1998). *Propuesta de Plan de Manejo de los Recursos Naturales de la Cuenca del Lago de Ilopango*. San Salvador.
- FUSADES (1997b). *El desafío salvadoreño: De la paz al desarrollo sostenible*. San Salvador.
- Gobierno de El Salvador (2001). Unidos por El Salvador. *Plan de Recuperación de los Daños Causados por los Terremotos del 13 de Enero y 13 de Febrero de 2001*. Reunión Grupo Consultivo Coordinada por el Banco Interamericano de Desarrollo. Madrid, España.
- IADB (2000). El Salvador. *National Reconstruction Program. Transforming the country to reduce vulnerabilities. Consultative Group Meeting for the Reconstruction and Transformation of Central America*. En: [http://iadb.org/regions/re2/consultative\\_group/plans/elsalvador.htm](http://iadb.org/regions/re2/consultative_group/plans/elsalvador.htm)
- MARN (2000). *Regiones hidrográficas*. En: <http://www.marn.gob.sv/sia/mapas3.htm>.
- MARN (2000a). *Los recursos hídricos*. El Salvador 2001. Dirección de Patrimonio Natural. San Salvador.
- Michaels, Greg; Camacho, Rodolfo; y Platais, Gunars (1998). *Aguas salvadoreñas. Capital de trabajo para la nación*. Proyecto Protección del Medio Ambiente. Abt-USAID. San Salvador.
- Núñez W., R. (1985) "Estudios sobre Aguas Subterráneas", Administración Nacional de Acueductos y Alcantarillados (ANDA), Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo, PNUD, El Salvador
- OEA (1974). El Salvador. *Zonificación agrícola*. Fase I. Washington DC.
- PNUD (1982). *Plan maestro para el desarrollo y aprovechamiento de los recursos hídricos*. Documento Básico No. 14. San Salvador.
- PRIDE (1996). *Perfil preliminar de análisis comparativo de riesgo de la República de El Salvador*. Proyecto de Análisis Comparativo de Riesgo para Centroamérica (ACR). USAID-CCAD. Chemonics International. Washington, DC.
- Sorto, J. M., (1989). *Desarrollo de los Recursos Hidráulicos en El Salvador*, Proyecto: Suministros de Agua Potable y Saneamiento a Poblaciones Afectadas, San Salvador, El Salvador.
- U.S. Army Engineer District (1995). *Water resources aerial appraisal, El Salvador*. Alabama, USA.
- USAID (1999). *Manejo de las cuencas hidrográficas para la reconstrucción después de los huracanes y reducción de la vulnerabilidad ante los desastres naturales*. Contribución de USAID a los debates sobre vulnerabilidad ecológica y social. Grupo Consultivo para la Reconstrucción y Transformación de América Central. Estocolmo.
- World Bank (1994). El Salvador. *Natural Resources Management Study*. Washington, DC.
- World Neighbors (2000). *After Mitch: Toward a sustainable recovery in Central America*. Testing agroecological resistance and resilience to Hurricane Mitch.

## Boletín PRISMA

43. La contaminación del agua en El Salvador: Desafíos y respuestas institucionales
42. Acceso al agua potable en El Salvador: Tendencias, perspectivas y desafíos
41. Aportes y limitaciones de valorización económica en la implementación de esquemas de pagos por servicios ambientales
40. Hacia un manejo alternativo de los conflictos socio ambientales en El Salvador: El caso del proyecto "El Cimarrón"
39. Género, Desarrollo y Ambiente: Principales enfoques e iniciativas en El Salvador
38. La reforma del sector Hídrico en El Salvador: Oportunidad para avanzar hacia la gestión integrada del agua
37. El Salvador: La sociedad civil frente a la reconstrucción y transformación post Mitch
36. Después de Mitch: Temas y actores en la agenda de transformación de Centroamérica
35. Valoración y pago por servicios ambientales: Las experiencias de Costa Rica y El Salvador
34. Los servicios ambientales del agro, el caso del café de sombra en El Salvador
33. El agro salvadoreño y sus potenciales como productor de servicios ambientales
32. Derechos de propiedad y acceso de la mujer a la tierra en El Salvador

## Publicaciones Especiales

- Valoración Económica del Agua para el Area Metropolitana de San Salvador
- Costos de Prácticas Agrícolas para la Generación de Servicios Ambientales en El Salvador
- Nuevas Institucionalidades para el desarrollo sostenible en El Salvador: Los casos de Nueva Concepción, Zacamil y Zapotitán
- La Gestión Estratégica de la Tierra Urbana
- La Evolución de la Red Urbana y el Desarrollo Sostenible en El Salvador
- La Deuda del Sector Agropecuario: Implicaciones de la Condonación Parcial
- El Banco Mundial y el Banco Interamericano de Desarrollo: Operaciones en Centroamérica y Guía de Acceso a la Información y Participación Pública
- El Salvador Dinámica de la Degradación Ambiental

Las publicaciones de PRISMA se encuentran disponibles en las siguientes Librerías:

- Librería UCA
- Universidad Luterana Salvadoreña
- Librería FEPADE
- Book Shop Galerías Escalón

**Publicaciones PRISMA  
disponibles en:**

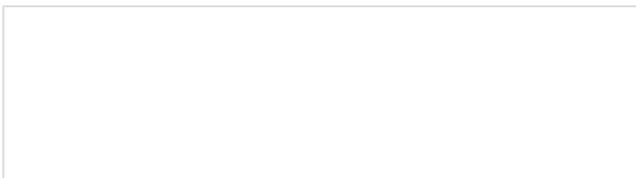
**[www.prisma.org.sv](http://www.prisma.org.sv)**



PROGRAMA SALVADOREÑO DE INVESTIGACIÓN SOBRE DESARROLLO Y MEDIO AMBIENTE

Director: Herman Rosa

Editor: Nelson Cuéllar



Caj. C. P.O. 5790, Col. Escalón, San Salvador, El Salvador, C.A.  
International Mailing Address: V.P.O. No. 592, P.O. Box 52-5104, Miami FLA 33152, U.S.A.

Tels.: (503) 298-6852  
(503) 298-6853  
Fax: (503) 223-7209  
prisma@prisma.org.sv

La Fundación PRISMA es un centro de referencia, investigación e incidencia sobre temas de desarrollo y medio ambiente en El Salvador.

PRISMA trabaja por la construcción de consensos para una gestión del desarrollo viable, ambientalmente sensata y socialmente incluyente en El Salvador.

Nuestro estilo de trabajo se basa en una interacción constante, amplia, transparente y colaborativa con los principales actores del desarrollo.