

**TERCER CONGRESO LATINOAMERICANO  
DE MANEJO DE CUENCAS HIDROGRAFICAS  
AREQUIPA, PERU**

**FORO REGIONAL  
SISTEMAS DE PAGO POR SERVICIOS AMBIENTALES  
09 - 12 junio 2003**

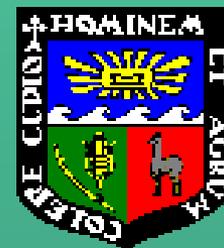
**SERVICIOS AMBIENTALES DE LAS CUENCAS  
Y PRODUCCIÓN DE AGUA,  
CONCEPTOS, VALORACION, EXPERIENCIAS  
Y SUS POSIBILIDADES DE APLICACIÓN EN EL PERU**

**CARLOS A. LLERENA**

*Facultad de Ciencias Forestales*

*Universidad Nacional Agraria La Molina, Lima. Perú*

[callerena@lamolina.edu.pe](mailto:callerena@lamolina.edu.pe)



# Conceptos básicos y temas afines

---

## Cuenca hidrográfica:

Area drenada por un río.

De cualquier tamaño: cuenca, subcuenca, microcuenca

**Sistema** interconectado por el flujo del agua

Divisoria de aguas y red de drenaje

**Unidad natural** tridimensional

Interfases con la atmósfera y el subsuelo

Permite realizar el **balance hídrico**

Unidad para la gestión ambiental

Unidad para la investigación biofísica: cuenca y ecosistema

Zonas: alta, media y baja; río, valle y ladera

# El balance hídrico:

---

$$P = Q + ET$$

*En donde:*  $P$  = Precipitación

$Q$  = Caudal ( $Q = Es + Ess + Est$ )

$Es$  = Escurrimiento superficial

$Ess$  = Escurrimiento subsuperficial

$Est$  = Escurrimiento subterráneo

$ET$  = Evapotranspiración ( $ET = E + T$ )

$E$  = Evaporación =  $Esuelo + Efollaje$  (intercepción)

$T$  = Transpiración

---

.(valores en mm):

	<b>P</b>	<b>Q</b>	<b>ET</b>
Arizona, EE.UU., chaparral	549	34	515
Arizona, EE.UU., coníferas	639	71	568
Ohio, EE.UU., latifoliadas	970	300	670
Japón, coníferas	1113	290	823
Sud-Africa, savana	1390	590	800
Kenia, bosque tropical	1905	416	1489
Amazonia, Brasil, b. tropical	2089	541	1548
Malasia, bosque tropical	2156	1076	1079
Nueva Zelandia, podocarpus	2600	1600	1000
Queensland, Australia, b. tropical	3900	2372	1502

**LIMA, W.P.** (1993) Impacto Ambiental do Eucalipto, Edusp, Sao Paulo, 301pp.

---

# Los bosques y el agua en la cuenca:

---

**Hidrología forestal:** tema poco desarrollado, poco conocido

**Bosques y lluvia:** LOS BOSQUES NO PRODUCEN LLUVIAS  
EXCEPCIONES: BOSQUES NUBLADOS DE MONTAÑA  
CUENCA AMAZÓNICA

**Bosques y caudales:** A MAS BOSQUES MENOS CAUDAL ( $P = Q + ET$ )  
PERO DE MEJOR CALIDAD...  
REFORESTACIÓN  
DEFORESTACION E INUNDACIONES  
“ESPONJA HIDRICA” y “BOMBA HIDRÁULICA”

**Bosques y erosión:** PROTECCION OPTIMA DEL SUELO EN 3 NIVELES

- 1.- Parte aérea
- 2.- Hojarasca y sotobosque
- 3.- Raíces

FUNCIONA PARA LA EROSION POR PARTICULAS  
LIMITADO PARA LA EROSION POR MASAS

# El manejo de cuencas:

---

Aplicación de principios y métodos para el uso racional, integrado y participativo de los recursos naturales de la cuenca; fundamentalmente del agua, del suelo y de la vegetación, a fin de lograr una producción de bienes óptima y sostenida a partir de estos recursos, con el mínimo deterioro ambiental, para beneficio de los pobladores y usuarios de la cuenca. En el manejo de la cuenca es importante la labor coordinada de las instituciones públicas y privadas pertinentes. (Grupo Manejo de Cuencas de la UNALM, 1989)

MULTIDISCIPLINARIEDAD

PARTICIPACIÓN DE LA POBLACIÓN LOCAL

COORDINACIÓN DE SISTEMA INTEGRAL E INTEGRADO

SOSTENIBILIDAD

COORDINACIÓN INTERINSTITUCIONAL

IPROGA (1996) Metodología para la Elaboración de Planes Maestros de Cuencas, Lima, 78pp..

- ***Temas afines:***

*CALIDAD DEL AGUA*

*LA REGULACIÓN DE CAUDALES DE RÍOS Y CAUDAL ECOLÓGICO*

*PRODUCTIVIDAD ACUÁTICA*

*COBERTURA VEGETAL*

*BOSQUES NUBLADOS DE MONTAÑA*

*BOSQUES DE PROTECCIÓN EN LADERAS Y RIBERAS*

# Valoración de servicios ambientales en el Perú

---

## *Cordillera Escalera, Tarapoto, San Martín, Perú:*

Unico caso de valoración cuantitativa de servicios hidrológico-ambientales de una cuenca (Propuesta justificatoria establecimiento área de conservación regional Cordillera Escalera CEDISA y APECO)

Mediciones directas de los caudales de los ríos que drenan las cuencas de Escalera (Shanusi, Cumbaza, Chazuta-Chipaota y Cainarachi)

Se estimó su caudal medio

Se calculó el valor económico del agua: tarifas de usos del agua en la zona de Tarapoto

Se calculó el valor económico de la zona por su servicio ambiental como fuente generadora de agua con regímenes regulares y de buena calidad y por adicionales servicios similares

Bosques nublados de montaña

Métodos pueden mejorarse (más tiempo, personal y recursos)

## **EVIDENCIA CLARA DEL VALOR DEL BOSQUE EN LAS CUENCAS:**

85% del valor de los servicios ambientales

## **QUE PASARIA SI DESAPARECE EL BOSQUE...?**

# Experiencias de PSA en cuencas para la producción de agua

---

AUN NO EN EL PERU. IIED: EN EL MUNDO MAS DE 60

A partir de 1997: TNC (1997) en Quito, Ecuador;

Echavarría y Lochman (1999) y Echavarría (1999) en Nueva York, EE.UU; Paraná, Brasil; Cauca, Colombia; Quito, Ecuador; y Francia; NSC (2000) en Nueva York, EE.UU;

Johnson et al (2001) en Francia, Costa Rica, Cauca, Colombia; Nueva York y otras ciudades en EE.UU; Australia; y Paraná, Brasil; IIED (2002) en el Caribe, Costa Rica, Ecuador, India, Indonesia, México y Filipinas;

Pagiola (2002) y Pagiola et al (2002) en Costa Rica, India, EE. UU. y Quito, Ecuador; Echavarría (2002), Echararría y Vogel (2002) y Vogel (2002) en Pimanpiro, Cuenca y Quito, Ecuador; y Hill (2003) en Quabbin, Massachusetts, EE.UU..

Presentaciones CLAMCHA PSA: Guatemala, Costa Rica, Perú, Panamá, Chile, República Dominicana, Ecuador, Nicaragua, Honduras, El Salvador y México.

# Quito, Ecuador:

---

- *Servicio ambiental prestado: Agua suficiente y de calidad para Quito y su entorno*
- *Quién lo presta ? Los pobladores de la cuenca alta de las Reservas Cayambé-Coca y Antisana*
- *Quién paga por él ? Los usuarios del agua (agricultores, industriales, residentes urbanos, hidroeléctricas), el Gobierno central (autoridad de aguas), con aportes privados.*
- *Qué instrumentos se usan ? Desde el año 2000 FONAG, fondo especial bien manejado financieramente, para proteger la cuenca y conservar sus bosques y vegetación silvestre.*
- *Nivel de eficiencia logrado: De medio a bajo*
- *Impacto en los bosques o vegetación natural: Se inicia a fines del 2002 y es aún incipiente*

# Costa Rica:

---

- *Servicio ambiental prestado: Hidrológicos, detener la deforestación, reforestar y proteger las cuencas*
- *Quién lo presta ? Pobladores de los bosques en las cuencas altas*
- *Quién paga por él ? Los ciudadanos usuarios del agua doméstica, agrícola e industrial; los que habitan planicies de inundación y los productores de hidroenergía*
- *Qué instrumentos se usan ? El FONAFIFO desde 1997 es un fondo provisto de ingresos con respaldo legal.*
- *Nivel de eficiencia logrado: Medio*
- *Impacto en los bosques o vegetación natural : Decreció la deforestación, aumentó la reforestación y se protegieron las cuencas.*

# Quabbin, MA, EE.UU.:

---

- *Servicio ambiental prestado: Principalmente agua para la ciudad de Boston*
- *Quién lo presta ? Desde 1930, la autoridad local, la Comisión del Distrito Metropolitano que lo maneja y que paga un alquiler a los pueblos en donde esta ubicado el reservorio.*
- *Quién paga por él ? Los usuarios del agua en la ciudad y los que usan el reservorio y su entorno para turismo, recreación, pesca y observación de aves.*
- *Qué instrumentos se usan ? Recaudación de tarifas de agua y venta de madera de sus bosques.*
- *Nivel de eficiencia: Alto*
- *Impacto en los bosques o vegetación natural: Mantenimiento de la cobertura vegetal, manejo de bosques para producción de madera y protección de la cuenca.*

## ***RESERVORIO QUABBIN:***

Massachusetts, EE.UU. (1930)

10500 ha en cuenca forestada 40000 ha (compra de tierras, protección y rehabilitación)

El más grande destinado a agua potable (2.5M hab., Boston)

**NO PRECISA TRATAMIENTOS ESPECIALES**

Bosques manejados en planes de 10 años (1995-2004) por el gobierno local (MDC)

HILL, S. (2003) Quabbin quenches Boston's thirst, Daily Hampshire Gazette, Northampton, Massachusetts, EE.UU. (Internet).

# Posibilidades

---

VARIOS MODELOS INTERESANTES (Políticas, leyes, organización, instituciones PSA)

Ecuador y Costa Rica: además mayor información

Costa Rica:

MAYOR ESTABILIDAD POLITICA

Menor superficie territorial

Alcance nacional de su programa de PSA

Posibilidad de réplica Centro y Sud-América.

# Limitaciones

---

Comienzos PSA C. Rica; abarcar varios SA: alcance nacional puede complicar

Principal dificultad PSA en Ecuador: crisis políticas

Perú vs. Costa Rica, Ecuador y otros países con PSA

Medición hidrometeorológica y catastro rural: pobre

(Andes y Amazonia)

Aspectos políticos, legales y administrativos: tarifas de agua.

# Las exigencias del futuro previsible

---

Nueva Ley de Aguas y PSA por servicios hidrológicos de cuencas

Más y mejor calidad de datos hidrometeorológicos (con SENAMHI)

Información catastral

Eficiencia en el uso del agua (riego, uso doméstico, otros)

Nuevas ofertas hídricas: zonas áridas (atrapanieblas), reciclaje de aguas

Ríos regulados, con derivaciones o transvases y caudal ecológico (EIA)

Plantas genéticamente modificadas y consumo de agua

Medición más precisa de la transpiración de árboles

Cambios globales: bosques, vegetación nativa altoandina y oferta hídrica

## EDUCACION:

Educación ambiental (zonas rurales)

Capacitación práctica, técnica y superior

Investigación científica. .

# Conclusiones

---

- TEMAS AMBIENTALES: BUEN MOMENTO
- CRECIENTES DEMANDAS DE AGUA EN CANTIDAD Y CALIDAD
- NUEVA LEY DE AGUAS
- SITUACION FAVORABLE PARA PROGRAMAS PSA
- VARIAS LECCIONES A TOMAR EN CUENTA: Costa Rica y Ecuador
- CLAMCHA-PSA: Otros más
- MEJORAR DATOS DE MEDICIÓN DEL AGUA: balances hídricos
- CATASTRO RURAL.
- DIFUSION CONCEPTOS HIDROLÓGICO-FORESTALES: diferentes tipos de bosques

# Agradecimientos

---

*A Martha Echavarría por compartir generosamente sus experiencias en PSA*