

FACULTAD LATINOAMERICANA DE CIENCIAS SOCIALES - FLACSO

PROGRAMA DE MAESTRÍA EN ECONOMÍA

**ESPECIALIZACIÓN
ECONOMIA ECOLÓGICA**

TESIS

**PAGO POR SERVICIOS AMBIENTALES (PSA) DEL
RECURSO HÍDRICO COMO UNA ALTERNATIVA DE
CONSERVACIÓN**

Gabriela L. Encalada Romero

Enero, 2006

Quito - Ecuador

FACULTAD LATINOAMERICANA DE CIENCIAS SOCIALES - FLACSO

PROGRAMA DE MAESTRÍA EN ECONOMÍA

**ESPECIALIZACIÓN
ECONOMIA ECOLÓGICA**

TESIS

**PAGO POR SERVICIOS AMBIENTALES (PSA) DEL RECURSO
HÍDRICO COMO UNA ALTERNATIVA DE CONSERVACIÓN**

Gabriela L. Encalada Romero

Director de Tesis Economista Diego Burneo Aguirre, M.Sc.

Enero, 2006

Quito - Ecuador

INDICE

RESUMEN EJECUTIVO	1
CAPITULO I. INTRODUCCIÓN	2
1.1 Justificación	2
1.2 Problema	4
1.3 Objetivos del estudio	6
1.4 Organización del estudio	6
CAPITULO II. SERVICIOS AMBIENTALES	8
2.1 Definición de Servicio Ambiental	8
2.2 Servicios Ambientales de los Ecosistemas Naturales	11
2.2.1 Estructura del ecosistema.....	12
2.2.2 Función ambiental	12
2.2.3 Servicio ambiental	13
2.3. Explicación de algunos bienes y Servicios Ambientales	14
2.3.1. Regulación de gases de efecto invernadero	15
2.3.2. Protección del suelo y fijación de nutrientes	16
2.3.3. Control de inundaciones y retención de sedimentos	17
2.3.4. Polinización	17
2.3.5. Información genética	18
2.3.6. Control biológico	19
2.3.7. Formas de vida y belleza escénica.....	19
CAPÍTULO III. SERVICIO AMBIENTAL HÍDRICO	21
3.1 Ecosistemas boscosos y disponibilidad del recurso hídrico	21
3.2 El recurso hídrico y el desarrollo local	24
CAPITULO IV. MERCADOS DE SERVICIOS AMBIENTALES	26
4.1 Mercados para bienes y servicios ambientales	26
4.1.1. Mercados para el servicio de secuestro de carbono	27
4.1.2. Mercados para el servicio de biodiversidad	29
4.1.3. Mercados de belleza escénica.....	30
4.1.4. Mercado de servicios en paquete	31
4.1.5. Mercado para los servicios de cuencas hídricas	32
4.2 Comercio de Bienes y Servicios Ambientales	34
CAPITULO V. PAGOS POR SERVICIOS AMBIENTALES (PSA)	35
5.1 Estructura o tipos de los mecanismos de PSA	37
5.2 Establecimiento de un esquema de PSA	41
5.3 Importancia del PSA del Recurso Hídrico	42

CAPITULO VI. ESTUDIOS DE CASO	44
6.1 Descripción de los Proyectos y metodologías utilizadas en los proyectos	44
6.1.1. <i>Construyendo una experiencia de desarrollo “El manejo de recursos naturales en Pimampiro”, Ibarra –Ecuador</i>	44
6.1.1.1 <i>Análisis del Proyecto en Pimampiro, Ibarra – Ecuador</i>	45
6.1.2. <i>Pago por servicios ambientales El Chaco, Napo – Ecuador</i>	49
6.1.2.1 <i>Análisis del Proyecto en El Chaco, Napo – Ecuador</i>	51
6.1.3. <i>Implementación de un Esquema de Cobro y Pago por Servicio Ambiental Hídrico: El Caso de la Empresa de Servicios Públicos de Heredia S.A., Heredia, Costa Rica</i>	54
6.1.3.1 <i>Análisis del Proyecto en Heredia, Costa Rica</i>	56
6.1.4. <i>Estudio de Valoración Económica de la Oferta y Demanda Hidrica del Bosque en que nace la Fuente del Río Chiquito Implementación de Mecanismos de Pagos por Servicios Hídricos, Achuapa – Nicaragua</i>	60
6.1.4.1 <i>Análisis del Proyecto en la Finca El Cacao , Achuapa, Nicaragua.....</i>	62
 CAPITULO VII. MODELACIÓN ECONÓMICA AMBIENTAL.....	65
7.1 Metodología del estudio	65
7.2 Contraste de los resultados de las metodologías aplicadas a los proyectos estudiados	65
7.3 Modelo Económico – Ambiental para la determinación de una tarifa para PSA del recurso hídrico	71
7.3.1. <i>Importancia del Bosque para la conservación de agua</i>	71
7.3.2. <i>Importancia del bosque en la conservación de suelos</i>	73
7.3.3. <i>Servicios ambientales prestados por las funciones del bosque</i>	74
7.4. Valoración Económica de los Servicios Ambientales	75
7.4.1. <i>Valoración de los servicios ambientales generados por la función de conservación del agua</i>	75
7.4.1.1. <i>Regulación del caudal hidrológico</i>	76
7.4.1.2. <i>Disminución en la producción agrícola</i>	76
7.4.1.3. <i>Almacenamiento y retención del agua</i>	77
7.5. Cálculo de la Tarifa	82
 CAPITULO VIII CONCLUSIONES E IMPLICACIONES DE POLITICA.....	84
8.1 Conclusiones de PSA	84
8.2 Conclusiones del Análisis de los Proyectos	86
8.3 Conclusiones del Modelo Planteado.....	88
8.4 Implicaciones políticas	89
8.5 Consideraciones finales	91
 BIBLIOGRAFÍA	92

INDICE FIGURAS

Figura 1. Los ecosistemas como fuente de bienes y servicios a la sociedad	10
Figura 2. Esquema de Pago por Servicios Ambientales (PSA)	40
Figura 3. Funciones del ecosistema boscoso	75
Figura 4. Curvas de demanda para el análisis del valor económico del agua usando en excedente del consumidor	80

INDICE TABLAS

Tabla 1. Funciones, Bienes y Servicios de ecosistemas naturales	13
Tabla 2. Categorías de Pago	46
Tabla 3. Tabla de Valores de Captación y Recuperación del Proyecto Heredia ..	58
Tabla 4. Tabla del Valor de la Tarifa hídrica aprobada en Heredia	58
Tabla 5. Tabla Comparativa de las Características de los Proyectos	69

INDICE ECUACIONES

ec. 1. Costo de oportunidad	10
ec. 2. Valor de captación (Proyecto Pimampiro)	47
ec. 3. Valor de restauración (Proyecto Pimampiro)	47
ec. 4. Valor de captación hídrica del bosque (Proyecto Heredia).....	57
ec. 5. Valor de recuperación de cuencas hidrográficas (Proyecto Heredia)	57
ec. 6. Monto promedio de flujo de agua de lluvia conservada por un ecosistema forestal por año	71
ec. 7. Capacidad de conservación del agua que tiene un ecosistema boscoso ..	72
ec. 8. Cantidad total de agua conservada por todas las combinaciones de tipos de vegetación, suelo y pendiente	72
ec. 9. Contribución del bosque a la conservación del agua	72
ec. 10. Erosión de suelos que existe entre las tierras con bosques y las tierras sin bosques	73
ec. 11. Suelos en el i-ésimo tipo de combinación	73
ec. 12. Promedio de módulo de erosión de suelo en tierras de bosque	73
ec. 13. Promedio de módulo de erosión de suelo en tierras sin bosque	74
ec. 14. Valoración de los servicios ecosistema boscoso para la conservación del agua	75
ec. 15. Efecto derivado de la presencia o ausencia de la producción agrícola. ...	76
ec. 16. Valor al cambio de la productividad debido al servicio de regulación del caudal hídrico	77
ec. 17. Cálculo de la evapotranspiración potencial	78
ec. 18. Valor de la evapotranspiración real	79
ec. 19. Curva de la demanda como una función Cobb-Douglas (Volumen de agua (m ³ /mes)	81
ec. 20. Cálculo para la curva de demanda del período 1 (D ₁).....	81
ec. 21. Valor de agua neto	81

CAPITULO VI

ESTUDIOS DE CASOS

6.1. Descripción de los Proyectos y metodologías utilizadas de los proyectos

En vista de las distintas metodologías y criterios para la valoración de los servicios ambientales, es necesario detallar las principales características de aquellos métodos empleados en cada proyecto. Existen principios de valoración comunes entre los proyectos, sin embargo, en el cálculo de los valores, esto se realizan de forma distinta. Para poder tener una mejor perspectiva de cada caso, se estudia cada una de las metodologías empleadas en los proyectos para llegar a un análisis comparativo que permita contrastar los métodos empleados y sus técnicas.

6.1.1. Construyendo una experiencia de desarrollo “El manejo de recursos naturales en Pimampiro”, Ibarra -Ecuador⁹¹

El Cantón Pimampiro se encuentra ubicado en la provincia de Imbabura, al nororiente del Ecuador. El cantón tiene una extensión de 442.5 km² y oscila aproximadamente entre los 1.600 y 4.000 msnm. Posee una población de alrededor de 17.285 habitantes de los cuales 6.311 viven en la zona urbana y 10.974 viven en la zona rural. Las principales actividades económicas a las que el Cantón se dedica son la agricultura y la ganadería.

El Cantón Pimampiro está dividido en cuatro microcuencas, las mismas que son las vías de conducción de agua para todo el Cantón, y son utilizadas para fines de consumo humano y para regadío agrícola. Las microcuencas identificadas en el Cantón son: Río Escudillas, Río Blanco, Río Pisque y Río Chamachan.

El desabastecimiento del agua potable en la zona representó el principal problema del Cantón, debido a la degradación de los páramos y bosques de la zona; y por lo cual nace la iniciativa de desarrollar un programa para la protección de fuentes de agua del Cantón.

⁹¹ YAGUACHE, R. y CARRIÓN, R., 2004.

En enero del 2001, la ordenanza de pago de servicios ambientales por concepto de conservación de fuentes hídricas en el Cantón, específicamente para los miembros de la Asociación Nueva América es aprobada por la Cámara Municipal de Pimampiro.

Para la ejecución del proyecto de “Compensación por la Protección por Servicios Ambientales, se desarrollo una valoración económica aproximada del servicio ambiental de regulación hídrica en la micro-cuenca del río Chamachán de donde la ciudad de Pimampiro se abastece de agua potable ocho horas diarias, con el fin de poner en marcha un proceso de ajuste económico ambiental a la estructura tarifaria del agua de uso doméstico de Pimampiro. El cálculo se basó en la estimación del valor de captación o protección y del valor de restauración de las áreas de importancia hídrica. Además, se realizó un estudio sobre la disposición de pago en el sector residencial de Pimampiro, el mismo que se asocia al ingreso familiar. Conjuntamente, se ejecuta el proceso de sensibilización de los pobladores urbanos y rurales del Cantón, para emprender una formación de cultura ambiental.

El trabajo de la Asociación Nueva América marcó la posibilidad del manejo comunitario, la generación de experiencia sobre aprovechamiento de productos forestales no madereros, desarrollo del turismo comunitario, y la venta de servicios ambientales. Estos vienen a ser opciones de generación de ingresos sin degradar los ecosistemas, enlazando de esta forma la conservación y el desarrollo.

6.1.1.1. Análisis del Proyecto en Pimampiro, Ibarra -Ecuador⁹²

En el cantón Pimampiro, se determinó un pago a las familias que tienen predios en la localidad de este cantón. Este pago esta destinado a la protección del bosque como generador del recurso hídrico.

De acuerdo a sus autores, la determinación del valor del recurso forestal se elaboró en función del uso actual de cada predio, en conjunto con un potencial manejo futuro de cada

⁹² YAGUACHE, R. y CARRIÓN, R., 2004.

predio, valor determinado por un comité y la asociación. Se determinó además una frecuencia de pago mensual sobre una superficie de una hectárea conforme a la tabla se expone a continuación:

Tabla 2. Categorías de Pago

Categoría	Uso Actual del Suelo	Pago \$
1	Páramo no Intervenido	1,00/mes/ha
2	Páramo Intervenido	0,50/mes/ha
3	Bosque Primario no Intervenido	1,00/mes/ha
4	Bosque Primario Intervenido	0,50/mes/ha
4	Bosque Secundario Joven	0,50/mes/ha
5	Área de Agricultura y Ganadería	0,00/mes/ha
5	Bosque Secundario Viejo	0,75/mes/ha
6	Áreas Degradadas	0,00/mes/ha

Fuente: Yaguachi y Carrión, 2004

En base a estas categorías de pago, se resolvió que la tarifa sería de \$0,08 el metro cúbico de agua y gravar una tasa del 20% al consumo por metro cúbico, porcentaje que garantiza la funcionalidad del proyecto. Este incremento generaría un ingreso de 500 dólares mensuales, los mismos que serían destinados a servicios ambientales para la conservación de aproximadamente 500 hectáreas.

Complementario a este esquema, se realizó una valoración económica empleando el valor de captación y recuperación. Cabe indicar que la valoración económica se empleó como un punto de referencia para comparar los valores establecidos anteriormente ya que estos fueron fijados y acordados de acuerdo a la ordenanza municipal⁹³.

Para el cálculo del valor de captación o protección, se empleo el costo de oportunidad del bosque con la actividad más rentable de la zona. Se determinó un valor específico de 42 dólares por hectárea anual, pero no se detalla cual es la principal actividad que compite con

⁹³ La ordenanza fue elaborada como mecanismo para poner en marcha la compensación por la protección de servicios ambientales, cuyo contenido principal fue la creación de un fondo para la retribución económica a las familias. El financiamiento de este fondo provendría del pago de una tasa por consumo de agua potable de los habitantes de Pimampiro.

el recurso forestal. La demanda anual hídrica se estima mediante el consumo doméstico y de regadío pero no se incluye las fuentes de datos.

Con estos datos, se procede a calcular el valor de captación en función del costo de oportunidad, hectáreas y demanda hídrica.

$$Vp = \frac{CO * Ab}{D} \quad (ec. 2.)$$

Donde:

VP = Valor de Captación o protección

CO = Costo de Oportunidad en dólares por hectáreas anuales

Ab = Hectáreas

D = Demanda Hídrica cúbica anual

Valor de restauración se establece para implementar alternativas viables que permitan recuperar áreas intervenidas o en proceso de deforestación y mejorara las condiciones de las mismas.

Para el cálculo se emplea el volumen de agua demandado por los usuarios el área a recuperar y el costo requerido para recuperar o mejorar la zona. Contenido

Su formula esta dada por:

$$Vr = \frac{C * Ar}{D} \quad (ec. 3.)$$

Donde:

Vr = Valor de restauración

C = Costos de recuperación de hectáreas anuales en dólares

Ar = Hectáreas por recuperar

D = Volumen de agua demandada en metros cúbicos anuales.

Tomando en cuenta los valores obtenidos de protección y restauración, el ajuste tarifario para el agua de consumo humano y de riego dio como resultado \$ 0,13 por metro cúbico de agua consumida. Sin embargo, la tarifa actual que se cobra en la planilla de agua es de \$0,16 por metro cúbico que corresponde a la tasa del 20% por protección ambiental para el caso de Nueva América; este último sin incluir al agua de riego.

Es importante señalar que este estudio es una experiencia pionera en el Ecuador, dentro del cual, se realizó la valoración económica después de fijar los precios y tarifas⁹⁴. Estas últimas surgieron en función del cálculo para garantizar un ingreso permanente de flujo de ingreso el cual permita sustentar el proyecto a mediano plazo.

Por otra parte, las familias fueron capacitadas sobre los productos y servicios que presta el bosque, incentivando a la población con un plan de manejo de bosques y páramos motivando la participación de la población y el aprovisionamiento de los ingresos necesarios para mantener el proyecto.

Para complementar este plan, se desarrolló una encuesta en el sector, la cual entregó como resultado que el 98% de la población esta dispuesta a realizar un pago para la conservación y manejo del recurso, con la finalidad de que se les garantice una dotación permanente del servicio.

Sumado a esta encuesta, se ofrece un plan de desarrollo comunitario con el cual los pobladores pueden ampliar sus beneficios con una gestión comunitaria en planes de comercialización de productos limpios. Además se propone micro créditos que acompañen el desarrollo comunitario con un constante fortalecimiento institucional.

En síntesis, este proyecto es un caso pionero en el Ecuador, el mismo que se ha dado a través de modelos técnicos socio-económicos y ambientales y que además ha dependido de las decisiones políticas de las autoridades de la zona. Es importante notar que la tarifa final es adoptada mediante estas decisiones políticas, las mismas que se tomaron en base a un proceso acogido entre el municipio y las familias campesinas.

⁹⁴ Para la ejecución de este proyecto se involucró la participación de la comunidad, con la cual se fue estableciendo una negociación de compensación, al mismo tiempo que se realizaba un análisis de los ingresos recaudados por el Municipio al servicio de agua potable; y de esta manera establecer una tasa compensación por la protección de servicios ambientales. Sin embargo, después de varios meses de su implementación y con el ánimo de poner en marcha un proceso de ajuste económico ambiental a la estructura tarifaria del agua de uso doméstico de Pimampiro, se realizó una valoración económica del servicio ambiental de regulación hídrica en la microcuenca del río Chamachán, de donde la ciudad e Pimampiro se abastece de agua.

La valoración económica aplicada en este proyecto se sustenta en metodologías implementadas en otros países que emplean el valor de protección del recurso, llamado también productividad hídrica de los bosques y páramos y del valor de restauración de las áreas de importancia hídrica.

Como hecho complementario, se provee a la comunidad de planes de acción para un manejo correcto y oportuno y medidas para el desarrollo comunal en función del uso del recurso y planteamiento de otras posibilidades productivas.

6.1.2. Pago por servicios ambientales El Chaco, Napo - Ecuador⁹⁵

El cantón El Chaco se encuentra ubicado al norte de la provincia del Napo, Ecuador. El cantón El Chaco posee una superficie de 352.850 ha., de las cuales el 88,3%, es decir 311.630,83 ha, son áreas protegidas, 195.880 ha. pertenecen a la Reserva de Biosfera Sumaco y 115.750,83 ha. a la Reserva Cayambe Coca; de las cuales 41.989 ha. son páramos que corresponde al sector de Oyacachi. La superficie restante del cantón es de 11,7%, es decir 41.219,17 ha., las mismas que son las áreas de amortiguamiento y son destinadas a uso agropecuario (la ganadería es la principal actividad económica del cantón seguida por la agricultura); aproximadamente el 80% de esta área está designada para la actividad ganadera, un 14% con bosques intervenidos y un 6% con cultivos.

En el Cantón El Chaco se identificaron y caracterizaron tres microcuencas, de las mismas que se capta y drena el agua para el consumo de la población y para riego de los cultivos. Las microcuencas identificadas son: *San Marcos, Chontaloma y Ganadería*⁹⁶.

⁹⁵ Gobierno Municipal de El Chaco, 2004.

⁹⁶ Es importante mencionar que para el programa de pagos por servicios ambientales no se incorporó toda el área de las micro-cuencas, sino únicamente las áreas de importancia hídrica que están en relación directa con los drenajes que alimentan a los sistemas de agua.

La mala calidad de agua para consumo de la población es uno de los principales problemas ambientales que atraviesa el cantón, debido a la deforestación y posterior conversión a ganadería. Esta problemática incentiva a diseñar un programa para conservación de las microcuencas que abastecen de agua a la población.

Para poner en marcha el programa, en agosto de 2004 se aprobó la ordenanza municipal de “Creación y ejecución del programa de servicios ambientales del Cantón El Chaco”, mismo que parte de una caracterización de las áreas de importancia hídrica, se definió la oferta y demanda hídrica, se establecieron los valores de protección y restauración, y finalmente se determinó el ajuste ambiental a las tarifas de agua potable con estos dos valores.

Para esto fue fundamental efectuar una estimación de la valoración económica del servicio ambiental de regulación de la cantidad y calidad de agua que prestan las áreas de importancia hídrica en las microcuencas de la zona. Esta valoración se basó en la asignación de un valor económico al recurso hídrico que contemple la internalización de al menos dos variables ambientales: el valor de protección y el valor de restauración. Además, se realizó un estudio a la población de la disponibilidad a pagar por el servicio ambiental, el mismo que permitió apreciar el criterio de la población con respecto al problema de la calidad de agua. Adicionalmente, el municipio a través de la ordenanza de servicios ambientales, creó una cuenta especial para depositar la recaudación correspondiente a los valores de protección y restauración y llevar adelante los pagos a los propietarios y para las actividades de restauración.

La experiencia de El Chaco se trata de un proceso en construcción y esperan poder contribuir técnica y metodológicamente para implementar programas similares que permitan la conservación y restauración de áreas boscosas para que mantengan la capacidad de regulación de la cantidad y calidad de agua.

6.1.2.1. Análisis del Proyecto El Chaco, Napo - Ecuador⁹⁷

En el proyecto de la municipalidad del Chaco, se plantea una metodología que capture el valor de protección y de restauración del bosque. Estos valores se emplean para determinar un valor del recurso hídrico mediante las fuentes que proveen el recurso y su subsistencia a futuro.

El valor de protección permite cuantificar un precio el cual servirá para proteger el recurso forestal de actuales y potenciales intervenciones en aquellas áreas boscosas o con funciones hídricas para las microcuencas, como pastizales o chaparros. Este valor esta en función del costo de oportunidad de los bosques, hectáreas y demanda hídrica.

La metodología para estimar el costo de oportunidad consiste en identificar a los propietarios para determinar la principal actividad económica que compite con el recurso forestal. De acuerdo al proyecto, la ganadería es la actividad que comúnmente se emplea como medio de subsistencia entre las familias del municipio. Calculando el costo de esta actividad y cual serían las utilidades que dejarían de percibir aquellos propietarios que se dedican a ella, se estima el costo de oportunidad.

Para el cálculo de las utilidades se estiman los ingresos que perciben los propietarios de las tierras, valorados en hectáreas anuales y aquellos egresos anuales por hectárea incluyendo cierto tipo de activos fijos como herramientas y equipos.

La demanda de agua se establece por parte del consumo de las partes bajas de las microcuencas, es decir la ciudad de El Chaco y aquellos barrios colindantes con la ciudad. La demanda se tabula sobre los registros de medidores y consumo de planillas municipales. Finalmente el total de hectáreas se calcula incluyendo aquellas hectáreas forestales y suelos para pastizales y otros. La metodología para calcular el valor de protección consiste en obtener el cociente entre el costo de oportunidad por hectárea y la demanda anual cúbica de agua.

⁹⁷ Gobierno Municipal de El Chaco, 2004.

En valor de restauración se calcula tomando en cuenta el tipo de actividad necesario para recuperar aquellas zonas que requieran de alguna intervención como es en el caso de los pastizales.

Para este proyecto se estableció la conveniencia de construir una cerca para delimitar aquellas hectáreas de interés, el mantenimiento de la misma y la plantación de especies arbóreas y arbustivas nativas de la zona.

El valor de restauración está dado por:

$$\frac{[(\text{costo de 1 metro linear de cerca} \times \text{perímetro de las microcuentas}) + (\text{costo plantación hectárea} \times \text{pastizales hectáreas} \times 3) + (\text{costo mantenimiento hectárea} \times \text{pastizales hectáreas} \times 3)]}{\text{demanda anual de agua } m^3}$$

La multiplicación de las hectáreas por tres se debe a que la planificación de la etapa de mantenimiento llevará tres años. De esta forma en el proyecto del Chaco se incorporan el valor de protección y el valor de restauración al valor del agua para poder implementar estas actividades dentro de la gestión de la municipalidad.

Una vez establecida la valoración del recurso, se procede a conocer la disposición de pago de los usuarios por este servicio. La metodología se realiza mediante una encuesta planteando la problemática del agua y buscando encontrar la valoración que tiene el usuario final sobre este recurso. Además, en vista de que se trata de un servicio que no ha sido cuantificado anteriormente, se pretende buscar una tarifa acorde con la disposición a pagar de los consumidores de agua, pudiendo establecerse un sistema tarifario gradual, hasta converger con la estimación del valor del recurso.

En este contexto, y considerando el 100% del valor de protección y de restauración de recuperarlo en 10 años, los autores proponen una tarifa de \$ 0,068 para incrementar a la tarifa actual por metro cúbico de acuerdo a los distintos valores de consumo. Sin embargo, debido a que este resulta ser un valor elevado para incrementar, la Cámara Edilicia del

Concejo de El Chaco, a través de la ordenanza de “Servicios ambientales”, establece una tarifa inicial, la cual se ajusta de manera proporcional durante cinco años, hasta llegar al valor económico calculado en la valoración⁹⁸. Durante el primer año la protección alcanza el 19% de las hectáreas de protección y el 35% de hectáreas para restauración. En el segundo año, los ingresos cubren el 49% de las hectáreas para protección y el 70 por ciento de las hectáreas para recuperación. A partir del tercer año, los ingresos permiten cubrir el 100% de las hectáreas de protección y recuperación. Durante el cuarto año se genera un excedente el mismo, que pretende ser usado, de acuerdo al proyecto, en mejorar el pago a los propietarios o ampliar la conservación de la microcuenca.

El flujo de estos ingresos será canalizado mediante un fondo de pago, el cual estará encargado de adecuar los pagos a los propietarios de las hectáreas y para las actividades de restauración.

Adicionalmente, este proyecto ha incentivado el desarrollo de actividades productivas, que permitan generar ingresos complementarios a los propietarios de los terrenos en protección y restauración, con el propósito de ir construyendo una permanencia al programa. Estas actividades se centran principalmente en el aprovechamiento de productos forestales no maderables, con miras al establecimiento de microempresas y el mejoramiento de la actividad ganadera.

En conclusión, este proyecto es una iniciativa que aporta al desarrollo comunitario del Chaco; y al igual que el Proyecto de Pimampiro, se evidencia que, a pesar de los estudios socio-económico y ambientales realizados en la zona para la obtención de la tarifa, las decisiones políticas representan la medida final para la implementación del programa de pagos por servicios ambientales.

⁹⁸	Ajuste propuesto por m³	Recaudación por m³
Primer año	2,8 centavos	2,8 centavos
Segundo año	1 centavo adicional	3,8 centavos
Tercer año	1 centavo adicional	4,8 centavos
Cuarto año	1 centavo adicional	5,8 centavos
Quinto año	1 centavo adicional	6,8 centavos

El proyecto del Chaco es uno de los primeros procesos construidos participativamente con la población urbana y rural. Este proceso dio paso a generar un mayor interés en el municipio para mejorar la calidad de agua mediante un proceso de pago por servicios ambientales socialmente legítimo, que facilita la participación de la sociedad civil en la toma de decisiones.

En la actualidad, existe mayor comprensión por parte de la ciudadanía en la responsabilidad del manejo compartido de los recursos naturales. Adicionalmente, la población del Chaco ha mostrado un mayor interés tanto por la cantidad de agua dotada, así como también por la calidad de la misma.

6.1.3. Implementación de un Esquema de Cobro y Pago por Servicio Ambiental Hídrico: El Caso de la Empresa de Servicios Públicos de Heredia S.A., Heredia –Costa Rica⁹⁹

El macizo del Volcán Barva y los cerros adyacentes, parte de la Cordillera Volcánica Central, ubicados al norte de la ciudad Heredia, han constituido una zona de gran riqueza de recursos hídricos debido a las favorables condiciones de formaciones boscosas y que los caracteriza. Los ríos, quebradas, nacientes y manantiales de esta zona, han sido de importancia estratégica para el abastecimiento de agua para consumo humano y usos agroindustriales, en los distintos cantones de la provincia de Heredia y San José.

Ante los problemas de escasez y degradación que el recurso hídrico presenta en la actualidad, y reconociendo la importancia hidrogeológica de esta región, ya que alberga un espacio esencial de captación e infiltración de aguas y de estructuras de los mantos acuíferos; la Empresa de Servicios Públicos de Heredia Sociedad Anónima (ESPH S.A.), plantea la necesidad de ajustar ambientalmente sus tarifas por servicio de agua potable como un mecanismo para contribuir a la protección y recuperación de las microcuencas de los ríos Ciruelas, Segundo, Bermúdez y Tibás de la provincia de Heredia, utilizadas para proveer de agua potable a sus clientes.

⁹⁹ BARRANTES, G. y CASTRO, E., 1999.

La promulgación de legislación nacional que reconoce al recurso hídrico como un servicio ambiental que debe ser cobrado mediante la tarifa a los usuarios y revertido a los propietarios que participan en la protección del bosque por su función hídrica, sirvió de sustento legal para diseñar e implementar una tarifa hídrica ambientalmente ajustada así como un esquema de cobro y pago por servicio ambiental hídrico (Ley de la Autoridad Reguladora de los Servicios Públicos, Ley Orgánica del Ambiente, Ley Forestal 7575 y Ley de Biodiversidad).

Sobre esta base, la Empresa financió el estudio Estructura Tarifaria Hídrica Ambientalmente Ajustada: internalización del valor de variables ambientales, con el fin de obtener los principales lineamientos para el cobro del servicio ambiental hídrico, la administración y distribución de los fondos; así como para justificar el ajuste tarifario ante la Autoridad Reguladora de los Servicios Públicos (ARESEP).

Posteriormente, se desarrolló el estudio Valor económico del servicio ambiental hídrico a la salida del bosque: Análisis de oferta. En este se analiza la disposición de los propietarios de las áreas de interés a vender el servicio ambiental hídrico, mediante de la conservación de los bosques existentes y la recuperación de áreas degradadas propendiendo la disponibilidad de agua en calidad y cantidad.

Este programa se encarga de hacer efectivo el Pago por Servicio Ambiental Hídrico; promoviendo actividades de protección, regeneración natural del bosque y reforestación en los terrenos donde se ubican las fuentes de abastecimiento de agua potable administradas por la Empresa.

De esta manera se compensa a los dueños de la tierra para que se responsabilicen de proteger el bosque en función del recurso hídrico. El bosque no es solamente un productor de madera, sino también un productor de agua, cuya rentabilidad puede ser igual o más atractiva que la de los usos tradicionales del suelo. Esto asegurará el abastecimiento futuro de agua en calidad y cantidad a los abonados de la ESPH S.A.

El principal objetivo de la ESPH S.A. al impulsar este proyecto es conservar las fuentes de agua y apoyar así el desarrollo de la región hacia un modelo que haga compatible el crecimiento económico, el desarrollo social y la conservación ambiental.

6.1.3.1. Análisis del Proyecto Heredia –Costa Rica¹⁰⁰

El proyecto de Heredia se sustenta en la incorporación de los valores de captación y recuperación del recurso hídrico dentro de la tarifa del agua. Al igual que el caso del Chaco, la metodología para hallar el valor de captación es similar al valor de protección de ese proyecto. Fundamentalmente, el costo de oportunidad de las áreas forestales es la principal variable dentro del cálculo del valor de captación. Además, la metodología incorpora ponderadores y la captación de agua en términos de hectáreas, como se explica a continuación.

Inicialmente se valora la principal actividad que compite con el uso de la tierra. Para el caso de Heredia, la ganadería representa la actividad productiva de mayor uso a lo largo de la provincia. Esta actividad agrícola se la valora y se emplea este dato como el costo de oportunidad del uso de la tierra.

Después, se determina el porcentaje por compensar a los dueños de la tierra para proteger y recuperar las parcelas intervenidas y mantener los suelos de bosque. Para ello se cuantifica la importancia del bosque en función del recurso hídrico. Esta cuantificación se realiza mediante una consulta a expertos y una encuesta al sector residencial. De este análisis se encontrará que servicios del bosque son atribuibles al recurso hídrico en porcentaje y cuales a otros servicios ambientales. En cada microcuenca, el bosque tendrá una importancia específica, existiendo α importancias para las i cuencas en un número específico de hectáreas forestales.

Estas hectáreas de bosques, capturan una cantidad concreta de agua en metros cúbicos anuales por hectárea. Finalmente se estima un valor porcentual de la calidad del agua de

¹⁰⁰ BARRANTES, G. y CASTRO, E., 1999.

escorrentía captada por el bosque. Para el cálculo de este valor no se detalla un método o procedimiento empleado.

Con estos datos se procede a realizar el siguiente cálculo

$$VC = \sum_{i=1}^n \frac{\alpha_i B_i A b_i}{O c_i} (1 + \beta_i) \quad (ec. 4.)$$

Donde

- VC = Valor de captación hídrica del bosque (¢/m³) (cantidad + calidad)
- α_i = Importancia del bosque en la cuenca i en función del recurso hídrico (%)
- B_i = Costo de oportunidad de la ganadería que compete con el bosque en la cuenca i ¢/ha/año
- A_b_i = Área bajo bosque en la cuenca i (ha)
- O_c_i = Volumen de agua captada por bosques de la cuenca i (m³/ha/año)
- β_i = Valoración de la calidad del agua de escorrentía captada por el bosque (%)

La metodología para obtener el valor de recuperación se asocia a aquellos costos de actividades destinadas a la reforestación para la rehabilitación de las cuencas. Este valor es similar al valor de restauración calculado en el proyecto del Chaco.

Para el caso de Heredia, se plantea un costo asociado al manejo y establecimiento de una plantación forestal por un periodo de cinco años. Cabe indicar que se asigna un costo j por cada microcuenca i. Al igual que para el cálculo del valor de captación, se emplea la ponderación calculada a la importancia del bosque y el volumen cúbico de agua por hectárea a recuperarse, desarrollando la siguiente ecuación.

$$VR = \sum_{i=1}^n \frac{\alpha_i C_{ij} A r_i}{O c_i} \quad (ec. 5.)$$

Donde:

- VR = Valor de recuperación de cuencas hidrográficas (¢/m³)
- α_i = Importancia del bosque en la cuenca i en función del recurso hídrico (%)
- C_{ij} = Costos para la actividad j destinada a la recuperación de la cuenca i (¢/ha/año)

- Ari = Area a recuperar en la cuenca i (ha)
 Oci = Volumen de agua captada por bosques de la cuenca i (m³/ha/año)
 VR = Corresponde al costo en que se debe incurrir el primer año para el establecimiento de plantaciones forestales en las partes altas de las montañas de Heredia. Dicho valor debe mostrar un comportamiento descendente en los años siguientes.

Con los valores de captación y recuperación se establece un pago tarifario el mismo que incorpora a los costos de tratamiento pre-servicio, gastos operativos y administrativos para la distribución del recurso. El siguiente cuadro esquematiza el sistema tarifario desarrollado por la entidad técnica:

Tabla 3. Tabla de Valores de Captación y Recuperación del Proyecto de Heredia

Categoría	Valor de Captación	Valor de Recuperación	Valor Actual	Valor de Tratamiento Post-servicio	Total
Domiciliar	2.70	4.89	50.35	18.13	76.25
Ordinaria	2.70	4.89	168.33	32.26	208.18
Reproductiva	2.70	4.89	217.65	38.82	264.06
Preferencial	2.70	4.89	41.74	21.86	71.19
Gobierno	2.70	4.89	145.46	32.78	185.83

Nota: Tasa de cambio 1 US\$= 324 colones

Fuente: Barrantes y Castro, 1999

Esta propuesta entregó una tarifa ambiental de US\$ 0,023 por metro cúbico, la misma que entró a revisión por parte de las autoridades seccionales (ARESEP¹⁰¹), quedando aprobado con las siguientes modificaciones:

¹⁰¹ Autoridad Reguladora, el Ministerio de Ambiente y Energía y la Defensoría de los Habitantes.

Tabla 4. Tabla del Valor de la Tarifa Hídrica aprobada en Heredia

Categoría	Tarifa hídrica (¢/m3)	Valor actual (hasta 15 m3)	Total
Domiciliar	1.90	789.00	817.50
Ordinaria	1.90	3.307.00	3.335.50
Reproductiva	1.90	4.161.00	4.189.50
Preferencial	1.90	789.00	817.50
Gobierno	1.90	1.707.00	1.735.50

Fuente: Barrantes y Castro, 1999

Monto equivalente a US\$ 0.00058/m3.

Una vez diseñado este esquema tarifario, se procede a averiguar la disponibilidad de los usuarios a pagar por el servicio, encontrándose que la comunidad esta dispuesta a pagar un monto de US\$ 0.0048 por metro cúbico para la protección y recuperación de los bosques ubicados en la zona de recarga acuífera de la provincia, cifra superior al ajuste realizado.

En base a este esquema de pagos, se plantea el establecimiento de un proceso ágil y eficiente para proceder al cobro del servicio y pago a los dueños de las tierras. Mediante la creación de una entidad que administre estos fondos, se propone manejar la recaudación no solo con el fin de realizar los cobros y pagos, sino también buscando la forma de implementar programas de sensibilización comunitarios, de información, capacitación, reforestación y conservación del entorno. El principal objetivo de esta entidad es conservar las fuentes de agua y apoyar así el desarrollo de la región hacia un modelo que haga compatible el crecimiento económico, el desarrollo social y la conservación ambiental.

En resumen, el caso de la Empresa de Servicios Públicos de Heredia, constituye la primera experiencia concreta en Costa Rica en la cual se materializa la internalización de las variables ambientales en una tarifa de servicio público, con implicaciones de política para los usuarios finales. En este proyecto, al igual que los anteriores, se establece que las decisiones finales las toman las autoridades basándose en criterios técnicos, pero fundamentalmente en aspectos políticos.

En la actualidad, se observa que los ciudadanos de Heredia tienen un alto grado de conciencia ambiental y niveles de ingreso adecuados, en los que el consumidor considera importante participar con su apoyo económico para proteger a futuro las fuentes y áreas de recarga de agua. Además, los pobladores perciben a la conservación como una opción que permite optar por formas de ingreso alternativas.

Adicionalmente, se observa que el modelo económico-ambiental utilizado para obtener el sistema tarifario para Heredia, involucra herramientas más complejas para valorar el servicio hídrico, no obstante esta característica, los resultados de la valoración son similares a los anteriores proyectos.

6.1.4. Estudio de Valoración Económica de la Oferta y Demanda Hídrica del Bosque en que nace la Fuente del Río Chiquito (Finca El Cacao, Achuapa) – Implementación de Mecanismos de Pagos por Servicios Hídricos, Achuapa - Nicaragua¹⁰²

El Municipio de Achuapa está ubicado en el departamento de León y tiene una superficie de 33,300 km², con una población de 12,800 habitantes. Achuapa se beneficia de tres ríos importantes: El Río Grande, el Río Chiquito y el Río Coyolar, mismos que son utilizadas para fines de consumo humano y para riego agrícola. El Río Chiquito nace en la finca el Cacao ubicada en la Comunidad de San Nicolás. Este Río es el más importante para Achuapa (esta zona presenta los veranos con extrema sequía), ya que se caracteriza por tener un constante caudal durante todo el año.

La cuenca está cubierta por un bosque autóctono con relativamente poca intervención del hombre. Este bosque es un remanente del subtipo forestal Tropical Seco, y representa la única reserva de biodiversidad con este tipo de bosque en la Municipalidad de Achuapa. Gran parte de este bosque se encuentra dentro de la finca El Cacao, a la misma que pertenecen 42 ha., de los cuales 13.30 ha. corresponden a bosque.

¹⁰² RADOSLAV, B., 2000.

Existe una alta demanda de algunas especies de madera que se encuentran dentro del bosque de esta finca, las mismas que son bien cotizadas por los mercados madereros, debido a que en la actualidad existen pocas de especies estas en la zona.

De este problema, nace la iniciativa de establecer un mecanismo de pagos por servicios ambientales con el fin de buscar una alternativa óptima de manejo, que permita la conservación el bosque, a la vez que la compensación al dueño de la tierra por el uso de los servicios ambientales del recurso hídrico provenientes del bosque de la finca El Cacao.

Para esto se desarrolló una valoración económica de la Oferta Hídrica como un Servicio ambiental ofrecido por el bosque en que nace la fuente del Río Chiquito (Finca El Cacao, Achuapa), de donde la municipalidad de Achuapa se abastece de agua, a fin de generar un flujo de ingresos que contribuya a la conservación del bosque y la micro cuenca.

El cálculo se basó en la estimación del valor de captación o protección y el valor de conservación y mantenimiento de las áreas de importancia hídrica. Posteriormente, se determina, de manera general, tanto el balance hídrico físico de la microcuenca como los beneficios económicos por consumir agua gratis de la naturaleza.

Adicionalmente, se realizó un estudio de valoración de la demanda hídrica en base al método de valoración contingente sobre la disposición de pago en las comunidades del sector de Achuapa, tanto de la disposición de pago en efectivo como disposición de pago en trabajo comunitario.

Este trabajo marcaría la posibilidad del manejo comunitario, la generación de experiencia sobre aprovechamiento de productos forestales no madereros, y la venta de servicios ambientales, con la opción de generación de ingresos sin degradar los ecosistemas, enlazando de esta forma la conservación y el desarrollo.

6.1.4.1. Análisis del Proyecto Finca El Cacao, Achuapa, Nicaragua

La metodología para la valoración económica del proyecto Achuapa, emplea el valor de captación y el valor de conservación del bosque, los que sumados entregan el valor de producción de la finca de cacao. Esta valoración es independiente del volumen de agua que se consume.

Inicialmente se calcula el costo de oportunidad para emplearlo en el valor de captación. La actividad productiva más rentable se le asigna un valor que representaría el pago a efectuarse al dueño de la propiedad por conservar los bosques en el estado actual. La ganadería al igual que los casos anteriores, es la actividad que entrega el mayor beneficio anual por hectárea. Este costo de oportunidad se lo multiplica por las hectáreas y así se obtiene el valor de captación.

El costo de conservación y mantenimiento se apoya en el conocimiento de los actores locales para la conservación del bosque en términos anuales. Se emplea un cercado perimetral de la finca, guardabosques, rondas, bebederos de ganado y control de incendios. Los costos son estimados anualmente para las hectáreas de la finca y se proyectan los mismos para un año. El resultado de este cálculo se lo emplea como valor de conservación.

Otro punto dentro de la metodología está relacionado con el cálculo de los beneficios económicos que goza la sociedad por el consumo de agua de forma gratuita. Para este cálculo es necesario obtener los ingresos y los costos del uso de agua, es decir un balance hídrico. Inicialmente, se estima la oferta y demanda hídrica y esta última se multiplica por el precio de agua en metros cúbicos, cuyo resultado representa los ingresos. Al valor de los ingresos se resta el cálculo de los costos del uso del agua. Los costos representan el costo de oportunidad y conservación, obtenidos anteriormente. Finalmente, de esta resta se obtienen el balance económico o los beneficios económicos.

Similar a los casos anteriores, el paso siguiente es realizar una encuesta para encontrar la disposición a pagar de las personas de las comunidades que emplean el agua. Para el caso

de Achuapa, la muestra incluye el uso doméstico, agrícola y ganadero. Por otra parte, la encuesta también incluye preguntas referentes a la calidad de agua.

La metodología aplicada en esta fase incluye una variable Proxy para la disposición de pago, la misma que reemplaza la disposición a pagar por una variable de trabajo comunitario en horas. De esta forma, se traduce el trabajo en horas por ingreso y se obtiene la disposición de pago en dinero por parte de la comunidad.

Finalmente, se establece un mecanismo de pagos, el mismo que se fundamenta en los bienes que tienen las personas y sobre ellos establecer un porcentaje a pagar para financiar los servicios ambientales. Considerando el valor de producción que es la suma del valor de captación con el valor de protección, para el primer año se obtiene US \$ 4.083 por año, lo mismo que equivale a US \$ 307 por hectárea. Para los siguientes años el valor es de US \$ 2,029, lo que equivale a US \$ 153 por hectárea. Por tanto, en términos de Servicios Ambientales, al Bosque se le debe compensar por un mínimo de \$307 por hectárea el primero año y \$153 por hectárea los siguientes años para no cortarlo desproporcionadamente, no introducir ganado cerca de la fuente y adoptar medidas de conservación del mismo para garantizar así la oferta hídrica que genera el recurso forestal. Este mecanismo fue validado por el Consejo Municipal y la Comisión del Ambiente.

Así mismo, en este proyecto se recomienda la extracción de madera sostenible como una actividad complementaria, manejando únicamente el crecimiento anual del bosque que generaría beneficios económicos adicionales para su dueño.

En síntesis, este proyecto difiere de los anteriormente revisados, en cuanto la valoración económica que se realiza para desarrollar el sistema tarifario, no incorpora el uso del agua por parte de los consumidores, simplemente se toma en cuenta el número de hectáreas o la superficie que el propietario posee.

Otro aspecto que este proyecto difiere de los anteriores, es el relacionado a las encuestas, donde el menor porcentaje de encuestados estarían dispuestos a pagar una proporción en efectivo, mientras que el resto estaría dispuesto hacerlo mediante trabajo comunitario. Esto

se da debido a un poco más de la mitad de la población (55%), tienen algún tipo de propiedad. Por tanto, el Impuesto sobre Bienes e Inmuebles se vuelve una variable de restricción a la hora de aplicar el Mecanismo de Pago, pues los pobladores sin propiedades no tienen como contribuir en efectivo.

En términos de toma de decisiones, este proyecto maneja el mismo criterio que los proyectos anteriores, donde los aspectos políticos están por encima de los aspectos técnicos.

CAPITULO VII

MODELACION ECONÓMICA AMBIENTAL

7.1 Metodología del Estudio

Una vez realizado el análisis detenido de los esquemas empleados en cuatro proyectos de América Latina: El Chaco y Pimampiro en el Ecuador, los casos de Heredia en Costa Rica y del Municipio de Achuapa en Nicaragua; proyectos que han sido desarrollados para generar pago por servicios ambientales del recurso hídrico; se efectuará un contraste de las variables y resultados de los proyectos, y en base a este resultado se planteará un modelo que trate de entender y capturar las variables y condiciones económico-ambientales para desarrollar un modelo integral.

7.2 Contraste de los Resultados de las Metodologías Aplicadas a los Proyectos Estudiados

De acuerdo a la tabla 3 se puede encontrar las principales diferencias en la metodología empleada por cada proyecto, a pesar de emplear los mismos principios de valoración del servicio ambiental.

La funcionalidad de la tabla se manifiesta en poder describir no solo la metodología empleada sino también los resultados obtenidos por cada proyecto. De esta forma se puede contrastar las metodologías y resultados obtenidos.

En primer lugar se observa que todos los proyectos emplean el valor de captación y restauración (difieren exclusivamente en la terminología) como marco conceptual para la valoración económica ambiental del servicio. A pesar de ello, en el caso de Pimampiro esta se emplea exclusivamente como marco referencial. Es decir no se pone en práctica, determinando el marco tarifario de una manera subjetiva en función del monto que necesitan recaudar por hectárea y en función de un consumo de agua estimado de la población. Por el contrario, para los proyectos del Chaco, Heredia y Achuapa, la valoración económica se emplea para fijar el sistema tarifario para la conservación del servicio ambiental.

En los cuatro proyectos se usa el costo de oportunidad como variable básica para la determinación del pago a los usuarios por el bosque. Teóricamente, este concepto es ideal ya que se encuentra acorde a la idea del pago por servicios ambientales en función de aquella alternativa productiva de mayor rentabilidad¹⁰³. Este valor alternativo se lo multiplica por las hectáreas involucradas en la captación de agua o hectáreas como bosques o pastizales. De esta forma, se cuantifica el pago potencial en función de la mejor alternativa y del área que ofrece el servicio ambiental.

En el caso de Achuapa, el valor de captación termina en este punto por lo que las unidades resultantes son en dólares por hectárea. Es decir, cuanto dinero se pagara a los dueños de las tierras por cada hectárea de su propiedad. Para el caso de El Chaco y Heredia, al costo de oportunidad multiplicado por las hectáreas, se lo divide por el valor de la demanda de agua. Este valor representa el monto a pagar a los dueños de las tierras con capacidad de entregar un servicio hídrico, en función de la mejor alternativa por hectárea y en función del consumo cúbico de agua. Una vez realizado este cálculo, el proyecto de El Chaco emplea este valor para diseñar el esquema tarifario.

Por su parte el proyecto de Heredia, involucra dos variables adicionales. La primera es el cálculo de la importancia que tiene el bosque dentro del proceso de generación de agua. Para obtener este ponderador de importancia, se encuesta tanto a especialistas como a los usuarios del recurso, determinando que solo un porcentaje del bosque tiene relevancia sobre la generación del recurso hídrico. Específicamente solo el 42% aproximadamente se lo puede asociar con el agua. La diferencia, se asocia a otros servicios ambientales que brinda el bosque, distintos al recurso hídrico¹⁰⁴. Esta importancia funciona como ponderador del costo de oportunidad en términos de hectáreas y de la demanda de agua. Adicionalmente, se estima un valor de la calidad de agua de esorrentía como un porcentaje, cálculo para el cuál no se define la metodología.

¹⁰³ Costo de oportunidad es la mejor alternativa que se deja de lado o se sacrifica al momento de tomar una decisión económica o de otro tipo.

¹⁰⁴ Para más detalle de servicios ambientales que brinda el bosque, referirse a Capítulo No.II.

Además el proyecto de Heredia realiza una sumatoria de este procedimiento para cada una de las microcuencas, lo que no sucede en los proyectos restantes. Es decir, se calcula un costo de oportunidad para cada microcuenca al igual que su nivel de importancia, el número de hectáreas y dos ponderadores.

Se podría justificar los ponderadores si el cálculo se realizaría con estudios técnicos; pero al incluir una encuesta a los usuarios, la expectativa de un grado de conocimiento especializado en esta población se reduce por lo que se puede inducir a contar con un valor sesgado. Los otros proyectos no incluyen estas variables ni la sectorización por microcuencas, talvez buscando minimizar costos o simplemente motivados por una subjetividad en estos valores. Es importante notar que además de esta diferencia de cálculo, se presenta una gran diferencia en los resultados medidos por unidades, ya que con excepción de Achuapa, el valor obtenido está en dólares americanos por metro cúbico, mientras que en Achuapa se encuentra en dólares americanos por hectárea.

Esta diferencia es importante ya que podría generar incentivos contrarios a los buscados para proteger el recurso, debido a que el sistema tarifario se efectuará sobre los bienes adquiridos y no sobre el uso del agua como tal.

El costo de oportunidad empleado para el valor de captación, es calculado en algunos casos empleando una metodología más compleja. De todas formas, estos cálculos no difieren sustancialmente de un proyecto a otro al igual que la actividad principal que es la ganadería.

En el valor de restauración, todos los proyectos se manejan bajo el mismo concepto empleando el costo de mantenimiento y recuperación de las áreas afectadas. Estos valores se los divide por la demanda de agua para obtener un costo en función del metro cúbico de agua. En el caso del proyecto de Heredia, se incluye una vez más el ponderador de la importancia del bosque. Para el caso de Achuapa, se mantiene la consistencia con el valor de captación y no se divide por la demanda de agua, dejando el costo en términos de hectáreas.

La disponibilidad a pagar se calcula por medio de la valoración contingente para todos los proyectos, de los cuales únicamente se distinguen las siguientes diferencias. En el caso de Heredia, la encuesta se la realiza vía telefónica y los usuarios establecen como condición que se fortalezca el sistema administrativo por el cual se manejará los fondo recaudados por el PSA. En el proyecto del Chaco la encuesta también integra preguntas referentes a la calidad del agua además de la disponibilidad a pagar de los usuarios. Por otro lado, en el caso de Achuapa, la encuesta se enfoca en la calidad de la oferta de agua a través de la percepción de los consumidores y además la disposición a pagar se la analiza en dos formas: la disposición a pagar en efectivo y la disposición a pagar en trabajo comunitario. Los resultados de las encuestas para este último proyecto, muestran que la disponibilidad a pagar en trabajo comunitario es más alta que la disponibilidad a pagar en efectivo.

Las encuestas para la obtención de la disponibilidad a pagar son importantes para el desarrollo de un programa para PSA. Sin embargo, esta metodología podría aprovecharse más si se incluyeran preguntas adicionales sobre otros servicios ambientales que brinda el bosque para beneficio de la comunidad. A pesar de ello, el objetivo principal de encontrar la disponibilidad a pagar se satisface. No obstante, en el caso de Heredia la encuesta vía telefónica puede resultar insatisfactoria en comparación con las otras debido a esta técnica utilizada.

Tabla 5. TABLA COMPARATIVA DE LAS CARACTERÍSTICAS DE LOS PROYECTOS

	Pimampiro	Chaco	Heredia	Achuapa
Valor de captación	$vp=co*hec/dda\ m^3$	$vp=co*hec/dda\ m^3$	$vp=\Sigma[(importancia\ bosque\ cuenca\ i\ en\ función\ del\ recurso\ hídrico\% * Co * hectáreas\ de\ la\ cuenca\ i) / Volumen\ de\ agua\ captada\ en\ la\ cuenca\ i] * (1 + valoración\ calidad\ de\ agua\ esorrentía\ captada\ bosque\ cuenca\ i\%)$	$Vp = co * hectáreas$
Valor de Restauración	$vr=co*hec\ anuales/dda\ m^3$	$vr=cos\ anuales\ hec/dda\ m^3$	$vr=\Sigma[(importancia\ bosque\ cuenca\ i\ en\ función\ del\ recurso\ hídrico\% * Costos\ actividad\ j\ cuenca\ i * hectáreas\ por\ recuperar\ de\ la\ cuenca\ i) / Volumen\ de\ agua\ captada\ en\ la\ cuenca\ i]$	$Vr = Costo\ de\ mantenimiento\ y\ conservación\ de\ la\ finca$
Disponibilidad a pagar	encuesta	Encuesta	encuesta	encuesta: reemplaza disponibilidad a pagar por trabajo comunitario en horas y se estima un ingreso
Costo de oportunidad	no se identifica la principal actividad	Ganadería	ganadería	ganadería
Beneficio económico	no aplica	no aplica	no aplica	Calcula los ingresos del agua por su uso que actualmente son gratuitos y se resta del costo de agua
Resultados de valores VC m3	0,03	0,044	0,0081	3,12
Resultados de valores VR m3	0,1	0,24	0,015	6,433

ponderadores a	no se aplican ponderadores y se emplea la totalidad de superficie del bosque	no se aplican ponderadores y se emplea la totalidad de superficie del bosque	importancia del bosque de la cuenca l en función del recurso hídrico, se realiza mediante una encuesta a expertos y sector residencial. El porcentaje obtenido será el 40% del bosque que sirve para el recurso hídrico	no se aplican ponderadores y se emplea la totalidad de superficie del bosque
ponderadores b	no se aplican ponderadores y se emplea la totalidad de superficie del bosque	no se aplican ponderadores y se emplea la totalidad de superficie del bosque	valoración de la calidad de agua o escorrentía captada por el bosque, no se entrega una metodología para este cálculo	no se aplican ponderadores y se emplea la totalidad de superficie del bosque
<i>co: costos</i> <i>hec: hectáreas</i> <i>dda: demanda de agua</i>				

Elaboración: Propia

7.3 Modelo Económico – Ambiental para la determinación de una tarifa para el PSA del recurso hídrico

En el planteamiento del modelo económico para determinar la tarifa por los servicios ambientales que presta un ecosistema boscoso, fue necesario determinar las funciones más importantes que presta este tipo de ecosistema, y para lo cual se plantean las siguientes funciones:

- 1) Conservación del agua.
- 2) Conservación del suelo.

No obstante, es importante señalar que no sólo los ecosistemas boscosos tienen estas funciones, por lo que es necesario determinar la importancia del bosque para cada una de éstas.

7.3.1. Importancia del Bosque para la conservación de agua

La función de la conservación de agua por medio de un ecosistema de bosques puede ser ilustrada mediante el flujo del agua de lluvia en el bosque. Usualmente, el flujo de agua en un bosque incluye tres etapas: intercepción por parte del dosel L , contención de residuos U y contención del suelo S ¹⁰⁵. De este modo, el monto promedio de flujo de agua de lluvia conservada por un ecosistema forestal por año (mm), WR , puede ser descrito de la siguiente forma:

$$WR = \mu(L + U + S) \quad (ec. 6.)$$

Donde μ es un valor equivalente de lluvia, que relaciona a la cantidad de agua lluvia y de tiempos de lluvia durante una temporada de lluvia¹⁰⁶. La capacidad de conservación del agua que tiene un ecosistema boscoso varía significativamente debido a las diferencias en

¹⁰⁵ LEE, R., 1980.

MA, X., 1993.

¹⁰⁶ GUO, *et al.*, 2001.

los tipos de vegetación, suelo y pendiente; la cual puede ser determinada mediante la siguiente ecuación:

$$WR(p_i) = \varepsilon_l \delta_j \eta_k WR(p_s) \quad (ec. 7.)$$

Donde $WR(p_i)$ es la cantidad anual de agua conservada por una región de la cuenca con características l, j y k ; donde l hace referencia al tipo de cubierta vegetal, j a la clase del suelo y k a la pendiente. Además, los coeficientes ε, δ y η son coeficientes de conservación del agua dependiendo del tipo de vegetación, suelo y pendiente respectivamente. $WR(p_s)$ es la cantidad anual de agua conservada en los sectores que poseen características de vegetación-suelo-pendiente que pueden considerarse óptimas para la función de conservación de agua, la cual se calcula basándose en la ecuación (2).

Entonces, la cantidad total de agua conservada por todas las combinaciones de tipos de vegetación, suelo y pendiente por año (m^3), AW , puede ser estimada mediante:

$$AW = \sum_i WR(p_i) A(p_i) \quad (ec. 8.)$$

Donde $A(p_i)$ es el área de las diferentes combinaciones de vegetación-suelo-pendiente (m^2). La contribución del bosque a la conservación del agua, CFW , puede ser determinada mediante la siguiente ecuación:

$$CFW = (AW - AW_s) / AW \quad (ec. 9.)$$

Donde AW_s es la cantidad de agua conservada cuando los bosques son reemplazados por una combinación de arbustos y pasto.

7.3.2. Importancia del bosque en la conservación de suelos

La cantidad de suelo conservado por los ecosistemas del bosque puede ser estimada mediante la diferencia en erosión de suelos que existe entre las tierras con bosques y las tierras sin bosques, usando la siguiente ecuación:

$$St = Sr - Sf = MS_r Ar - MS_f Af \quad (ec. 10.)$$

Donde St es la cantidad de erosión de suelo reducida por el bosque por año (m^3). Sr es la cantidad de erosión de suelo en tierras sin bosques por año (m^3) y Sf es la cantidad de erosión en tierras con bosques por año (m^3).

MS_f y MS_r son las cantidades de suelos erosionados en tierras con bosque y sin bosque (ton/ha/año) respectivamente. Ar y Af son áreas de tierras sin bosque y tierras con bosque (ha).

Las cantidades de suelos erosionados varían también significativamente de acuerdo a los tipos de vegetación, suelo y pendiente de cada ecosistema; cantidad que puede ser determinada por la siguiente ecuación:

$$MS(p_i) = \beta_i \mu_j \sigma_k MS(p_s) \quad (ec. 11.)$$

Donde $MS(p_i)$ es el módulo¹⁰⁷ de la erosión de suelos en el i -ésimo tipo de combinación de vegetación-suelo-pendiente (ton/ha/año). $MS(p_s)$ es el módulo de erosión de suelo que se produce en el terreno con características de vegetación-suelo-pendiente óptimas. El promedio de módulo de erosión de suelo en tierras de bosque, MS_f , y tierras sin bosque, MS_r , pueden ser calculados respectivamente usando las siguientes ecuaciones:

$$MS_f = \frac{\sum_i^k MS(p_i) A(p_i)}{\sum_i^k A(p_i)} \quad (ec. 12.)$$

¹⁰⁷ GUO, Z., *et al.*, 2001, el término módulo se refieren a la cantidad de suelos erosionados por hectárea y por año.

$$MS_r = \sum_i^h MS(p_i)A(p_i) / \sum_j^h A(p_j) \quad (\text{ec. 13.})$$

Donde $A(p_i)$ y $A(p_j)$ son las áreas (ha) del i -ésimo tipo de combinación¹⁰⁸ de tierras con bosque y el j -ésimo tipo de combinaciones de tierras sin bosque, respectivamente. k y h son las cantidades de tipos de combinaciones para tierras con bosque y sin bosque respectivamente.

7.3.3. Servicios ambientales prestados por las funciones del bosque

Las diferentes funciones con las que cuenta un ecosistema boscoso es muy amplio, motivo por lo cual esta tesis se enfocará a analizar únicamente dos funciones¹⁰⁹ conservación de agua y conservación de suelos. De cada una de estas funciones se derivan un conjunto de bienes y servicios que son útiles en diferentes actividades humanas, así se tiene que para la función conservación del agua se han identificado los siguientes servicios ambientales:

- 1) Regulación del caudal hidrológico.
- 2) Almacenamiento de agua.

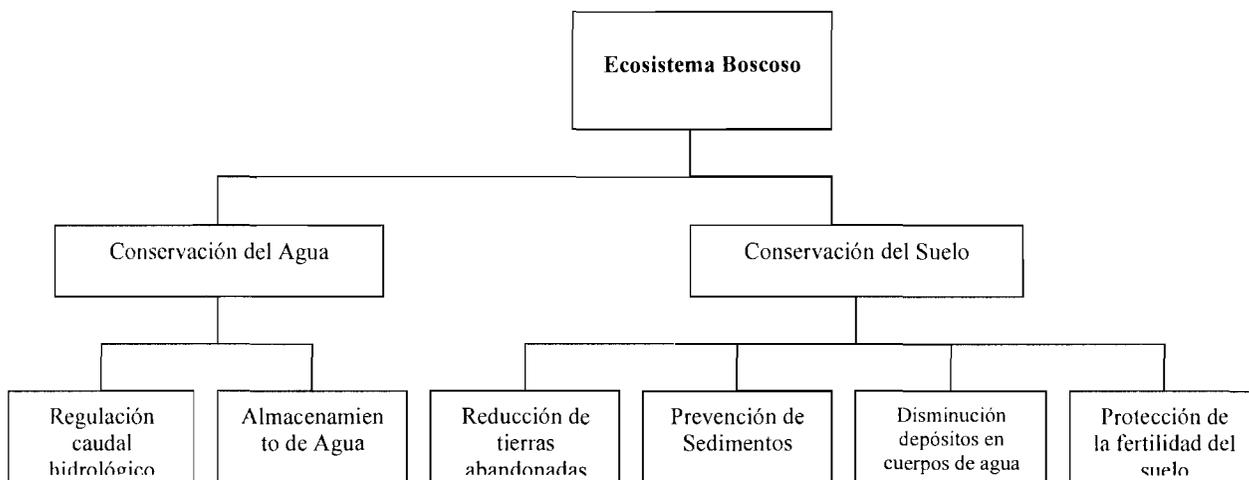
Para la función de conservación de suelos los servicios ambientales con los que se trabajará son:

- 1) Reducción de tierras abandonadas.
- 2) Prevención de sedimentos.
- 3) Disminución de depósitos en cuerpos de agua.
- 4) Protección de la fertilidad de los suelos.

¹⁰⁸ El término *combinación* se refiere a los suelos con características iguales de vegetación, suelo y pendiente.

¹⁰⁹ Para la descripción de las diferencias de funciones y servicios que prestan los ecosistemas boscosos referirse al Capítulo No.III.

Figura 3. Funciones del ecosistema boscoso



Elaboración propia.

7.4. Valoración Económica de los Servicios Ambientales

7.4.1. Valoración de los servicios ambientales generados por la función de conservación del agua

El método de evaluación de los servicios de un ecosistema boscoso para la conservación del agua puede ser descrito mediante la siguiente ecuación:

$$Ve = CFWF_ePs \quad (\text{ec. 14.})$$

Donde Ve es un valor económico del servicio del ecosistema (en unidades monetarias); F_e es un efecto derivado de la presencia o ausencia de un servicio ambiental dentro de una actividad económica. Ps es el precio de este efecto económico por unidad (en unidades monetarias.)

7.4.1.1. Regulación del caudal hidrológico

Este servicio ambiental se caracteriza por una disminución del caudal de los ríos durante las épocas lluviosas y un aumento del caudal durante las épocas de estiaje. En un estudio realizado por Guo *et al.*, 2001, la principal actividad humana que se beneficia con este servicio ambiental, es la generación de energía hidroeléctrica.

En ninguno de los casos de estudio analizados en el capítulo VI, se considera el valor del agua en la generación de energía hidroeléctrica para realizar la valoración económica. No obstante, en vista de la importancia de este valor, se ha tomado como pauta la ecuación utilizada por Barrantes y Vega 2002, donde si se contempla este efecto, con la diferencia de que no utilizan el coeficiente CFW y el cálculo lo realizan utilizando el efecto de disminución de energía eléctrica multiplicado directamente por el precio del mercado del kilovatio.

Para este caso y siguiendo lo expuesto en la ecuación 14, se tiene que Fe sería la cantidad de kilovatios/hora que deja de producir una estación hidroeléctrica debido a la disminución del caudal, y Ps representaría el valor del kilovatio/hora en el mercado.

7.4.1.2. Disminución en la producción agrícola

Tanto la disminución de caudal en las épocas de estiaje así como el aumento del caudal (inundaciones) tiene un efecto negativo en la agricultura. Para este punto es necesario obtener el patrón de cultivos que se producen en la zona; para así con esta información, determinar los cambios en la productividad generados por la falta de agua de riego. Esta variación en la productividad agrícola (q_k) se obtiene restando la productividad de una hectárea del producto “k” bajo riego, menos la productividad del mismo cultivo sin agua segura.

Utilizando la ecuación 14, es necesario calcular un Fe para este caso especial, la metodología que utiliza esta descrita en la siguiente fórmula;

$$q_k = (Q_{riego}^k - Q_{secano}^k) \quad (ec.15.)$$

Donde:

Q_{riego}^k = Cantidad de producción del cultivo K bajo riego (kg/ha.)

$Q_{sec\ amn}^k$ = Cantidad de producción del cultivo K sin riego (kg/ha.)

Al valor q_k se multiplica por $(p_k - c_k)$ que es el precio de mercado del cultivo K menos el costo de producción del mismo cultivo. Entonces para designar un valor al cambio de la productividad debido al servicio de regulación del caudal hídrico, producido por la función de conservación del agua, se utiliza la siguiente fórmula:

$$V_c^{ag} = \sum_{k=1}^K CFW q_k (p_k - c_k) A_k^{ag} \quad (ec.16.)$$

Donde:

q_k = es el variación en la producción agrícola en el cultivo “k” por el uso del agua.

$(p_k - c_k)$ = utilidad obtenida por la venta del cultivo “k”.

A_k^{ag} = área sembrada del cultivo “k”

CFW = Contribución del bosque a la función de conservación del agua.

7.4.1.3. Almacenamiento y retención del agua

Dentro de los servicios ambientales que prestan los bosques está el almacenamiento y retención del agua. Contar con una cantidad abundante de agua permite un crecimiento económico y un mejoramiento en los estándares de vida. Para determinar la cantidad de agua que se retiene o almacena en el bosque es igual a la diferencia entre precipitación y la evapotranspiración¹¹⁰.

Siguiendo los conceptos que utilizan Barrantes y Vega, 2002, se define a la evapotranspiración como:

¹¹⁰ GUO, *et al.*, 2001.

“La evapotranspiración es el agregado de las salidas de agua por evaporación debida al calor y por la transpiración de los seres vivos. La evaporación es el movimiento del agua, desde la superficie de la tierra hasta la atmósfera, esta superficie generalmente está representada por masas de agua al descubierto, nieve, hielo, suelo, rocas, construcciones humanas y vegetación.

Generalmente en la evaporación se da un cambio de estado del sólido y líquido al gaseoso donde entra a la dinámica atmosférica. La transpiración es el movimiento de agua desde, y a través, de las células de las plantas vivas, representado este movimiento por el vapor de agua que pasa a través de los estomas de las hojas y paredes celulares.”

Holdridge, 1982, utiliza la siguiente ecuación para calcular la evapotranspiración potencial:

$$ET_p = 58.93T_b \quad (\text{ec. 17.})$$

Donde

ET_p = Evapotranspiración potencial (mm/año).

T_b = Bio temperatura media anual (°C).

El valor 58.93 es una constante que Holdridge, 1982, ha estimado para realizar el cálculo, mientras que el término de bio-temperatura es igual a la temperatura ambiental promedio en grados Celsius donde tiene lugar el crecimiento vegetativo. Barrantes y Vega, 2002, recomiendan la utilización de programas que utilizan interpoladores espaciales en SIG, además recomiendan estandarizar el tamaño de la unidad de análisis o celda para poder efectuar una adecuada agregación.

A partir de la evapotranspiración potencial definida por Holdridge, 1982, se calcula el valor de la evapotranspiración real (ET_r). Para este cálculo se ha establecido la siguiente ecuación Rodríguez, 1983.

$$ET_k = \left\{ \left[7.46 \left(\frac{ET_p}{P} \right)^3 - 10.46 \left(\frac{ET_p}{P} \right)^2 + 4.63 \left(\frac{ET_p}{P} \right) + 0.27 \right] ET_p, \text{ si } 0.06 \leq \frac{ET_p}{P} \leq 0.45 \right\}$$

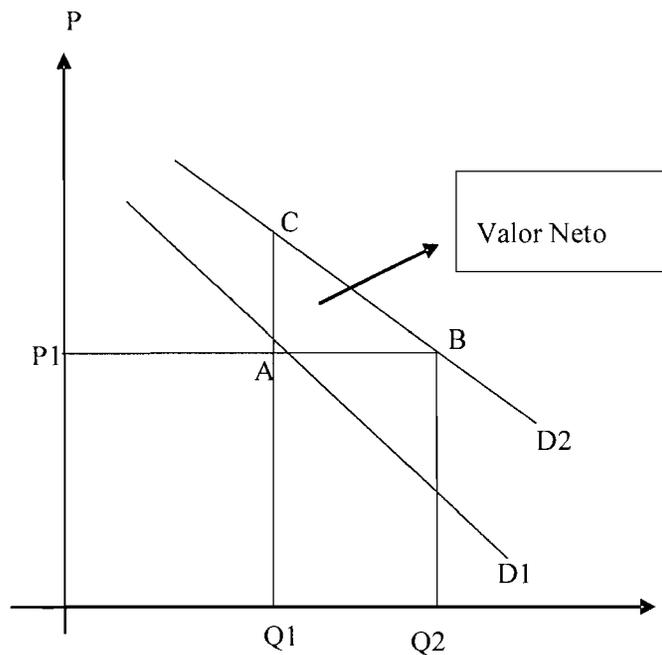
$$ET_k = \left\{ \left[1.12 - \frac{0.44 ET_p}{P} \right] ET_p, \text{ si } 0.45 \leq \frac{ET_p}{P} \right\} \quad (\text{ec. 18.})$$

El valor obtenido con las fórmulas anteriores se resta del valor de las precipitaciones y se obtiene la capacidad de almacenamiento de un sistema boscoso. El siguiente paso es valorar este servicio ambiental de almacenamiento de agua, donde según Guo, 2001, el precio del agua es igual al de la tarifa que cobran las empresas distribuidoras a los consumidores finales. En otros estudios el precio del agua se determina en base de los beneficios sociales por el incremento de la oferta total del recurso hídrico, ya sea por un incremento en la demanda o por un incremento en la población¹¹¹. En esta tesis se calculará el valor del agua en base a los beneficios sociales.

Hay que indicar que es necesario hacer una diferenciación en esta valoración dependiendo del sector en que se esta analizando los beneficios sociales por el incremento de la oferta. Los sectores que se analizaran son: hogares, industria y turismo.

¹¹¹ BARRANTES, G y VEGA, M., 2002

Figura 4. Curvas de demanda para el análisis del valor económico del agua usando en excedente del consumidor



Fuente: Adaptado de Barrantes y Vega, 2002.

Barrantes *et al.*, 2002, utilizan el gráfico anterior para definir la metodología utilizada. Se parte de que un traslado de la curva de la demanda de D_1 a D_2 se produce cuando existe alguna variación de un factor determinante de la demanda, en este caso se considerará un crecimiento de la población y manteniendo el precio constante. El autor calcula una aproximación al valor neto o incremento del excedente del consumidor ocasionado por el incremento en la oferta del agua, lo aproxima calculando el área ABC, el cual sería un cálculo aproximado al valor del agua en el origen¹¹².

De acuerdo al modelo aplicado por Barrantes y Vega, 2002, para estimar el valor del agua basándose en la disponibilidad de pago del consumidor es importante primeramente estimar las curvas de la demanda. Sin embargo, debido a que la información existente tanto de precios como de cantidades observables sobre abastecimiento de agua es muy limitada, ya que el precio generalmente es fijado por la Empresa y aceptado por los consumidores,

¹¹² BARRANTES, G y VEGA, M., 2002

impide que se realice una aplicación econométrica para la estimación de dichas curvas. No obstante, es posible hacer una aproximación de curva de demanda tomando un par inicial precio-cantidad y suponiendo una elasticidad precio constante para la demanda. Para esto se asume a la curva de la demanda como una función Cobb-Douglas, la misma que se puede expresar mediante la ecuación:

$$Q = kP^\varepsilon \quad (\text{ec. 19.})$$

Donde:

- Q Volumen de agua (m³/mes)
- P Tarifa financiera actual por el servicio de abastecimiento del agua (\$/m³)
- k factor de proporcionalidad
- ε Elasticidad precio de la demanda

Si es que existiera la información de un par de puntos (Q_1, P_1) y sobre la elasticidad ε , se calcula k_1 para la curva de demanda del período 1 (D_1):

$$k_1 = Q_1 P_1^{-\varepsilon} \quad (\text{ec. 20.})$$

De la misma manera que se obtiene D_1 es posible obtener las curvas de la demanda de otros períodos, desplazando las curvas de acuerdo a una tasa de crecimiento r (en función del crecimiento poblacional y/o de la renta), tal que $k_t = k_1 (1+r)^{t-1}$.

Una vez estimado D_1 y D_2 para dos períodos, con su respectivo aumento en precios, el valor de agua neto, estará dado por el incremento en agua de cada sector atribuible al excedente social, de acuerdo a la siguiente fórmula:

$$VA = \frac{P_1 \left(Q_2^{\frac{1}{\varepsilon} + 1} - Q_1^{\frac{1}{\varepsilon} + 1} \right)}{Q_1^{\frac{1}{\varepsilon}} \left(\frac{1}{\varepsilon} + 1 \right)} - P_2 (Q_2 - Q_1) \quad (\text{ec. 21.})$$

Donde $P_2(Q_2 - Q_1)$ se considera el costo social del abastecimiento adicional de agua¹¹³.

Para explicar el funcionamiento del modelo, se utilizará el ejemplo expuesto en Barrantes y Vega, 2002. El ejemplo se aplica para utilizar el valor del agua para el sector residencial, donde los autores estiman que la elasticidad es igual a -0,30%, y una tasa de crecimiento poblacional igual a 2.5%. Barrantes y Vega, 2002, utilizan el siguiente cuadro para presentar los datos utilizados y los resultados obtenidos.

Area	Consumo		Precio		Elasticidad	Parámetro K	Tasa de crecimient	Parámetro Excedente	
	Q1	Q2	P1	P2				K1	\$/m3
Metropolitana	21,61	22,12	0,18	0,18	-0,3	12,82	0,025	13,14	0,007
Rural	25,97	26,58	0,13	0,13	-0,3	13,98	0,025	14,33	0,005
Urbana	25,02	25,61	0,16	0,13	-0,3	14,47	0,025	14,84	0,006

Una vez obtenidos los valores en el sector doméstico, desagregado en el las áreas explicadas en el cuadro anterior, se obtiene un promedio ponderado. La variable que se usa para realizar la ponderación es la población (usuarios) que vive en cada área.

El mismo procedimiento se utiliza la industria y el turismo. Este valor se multiplica por las cantidades de demanda de los hogares, industria y hoteles y se obtiene el valor del agua que se retiene, pero como se ha señalado anteriormente, no todo el almacenamiento del agua se debe a la presencia del bosque, por lo que se multiplica el valor del agua por el *CFW* (Contribución del bosque a la función de conservación del agua.)

7.5. Cálculo de la Tarifa

Una vez realizada la valoración económica de los servicios ambientales de regulación de caudal hídrico y de retención y almacenamiento de agua, a través de los principales efectos que la presencia o ausencia de estos produce en algunas actividades humanas; se determina una tarifa, la misma que deberá ser aprobada por la autoridades de la zona a aplicarse, y

deberá ser asumida por los beneficiarios de los servicios ambientales que presta el ecosistema boscoso para la conservación del mismo.

La metodología utilizada para determinar la tarifa es dividir los valores obtenidos por: regulación del caudal hidrológico (energía eléctrica), disminución de la producción agrícola y el valor neto o excedente de la población causado por el incremento de la oferta frente al incremento de la población para las cantidades demandadas del recurso hídrico de cada una de las actividades humanas que se han considerado. Estos datos se pueden obtener con información secundaria, y con la ayuda de un equipo multidisciplinario.

Una vez obtenido el valor de una unidad de volumen en cada actividad, es necesario sacar un promedio ponderado utilizando la variable del número de personas que se benefician con cada actividad o efecto. Por ejemplo en el caso del caudal hidrológico el número de beneficiarios sería el número de personas que utilizan la energía eléctrica generada por una planta hidroeléctrica. En el caso de la agricultura sería el número de personas que se dedican a esta actividad. Para el último caso, la información se puede obtener en las organizaciones que generan información estadística, y específicamente en el caso del Ecuador, esta información se puede obtener del Instituto Ecuatoriano de Estadísticas y Censos (INEC), en la clasificación de la Población Económicamente Activa por actividad económica.

Para el caso del almacenamiento y retención del agua los beneficiarios se pueden identificar con información de las empresas que administran y distribuyen el agua potable. Generalmente estas empresas desagregan a sus clientes dependiendo del tipo de actividad económica a la que se dedica. Con esto se puede identificar a los usuarios que consumen el recurso hídrico, los mismos que son la industria y hogares. En lo que se refiere al sector turístico, sería necesario determinar el número de personas que se dedican a esta actividad económica.

CAPITULO VIII

CONCLUSIONES E IMPLICACIONES DE POLÍTICA

8.1 Conclusiones de PSA

De acuerdo a lo expuesto en esta tesis, el pago por los servicios ambientales resulta ser un instrumento innovador y relativamente nuevo, basado en las herramientas de mercado, para la protección ambiental. Resulta prematuro, por tanto, tratar de evaluar la efectividad y eficiencia general de los esquemas de PSA e identificar lecciones y prácticas idóneas generalizables para la implementación de este tipo de esquemas. Sin embargo, en esta tesis se intenta derivar observaciones preliminares basadas en el estado actual de lo que se conoce sobre dichos esquemas.

Los esquemas de PSA son altamente adaptables y existen diversos modelos en diferentes mercados y ubicaciones. Una conclusión de la situación actual, es que no existe un único modelo transferible de PSA que se aplique a todas las situaciones; por el contrario, parece evidente que cada modelo debería elaborarse de acuerdo a las condiciones específicas del mercado de un determinado servicio ambiental y a las condiciones socioeconómicas y ambientales predominantes en la zona geográfica de interés.

Otro aspecto relevante acerca de los esquemas de PSA, es que pueden no constituir el instrumento óptimo en términos de costos para todas las circunstancias. De hecho, su éxito depende, en buena medida, de las condiciones previas a la implementación del esquema de PSA, tanto en el ámbito socioeconómico como en el ambiental y cultural. En este contexto, parece que los sistemas de PSA funcionan mejor cuando los servicios son visibles, los derechos de propiedad están claramente determinados y los beneficiarios están bien organizados. Estas condiciones reducen las fuentes de interferencia con el recientemente creado mercado, además de reducir los costos de transacción. Esto sugiere que parte del éxito de los esquemas de PSA, depende de un estudio detallado de las condiciones iniciales del ambiente en el que se implementará el PSA, incluyendo una cuidadosa selección de las

regiones o comunidades en que se aplicará el esquema, acompañado por un trabajo adecuado durante la etapa preparatoria.

Entre los factores que actualmente dificultan la amplia aplicación de esquemas de PSA, están los altos costos de transacción en los mercados de servicios ambientales, debidos a la inmadurez y, en algunos casos, inexistencia de algunos de los mercados. Este aspecto hace que los esquemas de PSA resulten altamente dependientes de las fuentes externas de financiamiento, lo que puede afectar su sostenibilidad a largo plazo. Sin embargo, es posible que los costos de transacción disminuyan con el tiempo, conforme al “perfeccionamiento” de los mercados y de los mecanismos y técnicas utilizadas. En este sentido, es fundamental que se mejore la base de conocimiento de los círculos nacionales acerca de este tipo de esquemas de conservación y que se sistematice y difunda la información que ya existe sobre estas experiencias.

En el caso de los esquemas de PSA por recursos hídricos, un aspecto importante es que además de ser un instrumento que contribuye a la conservación de la calidad del agua y a la preservación de los bosques, también tienen el potencial de aportar al desarrollo local y al mejoramiento de la utilización de los recursos naturales. En el caso de poblaciones que han deteriorado sus recursos hídricos, por ejemplo, los esquemas de PSA pueden ser utilizados como una herramienta para generar recursos financieros necesarios para restaurar y recuperar los ecosistemas que regulan los ciclos hídricos locales.

Otro aspecto común en la aplicación de los PSA de cuencas hidrográficas, se observa que, por lo general, al considerar la implantación de mecanismos de mercado, este se orienta a la compensación a los propietarios de tierras aguas arriba con el fin de mantener o modificar un uso particular del suelo que afecta la disponibilidad y/o la calidad del recurso hídrico. De esta manera, en algunos casos los beneficios de los PSA no se distribuyen equitativamente dentro de la cuenca, perjudicando a los usuarios de las zonas bajas. Por lo tanto, se recomienda que el desarrollo de esquemas de PSA en cuencas hidrográficas contemple mecanismos complementarios que apoyen el uso racional de los recursos y la distribución equitativa de los beneficios en todos los pisos altitudinales o secciones de la

cuenca. Además, los sistemas de PSA del recurso hídrico deben establecer un flujo de información entre los proveedores y usuarios a todos los niveles, de manera que se genere un intercambio entre ambos tipos de agentes.

En conclusión, los esquemas de PSA tienen el potencial de convertirse en mecanismos eficaces de transferencia para la internalización de las externalidades ambientales positivas y generar nuevos ingresos que potencialmente pueden apoyar al desarrollo sostenible. Este potencial se desarrollará de manera gradual en la medida en que los mercados de servicios ambientales maduren y los esquemas de PSA se vuelvan financieramente más sustentables.

En cuanto a sus efectos positivos en el desarrollo sostenible, estos serán mayores solo si se consideran sus impactos distributivos y se hacen esfuerzos concretos en pro del desarrollo de la capacidad administrativa de las comunidades pobres o indígenas. De otra manera, existe un importante riesgo de que perpetúen o exacerben las inequidades existentes en el uso de los recursos o simplemente continúen los patrones no sustentables de supervivencia en las comunidades pobres.

8.2 Conclusiones del Análisis de los Proyectos

En cuanto a los aspectos comunes de la mayoría de los esquemas de PSA que se analizaron, se pueden destacar los siguientes:

- A pesar de que la metodología de cálculo difiere de un proyecto a otro, la creación de un sistema tarifario de pagos por servicios ambientales se cumple en todos los proyectos analizados.
- En todos los proyectos se realiza una encuesta para verificar si la población está dispuesta a cumplir con los pagos estipulados en el nuevo sistema tarifario.
- En los proyectos se observa que el impacto al consumidor, generado por los nuevos componentes ambientales, es relativamente bajo o simbólico, contrario al supuesto común de que la regulación ambiental tiende a elevar los costos y restar competitividad.

- Casi todos los proyectos, además, cubren aspectos sociales de desarrollo comunal, los mismos incentivan la ejecución de actividades productivas, que permiten generar ingresos complementarios para la población. Muchas de estas actividades se centran principalmente en el aprovechamiento de productos forestales no maderables, con miras al establecimiento de microempresas, el mejoramiento de la actividad ganadera y la participación activa de los habitantes.
- En los proyectos analizados, la valoración económica se fundamenta en los valores de captación y recuperación del recurso hídrico, sin embargo, ninguno de estos emplea el valor de la belleza escénica u otros servicios ambientales.
- Otro aspecto importante que se evidencia en los cuatro proyectos, es que las decisiones políticas tienen más peso que los estudios socioeconómico ambientales de tipo técnico. Al parecer, esto se debe a que los impactos de cambios drásticos de tarifas, pueden provocar malestar social y una débil posibilidad de continuar en el área política.
- Adicionalmente, en los cuatro proyectos se revela la importancia de la implementación de planes para el desarrollo local, debido a su profundo impacto en la capacitación y concientización de la población en torno a la problemática del agua y a la importancia de la conservación de los recursos naturales en general.

Dada la importancia de este último punto, se debe enfatizar que, a partir de esta capacitación y concientización ambiental, surgen otro tipo de temas relevantes para la sociedad que van más allá que la cantidad de agua que se puede obtener mediante la conservación de las respectivas fuentes de agua. El tema de calidad de agua, por ejemplo, se convierte en un aspecto primordial debido al efecto que tiene sobre la salud de la población en general y sobre temas agro-productivos como la mejora en calidad y productividad de los sistemas agropecuarios. De esta manera, la aplicación de un esquema de PSA no puede ir desligada de un esquema de monitoreo que no solo tome en cuenta la efectividad económica e hidrológica del esquema, sino también la calidad del agua que circula en la cuenca. Este aspecto involucra necesariamente un proceso intenso de capacitación de los usuarios para que valoren la calidad del recurso y contribuyan a mantenerla.

En el Ecuador, las experiencias de Pimampiro y el Chaco muestran, hasta la fecha, buenos resultados en cuanto a la implementación y ejecución de estas propuestas. Se ha logrado diseñar esquemas tarifarios acordes a las realidades de las comunidades y, al mismo tiempo, impulsar planes de desarrollo comunales que entregan un valor agregado al proyecto de pagos por servicios ambientales. Adicionalmente, la población de las comunidades se ha visto receptiva al esquema tarifario y ha contribuido en conjunto con las autoridades locales, para la lograr implementar un desarrollo integral del proyecto.

El relativo éxito que se ha alcanzado en estas comunidades es notable si se toma en cuenta que son poblados pobres en los que los bajos ingresos no han impedido que la gente local esté dispuesta a pagar por el servicio ambiental. Un caso extremo de esta situación es el que se describió para el caso nicaragüense en donde los habitantes más pobres, que no tenían dinero para cubrir los pagos por el servicio ambiental, lo hicieron mediante su participación voluntaria en trabajos comunitarios relacionados con el mantenimiento de la cuenca. Esta predisposición positiva de algunas comunidades pequeñas y de escasos recursos, es un indicador positivo de que los esquemas de PSA pueden ser una excelente opción para la promoción del desarrollo racional y la conservación de los recursos naturales de esas comunidades. En este sentido, se recomienda replicar estas experiencias en otras comunidades, e impulsar trabajos de investigación que exploren cuales son las estrategias y las condiciones socioeconómicas y ambientales que facilitan el éxito de este tipo de esquemas de desarrollo y conservación.

8.3 Conclusiones del modelo planteado

El modelo utilizado en este trabajo, difiere de aquellos modelos de valoración presentados en estudios anteriores, ya que dentro del modelo se consideran aspectos ambientales, sociales y económicos. Entre los aspectos sociales, el beneficio de la sociedad por la cobertura (incremento) de la demanda del agua se ve reflejado en el consumo tanto de los hogares como de la industria manufacturera y de turismo. Dentro de los aspectos económicos se ha trabajado con los ingresos y ahorros que la sociedad percibe por contar con unos recursos hídricos de calidad y cantidad adecuados, tanto para la generación de

energía eléctrica, como también para el incremento de la productividad agropecuaria, que se traducen en beneficios monetarios.

Un aspecto importante que se ha incluido en este modelo es el coeficiente *CFW*, el mismo que representa la contribución de los ecosistemas boscosos a la conservación y regulación hídrica. Al usar este coeficiente, se reconoce que existen otras variables que tienen una estrecha relación con la conservación del recurso hídrico, lo cuál permite dar un valor económico más real a la contribución del bosque al servicio ambiental. De esta manera, el presente modelo incorpora explícitamente un mecanismo para contribuir a la conservación de otros elementos bióticos del ecosistema, adicionales propio servicio ambiental que se comercializa.

Además, este modelo se diferencia de los modelos de los casos estudiados en que se consideran condiciones geofísicas y ambientales que son indispensables para realizar una valoración razonable y completa el servicio ambiental. Entre estos factores, algunos de los más importantes son el tipo de vegetación y de suelos, y la topografía, características que son empleadas al momento de estimar el aporte real del bosque a la conservación de agua.

Una ventaja adicional del modelo que se presenta en esta tesis es la facilidad y el costo relativamente bajo de su implementación. Al ser relativamente simple, este modelo es ideal para situaciones como las que se presentan en comunidades pequeñas y de escasos recursos económicos. Pero, a pesar de la simplicidad de este modelo, se debe enfatizar la necesidad de contar con una caracterización adecuada del ambiente biofísico y socioeconómico del área de interés. Sin esta caracterización, este modelo, al igual que cualquier otro, tiene pocas probabilidades de ser eficiente y de afincarse con éxito en las comunidades involucradas.

8.4 Implicaciones de política

En la última década, se han suscitado cambios muy fuertes en la esfera mundial, tanto en el ámbito político como en el económico. Esta enorme metamorfosis ha generado nuevos

retos para el manejo de los recursos naturales, especialmente de aquellos que tienen usos variados y diversos como el agua, y particularmente en los países del tercer mundo.

En el Ecuador, el análisis de los servicios ambientales del recurso hídrico, es un tema relativamente reciente y escasamente considerado en las políticas y leyes nacionales. Si bien en el Ecuador existen reglamentos y leyes ambientales, el país todavía no cuenta con una política nacional que contemple explícitamente la implementación de esquemas de PSA, ni con las suficientes experiencias prácticas sobre el tema. Esto limita la aplicación de modelos y esquemas, como el que se plantea en esta tesis. Sin embargo, bajo los actuales esquemas de descentralización y desconcentración que se están implementando en el Ecuador, la ley de régimen municipal provee un mecanismo idóneo para la implementación de esquemas de pago por servicios ambientales¹¹⁴. En este contexto, la utilización de ordenanzas municipales para establecer esquemas de PSA, facilita la implementación rápida de estos mecanismos en comunidades pequeñas que muchas veces son críticas no solo por su precario desarrollo, sino también por su ubicación cerca de ecosistemas esenciales sometidos a graves amenazas antropogénicas.

En este contexto, es importante desarrollar nuevas políticas o, en su defecto, realizar revisiones de reglamentos y leyes ambientales existentes que respondan a nuevos enfoques e intereses sobre el PSA del recurso hídrico. Entre los principales aspectos que estas políticas deberían considerar, se destacan los siguientes:

- El mercado es el principal mecanismo de asignación de precios de los bienes y servicios y, por lo tanto, es necesario que se propicien las condiciones específicas para la construcción y desarrollo de mercados de servicios ambientales locales y regionales eficientes, con capacidad de enfrentar la globalización de la economía.

¹¹⁴ La ley de régimen municipal, en materia ambiental, faculta a los municipios a lo siguiente: a) velar por el bienestar de la población y el cuidado de su medio físico (Art. 12 LRM), b) higiene y saneamiento ambiental (Art. 15, 163 y 164 LRM), c) el ordenamiento territorial y la ocupación del suelo (Art. 15 numeral 7 y 161 LRM), y d) manejo y control de los recursos hídricos (Art. 162 y 163 LRM).

- El estado debe asumir un rol redistribuidor y regulador, con poca injerencia en la producción, asegurándose de fomentar mecanismos de incentivos económicos y de política adecuados para el manejo eficiente de los recursos naturales.
- La adopción o revisión de reglamentos, leyes y políticas que posicionen al PSA como una solución parcial al manejo eficiente del recurso hídrico
- La necesidad de reconstruir y reorganizar las economías y sociedades locales, bajo un nuevo paradigma de planificar globalmente para actuar localmente.

8.5 Consideraciones finales

Es importante que la organización social y la sociedad civil asuman una responsabilidad de cambio en su actitud hacia el tema del agua, considerándolo como un recurso estratégico y que su manutención es responsabilidad colectiva. Además, es fundamental la participación activa en su gestión a través de la creación, la consolidación, y el fortalecimiento de la base institucional que facilite la implementación de esquemas de PSA. Por último, es necesario ampliar constantemente la base del conocimiento y las experiencias sobre las nuevas tecnologías que permitan un manejo óptimo de tan importante recurso. Estos procesos de capacitación y concientización contribuirán a que las comunidades no sobredimensionen o malinterpreten los potenciales beneficios de los esquemas de PSA, posicionándolos como complementos para apoyar el desarrollo local y no como panaceas para resolver todos los problemas de conservación y desarrollo de estas comunidades.

Otro factor imprescindible para la implementación de esquemas de PSA, es la sistematización de experiencias y el desarrollo de sistemas de financiamiento e implementación que involucren tanto a sectores gubernamentales y académicos, como a ONG's y comunidades. En cuanto al primer punto, se requiere desarrollar bases de datos que recopilen las experiencias nacionales y regionales de PSA, identificando explícitamente a los actores involucrados en cada experiencia y el contexto socioeconómico y ambiental en el que se desarrolló. Una base de datos de este tipo podría ser el resultado de un foro o conferencia en la que instituciones y personas con experiencia en PSA, se reúnan para intercambiar datos e información relevante y establecer colaboraciones. En cuanto al

segundo punto, se requiere de procesos de sensibilización para el gobierno central y para los organismos de cooperación nacional e internacional, de manera que sus estrategias comiencen a contemplar el apoyo a este tipo de esquemas de conservación y desarrollo. Sin duda, este último paso será más fácil una vez que se hayan sistematizado las experiencias positivas y negativas que se han desarrollado en el país.

Finalmente, cualquier programa de intervención sobre temas relacionados al agua debe diseñarse tomando en cuenta no solo los aspectos comerciales del esquema de PSA, sino todos los aspectos relacionados con la regulación y conservación de este recurso. En este sentido, se necesita intensa investigación multidisciplinaria para evaluar la influencia de factores hidrológicos, geográficos y biológicos, de manera que la conservación del recurso hídrico no quede solamente supeditado a la intervención del mercado.

BIBLIOGRAFIA

ALVAREZ, D., Esteban, Impacto Hidrológico de la (De) Reforestación en las Regiones Tropicales, ISA, Dirección de Ecología y de Recursos naturales, Medellín, Colombia, 1995

ARROYO , Byron, NÚÑEZ , Jorge, TORRES , Edgar y REGALADO , Rosa, Guía Metodológica para la Planificación de un Sistema de Pagos por Servicios Ambientales Hídricos en la Reserva de Biosfera Sumaco, Corporación Reserva de Biosfera Sumaco – CORBS, Tena, Ecuador, 2005.

AZQUETA, Diego y FERREIRO, Antonio, Análisis económico y gestión de recursos naturales. Alianza Editorial S.A., Madrid, España, 1994.

BARRANTES, G y CASTRO, E., Experiencias Replicables de Valoración Económica de Bienes y servicios Ambientales y establecimiento de Sistemas de Pago por Servicios Ambientales ; “Implementación de un Esquema y de Cobro y Pago por Servicio Ambiental Hídrico: El Caso de la Empresa de Servicios Públicos de Heredia S.A, Costa Rica, 1999.

BEAZLEY, Mitchell, Caring for the Earth – A Strategy for survival, IUCN, UNEP y WWF, Reed International Books Ltd., Great Britain, 1993.

BISHOP, J. y LANDELL-MILLS, N., 2002. Forests Environmental Services: An Overview, en Pagiola, S. 2002. *op. cit.* p. 20.

BURLINGTON VT: The International Ecotourism Society.

CORDERO, Doris, Pagos por Servicios Ambientales para la Conservación del Recurso Hídrico

COSTANZA R., ARGE, R., DE GROOT, R., FARBER, S., GRASSO M., HANNON, B., LIMBURG, K., NAEEM, S., O’NEILL, R., PARUELO, J., RASKIN, R., SUTTON, P., The Value of the World’s Ecosystem Services and Natural Capital, Elsevier, Ecological Economics 25; 3–15, 1998.

DAILY, G.C. Introducción: What are ecosystem services? Nature’s Services: Societal Dependence on Natural Ecosystems, G.C. DSaily (ed.), Island Press, Pp.1-10, Washington, D.C., 1997.

DE GROOT, R.S., WILSON, M.A. y BOUMANS, R.M.J., A tipology for the classification, description an valuation of ecosystems functions, goods and services. Ecological Economics, 41:393-408, 2002.

DE HEK, Simon, KIERSCH, Benjamín y MAÑÓN, Alejandro, Acción de Pagos por Servicios Ambientales en manejo de Cuencas Hidrográficas: lecciones aprendidas de experiencias recientes en América Latina, FAO, Santiago de Chile-Chile

DICCIONARIO ENCICLOPÉDICO, Economía Planeta, Editorial Planeta, S.A., primera edición, Barcelona, España, 1981.

DODDS, Walter K., Freshwater Ecology – Concepts and Environmental Applications, Academia Press, San Diego, Estados Unidos, 2002

ECHAVARRÍA, M, Algunas lecciones sobre la aplicación de pagos por la protección del agua con base en experiencias en Colombia y Ecuador, ECODECISION, Ecuador <http://www.rlc.fao.org/foro/psa/pdf/echavarria.pdf>

ECODECISIÓN, Evaluación de Impacto de los Servicios Ambientales en las cuencas en Ecuador, Lecciones Emergentes de Pimampiro y Cuenca, International Institute for Environment and Development (IIED), Quito, Ecuador, 2002

FAO, Global Forest Products Outlook Study, Rome: Food and Agriculture Organization – FAO, 2000a, 2004

FAO, Land-Water Linkages in Rural Watersheds Electronic Workshop- Synthesis Report, p.16, 2000b.
<<http://www.fao.org/ag/agl/watershed/watershed/papers/paperewk/pewrken/synthesis.pdf>>, junio 2004.

FAO, Payment Schemes for Environmental Services in Watersheds. Arequipa, Perú, 9–12 de julio: Regional Forum. p. 1. 17, 2003.

GARDNER-OUTLAW, T. y ENGELMAN, R., Forest Futures: Population, Consumption and Wood Resources, Population Action Internacional, Washington, DC., 1999.

GIORDAN, A. y SOUCHON, C., La educación ambiental: guía practica Sevilla: Díada, Ed., 1995.

GOBIERNO MUNICIPAL DE EL CHACO, Pago por Servicios Ambientales, Proyecto ATN / SF – 8182 - EC Desarrollo del Sistema Descentralizado de Gestión Ambiental, Gobierno Municipal de El Chaco y Ministerio del Ambiente, El Chaco – Ecuador, 2004.

GREENE W.H., Econometric Analysis, Prentice Hall, 4th Edition, 2000.

GUO, Z., XIAO, X., GAN, Y. y ZHENG, Y., Analysis Ecosystem functions, services and their values – a case study in Xingshan County of China, Ecological Economics 38, 141–154, January 2001.

HOLDRIDGE, L.R. Ecología basada en zonas de vida, IICA, IICA, San José, Costa Rica, 1982.

HOLLAND, Marjorie M., BLOOD, Elizabeth and LAWRENCE, Shaffer, Achieving Sustainable freshwater systems: A web of connections, Island Press, Washington, 2003.

HUETING Roefie, Lucas Reijnders, Bart de Boer, Jan Lambooy, Huib Jansen, Special Section: Forum on Valuation of Ecosystems Services, The Concept of Environmental Function and its Valuation, *Ecological Economics*, 25, pp31–35, 1998

INTERNATIONAL ECOTOURISM SOCIETY, *Ecotourism Statistical Fact Sheet*, 2000.

IPCC. 2001. *Climate Change 2001: The Scientific Basis*. Geneva: Intergovernmental Panel on Climate Change.
<http://www.ipcc.ch/>

KAIMOWITZ, Pagos por Servicios Ambientales Hidrológicos: Retos y Oportunidades. En: Memoria II Foro Regional Pago por Servicios Ambientales. Montelimar, Nicaragua, p75,83, 2001.

LANDELL-MILLS Natasha y PORRAS, Ina T., Silver Bullet or Fools' Gold? A Global Review of Markets for Forest Environmental Services and their Impact on the Poor, International Institute for Environment and Development (IIED), A component of the international collaborative research project steered by IIED: Instruments for sustainable private sector forestry, p. 112, London, March 2002.

LEE, R., Forest Hydrology, Columbia University Press, Ed. New York, 1980.

LÖSCHEL, Andreas y ZHANG, Zhong Xiang, The Economic and Environmental Implications of the US Repudiation of the Kyoto Protocol and the Subsequent Deals in Bonn and Marrakech, Zentrum für Europäische Wirtschaftsforschung GMBH – ZEW, Centre for European Economic Research, Discussion Paper No. 02-28, 2002

MA, X., Forest Hydrology, Chinese Forestry Press, Ed. Beijing, China, 1993.

MARTINEZ, M., VILLATORO, N., GRANADINO, M. y FLORES, E., Bienes y Servicios Ambientales en Honduras: Una Alternativa para el Desarrollo Sostenible, Comité Nacional de Bienes y Servicios Ambientales de Honduras (CONABISAH), PASOLAC, Tegucigalpa-Honduras, marzo 2004.

MARTINEZ, P., CRUZ, F., BENEITEZ, J. y RIVERA, S., El Pago por Servicios Ambientales y Ordenación de Cuencas, Escuela Superior de Ciencias Experimentales y Tecnología, Universidad Rey Juan Carlos. Móstoles Madrid, Escuela nacional de Ciencias Forestales, Siguatepeque, Honduras.

MARTINEZ, P. y BENEITEZ, J. M., Pagos por servicios ambientales en América Latina: aspectos pendientes de investigación, Escuela Superior de Ciencias Experimentales y Tecnología ESCET, Universidad Rey Juan Carlos, Madrid –España,

MAYRAND, Karel y PAQUIN, Marc, Pago por servicios ambientales: Estudio y evaluación de esquemas vigentes, Unisféra International Centre, Comisión para la Cooperación ASmbiental (CCA), Montreal, 2004.

ORGANIZACIÓN DE LAS NACIONAES UNIDAS - ONU, Índice de Desarrollo Humano, PNUD, En Agencia EFE, San José, Costa Rica, Junio, 2000.

PAGIOLA, Stefano y PLATAIS, Gunars, Pagos por servicios Ambientales, Environment Strategy Notes, No. 3, Banco Mundial, Mayo 2002. <http://www.rlc.fao.org/foro/psa/pdf/pagiola.pdf>

PAGIOLA, S. *et al.*, Paying for the Environmental Services of Protected Areas: Involving the Private Sector, Quinto Congreso Mundial sobre Parques: Sustainable Finance Stream. p. 2., Durban, Sudáfrica, 8–17, Septiembre, 2003.

PAGIOLA, S. *et al.*, 2002. Making Market-based Mechanisms Work for Forests and People, en Pagiola, S. . 2002. *op. cit.* p. 264.

PANAYOTU, T. Debate crecimiento vs conservación, Ecología, Medio Ambiente y Desarrollo, Ediciones Gernika, México, 1994.

PASOLAC y CBAM 2002, Programa para la Agricultura Sostenible en Laderas en América Central y CBM Corredor Biológico Mesoamericano. Pago por servicios ambientales: Conceptos, principios y su implementación a nivel municipal. Eds C.J. Pérez, R, Barzev; P Herlant; L: Rojas; E, Aburto; R. Rodríguez. 2ª ed. 56 pp (serie técnica 1/2000 n° 259).

PIMENTEL, David. Special Section: Forum on Valuation of Ecosystem Services: Economics Benefits of Natural Biota. Ecological Economics, Vol.25, No.1. Abril, 1998

RADOSLAV, Barzev, Estudio de Valoración Económica de la Oferta y Demanda Hídrica del Bosque en que nace la Fuente del Río Chiquito (Finca El Cacao, Achuapa) – Implementación de Mecanismos de Pagos por Servicios Hídricos. 2000.

RAMAKRISHNA, B., Estrategias de extensión para el manejo integrado de cuencas hidrográficas: conceptos y experiencias. Instituto Interamericano para la Agricultura, San José- Costa Rica, 1997.

RODRIGUEZ, A., Evolución Indirecta de los Recursos Hídricos de una Cuenca, Instituto Costarricense de Electricidad (ICE), Departamento Estudios Especiales (D.P.E), San José Costa Rica, 1983.

SCHERR, Sara, WHITE, Andy y KHARE, Arvind, For Services rendered – The current Status and future potential of markets for the ecosystem services provided by tropical forests, ITTO Technical Series No.21, International Tropical Timber Organization, Julio, 2004.

UNCTAD - CEPAL, Liberalización del Comercio en Bienes y servicios Ambientales – Desafíos y oportunidades para América Latina y el Caribe con especial referencia a América Central, Cuba y República Dominicana, UNCTAD-CEPAL, Marzo 2003.

VÉLEZ, Facilitación del Comercio de Bienes y Servicios Amigables con el Medio Ambiente entre los países de la CAN, MERCOSUR y Chile, en Cinco Estudios Sud Americanos sobre Comercio y Medio Ambiente, Grupo Zapallar, 2001.

WARING, Richard H. y RUNNING, Steven W., Forest Ecosystems - Analysis at Multiple Scales, Second edition, Academic Press, San Diego -Estados Unidos, 1998

WORLD TOURISM ORGANISATION. 2000. *WTO News*. (2). Madrid: WTO.

WORLD BANK AND WORLD WILDLIFE FUND ALLIANCE FOR FOREST CONSERVATION AND SUSTAINABLE USE, Running Pure: The Importance of Forest Protected Areas to Drinking Water. Washington, DC: World Bank and WWF. pp. 20–21, 2003

YAGUACHE, Robert y CARRIÓN, Ramiro, Construyendo una experiencia de desarrollo “El manejo de recursos naturales en Pimampiro”, DEDERENA, Imbabura, Ecuador, 2004.