

# El pago de servicios ambientales como instrumento de gestión ambiental para el abastecimiento sostenible de agua potable a la ciudad de Río Blanco, Nicaragua<sup>1</sup>

Yuri Marín<sup>1</sup>, Milton Fernández<sup>2</sup>, Elías Ramírez<sup>3</sup> y Rado Barzev<sup>4</sup>

1. Investigador Nitlapán-UCA. Managua, Nicaragua. E-mail: iatanitla@ns.uca.edu.ni

2. Asesor en Gestión de Políticas Ambientales – Servicio Holandés de Cooperación al Desarrollo (SNV).

3. Coordinador del Proyecto Silvopastoril en Nicaragua.

4. Economista y Consultor Ambiental.

*Recibido: enero 2006/ aceptado: febrero 2006*

SE REALIZÓ UNA VALORACIÓN ECONÓMICA DE LOS RECURSOS HÍDRICOS DE LA microcuenca “La Golondrina” y se formuló una propuesta de operatoria de Pago de Servicios Ambientales para su conservación. El área de estudio corresponde al Cerro Musún, una reserva protegida bajo co-manejo, principal fuente abastecedora de agua potable a la ciudad Río Blanco. La metodología implicó: elaboración de balance hídrico para determinar la oferta hídrica, identificación de zonas críticas para la estimación de los costos ambientales; valoración contingente para estimar la disposición a pagar de la población (DAP), y revisión del marco legal e institucional que regula los recursos hídricos y las facultades de los municipios para la gestión ambiental. Los resultados del estudio indican que los problemas de la microcuenca son de calidad y no de cantidad de agua. Los costos ambientales (\$26,980 dólares/año), permitirían implementar un plan de manejo para reubicación de bebederos, reforestación, letrificación y medidas para la reconversión productiva de áreas degradadas circundantes, con sistemas agroforestales y silvopastoriles. Los ingresos esperados por DAP (\$28,100 dólares/año), permiten cubrir totalmente los costos de conservación; se concluye entonces, que el Fondo Ambiental municipal resulta ser social y económicamente viable de implementar

**Palabras clave:** estudio de factibilidad / conservación de corrientes de agua-Musún, Río Blanco (Nicaragua) / Río Blanco, Nicaragua-abastecimiento de agua –investigaciones

## Introducción

Los servicios ambientales producidos por los ecosistemas, principalmente el bosque y la vegetación en general, están siendo reconocidos cada vez más en la región centroamericana. Cuatro de estos servicios son los más mencionados: protección de agua para consumo humano y generación hidroeléctrica, biodiversidad, belleza escénica y contribución para resolver el problema del cambio climático mediante la captura de carbono. Todos estos servicios son vitales para el desarrollo sostenible y es hasta ahora que se están visualizando nuevos abordajes para asegurar su provisión en el tiempo (PRISMA, 2002).

Debido a los problemas sociales y económicos que atraviesan las poblaciones rurales y el entorno restrictivo en que se manejan, la conservación de los recursos naturales entra en contradicción con la necesidad inmediata de las comunidades de producir y obtener ingresos de corto plazo. De esta manera el bosque resulta ser poco atractivo y competitivo en relación a otras actividades económicas como la agricultura y la ganadería. Esto ha ocasionado la supresión acelerada de las áreas boscosas con la consecuente pérdida de biodiversidad, agotamiento de las fuentes de agua y degradación de los suelos (Marín, 2006; Ruiz, 2005).

26

El área del Cerro Musun, principal área protegida del municipio de Río Blanco, y la microcuenca La Golondrina, que abastece de agua potable a la ciudad no escapan a esta problemática. Por sus características hidrogeológicas, la mayor parte del municipio tiene bajos niveles de permeabilidad y una reducida capacidad de infiltración (INETER, 2004). En el caso de la microcuenca, las áreas de baja permeabilidad son también zonas de laderas en las que la cobertura vegetal por la continua deforestación y expansión de la ganadería ha disminuido, lo que tiende a poner en riesgo el abastecimiento de agua a la población.

La menor infiltración y la deforestación de la vegetación circundante también ha aumentado el volumen de los flujos superficiales de agua provocando a su vez severos deslaves en algunos segmentos del cerro Musún, ocasionando importantes pérdidas de suelo y daños económicos a los productores (FUNDENIC, 2003). Adicionalmente la ubicación inadecuada de letrinas y de abrevaderos para el ganado ocasiona riesgos de contaminación de la principal toma de agua que abastece a la población. Ante esta situación se hace urgente la búsqueda de mecanismos que permitan estimular y mejorar la gestión de la calidad ambiental de la microcuenca.

Para lograr los cambios requeridos en materia ambiental y protección de los recursos hídricos, se requiere la formulación de un esquema de incentivos al productor que haga atractiva la conservación de los recursos naturales y la generación de servicios ambientales. En este sentido, los pagos por servicios ambientales (PSA) constituyen una herramienta novedosa que puede contribuir a lograr los propósitos de conservación y a su vez fortalecer los medios de vida de las zonas rurales que producen dichos servicios (Espinoza, *et. al.* 1999). Lo anterior supone el desarrollo de un proceso que pasa por el reconocimiento por parte de los beneficiarios y de los productores de la importancia de los servicios ambientales hídricos actuales y potenciales; la identificación y valoración económica de tales servicios; la determinación de los montos de pago; así como el establecimiento de arreglos institucionales apropiados para intermediar los fondos. Dentro de ese proceso, la valoración económica

resulta clave para contribuir sustancialmente con criterios económicos a la determinación del monto de pago por servicios ambientales.

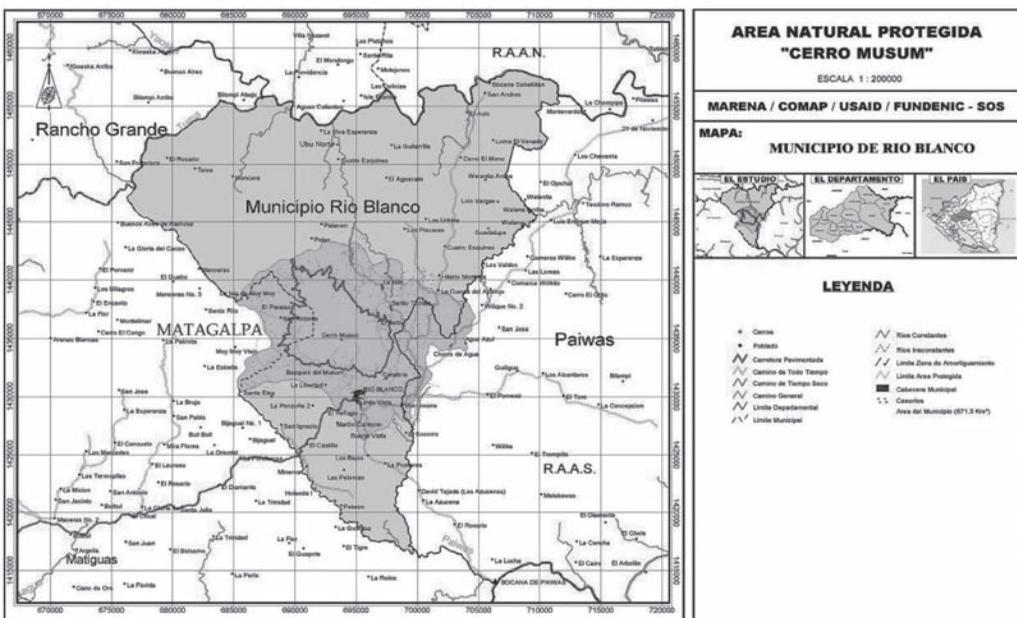
Los PSA en cuencas hidrográficas normalmente involucran la implantación de mecanismos de mercado para la compensación a los propietarios de tierras aguas arriba con el fin de mantener o modificar un uso particular del suelo que afecta la disponibilidad y/o la calidad del recurso hídrico aguas abajo (FAO, 2003).

El estudio en cuestión trata de responder a la necesidad de desarrollar una estrategia viable y la formulación de un esquema de PSA para incentivar a los productores ubicados en las zonas de recarga de la microcuenca “La Golondrina” a realizar cambios sostenibles en el uso del suelo, con el propósito de protegerla y mejorar la calidad y provisión permanente de agua potable a la población consumidora de Río Blanco.

### Metodología

#### El área de estudio

El área de estudio corresponde a la microcuenca La Golondrina, ubicada en la reserva protegida -Cerro Musún- y que abastece de agua potable a la población de Río Blanco (Ver Ilustración 1).



**Ilustración 1.** Mapa del municipio de Río Blanco y localización de la microcuenca La Golondrina

El área de esta microcuenca es de aproximadamente 1,023.44 ha y en ella habitan unas 30 familias productoras, ubicadas principalmente en la parte alta e intermedia de la microcuenca, cuyos medios de vida son la agricultura, la venta de leña y en menor medida la ganadería. La zona se ubica en un área protegida –Cerro Musún- que se encuentra bajo comanejo por FUNDENIC-SOS desde hace 4 años<sup>2</sup>. En general, la parte alta de la microcuenca está bien conservada no así la parte intermedia, donde se ubica la toma de agua, y la parte baja, las cuales experimentan importantes procesos de degradación.

### Procedimientos para implementar un esquema de PSA hídrico

La formulación de un esquema de Pago de servicios ambientales hídricos para la microcuenca La Golondrina implicó los siguientes procedimientos metodológicos:

28

1. *Diagnóstico del estado actual de la microcuenca* para determinar su problemática ambiental (oferta hídrica disponible y/o calidad del agua) e identificar las áreas críticas a ser priorizadas para la conservación. Para cuantificar la oferta hídrica disponible se utilizó el método de Balance Hídrico Superficial (UNESCO, 1982), y para determinar la calidad del agua se efectuó una valoración rápida de los factores contaminantes asociados, mediante recorridos y observación in situ en la parte alta y media de la microcuenca. La fórmula utilizada para determinar la oferta hídrica disponible está dada por la siguiente expresión:

$$OD = \sum_{i=1}^n (OT_i - ET_i)$$

Donde:

OD : Oferta disponible

ET<sub>i</sub> : Evapotranspiración en el área de importancia hídrica en la cuenca i en m<sup>3</sup>/año.

OT<sub>i</sub> : Oferta total de agua de la cuenca, dada por la siguiente expresión:

$$OT_i = \sum_{i=1}^n P_i * A_i ; \text{ donde,}$$

P<sub>i</sub> : Precipitación en la cuenca i en m<sup>3</sup>/año

A<sub>i</sub> : Área de la cuenca i en Hectáreas (ha)

Para la determinación de áreas críticas se confrontó el mapa de uso actual de la tierra del año 2002 y el mapa de zonificación consensuada para el área de estudio, ambos contenidos en el Plan de Manejo de la Reserva Natural Cerro Musún elaborado por FUNDENIC (2003).

2. *Valoración económica de la oferta hídrica y determinación del monto de PSA a pagar a los proveedores de servicios hídricos.* Reconocida la problemática ambiental, se determinaron las medidas correctoras (obras físicas, prácticas agroforestales, etc.) para la conservación de las áreas críticas identificadas. Luego se calcularon los costos

ambientales asociados a su implementación y el precio de referencia por hectárea (PSAr) a ser cancelado a los productores en concepto de PSA, según los cambios realizados en el uso de suelo. Las categorías de costos ambientales que se calcularon fueron las siguientes: a) *Costos de Inversión (CI)*, b) *Costos de Mantenimiento (CM)*, y c) *Costo de conservación del bosque (CC)*<sup>3</sup>. Su cálculo, fue independiente de los costos de la empresa aguadora municipal (EMARB)<sup>4</sup>, encargada de la distribución y el cobro del agua potable a los consumidores.

El precio de referencia por hectárea (PSAr) se calculó dividiendo los costos ambientales relativos al mantenimiento de las inversiones (CM) y a la conservación del bosque (CC) entre la superficie total – priorizada--, a nivel de la micro cuenca.

$$PSAr(\$ / ha) = \frac{\text{Costos Mantenimiento (CM)} + \text{Costos Conservación (CC)}}{\text{Superficie cuenca (has)}}$$

Para calcular el monto total de PSA a ser desembolsado cada año se aplicó un índice de compensación o índice hídrico ponderado, el cual contiene cuatro categorías de uso de la tierra ordenadas en orden jerárquico de acuerdo a su mayor o menor contribución a la oferta hídrica (ver cuadro 1)<sup>5</sup>.

**Cuadro 1.** Principales categorías de conservación del suelo y su ponderación.

Categorías de uso	Puntuación/ha
1. Bosque Ripario.	P1 = 1.00
2. Sistemas Agroforestales y Silvo-Pastoriles	P2 = 0.75
3. Reforestación y Tacotales.	P3 = 0.50
4. Cultivos de cobertura.	P4 = 0.25

**Fuente:** Elaboración Propia a partir de información suministrada por el Proyecto Enfoques Silvopastoriles para el manejo integrado de Ecosistemas (CATIE-Nitlapan).

El Índice sirve para determinar el nivel de compensación o pago a los finqueros, en función de los cambios en el uso de la tierra, que hayan logrado realizar anualmente en sus fincas, previa verificación por una empresa o proyecto autorizado. La idea básica de proponer este sistema de categorías es garantizar que a un mayor nivel de conservación de la finca, el dueño recibirá una mayor compensación monetaria. La aplicación del índice para efectos de pago a los finqueros se expresa de la siguiente manera:

$$\text{Pago/ha (US\$)} = PSAr * No. has Uso(X) * Puntuación$$

3. *Estimación de la demanda de servicios hídricos y de la Disposición a pagar (DAP) de los consumidores.* A través de una encuesta representativa de la población (293 encuestas) se estimaron los volúmenes de agua consumidos por tipo de usuario: a) Sector doméstico con conexión legal (229 encuestas), b) Sector doméstico con puestos de agua (40 encuestas) y c) Sector comercial (24 encuestas), y se determinó la disposición a pagar (DAP) por la conservación de la cuenca a los diferentes tipos de usuarios

encuestados. La DAP se estimó utilizando el método de Valoración Contingente (Barzey, 2004; POSAF, 2004), donde a los diferentes segmentos de usuarios se les preguntó sobre su Disposición a Pagar (DAP) para contribuir a proyectos de conservación y manejo de las áreas de recarga que garanticen la oferta hídrica en el futuro, tanto en cantidad como calidad.

El tipo de muestreo utilizado fue el estratificado al azar, con margen de error del 5%. En el cuadro siguiente se desglosa el tamaño y distribución de la muestra recolectada:

**Cuadro 2.** Tamaño de muestra y distribución por estrato de consumidores.

Segmentos de mercado	Conexiones	Porcentaje de la población	Encuestas por segmento	Muestras por segmento
Doméstico con conexión	1600	69%	229	14%
Doméstico con puesto	600	26%	40	7%
Comercios	143	6%	24	17%

30

**Fuente:** Elaboración propia en base a información suministrada por la empresa EMARB.

4. *Definición del mecanismo financiero para el Pago de Servicios ambientales.* Para el caso de los recursos hídricos, el mecanismo financiero más frecuente para captar los ingresos útiles de parte de la población para la conservación, es realizar “Ajustes en las Tarifas por uso de Agua” que las empresas distribuidoras cobran al usuario final. Las empresas aguadoras de hecho incurrir en varios costos durante el proceso mismo de extracción y distribución del agua, según se observa en la siguiente ecuación:

$$\text{Tarifa de Agua} = \text{Costos Operación} + \text{Costos Administración}$$

Para ajustar las tarifas del agua, se propuso introducir una especie de cobro por PSA en la estructura de costos de la empresa EMARB, en base a la disposición a pagar de los usuarios por cada m<sup>3</sup> consumido:

$$\text{Tarifa de Agua} = \text{PSA} + \text{Costos Operación} + \text{Costos Administración}$$

5. *Determinación de la viabilidad social y económica de la operatoria de PSA.* Para determinar la viabilidad económica y social de la operatoria de PSA se efectuó un Análisis de Costo – Beneficio, a fin de comparar los Costos Ambientales con los Ingresos esperados en concepto de recaudación, acorde con la Disposición a Pagar expresada por los diferentes usuarios. Para los elementos del Costo se consideraron la Inversión Inicial, los Costos de Mantenimiento y el Costo de Conservación del bosque. Los potenciales ingresos se estimaron en base a la estimación de la Disposición a Pagar (DAP) expresadas por los diferentes segmentos de mercado. Para el cálculo de la viabilidad financiera se utilizaron los criterios típicos, comúnmente usados en el análisis financiero, como el Valor Actual Neto (VAN) y la Tasa Interna de Retorno (TIR).

6. *Esquema institucional para ejecutar la operatoria de PSA y la administración del Fondo ambiental*<sup>6</sup>. En base a entrevistas y talleres realizados con los diferentes actores relacionados con el recurso hídrico (Enacal, La Alcaldía, Comisión Ambiental, ONG´s, usuarios y productores), con el propósito de conocer su opinión acerca de la forma de administrar el Fondo Ambiental y el tipo de organización inherente, se diseñó una estructura institucional para garantizar el cobro, pago y monitoreo de los servicios ambientales así como el funcionamiento general del Fondo.
7. *Reglamentación del funcionamiento del Fondo Ambiental*. Finalmente se revisó el marco legal existente en el país relacionado con el uso y manejo de los recursos hídricos, y se identificaron los instrumentos legales (ordenanzas, disposiciones, etc.) que a nivel local pueden hacer uso las alcaldías para fines de la gestión ambiental. Con estas herramientas y en consulta con los miembros del Consejo Municipal se elaboró un reglamento que estableció los procedimientos y normativas para implementar y operativizar el Fondo Ambiental. Estas acciones dieron como resultado la aprobación por el Concejo Municipal de la Ordenanza Municipal Número Cuatro, del 19 de diciembre del 2005; que reglamenta las operaciones del Fondo Ambiental Municipal.

## Resultados y discusión

### 3.1. Problemática ambiental de la microcuenca

Al confrontar los mapas de uso actual del suelo y la zonificación consensuada en el Plan de Manejo de la Reserva Natural “Cerro Musún”, elaborado por FUNDENIC (2003) se determinó para la microcuenca la cantidad de hectáreas que se encontraban bajo uso adecuado y en conflicto (ver cuadro 2).

**Cuadro 3.** Confrontación de uso del suelo en el área de estudio (ha).

Adecuado	Conflicto	Roca*	Uso público*	Total
803.01	195.7	24.7	0.03	1023.44

\* En este estudio no se consideran estos usos del suelo, por lo que el área efectiva de trabajo es de 998.71 ha.

Como se observa en el cuadro 3, la microcuenca en general esta relativamente bien conservada y bajo uso adecuado, solamente el 19% del área (195.7 ha) esta en conflicto; esto se corroboró al recorrer la parte alta de la misma, donde la cobertura forestal se encontró bastante intacta. No obstante, las dos tomas de agua que tiene instalada la Empresa Aguadora se encuentran justamente en la cuenca media, en la frontera entre el área núcleo y el área de amortiguamiento de la reserva, donde ha avanzado más fuertemente la agricultura y ganadería extensiva, por lo que existe un alto porcentaje de la tierra bajo uso agropecuario, con importantes problemas de manejo. Por tanto, las áreas mas criticas para fines de conservación que deberán priorizarse en el plan de manejo se encuentran en la parte media y en menor medida en la parte alta de la cuenca. Ambas áreas ascienden a un total de 931.33 ha, de los cuales 579.57 ha corresponden a Cobertura de Bosque y 351.76 ha

a Uso Agropecuario (ver cuadro 3).

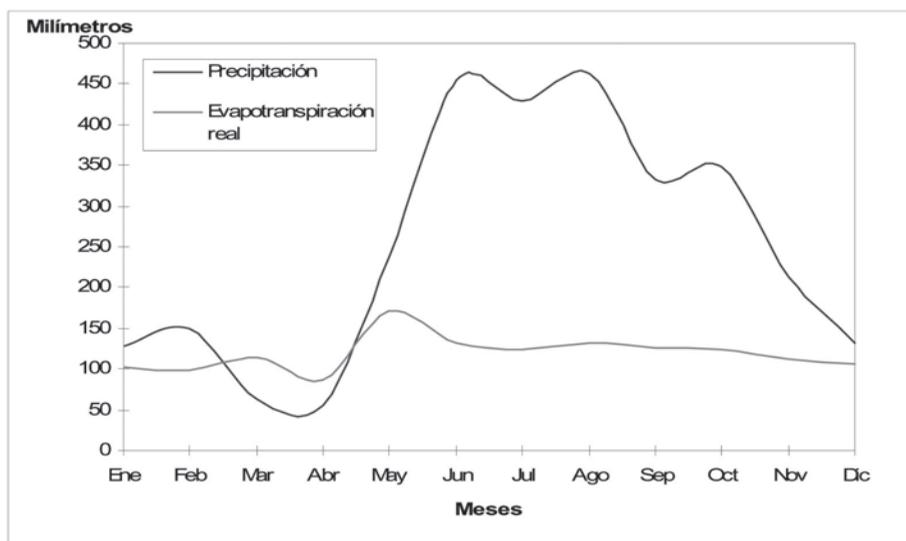
**Cuadro 4.** Uso del suelo de la microcuenca “La Golondrina”

Area Total	Cuenca Alta	Cuenca Media	Cuenca Baja	Total
Bosque	504.35	75.22	2.76	582.36
Uso Agropec.	68.78	282.98	89.35	441.11
Total	573.13	358.2	92.11	1023.44

Fuente: FUNDENIC (2003) y elaboración propia (2005)

De acuerdo con los resultados del Balance hídrico superficial se encontró que la lámina de agua que escurre superficialmente en la Microcuenca es de 1,572 mm, lo que da como resultado un caudal de 16.14 millones de m<sup>3</sup>/año equivalentes a 0.51 m<sup>3</sup>/s. Como se observa en la Ilustración 2, la precipitación es mayor que la evapotranspiración real desde mediados de abril hasta mediados de febrero. La precipitación alcanza dos puntos máximos uno a inicios del mes de junio y el otro a inicios de agosto. Estos resultados indican que el problema principal de la microcuenca no está relacionado con la cantidad de agua producida anualmente, sino con la calidad.

32



**Ilustración 2.** Distribución temporal de los parámetros considerados en el balance hídrico (Fuente INETER, 2004).

En efecto, en base a los recorridos que se hicieron por la parte alta y media de la cuenca, o sea las áreas por encima de las tomas de agua de la EMARB se encontraron evidencias de algunos factores contaminantes de los recursos hídricos tales como: desechos fecales humanos, por la falta de letrinas en las familias que viven en las áreas de recarga, cercanía del ganado a las fuentes de agua, ya que este abreva directamente en el río, lavado inadecuado de bombas de fumigación y equipos lácteos (pichingas), lo que se hace normalmente en las quebradas que desembocan en el río, e incremento de los sedimentos en los cuerpos del agua debido al

propio avance de la deforestación. A esto hay que sumar el incremento de arrastres erosivos desde uno de los afluentes en la zona núcleo producidos por un reciente deslizamiento de tierra (4,2 ha aproximadamente) originado en el 2005 por el huracán Beta.

### 3.2. Valoración económica de la oferta hídrica: determinación de los costos ambientales y los montos a pagar en concepto de PSA

La valoración económica de la oferta hídrica se realizó con el objetivo de determinar los costos ambientales que deberían retribuirse a los ecosistemas para garantizar que fluyan, de manera sostenible, los servicios ambientales hídricos a la población que los demanda. Las medidas ambientales más importantes que se identificaron para lograrlo fueron las siguientes: a) Construcción de Letrinas, b) Reubicación de Bebederos de Ganado, c) Reforestación de riberas y, d) Manejo sostenible de fincas, incluye cultivos de cobertura y prácticas agroforestales y silvopastoriles<sup>7</sup>.

**Cuadro 5.** Plan de manejo y Costos Ambientales requeridos para la gestión sostenible de la Microcuenca La Golondrina

Obras de Conservación	Unidad de medición	Costo Total de Conservación US \$
<b>Inversión</b>		<b>150,451.94</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Construcción de letrinas</li> <li>▪ Instalación y reubicación de Bebederos de ganado</li> <li>▪ Reforestación de riberas y/o o regeneración natural</li> <li>▪ Reconversión de agricultura convencional hacia Sistemas Agroforestales o Silvo-pastoriles</li> </ul>	15 letrinas: banco, plancheta, caseta y respiradero. Construcción de 10 bebederos artesanales de aprox. 16 m2 100 hectáreas 351 hectáreas	2,850.00 1,800.00 12,952.44 132,849.50
<b>Costos de Mantenimiento</b>		<b>24,567.79</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Costo mantenimiento de la inversión</li> <li>▪ Actividades de capacitación</li> </ul>	15% inversión 2 Talleres/año	22,567.79 2,000.00
<b>Costo de Conservación del bosque</b> (50% del costo de oportunidad)	597 hectáreas	<b>8,693.55</b>

**Fuente:** Elaboración propia.

Se estimó que para cubrir las áreas de atención (931.33 ha) y garantizar los servicios ambientales, con las prácticas consideradas, se requiere un total de US \$ 33,261 (Ver cuadro 5), equivalentes a los costos de mantenimiento anual de las inversiones que realizarían los finqueros (US\$ 24,567.8), mas los costos de conservación (costo de oportunidad) del bosque (US\$ 8,693).

El precio de referencia (**PSAr**) para operativizar el pago a los proveedores de los servicios ambientales (finqueros) se estimó en US\$ 35.71/ha. Tomando como base el **PSAr** y el índice hídrico ponderado y considerando el uso actual y esperado de la microcuenca, el monto total a pagar anualmente en concepto de PSA se determinó en US \$ 26,980 (Cuadro 6), esto significa la inversión mínima necesaria para asegurar la oferta hídrica disponible para los diferentes usos.

**Cuadro 6.** Costos ambientales a ser financiados por el Fondo Ambiental para la conservación de la microcuenca La Golondrina

Categorías de Uso de la tierra	Áreas en ha	Índice (Puntuación)	Total US \$
Bosque Ripario	579.57	1	<b>20,698.65</b>
Sistema Agroforestal y silvopastoril	127.55	0.75	<b>3,416.47</b>
Reforestación y tacotal	96.66	0.5	<b>1,726.05</b>
Cultivo de cobertura	127.55	0.25	<b>1,138.82</b>
<b>TOTAL</b>	<b>931.33</b>		<b>26,980.00</b>

34

Fuente: Elaboración propia.

### 3.3. La demanda de servicios hídricos y la Disposición a pagar (DAP) de los consumidores

#### *Demanda de servicios hídricos*

La demanda de servicios hídricos se estimó en aproximadamente 272,744 m<sup>3</sup> al año (Ver cuadro 7)<sup>8</sup>, para un consumo promedio per capita de 8.9 m<sup>3</sup>/mes.

Este volumen de demanda es bastante inferior a la oferta hídrica que se determinó a través del método de balance hídrico. Si bien, actualmente la Microcuenca La Golondrina tiene capacidad suficiente para cubrir la demanda de agua potable para consumo humano, no obstante, de continuar el avance de la deforestación y el crecimiento natural de la poblacional (3.2% anual) es muy probable que al cabo de 10 años existan mas dificultades de satisfacer la creciente demanda. La satisfacción de la demanda de agua de Río Blanco en la actualidad, no depende de la productividad de la cuenca, sino de la capacidad de la Empresa EMARB de captar, almacenar y distribuir eficientemente el recurso hídrico.

**Cuadro 7.** Demanda de agua potable por segmento de la población consumidora.

Segmentos de mercado	Conexiones	Consumo m <sup>3</sup> /mes	Demanda por sector m <sup>3</sup> /mes
Doméstico con conexión	1600	8.90	14,240.00
Doméstico con puestos de agua	600	7.26	4,356.00
Comercios	143	28.90	4,132.70
<b>Total (m<sup>3</sup>/mes)</b>			<b>22,728.70</b>
<b>Demanda Total anual (m<sup>3</sup>/año)</b>			<b>272.744.40</b>

**Fuente:** Información basada en encuestas realizadas en el marco del estudio.

#### *Disponibilidad de Pago de los diferentes estratos de usuarios*

Un alto porcentaje de las familias encuestadas, el 85% estuvo dispuesta a pagar un monto adicional en su recibo de agua mensual por un programa ambiental que conserve la cantidad y calidad de agua en la microcuenca.

En el cuadro 8 se hace un resumen de la disposición a pagar y de los potenciales ingresos que se podrían recaudar para el Fondo Ambiental si los diferentes segmentos de consumidores empiezan a contribuir adicionalmente a su factura de agua. Se observa que el monto anual movilizado es de US \$ 28,100.36. Con este monto prácticamente se garantizaría el pago de servicios ambientales a los proveedores del servicio hídrico.

Vale señalar que la población no percibe su demanda de agua en metros cúbicos y si reveló una disposición a pagar adicional por el manejo de la cuenca fue tomando como base lo que paga actualmente en la factura mensual. De ahí que para traducir esa disposición a pagar en metro cúbico se requiera hacer la conversión necesaria: establecer la macro y micro medición en el sistema de agua potable municipal. Esto, además, aumentará la transparencia y auditoría del esquema de gestión del servicio ambiental hídrico; a la vez que promueve la construcción de una cultura de uso más eficiente y responsable en la población.

**Cuadro 8.** Disposición a pagar por cada segmento de usuarios e ingresos potenciales de recaudación del Fondo Ambiental.

Segmentos de mercado	Conexiones /usuarios	DAP / Mes (C\$/mes)	Dap/m <sup>3</sup> (C\$/m <sup>3</sup> )	Ingresos ( US\$)	
				Mes	Año
Doméstico con Conexión	1,600	13.00	1.5	1,260.60	<b>15,127.27</b>
Doméstico con Puesto	600	14.00	1.8	509.09	<b>6,109.09</b>
Comercios	143	66.00	2.16	572.00	<b>6,864.00</b>
<b>Total</b>	<b>2,343</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	2,341.69	<b>28,100.36</b>

**Fuente:** Elaboración propia en base a encuestas aplicadas. TC: US\$ 1 = C\$ 16.5

Para el sector de consumidores sin conexión al sistema de tubería y que se abastecen de puestos de agua; el 100 % de los encuestados revelaron deseos de conectarse al sistema pero solamente 83% revelaron disposición de contribuir al manejo y conservación de la cuenca. El monto anual que estos usuarios están dispuestos a pagar para la conservación de la cuenca es un valor potencial porque actualmente no existe un mecanismo financiero (la facturación) que permita el cobro, por lo que se deberá buscarse el mejor mecanismo de financiamiento para hacerlo.

### 3.4. Mecanismo financiero para captar el pago de servicios ambientales

Como mecanismo financiero para captar los ingresos de la población consumidora, en concepto de PSA, se propuso realizar un ajuste a las tarifas de agua de la Empresa EMARB, considerando la Disposición a Pagar -por m<sup>3</sup>-, declarada por los diferentes usuarios del servicio (ver cuadro 7). En este sentido, el mecanismo financiero utilizado para el cobro del PSA es la tarifa de agua al usuario final.

36

La forma de ajuste a la tarifa se deberá realizar de la siguiente manera:

$$\text{Tarifa de Agua (C\$/m}^3\text{)} = \text{PSA/m}^3 + \text{Costos Operación/m}^3 + \text{Costos Administración/m}^3 \text{ } ^9;$$

Donde el PSA/m<sup>3</sup>, es equivalente al Dap/m<sup>3</sup>, el cual puede ser un promedio ponderado de todas las Dap declaradas por los diferentes estratos de consumidores (C\$1.62/m<sup>3</sup>), o bien un valor distinto para cada tipo de usuario: C\$1.5/m<sup>3</sup>, C\$1.8/m<sup>3</sup> y C\$2.16/m<sup>3</sup>. En este último caso, las tarifas son diferenciadas y reflejan la verdadera capacidad de pago expresada por los consumidores, no obstante, su aplicación puede resultar un poco mas complicado de administrar para la Empresa Aguadora.

El detalle más importante para que funcione el PSA es garantizar que los recursos financieros movilizados a través de este mecanismo no ingresen en la contabilidad de la empresa, sino que sean depositados en una cuenta aparte – El Fondo Ambiental.

### 3.5. Viabilidad social y económica del esquema de pago de servicios ambientales

Considerando que los Costos Ambientales para el manejo efectivo de la microcuenca (US\$ 26, 980 / año), son inferiores a los Ingresos (US\$ 28,100 / año) que serían recaudados, en función de la Disponibilidad de Pago de los diferentes usuarios, se determinó que el Fondo Ambiental resulta ser social y económicamente viable. Desde el punto de vista social, el Fondo contribuirá al mejoramiento de los ingresos de los finqueros en concepto de servicio ambiental, a la vez que se fomentará el empleo a nivel local; los consumidores por su parte tendrán garantizado una oferta hídrica de calidad y cantidad lo que redundará en un mejor bienestar como consumidores.

Desde el punto de vista económico, el Fondo también resulta viable, dado que los ingresos recaudados resultan ser mayores que los costos ambientales que hay que retribuir a la microcuenca. En el cuadro 9 se presenta los resultados del análisis financiero con una proyección de 10 años, donde se determinó que el Valor Actual Neto es positivo, US \$ 5,635.7;

y la Tasa Interna de Retorno es de 56%, mayor que la Tasa de Descuento.

Según estos criterios de evaluación, si no hay un cambio brusco del uso del suelo, la implementación del Fondo Ambiental es económicamente viable. Adicionalmente, otro factor potencial que posibilita la viabilidad del fondo ambiental es la implementación de otros mecanismos financieros, vinculados tal vez con la producción de otros Bienes y Servicios Ambientales que pueda generar la microcuencia (ecoturismo, biodiversidad, captura de carbono, etc)..

**Cuadro 9.** Viabilidad económica y Financiera del Fondo Ambiental

Descripción	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9
<b>Inversión (*)</b>	<b>4,650</b>									
<b>Costos de Mantenimiento</b>		<b>26,980</b>								
Bosque Ripario		20,699	20,699	20,699	20,699	20,699	20,699	20,699	20,699	20,699
Sistema Agroforestal		3,416	3,416	3,416	3,416	3,416	3,416	3,416	3,416	3,416
Reforestación y Tacotal		1,726	1,726	1,726	1,726	1,726	1,726	1,726	1,726	1,726
Cultivo de Cobertura		1,139	1,139	1,139	1,139	1,139	1,139	1,139	1,139	1,139
<b>Ingresos</b>		<b>32,317</b>	<b>28,100</b>							
Sector Doméstico con Conexión		15,127	15,127	15,127	15,127	15,127	15,127	15,127	15,127	15,127
Sector Doméstico con Puestos de Agua		6,109	6,109	6,109	6,109	6,109	6,109	6,109	6,109	6,109
Sector Comercio		6,864	6,864	6,864	6,864	6,864	6,864	6,864	6,864	6,864
Ahorro Fondo Ambiental al 2005(**)		<b>4,217</b>								
<b>Beneficios Netos</b>	<b>-4,650</b>	<b>5,337</b>	<b>1,120</b>							
<b>Flujo Caja</b>	<b>-4,650</b>	4,852	926	842	765	696	632	575	523	475
<b>Valor Actual Neto (VAN)</b>	<b>5,635.7</b>									
<b>Tasa Interna de Retorno (TIR)</b>	<b>56%</b>									
<b>Tasa de Descuento (TD)</b>	<b>10%</b>									

**Fuente:** Elaboración Propia.

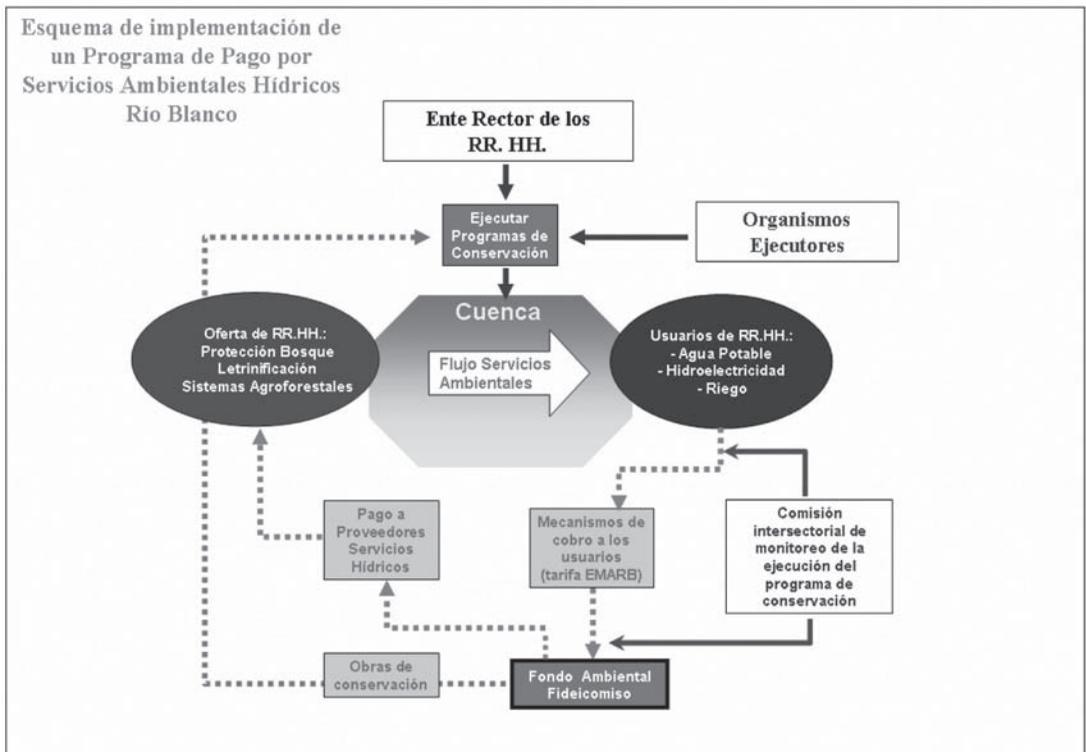
(\*): Corresponde a un financiamiento que haría el Fondo para la instalación de letrinas y abrevaderos.

(\*\*): Corresponde a un capital semilla donado por un organismo.

### 3.6. Estructura institucional para ejecutar la operatoria de PSA y la administración del Fondo ambiental.

*Esquema general de implementación del Esquema de PSA en el municipio de Río Blanco*

En la Ilustración 3 se presenta el esquema general de cómo funcionaría la implementación de un Sistema de Pagos por Servicios Ambientales hídricos para la ciudad de Río Blanco.



38

**Ilustración 3.** Esquema de implementación del Programa de Pago por servicios ambientales hídricos en el municipio de Río Blanco.

En esencia, los diferentes estratos de consumidores a través de la Empresa EMARB pagarían un monto adicional a la tarifa hídrica, que es el Pago por Servicios Ambientales (o sea el porcentaje del cobro final que iría a la conservación del ecosistema). El cobro se acumula en el Fondo Ambiental, que funcionaría como una especie de fideicomiso que servirá para pagar a los productores los servicios prestados y ejecutar algunos programas adicionales de conservación y manejo de la cuenca<sup>10</sup>. Por su parte los oferentes de servicios ambientales (en este caso, los dueños de las áreas de recarga hídrica de la microcuenca La Golondrina), con las mejoras ambientales que harían, garantizarían los servicios hídricos para los diferentes tipos de usuarios o segmentos de consumidores de la ciudad de Río Blanco.

Por otro lado, los organismos ejecutores de diferentes proyectos de conservación en la zona, trabajarían en el apoyo y asesoramiento técnico a los productores para la implementación de las medidas de conservación y poder garantizar los servicios ambientales. La certificación y monitoreo de dichas obras se prevé sea efectuada por alguna empresa u ONG especializada en el tema, contratada específicamente para estos fines.

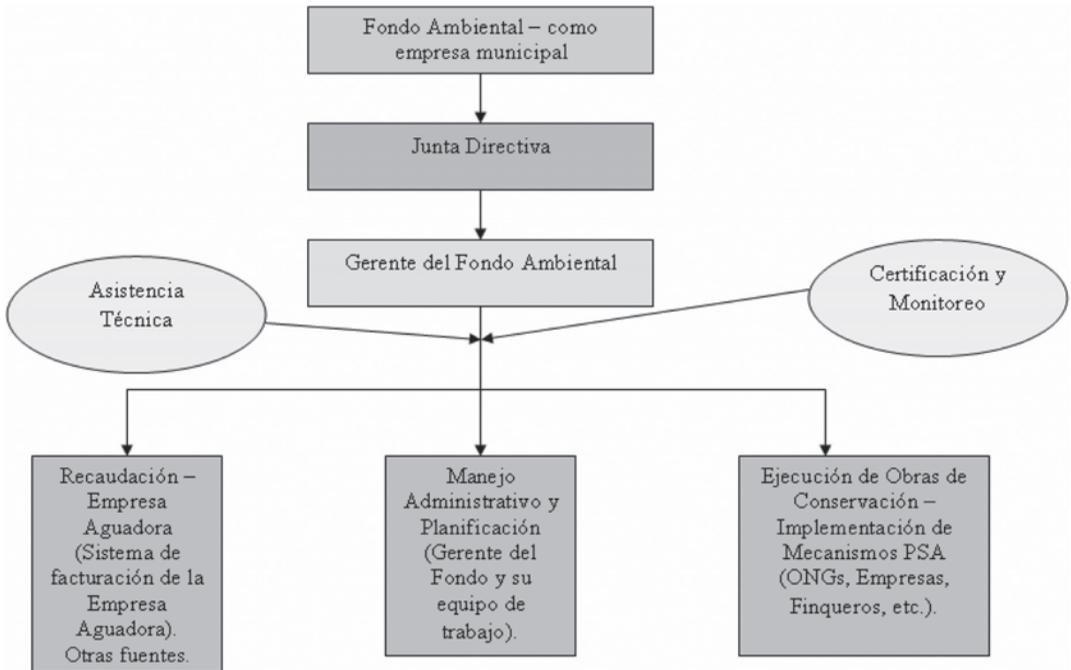
De esta manera, la puesta en práctica de la institucionalidad que se ha creado recientemente demanda de un conjunto de negociaciones locales y la instrumentación de procedimientos orientados a construir una agenda práctica y consensuada con los diferentes actores de la cuenca.

### *Administración del Fondo Ambiental*

La formulación de una propuesta organizativa para garantizar una gestión eficiente y el buen funcionamiento del Fondo Ambiental, se basó en las siguientes premisas:

- 1) Un fondo de PSA (Fondo Ambiental) legalmente establecido por una ordenanza municipal, pero prácticamente inactivo por falta de una reglamentación de su funcionamiento y de un esquema organizativo.
- 2) Una Empresa aguadora municipal (EMARB), descentralizada de Enacal, encargada de la distribución y el abastecimiento de agua potable, y de su cobro a la población, con algunos problemas administrativos.
- 3) Una Comisión ambiental (CAM), constituida por varios organismos a nivel local, encargados de velar por la buena gestión ambiental en el municipio, con un peso importante de la municipalidad en la toma de decisiones.
- 4) Un importante número de organismos trabajando en la zona, en materia tecnológica y ambiental entre los que se destaca FUNDENIC (ente encargado del co-manejo de la reserva.), SNV, PASOLAC y NITLAPAN, con visiones relativamente diferentes con relación a la gestión de los recursos naturales.

Con base en estas consideraciones, se propuso para el funcionamiento del Fondo Ambiental, el esquema de organización siguiente:



40

#### Ilustración 4. Organigrama del Fondo Ambiental

En este esquema se propone que el Fondo Ambiental funcione como una Empresa Municipal legalmente establecida, pero descentralizada, con un mandato claro de administrar eficientemente los recursos, priorizar las inversiones, orientar correctamente el pago hacia los proveedores del servicio y hacer crecer los fondos, mediante la búsqueda de mecanismos financieros adicionales. En este sentido se propone establecer una Junta Directiva multi-sectorial del Fondo, conformado por representantes de varios organismos presentes en la zona, a fin de evitar sesgos en la toma de decisión y garantizar la transparencia sobre todos los aspectos arriba señalados. Se recomienda la contratación de un Gerente a cargo de la administración del Fondo, así como de su promoción y búsqueda de nuevas fuentes de financiamiento.

Este funcionario será responsable de cumplir las decisiones de la Junta Directiva y sería asesorado técnicamente en aspectos específicos sobre la ejecución de los fondos, valoración económica de bienes y servicios ambientales y propuestas concretas de otros mecanismos para la captación de más Fondos para la conservación. El Gerente trabajaría en coordinación con otros agentes o empresas que facilitarían el proceso de ejecución control y monitoreo de las obras de conservación que realicen los finqueros. De hecho, para poder desembolsar los incentivos financieros se requiere un proceso mínimo de certificación que garantice que los beneficiarios realmente están implementando las medidas de conservación, y éstas realmente surten efecto sobre el medio ambiente.

Bajo el esquema anterior, las responsabilidades y atribuciones de los diferentes actores quedan claramente definidas:

1. La Empresa Aguadora (EMARB) se encargará de la recolecta del dinero destinado para la conservación, siendo que ya posee un sistema de facturación funcionando. Sin embargo dicha empresa no tendrá firma autorizada para liberar dichos fondos.
2. La parte de la planeación estratégica del Fondo Ambiental, será responsabilidad de la Alcaldía en consulta con la CAM, esta última ejercerá también funciones de supervisión y control de las actividades del Fondo, además de orientar donde se invertirá el dinero movilizado para garantizar mayor impacto en el proceso de conservación.
3. El acompañamiento de la ejecución de las obras de conservación que realicen los finqueros y la certificación de las mismas serán responsabilidad de las diferentes ONGs, empresas y hasta los mismos dueños de las áreas de recarga. Sin embargo, el plan de ejecución de dichas obras y el organismo ejecutor deberán acoplarse por definición al plan estratégico de la municipalidad a fin de evitar conflictos de intereses.

El o la gerente del Fondo tendrá a cargo la responsabilidad de coordinar e impulsar todas las acciones a desarrollar con estos actores.

Con esta distribución de las responsabilidades se pretende garantizar mayor eficiencia y una mínima división del trabajo, reduciendo a su vez los riesgos de corrupción, sub-ejecución, desconfianza, falta de transparencia, etc. El Fondo, a pesar de ser básicamente una cuenta bancaria, es una herramienta más compleja porque según como se ejecuta el dinero el impacto sobre los ecosistemas varía. Por tanto, más que una cuenta bancaria debe ser una institución que se encarga de planificar y financiar la ejecución de las obras de conservación más apropiadas para garantizar la conservación de la cuenca y la generación de sus Bienes y Servicios Ambientales.

### *Reglamentación del Fondo Ambiental*

Finalmente, para asegurar el cumplimiento de los objetivos para los cuales fue diseñado el Fondo Ambiental y garantizar que no se desvíe de la meta inicial para lo cual fue creado, se elaboró un reglamento<sup>11</sup> que establece los procedimientos para implementar y operativizar el Fondo Ambiental, enfatizando básicamente los siguientes aspectos:

- A) La Naturaleza y justificación de la creación del Fondo Ambiental
- B) La identificación y la forma de implementación de los Mecanismos Financieros que garanticen los fondos para la conservación.
- C) La forma y los procedimientos de pago a los proveedores de los servicios
- D) El funcionamiento en general del fondo y su manejo administrativo

El reglamento es claro en indicar como se logrará la movilización de los recursos financieros a través de los mecanismos financieros propuestos; y por otro lado, garantiza que el desembolso de dichos fondos sea única y exclusivamente dirigido a los proveedores de los servicios hídricos, para el mantenimiento de la cuenca (no para otras problemáticas ambientales) y mitigación de desastres en la cuenca a causa de fenómenos intensos.<sup>12</sup>

Otro factor clave en la reglamentación considerada fue que para el funcionamiento exitoso del Fondo Ambiental es necesario garantizar la transparencia, por lo que estipula una descentralización de la administración, otorgando las tres principales responsabilidades a diferentes instituciones: a) La parte de recaudación de los fondos (ej.: Empresa Aguadora), b) La parte de planificación estratégica (ej.: Municipalidad y Comisión Ambiental) y c) La parte de ejecución de los fondos para las obras de conservación (ej.: ONG, Productores, Empresas, etc.).

42

Se recalca finalmente que el dinero se utilizará únicamente para la conservación de la cuenca alta y no para mejorar la eficiencia administrativa de la empresa de agua, ni para tratar las aguas negras producto del consumo de agua de Río Blanco. También se establece una metodología de referencia para ajustar los valores de las tarifas en el tiempo, si fuera necesario. De este modo, la operabilidad del Fondo depende, en buena medida, de la transferencia del actual pago que realiza EMARB (10% de su ingreso) hacia la población consumidora de agua. Esto se relaciona con cambios y ajustes en la estructura tarifaria aprobados por la autoridad rectora en la materia: INAA. Esta condición plantea el gran reto a la Alcaldía Municipal y al Concejo de Administración de EMARB de realizar acciones de cabildeo e incidencia ante el ente rector en función de la aprobación de estas previsiones y, por lo tanto, de la sostenibilidad del agua en Río Blanco.

## **Conclusiones**

Los pagos por servicios ambientales (PSA) constituyen una herramienta novedosa que puede contribuir a lograr los propósitos de conservación y a su vez fortalecer los medios de vida de las áreas rurales que producen dichos servicios. Ello supone el desarrollo de un proceso que pasa por valorar económicamente los servicios ambientales, conocer la disposición a pagar (DAP) de los usuarios del servicio, definir los montos a pagar, así como proponer los mecanismos financieros apropiados para endogenizar los costos ambientales y formular un esquema organizacional debidamente reglamentado para que la operatoria de PSA pueda funcionar.

Por otro lado, antes de implementar un esquema de PSA a nivel municipal, es importante tener muy claros aspectos claves como: las verdaderas causas del problema ambiental a tratar, la población interesada en demandar y pagar los servicios ambientales, quienes son los posibles oferentes del servicio, cuales son los mecanismos que garantizan la eficacia y la transparencia del sistema, su adaptabilidad a las condiciones locales y la sostenibilidad financiera del mismo.

Los PSA pueden contribuir a incentivar la adopción de prácticas que sean rentables en términos productivos para los productores y que a la vez tengan efectos positivos al medio ambiente. Las autoridades municipales tienen el reto de adaptar e implementar estos mecanismos como una forma de contribuir a la conservación de los recursos naturales y a una producción agropecuaria más amigable con el ambiente en sus municipios.

El gobierno municipal, las instituciones educativas y ONGs locales deben desarrollar el compromiso de acompañar y motivar a los gobiernos locales a su implementación, el Estado

por garantizar las leyes e instrumentos de política para lograrlo y la sociedad para cuidar y velar por la conservación de los recursos.

Sin embargo, dados los vacíos relativos del marco institucional sobre servicios ambientales en Nicaragua, la instrumentación de esquemas de gestión de servicios ambientales a través de PSAs demanda el desarrollo de ingentes acciones de negociación en el ámbito local y nacional. Las negociaciones locales relacionan a oferentes y demandantes del servicio a través de un “acuerdo” sobre las tarifas de los servicios. Mientras que las negociaciones nacionales (quizás más complejas que las locales) requieren de la búsqueda de consensos en el marco regulatorio sobre tarifas. Este último elemento resulta medular para la replicabilidad de este tipo de esquemas a bajo costo (reducción de gastos de transacción).

Finalmente, es importante destacar la iniciativa y el aporte que han tenido las autoridades municipales de Río Blanco por dar pautas alentadoras en relación a un interés creciente que existe a nivel nacional de generar un marco de referencia para implementar un esquema viable de Pago por Servicios ambientales a nivel municipal.

---

## Notas

1. Basado en el estudio de consultoría del mismo nombre que realizó NITLAPAN (2005), con asesoría técnica de CATIE, a solicitud de la Alcaldía municipal de Río Blanco y con auspicio de PASOLAC y SNV.
2. A partir de los resultados del Análisis Ambiental Estratégico en el año 2001, metodología promovida por el Servicio Holandés de Cooperación (SNV- Nicaragua), la Alcaldía Municipal inicia la gestión ante el Ministerio del Ambiente y los Recursos Naturales (MARENA) para obtener la administración del Área Protegida Cerro Musun en la modalidad de Co-manejo con participación de FUNDENIC.
3. Los Costos de Inversión tiene que ver con la instalación de obras físicas (letrinas, bebederos), reforestación y el establecimiento de sistemas agroproductivos sostenibles, sistemas agroforestales y silvopastoriles. Los costos de Mantenimiento se calcularon como un porcentaje (15%) de la inversión inicial más un monto adicional por actividades de capacitación. El Costo de conservar 1 ha de bosque se calculó en base al costo de oportunidad de la tierra en la zona (US\$40), o sea en base al mejor uso alternativo que es la ganadería. Sin embargo, debido a que toda la existencia de bosques en las fincas esta dentro de un área protegida y los productores no son totalmente libres para cambiar su uso, se decidió asignarle solo un 50% de dicho valor.
4. En el 2003 la Alcaldía de Río Blanco constituyó la Empresa Aguadora de Río Blanco (EMARB), descentralizada de ENACAL, mediante ordenanza municipal y está en proceso de fortalecer y montar los procesos para lograr un manejo eficiente de EMBARB con el apoyo técnico y asesoría del Servicio Holandés de Cooperación al Desarrollo (SNV).
5. En el mes de Junio de 2005, se reunieron en CATIE un grupo de expertos para elaborar un índice hídrico mucho más detallado que el aquí presentado; dicho índice bien podría utilizarse para fines del pago a los productores para el caso específico de la microcuenca (Ver Alpizar y Madrigal, 2005 y Anexo II). El índice, en cuestión, ha sido incorporado en el Reglamento del Fondo Ambiental de Río Blanco (Ordenanza Municipal No. Cuatro) con la finalidad de ser validado durante la puesta en práctica en 2006, permitiendo la replicabilidad de la metodología.
6. La municipalidad cuenta actualmente con un Fondo Ambiental que fue creado bajo ordenanza municipal en el 2003 y su fuente de financiamiento inicial fue un capital semilla donado por PASOLAC. Dicho fondo es alimentado actualmente por un 10% de las utilidades de la EMARB. Se espera que la operacionalización del Reglamento del Fondo permita “democratizar” este cobro por servicio ambiental entre los usuarios del agua potable.
7. Para un conocimiento mas detallado sobre las ventajas y forma de implementación de estas tecnologías recomendamos revisar la serie de documentos de “Módulos de enseñanza Agroforestal” de CATIE, en particular a los autores Pezo y Ibrahim (1999).
8. Valor obtenido en base a una estimación a partir de las encuestas realizadas en este estudio para los tres segmentos de mercado.

9. No se logró determinar los actuales costos de operación y administración de la empresa EMARB por encontrarse en una revisión a fondo de los mismos al momento del estudio. Otro inconveniente fue que a la fecha no existe información confiable del verdadero consumo (m<sup>3</sup>) de los usuarios debido a que no existe macro ni micro medición. Al momento del estudio la Empresa se encontraba en el diseño de un plan de instalación de medidores y legalización de las conexiones bastante acelerado.
10. Desde el punto de vista institucional, cabe destacar que, aun cuando en Nicaragua no existe la figura legal "fideicomiso", el diseño del Fondo Ambiental Municipal como una corporación "público – privada" asemeja esta figura y representa un desarrollo en relación a la "governabilidad del agua". Es decir, que crea una instancia público-privada para la gestión de la sustentabilidad del agua.
11. Ordenanza municipal Número Cuatro, del 19 de diciembre de 2005.
12. Ver INETER, SINAPRED, COSUDE, SNV, 2005 "Análisis de Riesgos del Municipio de Río Blanco", Alcaldía Municipal de Río Blanco. El estudio evidencia amenazas de deslizamientos y susceptibilidad en la cuenca. Documento en publicación.

### Referencias bibliográficas

44

- ALCALDÍA MUNICIPAL DE RÍO BLANCO, INETER, SINAPRED, COSUDE, SNV, (2005) *Análisis de Riesgos del Municipio de Río Blanco*. Managua, Nicaragua. En fase de publicación.
- ALPÍZAR, F. Y MADRIGAL, R. (2005). Informe de taller: *Construcción de un índice de usos del suelo relacionados con la provisión hídrica: Insumo para una propuesta integral de PSA hídrico*. Proyecto Enfoques Silvopastoriles Integrados para el Manejo Sostenible de Ecosistemas. CATIE, Turrialba, Costa Rica.
- BARZEV, R. (2004). *Guía Metodológica de Valoración Económica de los bienes y servicios ambientales*. CBM-PNUD. Managua, Nicaragua.
- FAO (2003). *Oportunidades del Pago de Servicios ambientales en cuencas hidrográficas*. Roma.
- FUNDENIC-SOS (Fundación Nicaragüense para el Desarrollo Sostenible, NI) (2003). *Plan de manejo de la Reserva Natural Cerro Musún*. Managua, Nicaragua.
- ESPINOZA, N., GATICA, J., SMYLE, J. (1999). *El Pago de Servicios ambientales y el desarrollo sostenible en el medio rural*. IICA-RUTA. San José, Costa Rica.
- INETER (Instituto Nicaragüense de Estudios Territoriales, NI) (2004). *Resumen meteorológico anual: Base de datos nacional*. Formato HTML. Managua, Nicaragua
- MARIN, Y. (2006). *Viabilidad de los procesos de intensificación agropecuaria en zonas de Frontera Agrícola*. (Por publicarse). Nitlapán-UCA, Managua, Nicaragua.
- POSAF (Programa Socio-ambiental y Desarrollo Ambiental, NI) (2004). *Guía metodológica para orientar la internalización de los bienes y servicios ambientales de las prácticas productivas que incentiva POSAF II*. Managua, Nicaragua.
- PEZO, D., IBRAHIM, M. (1999). *Sistemas Silvopastoriles*. Modulo de Enseñanza No. 2. CATIE. Turrialba, Costa Rica.
- PRISMA (2002). *Pago por servicios ambientales en El Salvador: Oportunidades y retos para los pequeños agricultores y zonas rurales*. San Salvador, El Salvador.
- RUIZ, A. (2005). *Incentivos Económicos para el Manejo Sostenible de los Recursos Naturales, en las zonas de amortiguamiento de la Reserva Biológica Indio Maíz, Municipio el Castillo*. (Por publicarse). Nitlapán-UCA. Managua, Nicaragua.
- UNESCO (Organización de la Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura, UY) (1982). *Guía metodológica para la elaboración del balance hídrico de América del Sur. Estudios e informes en hidrología*.

**Anexo 1.** Balance hídrico superficial de la Microcuenca La Golondrina (mm).

MES	P	ETP	DEF	NA	HA	MH	ETR	DEF	EXC
Ene	128	102	25	0	100	0	102	0	25
Feb	150	99	50	0	100	0	99	0	50
Mar	63	136	-73	-73	48	-52	115	21	0
Abr	56	158	-102	-175	17	-31	87	71	0
May	235	170	65	-19	82	65	170	0	0
Jun	455	133	322	0	100	18	133	0	304
Jul	430	124	305	0	100	0	124	0	305
Ago	463	131	331	0	100	0	131	0	331
Sep	333	126	207	0	100	0	126	0	207
Oct	348	124	224	0	100	0	124	0	224
Nov	213	111	101	0	100	0	111	0	101
Dic	132	107	25	0	100	0	107	0	25
	<b>3007</b>	<b>1522</b>	<b>1480</b>			<b>0</b>	<b>1430</b>	<b>92</b>	<b>1572</b>

**P**=precipitación, **ETP**=evapotranspiración potencial, **DEF**=diferencia entre **P** y **ETP**, **NA**=acumulado negativo, **HA**=almacenamiento, **MH**=diferencia de almacenamiento, **ETR**=evapotranspiración real, **DEF**=diferencia entre **ETP** y **ETR**, **EXC**= exceso. Ver en anexo detalle de fórmulas utilizadas para la elaboración del balance.

**Anexo 2.** Índice de compensación por Servicios Hídricos, CATIE, 2005.

Cultivos anuales y hortalizas	<b>0</b>
Pastura con mala cobertura	<b>0</b>
Cultivos perennes sin sombra y sin cobertura	<b>0.2</b>
Pastura con buena cobertura (natural o mejorada)	<b>0.2</b>
Cultivos anuales y hortalizas con practicas sostenibles con el medio ambiente	<b>0.3</b>
Plantación forestal con suelo descubierto (sin sotobosque)	<b>0.3</b>
Cultivos anuales y hortalizas con obras físicas de CSA	<b>0.4</b>
Cultivos anuales y hortalizas con practicas agroforestales	<b>0.4</b>
Plantación forestal en monocultivo con especies con alta demanda de agua y buen manejo del sotobosque	<b>0.4</b>
Cultivos perennes sin sombra y cobertura	<b>0.5</b>
Cultivos perennes con sombra y sin cobertura	<b>0.5</b>
Pastura con buena cobertura y baja densidad de árboles dispersos	<b>0.5</b>
Bosquetes aislados	<b>0.5</b>
Bancos forrajeros de gramíneas y leguminosas	<b>0.6</b>
Pastura con buena cobertura y alta densidad de árboles dispersos	<b>0.7</b>
Bancos forrajeros de gramíneas y leguminosas sin pastoreo (corte y acarreo)	<b>0.7</b>
Plantación forestal en monocultivo con especies con baja demanda de agua y buen manejo del sotobosque	<b>0.7</b>
Cultivos perennes con sombra y cobertura del suelo	<b>0.8</b>
Tacotal	<b>0.8</b>
Bosque de galería bien manejado	<b>1</b>
Bosque secundario con buen manejo	<b>1</b>
Guadual	<b>1</b>
Bosque primario	<b>1</b>