

Valoración del Servicio Ambiental Hídrico en la zona de Talamanca, Costa Rica

Por
Gerardo Barrantes Moreno
Alexander Sánchez Sánchez

Preparado para el
Corredor Biológico Talamanca – Caribe

Costa Rica
Noviembre 2007

Índice

1.	Introducción.....	3
2.	Situación de la ASADA de Bribri	3
3.	Importancia de la riqueza biológica de Talamanca	5
3.1	Descripción general de la microcuenca del Río Carbón.....	6
3.2	La Conservación y Uso Sostenible de los Recursos Naturales	7
3.3	Uso y Cobertura del Suelo.....	7
3.4	Problemática en la zona de estudio.....	7
4.	Servicio ambiental hídrico.....	8
5.	Pago por Servicios Ambientales.....	9
6.	Costos de oportunidad del bosque en Talamanca.....	10
6.1	Superficie a conservar para la protección del recurso hídrico que abastece a la ASADA de Bribri	11
7.	Análisis de oferta y demanda del servicio ambiental hídrico en Bribri.....	11
7.1	Oferta total hídrica.....	11
7.2	Oferta hídrica disponible para la demanda social.....	12
7.3	Demanda hídrica en Bribri	14
8.	Valoración económica del servicio ambiental hídrico	15
9.	Análisis de la disposición de pago para el servicio ambiental hídrico	17
9.1	Aspectos generales	17
9.2	Monto de disposición de pago en Bribri.....	18
9.3	Opinioniones sobre el servicio actual de acueducto en la zona.....	19
9.4	Razones para la conservación de bosque.....	19
9.5	Razones para la escasez del recurso hídrico en la zona.....	20
10.	Conclusiones.....	21
11.	Recomendaciones	21
12.	Bibliografía.....	23
13.	Anexos: Encuesta disposición de pago para el sector residencial.....	24

1. Introducción

La conservación, uso sostenible y la valoración de los recursos naturales son una obligación social ineludible, que no se puede postergar. Todos los esfuerzos deben encaminarse a mantener las zonas boscosas y a recuperar zonas que han sido degradadas por el comportamiento económico, fundamentalmente; así como a minimizar los efectos adversos que provoca el uso de los recursos naturales.

Talamanca es un cantón con una de las mayores riquezas biológicas del país y cuenta con buen estado de conservación natural. Otro de los aspectos a valorar de esta región es su riqueza cultural. Es uno de los pocos lugares en Costa Rica donde aún conviven algunas comunidades indígenas de Costa Rica y que han sido marginadas por mucho tiempo.

Sin embargo, es catalogado como uno de los cantones más pobre de Costa Rica, con el mayor índice de mortalidad infantil y el mayor porcentaje de analfabetismo. Dentro de este índice de desarrollo que establece el Ministerio de Planificación (MIDEPLAN) tiene mucho peso la cantidad y la calidad del agua que están consumiendo los habitantes. En la comunidad de Bribri con más de 2 000 personas, se estima que el 50% de los hogares son categorizados como pobres, el 82% de la población se dedica a actividades agrícolas y ganaderas, 4% a la enseñanza, 4% comercio y reparación y un 10% a otros.

El Corredor Biológico Talamanca – Caribe, preocupado por el mejoramiento de las condiciones de vida de la población y por la conservación de los recursos naturales de Talamanca, tomó la decisión de apoyar a la ASADA de Bribri en Talamanca, con el desarrollo de un estudio para valorar económicamente el servicio ambiental hídrico en la zona. Los resultados del estudio serán de utilidad para impulsar un proceso de ajuste ambiental de la tarifa de agua potable que brinda la ASADA, y mediante el pago por el servicio ambiental hídrico apoyar el desarrollo de actividades de conservación y protección de los ecosistemas que ayudan al mantenimiento del agua en la zona.

El estudio implica la caracterización biofísica de la región, el análisis socioeconómico de las poblaciones involucradas, el análisis de disposición de pago por el servicio ambiental hídrico y la estimación de costos de conservación. Además, como parte del análisis del servicio ambiental hídrico, se realiza la estimación de la oferta hídrica en la zona, así como la demanda actual en el acueducto de la ASADA de Bribri.

El esfuerzo en conocer el valor económico del recurso hídrico está orientado a conducir un proceso para que los actores locales se apropien de los resultados, de modo que se facilite al máximo la gestión en la negociación para la implementación del mecanismo de pago por servicios ambientales. Además, un objetivo importante del proceso es generar una mayor capacidad instalada en la región en lo que se refiere a gestión de bienes y servicios ambientales.

2. Situación de la ASADA de Bribri

El servicio de Administración y distribución del agua para la población de Bribri se lleva a cabo gracias a la Asociación Administradora del Acueducto Rural de Bribri,

fundada en 1995, la cual brinda el servicio a las comunidades de Volio, La unión, Bribri centro, Feels arriba y Feels abajo. Cuando el inició se tenía una proyección de alcanzar un total de 500 usuarios a 25 años. Sin embargo, la demanda a crecido rápidamente en los últimos cinco años y actualmente se cuenta 435 usuarios, por lo que la proyección debe ser revisada de acuerdo con el comportamiento de la demanda actual. En el 2006 se realizó una nueva proyección que estimaba 2500 usuarios en los próximos 10 años. Esto es, más de cinco veces el tamaño actual. Esto le ejerce una presión importante al acueducto en un futuro cercano, debido a que debe desarrollar un plan para su crecimiento, además de un esfuerzo para garantizar la conservación del recurso hídrico del cual se abastece.

Dentro del cantón de Talamanca este es el único sistema de distribución que funciona reglamentariamente como ASADA adscrita a Acueductos y Alcantarillados, a excepción del acueducto de Cocles que es administrado por Acueductos y Alcantarillados. El resto de las población se abastece de agua a través del funcionamiento clandestino de acueductos, tomas de agua propias de quebradas o ríos, pozos perforados e incluso agua llovida.

Las fuentes que proveen el recurso hídrico a la ASADA de Bribri, se localizan en la media talamanca, entre los 300 y 500 msnm, se tienen identificadas dos nacientes, pero actualmente solo se capta de una de las nacientes, las mismas se ubican dentro de la cuenca del Río Sixaola y mas específicamente dentro de la cuenca del Río Carbón, constituida por diferentes nacientes que se distribuyen en un área de aproximadamente 8000 hectáreas. Sin embargo, se considerará solamente un área aproximada de 1140 hectáreas como el área receptora de aguas para la ASADA de Bribri. La distribución del líquido se realiza a través de una red de distribución propiedad de la ASADA y dentro de las tarifas no existe una clasificación diferenciada por categoría de usuario, como si la tiene Acueductos y Alcantarillados en residencial, reproductiva, ordinaria, Gobierno y Preferencial. La tarifa actual es de $\phi 1575/\text{mes}$ como base y un monto de $\phi 85/\text{m}^3$ de consumo. Es regulada por la Autoridad Reguladora de los Servicios Públicos (ARESEP). El consumo promedio es de $20 \text{ m}^3/\text{familia}/\text{mes}$, lo que implica una tarifa media de $\phi 163.75/\text{mes}/\text{familia}$ ($(1575+85*20)/20=163.75$).

Según los estudios de laboratorio, para evaluar la calidad del agua se realizan cuatro muestreos anuales por parte del laboratorio nacional de aguas (4 físicos y 1 bacteriológico), se controla cloro residual en tres puntos distintos de las redes, cuatro veces por semana. Los resultados indican que el agua es un liquido sin olor, turbidez prácticamente nula, un nivel de acidez neutro (7), sulfatos de 7,66 mg/l, nitratos de 0,81 mg/l, cloro 0, 2 mg/l, coniformes negativo, esteriquia coli negativo. En resumen, el acueducto cumple con el reglamento para la calidad de agua potable (estudio mayo 2006). El acueducto cuenta con la bandera 4 estrellas del programa de sello de calidad del Laboratorio Nacional de Aguas. Se mantiene operando las 24 horas por los 365 días del año. Se abastece de una naciente con caudal captado de 19 litros/segundo que equivale a $599,184 \text{ m}^3/\text{año}$ (se cuenta con un tanque de captación con capacidad para 200000 litros). Cuenta con sistema de medición Hidrómetra normal marca ARAT instalado en las tomas de red de cada uno de los beneficiarios para el chequeo mensual.

Dentro de las amenazas que se pueden presentar al corto plazo están la compra de tierras por extranjeros, la explotación maderera, y más a mediano plazo, el desarrollo turístico desordenado. En cuanto a la problemática ambiental de la región, el plan

ambiental destinado al mejoramiento del servicio en Bribri resalta la necesidad de atender el problema de la disponibilidad y calidad del agua proveniente de la micro cuenca del Río Carbón, en la cual, como se mencionó al inicio, la agricultura y la ganadería no representan actualmente un riesgo para la disminución de su cobertura boscosa. Esto principalmente por las condiciones de accesibilidad y topografía. Sin embargo, si se considera un riesgo inmediato, como anteriormente se hizo mención, la explotación del recurso madera, esto debido al crecimiento exponencial que ha presentado el mercado de la construcción y la escasez de madera existente en el país. Estas dos condiciones han provocado un aumento vertiginoso en el precio de la madera

3. Importancia de la riqueza biológica de Talamanca

Talamanca es el segundo cantón más grande del país, en términos territoriales, sus 2.809.93 km² de extensión, representan el 5.5% del territorio nacional. Su población total es de 25857 habitantes, de acuerdo al censo del 2000. Este cantón presenta una muy baja densidad poblacional, alrededor de 9 personas por km². El área de estudio se encuentra en el distrito primero del cantón de Talamanca (Bratsi), el cual alberga una población de 10 292 personas (40% del total del cantón), se estima que la población del área de interés (Bribri) son 2000 personas las cuales cuentan con un 50% de los hogares categorizados como pobres, el 82% de la población se dedica a actividades agrícolas y ganaderas, 4% a la enseñanza, 4% comercio y reparación y un 10% a otros. La comunidad de Bribri, se encuentra como anteriormente se mencionó en el distrito de Bratsi, el cual esta ubicado 09°37'27" LAT. N. / 82°49'57" LONG. O, a una altitud aproximadamente de 32m sobre el nivel del mar.

Entre las características con que cuentan estas comunidades, y que explican su situación y bajo nivel de desarrollo humano se encuentran:

1. En su mayoría las personas cuentan con un nivel muy bajo de escolaridad, un 85.37% de la población entrevistada no ha concluido la secundaria, esto conlleva a que obtengan trabajos de baja calidad y poco remunerados.
2. Con respecto a las jefaturas de hogar, un 56.6% de estas cuentan con un trabajo remunerado, por cuenta propia trabaja el 21.4%, mientras que el 10.7% no cuenta con condiciones de trabajo estable.
3. En promedio en cada hogar trabajan 1.5 personas, y el ingreso promedio de los hogares es de 129,444 colones mensuales, esta situación es preocupante, debido a que este no llega a ser ni siquiera el salario mínimo minimorum el cual es de ¢133.560, y mucho menos se acerca al salario mínimo estipulado por el Ministerio de Trabajo, el cual lo estipula para trabajadores no calificados en ¢ 156,049.
4. Las familias cuentan con una población media de 4.3 miembros, el cual se puede considerar alto para el nivel de ingresos con que cuentan, esto podría provocar que se tomen decisiones como el excluir a los niños y jóvenes del sistema educativo, lo cual no colabora en nada con el mejoramiento de las comunidades.

5. En lo que respecta a vivienda, el 87.8% de las familias cuentan con una casa propia, cifra que es muy positiva para el nivel de ingresos con que cuentan, mientras que 4.9% de las familias alquilan casa.

La ubicación geográfica de Talamanca y sus condiciones edaficomorfológicas hace que albergue una gran biodiversidad, convirtiéndose en uno de los sitios más importantes para la conservación de especies en peligro de extinción, tales como: Lapa Verde (*Ara ambigua*), Lapa Roja (*Ara macao*), Jaguar (*Pantera onca*), Danta (*Tapirus bairdii*) entre otras, esto sin dejar de lado la riqueza cultural que se respira en esta zona, donde cohabitan afrocaribeños, indígenas, mestizos y blancos, todos con diferentes percepciones sobre la vida. De este modo, la riqueza biológica de la que dispone Talamanca representa un gran potencial que debiera de ser aprovechado para contribuir al desarrollo y bienestar no solo de su población sino de todo Costa Rica.

Talamanca se ha convertido en uno de los últimos recintos de este país que aún conserva un área importante de bosques primarios (cerca del 60% de su área se encuentra bajo cobertura boscosa primaria), dentro de estos bosques nacen una cantidad importante de quebradas, que se transforman en ríos conforme avanzan en su desplazamiento hacia el litoral Atlántico, aquí se localizan cuencas tan importantes como la del Río Sixaola (binacional), Río estrella, Río Carbón entre otras.

Las precipitaciones anuales promedio para el cantón se encuentran por encima de los 3000 mm y el porcentaje de áreas bajo cobertura boscosa es muy superior a otros cantones del país. Sin embargo el problema del cantón no es la cantidad de agua, si no más bien la calidad (tratamiento), la captación y el traslado del preciado líquido hacia sus consumidores.

3.1 Descripción general de la microcuenca del Río Carbón

La microcuenca del Río Carbón, se encuentra dentro de la cuenca del Río Carbón y esta, a su vez, se encuentra dentro de la cuenca binacional del Río Sixaola, la altitud se encuentra entre los 300 y 500 msnm, por su ubicación, condiciones geográficas y climáticas, el área presenta una gran diversidad en su componente florístico y faunístico, encontrándose especies arbóreas tales como; Nispero (*Malnikara zapota*), Pílón (*Hyeronima alchorneoides*), Canfín (*Tetragastris panemensis*), Ron – Ron (*Inga alba*), Cortez amarillo (*Tabebuia crysantha*), Cedro María (*Callophyllum brasiliense*), Cola de pavo (*Hymenolobium mesoamericanum*), Panamá (*Sterculia apetala*) entre otras, a nivel faunístico se pueden observar aves como Lapa roja (*Ara macao*), mamíferos tales como Jaguar (*Pantera onca*), Puma (*Puma concolor*), Tepezcuintle (*Agouti paca*), reptiles como las serpientes Terciopelo (*Bothrops asper*), Oropel (*Bothriechis schlegelli*), Tamagá (*Porthidium nasutum*) y anfibios emblemáticos en la zona, como lo son las ranas venenosas de los géneros *Dendrobatex*.

La topografía del área de estudio es considerada como escarpada a fuertemente escarpada con pendiente que oscilan entre el 30% hasta el 60%, según la metodología de clasificación de zonas de vida de Holdridge, el área de recarga se ubica en un 95% dentro del Bosque muy Húmedo Premontano, transición a basal, con una precipitación que oscila entre los 3000 y 3500 mm al año, con una biotemperatura promedio de 24 a 25 °C y una evapotranspiración potencia de 22°, un sector pequeño del área de recarga se ubica dentro del bosque húmedo tropical transición a basal, correspondiente a la parte

baja de la microcuenca, aquí las precipitaciones oscilan entre los 2000 y 3000 mm al año con biotemperaturas y evapotranspiraciones similares a la anterior zona de vida.

3.2 La Conservación y Uso Sostenible de los Recursos Naturales

En general, Costa Rica avanza hacia el mejoramiento en la conservación de la riqueza biológica con que cuenta, para garantizar así el flujo de beneficios, comúnmente llamados bienes y servicios ambientales, de los que se sustenta en una parte importante el desarrollo económico y social del país. Efectivamente, los servicios ambientales se conciben como los beneficios sociales que brindan los ecosistemas naturales, al representar funciones de los ecosistemas que son aprovechadas por la sociedad. Dichos beneficios están directamente asociados con la calidad y cantidad de los ecosistemas que los brindan, así como por la integridad en sus funciones ecológicas. Por lo tanto, cuanto más deteriorados estén los ecosistemas, el bienestar de la población tiende a deteriorarse ya que los servicios ambientales que proveen dichas funciones tienden a desaparecer.

Por esto, la conservación y uso sostenible de los recursos naturales se deben garantizar, a través del mantenimiento integral de las funciones ecológicas que explican el equilibrio del ecosistema, la permanencia del flujo de servicios ambientales que sustenten las necesidades actuales y futuras de la población para el mejoramiento de su bienestar. Pero para que esta manutención se pueda garantizar es necesario reconocer a los dueños de la tierra para que estos no se vean en la necesidad de cambiar el uso del suelo a actividades agropecuarias y lo mantengan bajo bosque, ya que esto garantizaría la conservación de la biodiversidad, así como también la conservación del agua.

3.3 Uso y Cobertura del Suelo

El área que se está estudiando para la conservación del recurso hídrico en función de la ASADA de Bribrí cuenta con una cobertura boscosa mayor al 90%, mientras que las áreas destinadas a otros usos son pequeñas y constan de pequeños fragmentos aislados. Se estima que actualmente existen aproximadamente 1000 hectáreas de bosque, de las cuales 650 has corresponde a bosque primario, mientras que las restantes 350 has corresponde a bosques intervenidos. Por otro lado el área destinada a cultivos agrícolas y ganadería es de 140 hectáreas, mucha de ella en estado de abandono y en vías de convertirse en bosque secundario.

3.4 Problemática en la zona de estudio

Con respecto a la utilización de la tierra por medio de una entrevista realizada al señor Marcos Rojas el cual es funcionario del Ministerio de Agricultura y Ganadería en su cede ubicada en la Región Huetar Atlántica y que funge como Coordinador en lo referente a Producción Sostenible, se puede afirmar que la actividad ganadera con fines económicos en la zona es mínima. Existen algunas personas que cuentan con ganado, pero con muy pocos animales.

Como un aspecto importante a tomar en cuenta esta el hecho de que según Rojas gran parte de la contaminación de las aguas se debe a que las comunidades indígenas aunque no cuentan con un desarrollo formal de la actividades agrícola y ganadera, si han permitido que otros animales, como por ejemplo los cerdos, se desarrollen y

multipliquen a lo largo de todo el territorio. El grado de contaminación se estima muy por encima del que genera el ser humano, y han contaminado gran parte de las aguas, principalmente las más superficiales, hasta el punto que en muchas de las fuentes como riachuelos o quebradas en este momento no se pueda beber agua.

Una actividad económica que si representa un importante riesgo para las fuentes de agua es la actividad maderera. Talamanca es el área más importante de Costa Rica desde el punto de vista de cobertura boscosa y uno de los más atractivos para los comerciantes de la madera. Esto, sumado al crecimiento de la industria constructora, podría causar grandes daños a las fuentes de agua por motivos de la importante deforestación que esta actividad potencialmente podría generar.

Ante este panorama, es necesario, dar seguimiento continuo al manejo de las cuencas principalmente en lo que respecta a su territorio, debido al alto valor ecológico y al servicio ambiental hídrico que estas prestan. La ausencia o deterioro del manejo de los recursos podría ocasionar la pérdida o la mayor contaminación de las fuentes de agua, proceso que afectaría negativamente a todas las comunidades bióticas del área protegida y de toda la región. Por tanto, es necesario diseñar una serie de estrategias destinadas al control de las acciones negativas sobre el recurso hídrico.

4. Servicio ambiental hídrico

El servicio ambiental hídrico se refiere a la capacidad que tienen los ecosistemas boscosos para captar agua y mantener la oferta hídrica a la sociedad (Costanza *et al.*, 1998; Ley de Biodiversidad, 1998). La disponibilidad de agua es resultado de la capacidad que tienen los ecosistemas boscosos y otros ecosistemas con alta cobertura forestal para captar, retener y regular el flujo de este bien. Esta función es considerada un servicio ambiental hídrico del cual se beneficia la sociedad, tanto en la utilización productiva, como en el consumo natural del recurso. Además, la disponibilidad de agua en los ecosistemas, permite el desarrollo o presencia de otros bienes y servicios útiles para la sociedad (leña, frutos, semillas, belleza escénica, conservación de biodiversidad, fijación de carbono entre otros).

La disminución de los bosques por causas naturales o provocadas, repercute directamente en la regulación del ciclo hidrológico y por consiguiente, sobre el desarrollo de las diversas actividades humanas que sustentan: sistemas productivos agropecuarios, piscícolas, industriales, turísticos, generación hidroeléctrica y el suministro de agua potable a la población. También repercute sobre todos los ecosistemas relacionados con los recursos hídricos.

Además, es de esperar que la remoción de la cobertura vegetal disminuya las posibilidades de infiltración, lo que a la vez produce un incremento en la escorrentía durante los períodos lluviosos, afectando negativamente las posibilidades de almacenamiento de agua (Deeb, 1992; Álvarez, 1995). En términos generales, en los bosques tropicales se da una relación directa entre la cobertura boscosa y los caudales de agua, de manera que a mayor cobertura boscosa, mayores caudales hídricos y viceversa. En tal sentido, es conveniente promover un proceso de conservación, protección y recuperación de las cuencas hidrográficas que conforman la región de Talamanca. Esto principalmente porque por medio de esta puede mejorarse significativamente el flujo de agua y con esto el bienestar para la sociedad.

En términos generales, el bosque es un ente más eficiente en función de la calidad y la disponibilidad de agua, que cualquier otro ecosistema. En un estudio realizado por CCT-CINTERPEDS (1995) se determinó que bajo cobertura de bosque la escorrentía es menor que bajo cobertura de pasto, lo que justifica la mayor capacidad de infiltración del bosque (Cuadro 1). Además, se evaluó la calidad del agua y se determinó que bajo bosque había una calidad positiva de 81.44% y bajo pasto de 31.37%. De lo anterior, se dedujo que la presencia del bosque favorece la retención de agua, ya que el sistema radicular permite una mayor y mejor infiltración, y disminuye la escorrentía superficial (Ander, 1991).

Cuadro 1. Escenario de escorrentía media anual de algunas zonas de vida representativas del área de estudio (m³/ha/año).

Zona de vida	Cobertura bosque			Cobertura pasto		
	Total de Agua por escorrentía	Calidad Positiva	Calidad negativa	Total de agua por escorrentía	Calidad positiva	Calidad negativa
Tropical húmedo (T-w)	36740	30610	6130	40060	15010	25050
Premontano húmedo (P-w)	18610	16280	2330	21460	7150	14310
Premontano lluvioso (LM-r)	42490	31870	10620	44360	11090	33270
Premontano húmedo (LM-w)	16870	15330	1540	18900	6880	12020
Montano húmedo (M-w)	9120	8070	1050	10340	3580	6760
Montano lluvioso (M-r)	20550	15420	5130	20660	5160	15500
Total	144380	117580	26800	155780	48870	106910
Porcentaje	100.00%	81.44%	18.56%	100.00%	31.37%	68.63%

Fuente: CCT-CINTERPEDS, 1995.

Por otro lado la conversión de bosque a pasto u otros usos, puede reducir drásticamente la capacidad de infiltración del suelo, dado que el volumen de recarga al subsuelo se favorece para aquellas áreas de la cuenca con mayor cobertura boscosa (Heuvelodop *et al.*, 1986). Según este autor, en un escenario de infiltración bajo tres tipos de cobertura: bosques, pastos y sin cobertura vegetal (suelo “desnudo”), el bosque tiene una eficiencia promedio de 68.92% en la infiltración total en relación con el pasto y el suelo desnudo, los cuales presentan 24.75% y 6.33% de eficiencia, respectivamente (Cuadro 2).

Cuadro 2. Infiltración del agua en terrenos con diferentes coberturas

Tiempo en minutos	Cobertura boscosa		Cobertura bajo pasto		Suelo sin cobertura vegetal		Total (cm ³)
	(cm ³)	%	(cm ³)	%	(cm ³)	%	
5	60.00	69.52	21.00	24.33	5.30	6.14	86.30
10	119.00	67.70	45.80	26.05	11.00	6.26	175.80
30	360.00	68.90	127.00	24.31	35.50	6.79	522.50
60	715.00	69.55	250.00	24.32	63.00	6.13	1028.00
Promedio		68.92		24.75		6.33	

Fuente: Heuvelodop *et al.*, 1986. En Suárez de Castro, 1980.

5. Pago por Servicios Ambientales

El bosque es un ente importante que beneficia a la sociedad a través del flujo continuo y permanente de agua, lo cual requiere no sólo de reconocer el servicio ambiental como

tal, sino también fijarle un precio y pagarlo. El pago por servicios ambientales del bosque, como reconocimiento de los beneficios sociales y económicos que de él se derivan, es un mecanismo que se ha popularizado a nivel regional e internacionalmente, y hay mucho interés para su implementación como una estrategia para la generación de bienes y servicios ambientales y la protección y conservación de ecosistemas naturales.

Por otro lado, el pago por servicios ambientales permite una redistribución más justa y equitativa de los costos y beneficios que ofrece la conservación de los bosques, ya que permite la transferencia de recursos financieros desde los usuarios del servicio ambiental, a los propietarios de los bosques o ecosistemas que contribuyen a su generación. Un aspecto de relevancia es que el Pago por el Servicio Ambiental Hídrico ofrece la garantía de contribuir a la sostenibilidad financiera del sistema, ya que mientras exista el recurso biológico, es posible también que exista una demanda por los servicios del mismo, esto debido a la nula o poca sustitución de este servicio en el mercado.

Es un hecho que en la zona de Talamanca están dadas las condiciones para la implementación del PSAH en el corto plazo, siendo las principales fortalezas la presencia de una demanda controlable del agua, de instituciones que actualmente atienden la demanda, planes para mejorar los servicios requeridos, incluyendo infraestructuras, además de la disponibilidad a pagar por parte de los actuales usuarios del servicio ambiental hídrico en esta localidad.

6. Costos de oportunidad del bosque en Talamanca

Dado que en la zona boscosa de Talamanca la actividad maderera es la principal actividad económica que compite con el bosque, debido esto como anteriormente se mencionó al crecimiento exponencial que ha presentado el mercado de la construcción y la escasez de madera existente en el país, estas dos condiciones han provocado un aumento vertiginoso en el precio de la madera. Cabe destacar que Talamanca es el área más importante de Costa Rica desde el punto de vista de cobertura boscosa y uno de los más atractivos para los comerciantes de la madera.

Es por esto que será necesario reconocer a los propietarios de los bosques los ingresos que estarían sacrificando por someter espacios de su finca a la conservación natural de los ecosistemas. La idea es que el propietario renuncie a su actividad económica tradicional pero no a los ingresos que esta le genera. De esta forma, el bosque se estaría convirtiendo en una actividad económica, que en términos de generación de ingresos, debería de equipararse con los obtenidos por la producción de madera; esto en términos de ingresos generados por hectárea. Lo anteriormente expuesto significaría un costo de oportunidad para los propietarios de fincas, que en lugar de destinar sus tierras a la generación de madera o cualquier otra actividad económica, opten por destinar sus fincas a la conservación y generación del servicio ambiental hídrico.

Según estudios hechos por Alvarado (2006) en la región de Talamanca sobre Evaluación de Planes de Manejo presentados ante la subregión Talamanca, MINAE; se tiene un promedio de aprovechamiento de 6 árboles por hectárea, cada árbol provee un volumen promedio de 2000 Pulgadas Madereras Ticas (PMT). El valor promedio de la PMT en pie es de aproximadamente ₡70; por lo tanto, una hectárea de bosque en términos de aprovechamiento muestra lo siguiente;

$$6 \text{ árboles/ ha} * 2000 \text{ pmt/arb} * \text{¢}70/\text{pmt} = \text{¢}840,000/\text{ha}$$

Tomando en consideración que el ciclo de corta se establece en 15 años, se tiene que el rendimiento promedio de una hectárea de bosque usado para producir madera es de ¢56,000/año. Es decir,

$$\text{¢}840\,000/15 \text{ años} = \mathbf{56000/\text{ha/año}}$$

Este valor es comparativamente superior al que actualmente está pagando el Fondo Nacional de Financiamiento Forestal (FONAFIFO) para conservación de bosques, particularmente en su función de protección de agua. Es decir, que mientras en FONAFIDO el monto para conservación es de US\$64/ha/año, la estimación en el caso de este estudio es de US\$112/ha/año¹.

6.1 Superficie a conservar para la protección del recurso hídrico que abastece a la ASADA de Bribri

Como anteriormente se señaló, se estima que el área de recarga acuífera del acueducto presenta un área de 1140 hectáreas, de las cuales aproximadamente 1000 hectáreas corresponden a bosques primarios y bosques intervenidos y las restantes 140 hectáreas pertenecen a cultivos agrícolas, ganadería y áreas de “charral”. Aunque estas últimas tienen una tendencia a ser bosques secundarios, por lo que se pueden considerar como áreas a conservar para la protección del recurso hídrico.

En caso de definir un pago por servicios ambientales equivalente a US\$112/ha/año (¢56,000/ha/año), los requerimientos financieros para sustentar el programa es de US\$127,000/año (¢63,840,000/año). Este requerimiento financiero representa el esfuerzo que se debe hacer para poder resolver el financiamiento con diferentes fuentes, entre ellas el aporte potencial de FONAFIFO, el ajuste en las tarifas de agua, la cooperación nacional e internacional, etc.

7. Análisis de oferta y demanda del servicio ambiental hídrico en Bribri

7.1 Oferta total hídrica

Parte del agua proveniente del ciclo hidrológico se utiliza para el mantenimiento de los mismos ecosistemas, por lo que se deposita en hojas, troncos, tallos y cuerpos de individuos (Ander, 1991); otra porción regresa a la atmósfera, otra penetra al subsuelo para recargar acuíferos y, el restante se dispone en ríos, riachuelos y lagos, dando posibilidades para ser utilizado por el ser humano en sus diversas actividades y finalmente drenarse hacia el océano.

El agua que escurre superficialmente y la que recarga, representan la oferta disponible para las actividades humanas en general. Al controlar el recurso hídrico se aumenta el volumen del recurso, aumentando a la vez, las existencias del activo y, por lo tanto, el incremento del potencial económico y la capitalización financiera por mantener mayor

¹ Tipo de cambio considerado ¢500/US\$1

volumen controlado. Así, dependiendo del uso económico que se le dé, se podría valorar el recurso como insumo de la producción.

En el cálculo de la oferta hídrica se utiliza el balance hídrico de la cuenca hidrológica de importancia para los distintos usuarios. Se necesita información cuantitativa referente a los componentes del ciclo hidrológico, con el fin de conocer la oferta total en el área de estudio. Es decir, se parte de la cuantificación volumétrica de agua llovida y la evapotranspiración. La oferta total de agua está dada por la precipitación. El cálculo correspondiente a la oferta total se obtiene aplicando la *ecuación 1*:

$$OT = \sum_{i=1}^n \bar{P}_i * A_i \quad (ec. 1)$$

Donde,

OT	Oferta total hídrica en el área de importancia (m ³ /año)
\bar{P}_i	Precipitación media en la cuenca i (mm/año)
n	Número de cuencas
A _i	Área de la cuenca i (Has.)

Considerando que en el área de estudio se dan precipitaciones estimadas para el Bosque muy Húmedo Premontano, transición a basal, que oscila entre los 3000 y 3500 mm al año; mientras que en las parte baja de la microcuenca las precipitaciones oscilan entre los 2000 y 3000 mm al año. Tomando como base el promedio de estas precipitaciones, para el cálculo de la oferta se considera una precipitación de 2875 mm anuales. Aplicando la *ecuación 1*, en una área de 1140 Ha, se determina que Oferta Total Hídrica en el área de estudio es de de 32,775,000 m³/año. Es decir,

$$OT = ((2875 * 0.001 \text{ m}^3/\text{m}^2/\text{año}) * (1140 * 10000 \text{ m}^2)) = 32,775,000 \text{ m}^3/\text{año}$$

7.2 Oferta hídrica disponible para la demanda social

De la oferta total, un porcentaje regresa a la atmósfera a través del proceso de evapotranspiración, quedando potencialmente disponible solo una parte de ella para el abastecimiento de las distintas actividades económicas y poblacionales (Odum, 1986). La estimación de la oferta disponible está dada por la *ecuación 2*:

$$Od = \sum_{i=1}^n (OT_i - ETr_i) \quad (ec. 2)$$

Donde,

Od	Oferta hídrica disponible en el área de importancia (m ³ /año)
ETr _i	Evapotranspiración en el área de importancia hídrica en la cuenca i (m ³ /año)

Para aplicar la *ec. 2* se requiere estimar la evapotranspiración, que es el agregado de las salidas de agua por evaporación debida al calor y por la transpiración de los seres vivos. 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).

La evapotranspiración se considera como una pérdida de agua en la cuenca y es un elemento que está fuertemente influenciado por las diferentes variables climáticas como la temperatura, radiación solar, humedad del aire, viento, etc (Reynolds, 1997), por lo que llegar a obtener un valor confiable directamente es difícil dada la falta de datos consistentes. Holdridge (1982), mediante los diagramas de zonas de vida y el movimiento del agua en las diferentes asociaciones climáticas, establece los elementos necesarios para poder estimar los componentes del balance hídrico. Esta relación se establece mediante la precipitación promedio y la bio-temperatura donde esta última que está en el rango de 0° C a los 30° C, es igual a la temperatura ambiental del aire. Holdridge (1982), utiliza la ecuación (ec. 3) para estimar la evapotranspiración potencial²:

$$ET_p = 58.93 * T_b \quad (ec. 3)$$

Donde,

ET_p Evapotraspiración potencial (mm/año).

T_b Bio temperatura media anual (°C)

La biotemperatura es un término que introduce Holdridge (1982) donde relaciona el proceso de evapotranspiración (que incluye la evaporación desde el suelo, la interceptación y la transpiración por los estomas) de las plantas con la variación de la temperatura ambiental, esta se define como la temperatura promedio en grados centígrados donde tiene lugar el crecimiento vegetativo. El rango donde tiene lugar el crecimiento vegetativo se establece entre los 0° C y los 30° C. Para la zona en estudio la temperatura media es de 24.5° C, y al aplicar la ec. 3 se determina que la Evapotraspiración Potencial (mm/año) es de 1.444.

Con el fin de obtener la evapotranspiración real, Rodríguez (1983) basado en el nomograma que describe los movimientos del agua en asociaciones climáticas del Sistema de Zonas de Vida Holdridge (1982), establece una relación entre las curvas de evapotranspiración potencial y la real. Matemáticamente se ha establecido por medio de la ecuación 4 para la estimación de la evapotranspiración real:

$$ET_r = \begin{cases} \left[7.46 \left(\frac{ET_p}{P} \right)^3 - 10.46 \left(\frac{ET_p}{P} \right)^2 + 4.63 \left(\frac{ET_p}{P} \right) + 0.27 \right] ET_p & \text{si } 0.06 \leq \frac{ET_p}{P} \leq 0.45 \\ \left(1.12 - \frac{0.44 ET_p}{P} \right) ET_p & \text{si } 0.45 < \frac{ET_p}{P} \leq 1.5 \end{cases} \quad (ec. 4)$$

Donde,

ET_r Evapotranspiración media real (mm/año)

² La evapotraspiración potencial es el proceso que ocurre cuando no existe ninguna limitación al proceso de evaporación. Esta representa la demanda climática que depende de las condiciones climáticas del lugar (Reynolds, 1997).

Con una precipitación promedio (P) de 2875mm y una Evapotranspiración potencial (ETp) de 1444mm, la proporción ETp/P es equivalente a 0.50, que se encuentra en el rango de 0.45 y 1.5. De esta manera, para el cálculo de la Evapotranspiración real se aplicaría la segunda parte de la *ec. 4* obteniendo un valor de 1298 mm/año. Es decir:

$$\begin{aligned} ETr &= (1.12 - (0.44*(ET/P)))*ETp \\ ETr &= (1.12 - ((0.44*0.50))*1.444 \\ ETr &= 1.298 \text{ mm/año} \end{aligned}$$

Una vez obtenida la evapotranspiración real y considerando la precipitación promedio, para una superficie de 1140 se encuentra que la oferta hídrica disponible es de 17,977,598, que se obtiene al aplicar la *ecuación 2*. Es decir,

$$\begin{aligned} Od &= 2875 - 1298 = 1577\text{mm} \\ Od &= ((1577*0.001\text{m}^3/\text{m}^2/\text{año})*(1140*10000\text{m}^2))= 17,977,598 \text{ m}^3/\text{año} \end{aligned}$$

7.3 Demanda hídrica en Bribri

La demanda hídrica se refiere a la cantidad de agua que es usada en las distintas actividades económicas y humanas en general. Esta demanda está en función del consumo y, este último depende en parte, del crecimiento de la población y del crecimiento y dinamismo de la economía. La demanda de agua, se ve afectada - también- por el proceso hidrosocial que presenta el país (Merret, 1997), especialmente para el agua de uso doméstico, del cual las aguas servidas van a ríos y quebradas sin tratamiento alguno. El agua servida no reciclada, impide aumentos en la oferta y reduce las posibilidades de utilización de aguas superficiales, principalmente en las partes bajas de la cuenca. Una cuenca con un ciclo hidrosocial completo, debería reciclar en su totalidad el agua utilizada y, de esta manera, aumentar el volumen de oferta hídrica potencialmente utilizable.

Las fugas, según Merret (1997) deben ser consideradas como un componente importante de la demanda, ya que el porcentaje de agua no aprovechable debido a las fugas podría ser muy significativo. Estas fugas, por lo tanto, deben ser consideradas en la estimación de la demanda en una región (Calvo, 1990; Reynolds, 1995).

$$Q^s = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m q_{ij} + \sum_{i=1}^n f_i \quad (\text{ec. 5})$$

Donde,

- Q^s Demanda social hídrica en la Cuenca ($\text{m}^3/\text{año}$)
- q_{ij} Volumen de agua demandada por el sector j en la cuenca i ($\text{m}^3/\text{año}$)
- f_i Volumen de agua perdido por fugas en la cuenca i ($\text{m}^3/\text{año}$)

En el caso de Bribri, la demanda a considerar en esta oportunidad es la de uso poblacional abastecido por la ASADA correspondiente. No se consideran otros sectores, aunque es evidente que hay otros usos del agua disponible que en su oportunidad deben ser incorporados a la estimación de la demanda para hacer las correcciones del caso.

Asumiendo que en el acueducto de Bribri hay una pérdida de agua por fugas equivalente a un 25% del total de la demanda social del acueducto, y que el consumo familiar

mensual permanece constante en 20 m³/familia, se determina que el consumo anual es de 240 m³/familia. De este modo, la Demanda Social, considerando el porcentaje de fugas, para el total de familias (435 familias) que son abastecidas por el acueducto es de 139,200 m³/año, de los cuales 104,400 son registrados como consumo de las familias y 34,800 como fugas del sistema. Es decir,

$$Q^s = 104400 + 34,800 = 139,200 \text{ m}^3/\text{año}.$$

La ASADA tiene una proyección a 10 años en la que espera contar con 2500 usuarios que explicarían la demanda total para la ASADA. De esta manera, la demanda social esperada en el año 2016 es de 800,000 m³/año de los cuales 600,000 m³/año representan el consumo familiar y 200000 m³/año las fugas.

8. Valoración económica del servicio ambiental hídrico

Para la valoración del agua como servicio ambiental ofrecido por los bosques debe tenerse en cuenta el valor de la productividad de los bosques en función de la captación (valor de uso directo) de agua, además de otros servicios ambientales que el bosque brinda como la captación de CO₂, belleza escénica, biodiversidad y otros. Dado que el aumento de la cobertura boscosa implica un costo de oportunidad por la renuncia a los ingresos potenciales que generaría una actividad económica en esas tierras, implica la necesidad de un reconocimiento a los dueños de las tierras con un monto igual o superior a su costo de oportunidad para que dedique sus tierras a la protección y conservación de cuencas. Este reconocimiento debe darse como transferencia de recursos financieros provenientes de los bienes y servicios que se derivan de él. Por ejemplo, de los sistemas de abastecimiento de agua y de los usuarios del agua, así como de los otros servicios del bosque que podrían explotarse (además de los recursos hídricos), tal como la captura de carbono, la belleza escénica, etc.

Dicha transferencia se justifica porque la conservación, protección y recuperación de bosques es una actividad que genera externalidades positivas para las actividades económicas y humanas, a través de un flujo continuo y permanente de servicios ambientales. Así mismo, los costos de operación de los sistemas productivos podrían disminuir con el tiempo, al tener que gastar menos en mantenimiento de los sistemas, y al no tener que desplazarse hacia otras áreas más alejadas para proveerse del servicio ambiental que ha sido deteriorado en las cercanías.

La productividad del bosque en el caso del servicio ambiental hídrico, está determinada por la cantidad de agua captada anualmente, y su valor económico estará asociado con la actividad económica que compite con el bosque. Si se ve la productividad del bosque en términos económicos, entonces el no usar el suelo para otras actividades, se valora por la cantidad de agua captada por los bosques, es decir, el costo de oportunidad de la ganadería y otros usos.

Sólo se justifica la transformación del uso del suelo, bajo la concepción de la economía de los recursos naturales, de bosque natural a otros usos, si los ingresos anuales por los otros usos superan los ingresos anuales por servicios ambientales generados por el bosque. En este sentido, una hectárea de bosque se protegerá, cuando el valor de sus servicios ambientales se equipare con el costo de oportunidad de los demás usos del suelo. Así, la recuperación de suelos con bosques y la conservación de los bosques

existentes, se fundamentará, en parte, en su importancia económica por los servicios ambientales que ofrecen.

Por lo anterior, el costo de oportunidad es útil para valorar económicamente el componente de captación hídrica del bosque y de otros servicios ambientales de importancia económica reconocida. Esta valoración obedece a la necesidad de tener un indicador económico de la productividad del bosque que debe ser compensada por la sociedad, para que el dueño de la tierra considere al bosque como una actividad económica tan rentable como la que se deja de realizar, y se convierta así en un productor de servicios ambientales reconocidos y pagados por la sociedad (Castro y Barrantes, 1998).

La presencia de bosques para el mantenimiento continuo y permanente de agua superficial y de infiltración, que drenan hacia la parte media y baja, resultan de mayor importancia en la época seca. Principalmente en la época de estiaje los flujos tienden a disminuir de manera significativa, limitando la disponibilidad de agua para el desarrollo de las distintas actividades. Esta situación justifica aún más, la necesidad de tener bosques en función del recurso hídrico y la importancia de valorarlos y compararlos con la actividad económica que compite y que puede cambiar el uso del suelo.

Para estimar el valor de captación como un componente que determina la productividad hídrica del bosque, se necesita:

- ❖ El volumen anual de agua captada y fijada por los bosques en las zonas de recarga de la cuenca.
- ❖ Cálculo del costo de oportunidad del uso de la tierra en esas zonas.
- ❖ Ponderación de la importancia del bosque en términos de su productividad hídrica, al compararla con los otros servicios de la biodiversidad.

Además, es necesario considerar el efecto positivo que tiene el bosque sobre la calidad del agua de escorrentía superficial. Por lo tanto, la ecuación 6 permite estimar el valor de captación del bosque:

$$VC = \sum_{i=1}^n \frac{\alpha_i B_i A b_i}{O d_i} \quad (ec.6)$$

Donde,

- VC Valor de captación hídrica del bosque ($\$/m^3$)
- B_i Costo de oportunidad de cualquier actividad económica que compite con el bosque por el uso del suelo en la cuenca i ($\$/ha/año$)
- $A b_i$ Área bajo bosque en la cuenca i (ha)
- $O d_i$ Volumen de agua captada en la cuenca i ($m^3/año$)
- α_i Importancia del bosque en la cuenca i en función de la cantidad y calidad del recurso hídrico $0 \leq \alpha \leq 1$.

Para disponer de una valoración sobre la importancia hídrica del bosque se tomó como referencia la encuesta de disposición de pago que se aplicó para el estudio y que se expone más adelante. Sin embargo, en uno de los apartados de la pregunta se le consultó a los encuestados las razones por las cuales es importante conservar bosque. Dentro de

esas razones mencionaron protección del agua, conservación de flora y fauna, purificación del aire, protección de suelos. Para efectos de estimar un factor para la importancia hídrica del bosque se realizó un análisis sobre la proporción de respuestas que asignaron los encuestados a estas cuatro razones, las cuales se distribuyeron de tal forma que la importancia hídrica del bosque fue de 47% (Cuadro 3).

Cuadro 3. Principales razones de importancia para conservar bosque en Bribri

Razón de importancia del bosque	Proporción
Protección del agua	47%
Conservación de flora y fauna	29%
Purificación del aire	16%
Protección del suelo	8%
Total	100%

Fuente: Encuesta disposición de Pago Bribri

Tomando en cuenta que el costo de oportunidad en el área de estudio está en función de la explotación maderera este es equivalente a $\$56000/\text{año}$. Por otro lado, la importancia hídrica del bosque de 47%, y la oferta disponible es de $17,977598 \text{ m}^3/\text{año}$. Considerando el área de interés de 1000 has, aplicando la ecuación 6 se determina que el valor de captación hídrica del bosque es de $\$1.46/\text{m}^3$. Es decir,

$$VC = (47\% * 56000 * 1000) / 17977598 = 1.46$$

Con base en el valor de captación estimado y la demanda social actual, los ingresos potenciales para financiar el pago por servicios ambientales es de $\$152,846/\text{año}$ con base en los usuarios actuales, mientras que con base en los usuarios proyectados a 10 años, los ingresos potenciales esperados son de $\$878,427/\text{año}$. Al considerar el costo de oportunidad a pagar a los propietarios de tierra, en el primer caso se podrían financiar 2.73 hectáreas, mientras que con el ingreso proyectado se financiarían un poco más de 15 hectáreas.

9. Análisis de la disposición de pago para el servicio ambiental hídrico

9.1 Aspectos generales

Con el fin de contar con un valor de referencia para el cobro del servicio ambiental hídrico, se aplicó el Método de Disposición de Pago en sector doméstico. Esta aproximación se realizó a través de la aplicación de una encuesta a un grupo representativo de usuarios, lo cual permitió conocer la disponibilidad a pagar para mantener el ecosistema que le brinda el beneficio de contar con el servicio ambiental hídrico. Con fines prácticos se consideró una muestra razonada de acuerdo al tipo de consumidores de agua definidos, siendo visitados un total de 41 hogares.

Del total de entrevistados, el 70.73% fueron mujeres con una edad promedio de 35 años y el 29.27% fueron hombres con edad promedio de 49 años. El tamaño promedio del grupo familiar entrevistado fue de 4.32 miembros/familia. El 89% de los jefes de hogar son hombres. Aproximadamente un 58% de los jefes de hogar cuentan únicamente con primaria completa o menos, mientras que sólo el 3.8% tiene estudios universitarios (Cuadro 4). Un alto porcentaje de jefes de hogar que cuentan con un trabajo

remunerado (53.6%), mientras que el 21.4% tienen un trabajo por cuenta propia. El 87% de los consultados viven en vivienda propia.

Cuadro 4. Distribución de los jefes de hogar de acuerdo a su nivel de Escolaridad

Estudios Realizados	Cantidad de personas	Porcentaje
Ninguno	4	15,4
Primaria Incompleta	5	19,2
Primaria Completa	6	23,1
Secundaria Incompleta	6	23,1
Secundaria Completa	4	15,4
Universitaria o más	1	3,8
Otra	0	0,0
Total	26	100,0

Fuente: Encuesta de disposición de pago en Bribri 2007

9.2 Monto de disposición de pago en Bribri

Por otro lado, el ingreso promedio de las familias es de ¢130,788/mes. El 63.89% tiene ingresos por encima de los 100.000,00 colones, mientras que el restante 36.11% perciben ingresos inferiores a este rubro. De acuerdo al estudio de campo más del 85% está dispuesto a pagar un monto adicional para la conservación de bosque (Cuadro 5). La disposición de pago representa un monto de ¢1591/mes/familia, lo que significa un monto de ¢79/m³ que se destinaría a la conservación de bosques. Tomando en cuenta que en la actualidad la tarifa es de ¢3460/mes/familia, eso significa que cada familia pagaría por el consumo de agua un monto de ¢5,040/me/familia, que se destinaría en un 69% a sustentar el acueducto y un 31% para sustentar la conservación de la cuenca. Con respecto al ingreso, la disposición de pago representa el 1%, mientras que la tarifa actual representa 3% del ingreso. Esto significa, que si se asume un compromiso de invertir en la conservación de bosque, las familias estarían destinando en promedio el 4% de su ingreso familiar mensual.

Cuadro 5. Disposición de pago para la protección de bosques, tarifa actual por el servicio de agua potable y el ingreso familiar para los Comunidades de Volio, La Unión y Bribri

Población	Población dispuesta a pagar	Disposición de pago adicional ¢/mes	Pago medio familiar por consumo de agua ¢/mes	Ingreso medio mensual familiar ¢/mes
Volio	76.9%	1,051	3,100	141,818
La Unión	92.9%	2,750	3,245	93,462
Bribri	85.7%	941	4,034	157,083
Promedio	85.17%	1,581	3,460	130,788

Fuente: Encuesta de disposición de pago en Bribri 2007

Considerando esa disposición de pago y el número de usuarios actuales, se determina que el ingreso potencial esperado es de ¢8.25 millones anuales, mientras que con la proyección de usuarios en los próximos 10 años el ingreso potencial esperado es de 47.42 millones anuales (Cuadro 6). Con esos montos se pueden financiar en el primer

caso poco más de 147 hectáreas, mientras que con el segundo monto la superficie a financiar en PSA es cerca de 847 hectáreas.

Cuadro 6. Proyección de ingresos de acuerdo a la disposición de pago para la conservación de bosque

Ingresos	Monto (¢)	Area potencial a financiar en PSA (ha)
Ingreso potencial con usuarios actuales (435)	8,251,080	147.34
Ingreso potencial con usuarios proyectados (2500)	47,420,000	846.79

9.3 Opiniones sobre el servicio actual de acueducto en la zona

En general hay satisfacción por el servicio que brinda el acueducto (88.1%) y hay confianza en la calidad del agua (92.7%) (Cuadro 6). En cuanto a tarifas, el 61.5% la considera justa, mientras que el 24.2% la considera alta. Sin embargo, solo el 16.9% tiene problemas para realizar el pago. La gran mayoría está de acuerdo que se instalen medidores a los usuarios.

Cuadro 7. Indicadores de Importancia sobre el servicio de agua potable que reciben los habitantes de las comunidades Volio, La Unión y Bribri (%)

Concepto	Volio	La Unión	Bribri	Promedio
Satisfacción con el servicio de agua	100	71.4	92.9	88.10
NO satisfechos con el servicio de agua	0	28.6	7.1	11.90
Tienen Confianza en la Calidad de Agua	92.3	92.9	92.9	92.70
Viviendas con medidor	100	71.4	100	90.47
Usuarios a favor de que existan medidores	100	71.4	92.9	88.10
Usuarios que opinan que la tarifa es justa	84.6	57.1	42.9	61.53
Usuarios que opinan que la tarifa es alta	15.4	0	57.1	24.17
Usuarios con problemas para realizar el pago	7.7	28.6	14.3	16.87

Fuente: Encuesta de disposición de pago en Bribri 2007

9.4 Razones para la conservación de bosque

Algunos aspectos que tienen incidencia positiva sobre la disposición de pago tienen que ver con la percepción de la población acerca de la importancia de conservar el agua y de proteger los bosques, así como de la posibilidad de escasez de agua en el futuro. Aunque cabe destacar que en muchos casos las personas pueden estar totalmente concientes de la relevancia que tiene para ellos el cuidar y conservar las fuentes de agua así como su entorno boscoso, pero su situación socioeconómica no les permite poder contribuir de manera significativa, principalmente en lo que se refiere a lo financiero.

El estudio hace ver que el 100% de la población tiene una opinión favorable sobre la importancia de conservar bosques y mencionan que el agua es la razón más importante para conservarlos. En términos generales, la población asocia la disponibilidad de agua con la presencia de bosques, y están conscientes de la necesidad de conservarlos,

aunque para lograrlo deban destinar fondos para el financiamiento respectivo. El agua es la razón más importante para conservarlos según las personas entrevistadas, ya que un 30.91% de estas ubican el recurso como prioritario (Cuadro 7).

Cuadro 8. Opinión de los residentes de la cuenca del río Carbón con respecto a las tres principales razones por las cuales es importante conservar los bosques

Importancia de cuidar el bosque	Volio	La Unión	Bribri	Total
Purificación del aire	5,71	21,62	5,26	10,91
Conservación de Flora y Fauna	17,14	16,22	23,68	19,09
Protección del agua	28,57	35,14	28,95	30,91
Evitar Futuras Sequías	8,57	8,11	10,53	9,09
Daño Climático 5	5,71	2,70	7,89	5,45
Protección del Suelo 6	5,71	0,00	7,89	4,55
Otros	28,57	16,22	15,79	20,00
Total	100,00	100,00	100,00	100,00

Fuente: Encuesta de disposición de pago en Bribri 2007

9.5 Razones para la escasez del recurso hídrico en la zona

Para la población analizada, la escasez futura de agua es un evento esperado si continúa la tendencia de deforestación, y si el comportamiento de las personas no se orienta hacia un mejor aprovechamiento de agua. Según el estudio, el 100% de las personas opina que habrá escasez de agua en el futuro, indicando como razón principal la deforestación (40.9%) seguido por la contaminación con un 19.3% (Cuadro 8). Esta conciencia generalizada de la población sobre la problemática del agua y la necesidad de cuidar los bosques se manifiesta en una intención de colaborar para proteger los bosques en función de los recursos hídricos (100% de la población consultada).

Cuadro 9. Opinión de los residentes de la cuenca del río Carbón con respecto a las tres principales razones por las cuales se cree que va a existir problemas de escasez de agua en el futuro

Factores que generaran escasez de agua	Volio	La Unión	Bribri	Total
Tala de árboles	48,3	44,8	30,0	40,9
Sequías	10,3	3,4	3,3	5,7
Contaminación	6,9	24,1	26,7	19,3
Sobrepoblación	3,4	3,4	13,3	6,8
Calentamiento	6,9	6,9	3,3	5,7
Quemas	10,3	6,9	0,0	5,7
Otros	13,8	10,3	23,3	15,9
Total	100	100	100	100,0

Fuente: Encuesta de disposición de pago en Bribri 2007

10. Conclusiones

Del estudio se desprenden una serie de conclusiones que se presentan a continuación.

1. La zona de Bribri en donde se encuentra el área de estudio es una región con altos índices de pobreza y condiciones socioeconómicas críticas, que deben ser consideradas adecuadamente en el ajuste de tarifas de agua para la conservación.
2. A pesar de la riqueza natural de la zona hay amenazas a las fuentes hídricas por la deforestación que está experimentando la zona, así como por la contaminación de sus fuentes de agua que ponen en riesgo el suministro futuro a la población.
3. Se determinó que para impulsar un programa de pago por servicios ambientales se debe considerar el costo de oportunidad del bosque en función de la explotación maderera, y que ese costo es de $\text{¢}56000/\text{ha}/\text{año}$ ($\text{US}\$112/\text{ha}/\text{año}$). Esto es superior a lo que actualmente está pagando FONAFIFO en el Programa nacional de PSA. Con ese costo de oportunidad y considerando el área de interés a resguardar (1140 hectáreas), se requiere de un monto financiero anual de $\text{¢}63,840,000/\text{año}$ ($\text{US}\$127,000/\text{año}$).
4. En términos de riqueza hídrica la región es abundante con una precipitación promedio de 2875 mm/año, lo que genera una oferta disponible superior a los 17 millones de metros cúbicos anuales, que son el capital hídrico para el suministro actual y futuro del agua.
5. Con base en el costo de oportunidad y la oferta disponible de agua se determinó que el valor de captación hídrica del bosque que representa su productividad resulta en un valor bajo equivalente a $\text{¢}1.46/\text{m}^3$. Este valor es un referente para el ajuste en los usuarios del agua en la zona, sin importar que sea usuario doméstico, agrícola, comercial, turístico, agroindustrial, hidroeléctrico.
6. El estudio de disposición de pago muestra que hay interés por conservar bosque para proteger el agua, y que el monto adicional para tal fin es de $\text{¢}1,581/\text{mes}/\text{familia}$, que representa el 1% del ingreso familiar promedio. Esta disposición de pago implicaría incrementar la tarifa promedio actual de $\text{¢}3,460/\text{mes}/\text{familia}$ a $\text{¢}5,040/\text{mes}/\text{familia}$.
7. Si es factible hacer el ajuste en la tarifa usando la disposición de pago, los ingresos esperados están en $\text{¢}8.25$ millones actuales con la cantidad de usuarios actuales, y 47.42 millones con cantidad de usuarios proyectados a 10 años. Si se hiciera la proyección de ingresos con base en el valor de captación hídrica del bosque, los ingresos potenciales son 152,846/año con la demanda actual, mientras que con la demanda proyectada el ingreso potencial esperado es de 878,427/año.

11. Recomendaciones

De acuerdo a los hallazgos en el estudio se pueden establecer las siguientes recomendaciones:

1. Dadas las características de la zona, y las amenazas que están poniendo en riesgo el suministro futuro de agua, por deforestación y contaminación, es necesario que se inicie un proceso para implementar un programa de pago por servicio ambiental hídrico desde la ASADA de Bribrí como un inicio.
2. Proponer un ajuste en la tarifa considerando como el valor más alto la disposición de pago como referencia, y el valor mínimo el valor de captación estimado. Ese es un rango para negociar un ajuste ambiental de la tarifa de agua.
3. Por los bajos ingresos esperados en el inicio, proponer este ingreso potencial como contrapartida a otros entes como FONAFIFO, el Departamento de Aguas y a Agencias Nacionales e Internacionales, Empresa privada, Municipalidad de Talamanca, para complementar los recursos financieros que demanda el Programa de Pago por Servicios Ambientales.
4. Socializar con los diferentes actores la iniciativa de un Programa de pago por Servicios Ambientales, así como la necesidad de que la ASADA lidere este programa para darle sostenibilidad en el tiempo, por la legitimidad social que ya posee, y por las condiciones de infraestructura, recurso humano, equipo y materiales que posee y que pueden apoyar la iniciativa.

12. Bibliografía

- Álvarez D., Esteban. 1995. Impacto Hidrológico de la (De) Reforestación en las Regiones Tropicales. ISA, Dirección de Ecología y de Recursos Naturales, Medellín, Colombia.
- Ander, E. 1991. El desafío ecológico. Editorial Universidad Estatal a Distancia UNED. San José, Costa Rica.
- Azqueta, D. 1994. Valoración Económica de la Calidad Ambiental. Universidad de Alcalá de Henares. McGraw-Hill, Madrid.
- Castro, E. y G. Barrantes (b). 1998. Valoración económico ecológico del recurso hídrico en la cuenca Arenal: El agua un flujo permanente de ingreso. Heredia, Costa Rica.
- Castro, E. y G. Barrantes. 1998 (a). El presupuesto de aguas en Costa Rica: Cuantificación física de oferta y demanda. Heredia, Costa Rica.
- CCT - CINTERPEDS. 1995. Valoración Económico Ecológica del Agua: Primera Aproximación para la Interiorización de Costos. San José, Costa Rica.
- Costanza, R., R. d'Arge, R. de Groot, Stephen F., Mónica G., Bruce H., Karin L., Shahid N., R. O'Neill, José P., Robert R., Paul S., Marjan B. 1998. The value of the World's ecosystem services and natural capital. Ecological Economics 25 (1). Abril.
- Fallas, J. 1996. Cuantificación de la Intercepción en un Bosque Nuboso, Monte de los Olivos, Cuenca del Río Chiquito, Guanacaste, Costa Rica. CREED, Costa Rica: Notas Técnicas. San José, Costa Rica.
- Heuvelop J. et al. 1986. Agroclimatología tropical. 1era Ed. Editorial UNED. San José, Costa Rica.
- Holdridge. L, R. 1982. En ecología basada en zonas de vida. San José, Costa Rica. IICA. 216p
- Merrett, S. 1997. Introduction to the economics of water resources: An international perspective. UCL Press Limited. Great Britain.
- Odum, E. 1986. Fundamentos de Ecología. Editorial Interamericana México D.F.
- Proyecto de Cuentas Ambientales. CINPE-UNA-CCT
- Ramakrishna, B. 1997. Estrategias de extensión para el manejo integrado de cuencas hidrográficas: conceptos y experiencias. Instituto Interamericano de cooperación para la agricultura. San José, Costa Rica.
- Reynolds, J. 1997. Evaluación de los recursos hídricos en Costa Rica: Disponibilidad y utilización.
- Reynolds, J. (editora).. 1995. Las Aguas Subterráneas en Costa Rica: Un recurso en Peligro. En Utilización y Manejo del Recurso Hídrico. Editorial Fundación UNA, Heredia, Costa Rica. 93 p.
- United Nations. 1993. Integrated Environmental and Economic Accounting: Handbook of National Accounting.

13. Anexos: Encuesta disposición de pago para el sector residencial

Nombre del encuestador _____

[]

No. de encuesta _____

Fecha: _____

(Pregunte por el jefe del hogar o sino por su cónyuge. Debe aprenderse los siguientes dos párrafos y decirlos espontáneamente en cada vivienda, no los haga leídos)

Como usted sabe, en los últimos años la Región de Talamanca la falta de planificación para el manejo de la cuenca está ocasionando que se presente un serio deterioro tanto a la fauna (animales), la flora (árboles), como a los ríos que se están sedimentando lo que afecta la disponibilidad de agua en algunas épocas del año. Hay que mencionar también la contaminación que están sufriendo ríos debido a los desechos domésticos y agrícolas.

Actualmente se está haciendo un estudio para analizar la problemática y sobre la importancia de la conservación de los ecosistemas (bosques y otros) para el sostenimiento del recurso hídrico. Por esta razón estamos interesados en conocer su opinión al respecto. Me gustaría que nos contestara una serie de preguntas para enriquecer el estudio. La información que nos proporcione será manejada con absoluta confidencialidad y únicamente se manejarán las generalidades de los datos obtenidos.

1. Ubicación de la vivienda, Municipio: _____ Comunidad: _____ [

]

2. Dirección

exacta: _____

3. Sexo del encuestado 1. () Femenino 2. () Masculino

[]

4. Edad del encuestado en años cumplidos _____

[]

5. Relación del encuestado con el jefe del hogar

1. () Es el jefe 2. () Cónyuge 3. () Hijo o hija 4. () Padre o

madre

5. () Otro familiar cercano 6. () Otro, especifique _____

[]

6. Nivel de estudios del encuestado 1. () Ninguno 2. () Primaria

incompleta

3. () Primaria completa 4. () Secundaria incompleta 5. ()

Secundaria completa

6. () Universitaria o más 7. () Otra,
especifique_____ []

7. Actividad a la que se dedica el encuestado, (***Puede marcar más de una***)

1. () Trabajador remunerado 2. () Trabajador por cuenta propia 3. ()

Patrono

4. () Trabajador ocasional 5. () Ama de casa 6. ()

Estudiante

7. () Pensionado o rentista 8. () Otro,
especifique_____ []

(En caso que el encuestado sea el jefe del hogar, pasar a la pregunta 12)

8. Sexo del jefe del hogar 1. () Femenino 2. () Masculino
[]

9. Edad del jefe del hogar en años cumplidos_____ []

10. Nivel de estudios del jefe del hogar 1. () Ninguno 2. () Primaria
incompleta

3. () Primaria completa 4. () Secundaria incompleta 5. ()
Secundaria completa

6. () Universitaria o más 7. () Otra,
especifique_____ []

11. Actividad a la que se dedica el jefe del hogar (***puede marcar más de una***)

1. () Trabajador remunerado 2. () Trabajador por cuenta propia
3. () Patrono 4. () Trabajador ocasional 5. () Ama de casa
6. () Estudiante

7. () Pensionado o rentista 8. () Otro,
especifique _____ []
12. Número de personas que residen en la vivienda _____
[]
13. Condición de la vivienda:
1. () Propia 2. () Alquilada, indique el monto mensual del
alquiler _____
3. () Prestada 4. () Otra condición, especifique _____
[]
14. ¿Su vivienda recibe el servicio de agua potable?
1. No _____ 2. Si _____ (**pasa a 16**)
[]
15. ¿Cómo obtienen el agua para los servicios básicos de su hogar?
_____ (**pasa a 21**)
[]
16. ¿Qué institución le provee el servicio de agua potable?
_____ []
17. ¿Existe satisfacción por el servicio de agua que se recibe?
1. No _____ 2. Si _____ (**pasa a 19**)
[]
18. ¿Por qué no están satisfechos con el servicio de agua que reciben?

[]
19. ¿La cantidad de agua que reciben es suficiente para realizar sus necesidades básicas?
1. No _____ 2. Si _____ (**pasa a 21**)
[]
20. ¿En qué época del año es insuficiente la cantidad de agua que reciben?

[]
21. ¿Existe confianza en su hogar por la calidad del agua recibida?
1. No _____ 2. Si _____ (**pasa a 23**)
[]

22. ¿Qué les ha hecho suponer que la calidad del agua no es la óptima?

[]

23. ¿Cuenta la vivienda con un medidor de agua potable? 1. No_____ (**pasa a 25**) 2.

Si_____ []

24. ¿Cuál es el consumo de agua mensual aproximado de su vivienda? _____ m³

[]

25. ¿Están de acuerdo en que se instalen medidores de agua en todas las viviendas?

1. No_____ 2. Si_____

[]

26. ¿Cuál es la tarifa mensual aproximada que pagan por el servicio de agua?

27. ¿Cómo consideran en su hogar el monto que pagan por el servicio de agua:

1. () Adecuado (**pasa a 29**) 2. () Alto 3. () Bajo

[]

28. ¿Cuál cree que sería un monto justo por el servicio de agua que

recibe?_____

29. ¿Tienen problemas en recaudar el dinero necesario para efectuar el pago mensual por el servicio de agua?

1. No_____ 2. Si_____

[]

30. ¿Consideran en su hogar que es importante conservar los bosques y otros ecosistemas naturales?

1. No_____ (**pasa a 32**) 2. Si_____

[]

31. ¿Por qué creen que es importante la conservación de los bosques y de otros ecosistemas naturales? **Mencione tres razones**

a) _____

[]

b) _____

[]

c) _____

[]

32. La siguiente pregunta es de especial interés para el estudio que se está realizando, por favor analice cada uno de los componentes al momento de responder. Por favor, indique **el grado de importancia** de cada componente en función de la conservación del bosque

13.1.1.1.1 (Leer la pregunta y las opciones para cada uno de los componentes. MA: Muy alta, A: Alta, R: Regular, B: Baja y MB: Muy baja)

Para ustedes ¿La conservación de bosques es importante para:	MA	A	R	B	MB
a) Evitar inundaciones?					
b) La producción y extracción de madera?					
c) La purificación del aire?					
d) La conservación de Flora y Fauna?					
e) Para mantener zonas de caza?					
f) La conservación del agua?					
g) La protección de suelos?					
h) La producción de materia prima (bejuco, lana, alimentos, medicamentos, etc.) que se usan en diversas actividades?					
i) Para la recreación y el esparcimiento?					
j) Para incentivar el turismo?					
k) Otros					

33. ¿Cree que puedan existir problemas de escasez de agua en el futuro?

1. No _____ (**pasa a 35**)

2. Si _____

[]

34. ¿Por qué cree que se darán estos problemas de escasez de agua? **Mencione tres causas**

a) _____

[]

b) _____

[]

c) _____

[]

35. ¿Considera importante la participación de los habitantes de la comunidad en campañas de protección del agua?

1. No _____ (**pasa a 37**)

2. Si _____

[]

36. ¿Estarían dispuestos en su hogar de participar en un programa de protección del agua?

1. No _____

2. Si _____

[]

37. ¿De quién considera que es la responsabilidad de la protección del agua? (**Puede marcar más de una**)

1. () Estado

2. () Alcaldías

3. () De las empresas que la distribuyen

4. () De la comunidad

[]

5. () Del sector productivo

6. () Otro, especifique

7. () Del sector privado

38. ¿En su hogar estarían dispuestos a pagar dentro de la tarifa de agua, un monto adicional, para que se protejan los bosques y otros ecosistemas naturales de la Región donde están las nacientes de agua?

1. No _____ (**pasa a 40**)

2. Si _____

[]

39. De acuerdo con el nivel de ingreso familiar ¿Cuál sería el monto adicional máximo a pagar por mes? _____ Colones/mes []

40. Número de personas que trabajan en el hogar : _____

[]

41. Indique con que pertenencias cuenta en su hogar

Pertenencias del hogar	13.1.1.1.2 Número de ellos
a) Televisores	
b) Radio	
c) Automóviles	
d) Camiones	
e) Otros	

42. Además de su vivienda ¿cuentan con otras propiedades?

1. No _____ (pasa a 43)

2. Si _____

[]

¿Con que propiedades cuentan?	13.1.1.1.3 Número de ellos
a) Otras viviendas	
b) Lotes (menores de 5000 m ²)	
c) Fincas (de 5000 m ² o más)	
d) Otros:	

43. Considerando todos los ingresos de su grupo familiar, ¿cuál es el ingreso mensual promedio del hogar? _____ Colones/mes/familia

[]