

# Valoración económica de ecosistemas estratégicos asociados a fuentes hídricas que abastecen acueductos veredales<sup>1</sup>

**Francisco Correa Restrepo**

## **RESUMEN**

El objetivo de este estudio es realizar una aproximación al valor económico de los beneficios de preservar los ecosistemas estratégicos que garantizan el recurso hídrico destinado al consumo humano en cinco veredas del Valle de Aburrá (Colombia). En un horizonte de 20 años, el valor económico por servicios ambientales en las cuencas hidrográficas se estimó en 16.000 millones de pesos, mientras que los costos de oportunidad se calcularon en 2000 millones de pesos. Estas cifras indican la importancia económica y social de mantener los ecosistemas para conservación. En este sentido, esta valoración de los beneficios por los servicios ambientales ofrecidos por los ecosistemas en cuestión, y los respectivos costos de oportunidad de la conservación, en particular los asociados al recurso agua, sirven de base para establecer esquemas de compensación a los propietarios de tierras en las áreas de influencia de las cuencas hidrográficas.

## **PALABRAS CLAVE**

Ecosistemas, servicios ambientales, transferencia de beneficios, costo de oportunidad, conservación ambiental.

## ABSTRACT

The purpose of this study is to carry out an approximation to the economic value of benefits when preserving strategic ecosystems which guarantee hydric resources for human consumption in five villages of Aburrá Valley (Colombia). It has been estimated that the price of environmental services in hydrographic basins would be 16,000 million Colombian pesos in 20 years, while the cost of opportunity was calculated in 2,000 million Colombian pesos. These amounts show the economic and social importance of keeping ecosystems. In this sense, the appreciation of benefits for environmental services offered by already mentioned ecosystems, as well as the corresponding conservation opportunity costs, particularly those associated to the water resource, are the basis for establishing compensation schemes to the owners of terrains in hydrographic basins influence areas.

## Introducción

El valor económico de los servicios ambientales no es completamente capturado en los mercados. Por tanto, los servicios ambientales no son adecuadamente cuantificados en términos comparables con los servicios económicos y el capital manufacturado. De esta manera, se les da frecuentemente una ponderación muy baja en las decisiones de política pública. Este descuido puede finalmente comprometer la sostenibilidad del bienestar de la sociedad. Dado lo anterior, se plantea que tales servicios son invaluable debido a que ellos son el soporte de la vida.

Ahora, dada la imposibilidad técnica de hacer un cálculo de lo infinito pero con la perspectiva de establecer una base adecuada para la toma de decisiones racionales entre usos alternativos de los ambientes naturales, se deben desarrollar estudios para estimar valores económicos que permitan a las instituciones gubernamentales tomar decisiones claras de política pública acerca del uso, manejo, protección y conservación de los ecosistemas. Una de las justificaciones para este tipo de estudios radica en que en diversos casos se han dado decisiones equivocadas, basadas en juicios de valor que subestiman considerablemente el valor económico de la naturaleza para la sociedad (Goulder & Kennedy, 1997, p.27). Por tanto, los juicios de valor que no consulten la realidad en prospectiva pueden llevar a decisiones totalmente erradas y con efectos catastróficos en el mediano y largo plazo para las generaciones actuales y futuras.

En este sentido, se plantea que el acelerado deterioro de los ecosistemas estratégicos asociados a microcuencas que surten de agua a los acueductos veredales en los corregimientos de Medellín conduce a que se disminuya la oferta de agua en calidad y en cantidad adecuada para abastecer el caudal ecológico de la corriente y las necesidades de consumo humano, agropecuario, industrial y recreativo, entre otras. Por tal motivo, es necesario establecer valoraciones económicas que permitan obtener una aproximación de los

beneficios y costos económicos de establecer estrategias de conservación de dichos ecosistemas. Así, se estaría generando información importante para soportar la toma de decisiones públicas en materia ambiental en Medellín y el Valle de Aburrá.

De esta manera, el objetivo de este trabajo es establecer las bases conceptuales para la valoración de servicios ambientales e igualmente busca realizar una valoración económica de servicios ambientales proporcionados por ecosistemas identificados como estratégicos para el Valle de Aburrá. El estudio está dividido de la siguiente manera: la sección uno establece algunas consideraciones conceptuales sobre la valoración de los servicios ambientales y describe el método de la transferencia de beneficios como alternativa para valorar servicios ambientales. En la segunda sección se presentan las directrices generales para una aproximación a la valoración económica de los ecosistemas estratégicos asociados a fuentes hídricas. Por su parte, en la tercera sección se establece una aproximación a la valoración de los servicios ambientales ofrecidos por los ecosistemas estratégicos asociados a cinco fuentes hídricas que abastecen acueductos veredales en el Valle de Aburrá. Por último, la cuarta sección presenta algunas conclusiones centrales del trabajo.

## 1. Valoración de los servicios de los ecosistemas

El tema de la valoración es inseparable de las elecciones y decisiones que las sociedades tienen que hacer sobre sistemas ecológicos. Algunos argumentan que la valoración económica de ecosistemas es imposible e impudente; que no se puede colocar un valor a algo intangible como la vida humana, la estética ambiental, o los beneficios ecológicos a largo plazo. Pero, de hecho, estos hace todos los días. Por ejemplo, cuando se establecen estándares (normas de construcción) para carreteras, puentes y vías alternas para peatones se está valorando la vida humana, porque gastando

más dinero en las construcciones se salvarían vidas humanas.

Así, el ejercicio de valorar los servicios que proporciona el capital natural se puede establecer con el enfoque de la *valoración marginal*, el cual consiste en determinar los impactos que los cambios relativamente pequeños en los servicios del ecosistema producen en el bienestar humano. Estos cambios en la calidad o cantidad de los servicios de ecosistema tienen valor en la medida que ellos afectan los beneficios asociados a las actividades humanas, o cambian los costos de estas actividades. Estos cambios tienen un impacto en el bienestar humano a través de los mercados establecidos o a través de las actividades de no mercado (Correa, 2001).

### 1.1. El enfoque del valor económico total para la valoración de bienes ambientales

Como se ha mencionado anteriormente, un rasgo característico de muchos bienes ambientales es la multitud de beneficios que proporcionan. No obstante, muchos de estos beneficios se pierden por el impacto ambiental de las actividades económicas. Ahora, algunos de estos beneficios están relacionados con el uso, directo o indirecto, del bien ambiental, mientras que otros, cuya cuantificación es más complicada, nada tienen que ver con su uso. Esta variedad de beneficios se ven agregados en el concepto económico "valor económico total", que es igual a la suma del valor de uso real directo, el valor de uso indirecto, el valor de opción, y el valor de existencia.

El valor de uso real directo se deriva de la utilización tangible que se da a los recursos naturales, como por ejemplo, el agua corriente de algún río, la madera de un bosque o de una selva o los productos farmacéuticos o alimenticios que de ellos pueden extraerse. De otro lado, una representación de valor de uso indirecto sería la conservación de suelos y la recarga de acuíferos que proporciona un bosque, el control biológico que ejerce cierta

especie sobre otra, o la generación de nutrientes para pesquerías costeras por parte de manglares. Un poco más complejos son los valores expresados a través de opciones de uso del medio ambiente, esto es, el valor del medio ambiente como un beneficio potencial frente al valor del uso en sí mismo. Estos valores de uso futuro se dividen en dos tipos de valor: el valor de opción y el valor de cuasi-opción. El primero se relaciona, básicamente, en la expresión de una preferencia, es decir a una disposición a pagar por la conservación de un bien o servicio ambiental frente a alguna probabilidad de que el individuo se convierta en usuario del mismo en algún momento futuro. Por lo tanto, para este individuo, la desaparición de dicho ambiente supone una pérdida evidente de bienestar, mientras que la conservación del mismo, lo incrementa.

Por su parte, el valor de cuasi-opción se deriva también de una situación de incertidumbre, pero en este caso tal situación se plantea con relación al individuo que toma las decisiones (el decisor) y no al individuo que se pregunta si el bien en cuestión estará o no disponible en el futuro. Con este concepto se resalta que las decisiones que afectan la explotación de los recursos naturales implican frecuentemente consecuencias "irreversibles", dado que quien toma las decisiones ignora, con bastante frecuencia, la totalidad de los costos y beneficios de las acciones emprendidas (Correa y Osorio, 2004).

Ahora, hay al menos dos vías por las que la conservación de los recursos naturales puede aumentar el bienestar futuro de los individuos. En primer lugar, a través de la conservación de las especies animales y vegetales se mantiene una información genética que, en el futuro, puede ser de gran utilidad en alguna actividad socioeconómica. En segundo lugar, es importante el mantenimiento de los distintos sistemas, ya que la desaparición de ciertas especies o subsistemas ecológicos puede poner en peligro la propia consistencia del sistema global donde cada componente puede haber desarrollado alguna característica que resulta imprescindible para el equilibrio del conjunto.

Finalmente, el valor de existencia es un valor que se otorga a un bien ambiental, el cual no está relacionado con ningún uso, ni actual ni futuro, del bien. Es decir, existen grupos de personas que se sienten afectadas en su bienestar con respecto a lo que le ocurra a un determinado bien ambiental, aun cuando no sean usuarios del mismo, sencillamente porque valoran positivamente su mera existencia. A primera vista, ésta puede parecer una categoría muy extraña para un valor económico, puesto que seguramente el valor se derivaría del uso. No obstante, para entender estos valores sólo se debe pensar en la cantidad de fondos y organizaciones que existen con objeto de proteger el medio ambiente con los aportes monetarios que reciben de sus socios, teniendo en cuenta que éstos, en la mayoría de los casos, no son usuarios actuales ni potenciales del patrimonio natural defendido por ellas (Hanley y Spash, 1993).

## 1.2. La valoración de bienes ambientales y la transferencia de beneficios

Como ya se anotó antes, los recursos naturales, como aquellos asociados a las cuencas hidrográficas que abastecen acueductos veredales en el valle de Aburrá, constituyen un flujo permanente de servicios para la sociedad. Debido a su naturaleza de bienes públicos, las fuerzas del mercado no son suficientes para asignar a las cuencas hidrográficas asentadas en las veredas los recursos financieros acordes con el valor social de su conservación. La imposibilidad para derivar su verdadero valor de los precios de mercado hizo necesario el desarrollo de metodologías alternativas (Freeman, 1993).

Así, la valoración económica de los aportes de los ecosistemas estratégicos, asociados a cuencas hidrográficas que abastecen acueductos veredales, a la región del Valle de Aburrá se puede basar en la aplicación de las técnicas de valoración ambiental pero implicaría estudios de gran envergadura con altos costos económicos y un lapso de tiempo

prolongado. Una alternativa a emprender estudios de valoración económica es aprovechar el conjunto de investigaciones existentes para realizar una transferencia de beneficios. La transferencia de beneficios es un instrumento desarrollado por los economistas ambientales con el cual se pueden estimar los beneficios provistos por los ecosistemas a un bajo costo y en un periodo de tiempo razonable (Bergstrom, 1996). En particular, la transferencia de beneficios es el traspaso del valor monetario de un bien ambiental –denominado sitio de estudio– a otro bien ambiental –denominado sitio de intervención o política–. Este método permite evaluar el impacto de políticas ambientales cuando no es posible aplicar técnicas de valoración directas debido a restricciones presupuestarias y a límites de tiempo. Las cifras derivadas de la transferencia de beneficios constituyen una primera aproximación, valiosa para tomadores de decisiones, acerca de los beneficios o costos de adoptar una política o programa (Correa y Osorio, 2004).

Ahora, la debilidad de la transferencia de beneficios radica en la confiabilidad y la validez de sus aproximaciones. La calidad de las aproximaciones depende en buena medida de la validez de los estudios que sirven de base para realizar la transferencia de beneficios y en la metodología utilizada. Sus desventajas potenciales son tres. Primero, la calidad de los estudios originales determina completamente la confiabilidad del resultado de la transferencia. Segundo, la valoración de ciertos bienes ambientales cuenta con un número reducido de estudios lo cual restringe el espectro de información. Por último, los estudios de transferencia de beneficios sólo se deben aplicar cuando la necesidad de precisión en las medidas de bienestar es baja (Desvouges *et al.*, 1992).

A continuación, se describe el método de transferencia de beneficios, se definen los pasos necesarios para realizar una transferencia de beneficios adecuada y se establecen los distintos métodos.

### 1.2.1. Pasos para la transferencia de beneficios

La validez de los estudios de transferencia de beneficios se basa en la calidad del conjunto de estudios existentes y en la similitud entre el sitio de estudio y el sitio de intervención (Desvouges, 1992). Para asegurarse de cumplir con dichos requisitos, la aplicación de un estudio de transferencia de beneficios debe cumplir con los cuatro pasos siguientes:

**a. Identificar el recurso o servicio objeto de**

**la valoración:** El primer paso requiere la identificación del recurso natural o servicio a evaluar y caracterizar la naturaleza del incremento o reducción de oferta ambiental (por ejemplo, incremento en el caudal de agua). Es recomendable enumerar todos los beneficios económicos del recurso o servicio y establecer el nivel de oferta ambiental en el sitio de estudio y el sitio de intervención.

**b. Identificar los estudios potenciales relevantes para el ejercicio:**

Para llevar a cabo el segundo paso, es necesario realizar una extensa revisión bibliográfica. Ello significa identificar estudios que valoran recursos o servicios similares a aquellos del sitio de intervención.

**c. Evaluar la aplicabilidad de los estudios existentes:**

El tercer paso debe revisar cuidadosamente los estudios identificados para establecer si sus medidas de beneficios son transferibles al sitio de intervención. Con el fin de aplicar los resultados de los estudios existentes, es necesario que la naturaleza de los recursos o servicios evaluados en el sitio de estudio sean comparables con los recursos del sitio de intervención. Las siguientes cuatro características deben cumplirse en un ejercicio adecuado de transferencia de beneficios:

- i. Los estudios base de la transferencia de beneficios deben ser de calidad, es decir, es imprescindible que sus datos sean adecuados y

que los métodos económicos así como las técnicas empíricas sena correctos.

- ii. Las características del recurso o servicio valorado y de la población que lo valora deben ser similares en el sitio de estudio y el sitio de intervención. Algunas características que deben guardar similitud entre el sitio de estudio y el sitio de intervención son: 1. Grupo de población beneficiado por el recurso o servicio; 2. Sitios sustitutos; 3. Área geográfica; 4. Características socio-demográficas (por ejemplo, edad, ingreso y educación); 5. Calidad de los recursos o servicios ambientales.

- iii. El tamaño del mercado, es decir la población beneficiada por la existencia del recurso, debe ser similar en el sitio de estudio y en el sitio de intervención.

- iv. La asignación de los derechos de propiedad del recurso ambiental en el sitio de estudio y el sitio de intervención debe ser igual con el propósito de utilizar la misma medida de bienestar (disponibilidad aceptar o disponibilidad a pagar).

### 1.2.2. Métodos de transferencia de beneficios

Hay dos conjuntos de métodos para realizar transferencia de beneficios: la transferencia de valores y la transferencia de funciones. Los métodos de transferencia de valores adaptan una medida de bienestar de un solo estudio o una medida estadística de un conjunto de estudios, tal como la media, al sitio de intervención. La transferencia de funciones implica la transferencia de una función de beneficio o de demanda de un sitio de estudio o una regresión de meta-análisis de un conjunto de estudios al sitio de intervención (Bergstrom, 1996).

#### Transferencia de valores

La transferencia de valores consta de dos métodos: 1. La transferencia de valores de un único estudio; y 2. la transferencia de un valor promedio. La

transferencia de los beneficios de un único estudio se basa en un solo estudio relevante para el sitio de intervención. La transferencia de un valor promedio aproxima los beneficios del sitio de intervención con base en un conjunto de estudios

relevantes y aplicables para el caso en cuestión y calcula la medida de los beneficios con un momento estadístico como la media o la mediana. Los pasos para realizar las dos metodologías se resumen en la siguiente tabla.

Tabla 1. Pasos para transferencia de beneficios

| <b>Transferencia de beneficios en un único sitio de estudio</b>   | <b>Transferencia de un valor promedio</b>  |
|---|--|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>a. Identificar el recurso o servicio afectado por la acción ambiental propuesta.</li> <li>b. Realizar una revisión bibliográfica extensa.</li> <li>c. Evaluar la relevancia y aplicabilidad de los datos provistos en los sitios de estudio.</li> <li>d. Seleccionar una medida de bienestar de uno de los estudios analizados.</li> <li>e. Transferir la medida de los beneficios y agregar la medida para la población beneficiada.</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>a. Identificar el recurso o servicio afectado por la acción ambiental propuesta.</li> <li>b. Realizar una revisión bibliográfica extensa.</li> <li>c. Evaluar la relevancia y aplicabilidad de los datos provistos en los sitios de estudio.</li> <li>d. Calcular la media, mediana e intervalos de confianza del 95% para los beneficios provistos en los estudios relevantes.</li> </ul> <p>Agregar los beneficios para el total de la población beneficiada.</p> |

## Transferencia de funciones

La transferencia de funciones se compone de dos métodos: 1. La transferencia de una función de demanda o de beneficios; 2. La estimación de una regresión de meta-análisis. La transferencia de una función de demanda o de beneficio consiste en adaptar una función de demanda o de beneficio de un estudio relevante al sitio de intervención.

Una regresión de meta-análisis se estima con las características cuantificables de los estudios y las medidas de beneficios de cada estudio. El propósito de dicha regresión es establecer la influencia de factores metodológicos y de características de los sitios de estudio sobre las medidas de beneficio. La ecuación estimada se puede utilizar para aproximar un beneficio para el sitio de intervención.

Tabla 2. Pasos para transferencia de funciones

| <b>Transferencia de una función de demanda o de beneficios</b>   | <b>Regresión de meta-análisis</b>  |
|--|--|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>a. Identificar el recurso o servicio afectado por la acción ambiental propuesta.</li> <li>b. Realizar una revisión bibliográfica extensa.</li> <li>c. Evaluar la relevancia y aplicabilidad de los datos provistos en los sitios de estudio.</li> <li>d. Adaptar la función de demanda o de beneficios de acuerdo a las características del sitio de intervención.</li> </ul> <p>Agregar la medida estimada para la población beneficiada</p> | <ul style="list-style-type: none"> <li>a. Identificar el recurso o servicio afectado por la acción ambiental propuesta.</li> <li>b. Realizar una revisión bibliográfica extensa.</li> <li>c. Evaluar la relevancia y aplicabilidad de los datos provistos en los sitios de estudio.</li> <li>d. Estimar una regresión de meta-análisis. Adaptar la regresión de meta-análisis de acuerdo a las características del sitio de intervención.</li> <li>f. Agregar los beneficios para el total de la población beneficiada.</li> </ul> |

### 1.2.3. Comparación de la transferencia de valores y la transferencia de funciones

Los datos existentes parecen ser el principal determinante al momento de escoger el método de transferencia de beneficios a utilizar. Los métodos de transferencia de valores revisten de una mayor sencillez y pueden ser más adecuados cuando hay un número reducido de estudios base. Sin embargo, estos métodos asumen que el sitio de estudio y el sitio de intervención son idénticos y, por ende, es posible transferir el valor sin ajustarlo de acuerdo a las particularidades de cada sitio. La transferencia de valores no es adecuada cuando se transfieren valores entre países con grandes diferencias en niveles de ingreso y con calidades de vida divergentes (Correa y Osorio, 2004).

De otro lado, los métodos de transferencia de funciones permiten controlar por diferencias en el sitio de estudio y el sitio de intervención. Ello significa que la medida de beneficios estaría acorde con las peculiaridades del sitio de intervención. La principal desventaja de la transferencia de funciones es el enorme requerimiento de datos. Por lo general, los estudios publicados no contienen información suficiente acerca de las características socioeconómicas de la población.

Por último, la literatura económica todavía no ha provisto suficiente evidencia empírica para validar la superioridad de un método sobre el otro. Los errores de transferencia no son concluyentes a favor de ninguno de los dos métodos. Por un lado, Brouwer (2000) encuentra que los errores para el método de transferencia de valores pueden ser hasta del 475% mientras que para el método de transferencia de funciones son hasta del 56%. De otro lado, Barton (2002) reporta que los errores de transferencia alcanzan hasta el 56% para el método de transferencia de valores y el 228% para el método de transferencia de funciones.

## 2. Directrices generales para una aproximación a

## la valoración económica de los ecosistemas estratégicos asociados a fuentes hídricas que abastecen acueductos veredales en el Valle de Aburrá

Para establecer una aproximación a la valoración económica de los ecosistemas estratégicos asociados a fuentes hídricas que abastecen acueductos veredales en el Valle de Aburrá se realizará un análisis de costo-beneficio. Bajo este tipo de análisis se pretende determinar, en términos monetarios, la ganancia o pérdida de bienestar, para los diferentes grupos de población, generada por un proyecto o actividad económica. De este modo, se determinan las ganancias (por servicios ambientales), de un lado, y, de otro, se calculan las pérdidas económicas por no dedicar dichas zonas a un uso productivo. Seguidamente, se comparan los beneficios por servicios ambientales frente al beneficio económico potencial perdido por no dedicar las tierras a una actividad económica (es decir, el costo de oportunidad de la dedicación de tierras a la conservación). A partir del paso anterior, se establece la relación costo-beneficio entre los costos de oportunidad por no ejercer actividades económicas (actividad forestal para este caso) y los beneficios económicos por la conservación de los ecosistemas. Dado lo anterior, en el caso particular de los ecosistemas asociados a las cuencas analizadas se tienen dos opciones: 1. proteger los ecosistemas estratégicos asociados a fuentes hídricas para garantizar los servicios ambientales identificados, 2. utilización de dichos ecosistemas para la actividad forestal.

Si el objetivo general es establecer una propuesta de manejo y conservación de los ecosistemas estratégicos asociados a fuentes hídricas que



abastecen acueductos veredales, se propone, en primer lugar, evaluar económicamente los servicios ambientales de regulación de caudales y abastecimiento de agua para consumo humano, definidos estos como los beneficios económicos de la conservación de los ecosistemas en mención. En segundo lugar, valorar otros servicios ambientales (ver tabla 3) que puedan estar asociados a los ecosistemas objeto de estudio. Por último, se pretende establecer el costo de oportunidad potencial de la renuncia a la actividad forestal que puedan realizar los dueños de los predios que están en el entorno de los ecosistemas estratégicos identificados en las zonas objeto de estudio. Es decir, se pretende calcular la pérdida de ingreso por no ejercer la actividad forestal debido a la dedicación de dichos ecosistemas a la conservación con fines de garantizar el abastecimiento permanente en el tiempo del agua para consumo humano, a la vez que se mantiene intacta la función ecológica de regulación de caudales hídricos.

Ahora, dada la limitación de tiempo y recursos de las entidades ambientales en Colombia, el método de la transferencia de beneficios, a pesar de sus imperfecciones, es el método más adecuado para este tipo de estudios. Además, la necesidad de implementar políticas en el corto plazo que garanticen la conservación de los ecosistemas estratégicos de interés implica establecer de manera inmediata estrategias de evaluación económica de tales ecosistemas. Métodos como la valoración contingente, si bien teóricamente se reflejan como más exactos al problema abordado en este trabajo, carecen del entorno adecuado para su aplicación debido a la resistencia social a pagar de la comunidad por algo que en el terreno de las leyes les pertenece. De otro lado, métodos como el enfoque de los costos evitados y el de los costos de reposición presentan serias limitaciones en su aplicación. Así, por ejemplo, para nuestro caso, el método de costos de reposición es una mala aproximación para valorar impactos o recursos insertos en sistemas ecológicos complejos, como se ha anotado antes, ya que la reposición de estos sistemas es imposible, y el método sólo considera la reposición de aquellos elementos del sistema que

pueden ser adquiridos en el mercado. Aún en el caso en que todos los elementos puedan ser reconstituidos, las interacciones entre ellos dependerán de muchos factores que no es posible manejar. De otro lado, el método de los costos evitados implica gran cantidad de información sobre los costos, por ejemplo, de llevar el agua a las veredas que son objeto de análisis desde los acueductos que abastecen las zonas urbanas del valle de Aburrá.

Por último, los costos de oportunidad de la renuncia a la actividad forestal se establecen a partir de la extrapolación de los beneficios económicos de una plantación forestal promedio.

### Pasos generales para la evaluación económica propuesta

1. Identificación de zonas críticas (ecosistemas estratégicos vitales para el abastecimiento de agua en las zonas de estudio).
  1. Obtención de datos físicos de las zonas: caracterización ecológica.
  2. Valoración de servicios ambientales que son objeto de análisis, vía transferencia de beneficios.
  3. Identificación de las principales actividades productivas en las zonas definidas como críticas.
  4. Establecimiento del costo de oportunidad de conservación de las zonas definidas como ecosistemas estratégicos, a partir del cálculo de las rentabilidades medias de la actividad económica a la cual la sociedad está renunciando al establecer zonas para conservación.
  5. Establecer la razón costo-beneficio de la conservación.
3. Aproximación a la valoración de los servicios ambientales ofrecidos por los ecosistemas estratégicos asociados a fuentes hídricas que

## abastecen acueductos veredales en el Valle de Aburrá

Es indudable que la conservación adecuada de los ecosistemas asociados a las microcuencas analizadas genera importantes beneficios a la población de las veredas objeto de estudio, tanto en relación con la regulación de caudales, calidad de agua y al abastecimiento de agua para consumo humano como en términos de otros servicios ambientales a saber: recreación, regulación del clima, hábitat, control de erosión, etc. El objetivo de este apartado es realizar una aproximación al valor económico de los beneficios de preservar los ecosistemas estratégicos que garantizan el recurso hídrico destinado al consumo humano en las

veredas objeto de análisis. Los valores expuestos a continuación se calculan con el método de transferencia de beneficios. Cabe anotar que los beneficios estimados son una primera aproximación ya que no se cuenta con datos para emprender una valoración económica directa.

Antes de establecer la aproximación a la valoración económica de los servicios ambientales, se determinarán primero los servicios ambientales identificados en los ecosistemas estratégicos analizados. En este sentido, los servicios ecosistémicos identificados se pueden diferenciar en dos grandes clases: 1. Servicios ambientales asociados al recurso hídrico, 2. Otros servicios ecosistémicos.

Tabla 3. Servicios ambientales asociados a los ecosistemas estratégicos objeto de estudio

| <b>1. Servicios ambientales asociados al recurso hídrico</b>  | <b>2. otros servicios ambientales</b>  |
|---|--|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• Regulación hídrica e incremento en caudales.</li> <li>• Calidad del agua</li> <li>• Abastecimiento de agua para consumo humano.</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Recreación</li> <li>• Regulación del clima</li> <li>• Formación de suelos</li> <li>• Control de erosión</li> <li>• Cultura</li> </ul> |

### 3.1. Valoración económica de beneficios por los servicios ambientales asociados al recurso hídrico

En la tabla 4 se presentan las cuencas a valorar. Además, esta tabla presenta la población beneficiada, el consumo de agua anual y el flujo de caudal anual. Estos dos últimos ítem están en metros cúbicos.

Tabla 4. Cuencas analizadas en el estudio

| <b>Cuenca</b>      | <b>Población beneficiada</b> | <b>Consumo de agua m<sup>3</sup>/año</b> | <b>Flujo caudal m<sup>3</sup>/año</b> |
|--------------------|------------------------------|--|---------------------------------------|
| San Francisco      | 9185                         | 838222.5                                 | 1441747.08                            |
| Manguala Vergel    | 4350                         | 433437.5                                 | 474380.28                             |
| Manguala Manantial | 700                          | 63875                                    | 187087.32                             |
| Altavista Buga     | 5875                         | 536093.75                                | 1086651.72                            |
| Altavista La Perla | 1050                         | 95812.5                                  | 282667.68                             |
| San Pedro          | 4070                         | 371387.5                                 | 935751.96                             |
| Miserenga          | 2385                         | 217631.25                                | 3852794                               |

Fuente: Secretaría de Medio ambiente de Medellín

En primer lugar, se presentan, en la tabla 5, los beneficios económicos asociados al servicio ambiental de abastecimiento de agua para consumo humano. Para estimar los beneficios de los cuatro servicios ambientales señalados, se realizó una revisión bibliográfica amplia y se escogió un conjunto de estudios que cumplía con los requisitos enumerados en el apartado anterior; a saber: estudios de alta calidad y cuya valoración se centraba en bienes ambientales similares. La unidad de medida de la disponibilidad a pagar (DAP) se homogeneizó con el fin de contar con valores equiparables. La disponibilidad a pagar de estudios realizados en países diferentes a Colombia se ajustó con el ingreso per cápita de Colombia y el país del estudio bajo el supuesto de que la elasticidad ingreso difiere en cada país.

Los beneficios económicos del consumo doméstico de agua (tabla 5) se basan en la estimación de la

disponibilidad a pagar por el suministro sostenible de agua en el Salvador para el año 2002 y en la estimación de Carriazo *et al* (2003). Así, la disponibilidad a pagar, a precios del 2005, fue de \$81318.96 por año/hogar<sup>2</sup>. Este valor incluye la disponibilidad de agua y el sistema de captación del agua potable, pero se debe anotar que las cuencas hidrográficas valoradas juegan un importante papel al proveer el caudal hídrico necesario para el consumo humano de las veredas objeto de estudio. Por otra parte, la tabla 5 muestra que los beneficios anuales por este servicio ambiental totalizan \$561670056.4 para 6.907 hogares de las veredas. Ahora, al calcular el valor presente neto de los beneficios por el servicio ambiental de abastecimiento de agua para consumo humano en un horizonte de 20 años y a la tasa social de descuento de 12% anual, la cual es la tasa oficial para Colombia, se obtienen unos beneficios económicos agregados de \$ 4195362822.

Tabla 5. Beneficios económicos por abastecimiento de agua para consumo Humano

| Cuenca             | Valor DAP (en \$/hogar/año) | Hogares beneficiados | Valor agregado beneficios anuales | Valor presente beneficios en 20 años (tasa de descuento=12%) |
|--------------------|-----------------------------|----------------------|-----------------------------------|--|
| San Francisco      | 81318.96                    | 2297                 | 186789651.1                       | 1395214768   |
| Manguala Vergel    | 81318.96                    | 1088                 | 88475028.48                       | 660859237  |
| Manguala Manantial | 81318.96                    | 175                  | 14230818                          | 106296293  |
| Altavista Buga     | 81318.96                    | 1469                 | 119457552.2                       | 892281452  |
| Altavista La Perla | 81318.96                    | 263                  | 21386886.48                       | 159748143  |
| San Pedro          | 81318.96                    | 1018                 | 82782701                          | 618340718  |
| Miserenga          | 81318.96                    | 597                  | 48547419.12                       | 360622210  |
| <b>Total</b>       |                             | <b>6907</b>          | <b>561670056.4</b>                | <b>4195362822</b>  |

Fuente: Calculo del autor con base en Herrador (2003) y en Carriazo *et al* (2003)

De otro lado, la regulación hídrica y el suministro de caudal es un servicio provisto por las cuencas analizadas a los acueductos veredales. La tabla 6 indica los beneficios económicos para los acueductos veredales de la regulación hídrica

provista por las diversas cuencas establecidas en la zona de estudio. Los cálculos se basan en dos estudios realizados en Colombia para valorar el incremento de caudales y la regulación hídrica<sup>3</sup>. La disponibilidad a pagar por la regulación hídrica

y el aumento de caudales es equivalente a \$ 121 por metro cúbico.<sup>4</sup> El valor agregado anual por el incremento de caudales y regulación hídrica es de 1002 millones de pesos. Por su parte, también se calculó el valor presente neto de los beneficios por

el servicio ambiental de regulación hídrica y aumento de caudales, igualmente en un horizonte de 20 años y a la tasa social de descuento de 12% anual. En este sentido, se obtuvo un beneficio a 20 años de 7491 millones de pesos para las cuencas en cuestión.

Tabla 6. Beneficios económicos por la regulación hídrica de las cuencas

| Cuenca             | Valor DAP en \$/m <sup>3</sup> | Flujo de caudal anual (en m <sup>3</sup> ) | Valor agregado de beneficios anuales | Valor presente de beneficios en 20 años (TSD=12%) |
|--------------------|--------------------------------|--|--------------------------------------|---|
| San Francisco      | 121.4                          | 1441747.08                                 | 175028096                            | \$1,307,362,495.75                                |
| Manguala Vergel    | 121.4                          | 474380.28                                  | 57589766                             | \$430,163,510.48                                  |
| Manguala Manantial | 121.4                          | 187087.32                                  | 22712400.6                           | \$169,648,995.85                                  |
| Altavista Buga     | 121.4                          | 1086651.72                                 | 131919519                            | \$985,365,410.12                                  |
| Altavista La Perla | 121.4                          | 282667.68                                  | 34315856.4                           | \$256,320,354.80                                  |
| San Pedro          | 121.4                          | 935751.96                                  | 113600288                            | \$848,530,946.92                                  |
| Miserenga          | 121.4                          | 3852794                                    | 467729192                            | \$3,493,676,831.10                                |
| <b>Totales</b>     |                                | <b>8261080.04</b>                          | <b>1002'895117</b>                   | <b>\$7491'068545.01</b>                           |

Fuente: Cálculos del autor con base en (1) Centro de Investigaciones para el Desarrollo -UN- (1994) y (2) Instituto de estudios rurales UJ - Ministerio del Medio Ambiente-DNP (1999).

Por último, es importante anotar que la disminución de sedimentación debido a una adecuada conservación de los cuerpos de agua reduce el costo de mantenimiento de los acueductos. La tabla 7 muestra el valor económico de aumentar la calidad del recurso hídrico gracias a las actividades de conservación de los ecosistemas estratégicos asociados a los acueductos veredales. El promedio de tres estudios realizados en Colombia reporta una disponibilidad

a pagar por un recurso hídrico de mayor calidad de \$3 por cada metro cúbico.<sup>5</sup> Así, se obtuvieron beneficios económicos anuales cercanos a los 8 millones de pesos. Por último, al calcular el valor presente de los beneficios económicos por el servicio ambiental de disminución de sedimentación, es decir, calidad del recurso hídrico, se halló un valor de 57 millones de pesos en un horizonte de 20 años.

Tabla 7. Beneficios económicos por la calidad del recurso hídrico de las cuencas

| Cuenca             | Valor DAP \$/m <sup>3</sup> (a precios del año 2005) | M3 demandados por año | Valor agregado de beneficios anuales | Valor presente de beneficios en 20 años (TSD=12%) |
|--------------------|--|-----------------------|--------------------------------------|---|
| San Francisca      | \$3  | 838222.5              | \$2514667.5                          | \$18,783,167.13                                   |
| Manguala Vergel    | \$3  | 433437.5              | \$1300312.5                          | \$9,712,610.91                                    |
| Manguala Manantial | \$3  | 63875                 | \$191625                             | \$1,431,332.13                                    |
| Altavista Buga     | \$3  | 536093.75             | \$1608281.25                         | \$12,012,966.13                                   |
| Altavista La Perla | \$3  | 95812.5               | \$287437.5                           | \$2,146,998.20                                    |
| San Pedro          | \$3  | 371387.5              | \$1114162.5                          | \$8,322,173.98                                    |
| Miserenga          | \$3  | 217631.25             | \$652893.75                          | \$4,876,753.06                                    |
| <b>Totales</b>     |  | <b>2556460</b>        | <b>\$7669380</b>                     | <b>\$57,286,001.54</b>                            |

Fuente: Cálculos del autor con base en (1), (2) y (3), Instituto de Estudios Rurales UJ-Ministerio Del Medio Ambiente-DNP (1999).

Se puede concluir que los beneficios provistos por los ecosistemas asociados a las cuencas analizadas, a través de la conservación del recurso hídrico, son bastante importantes. Los beneficios económicos anuales por el abastecimiento de agua para consumo humano ascienden a 561.6 millones de pesos. La regulación hídrica y el aumento de caudales ejercido por los ecosistemas en mención derivan beneficios por 1.000 millones de pesos anuales. Por último, los beneficios económicos por la menor sedimentación, que lleva a una mejor calidad del agua, representan cerca de 8 millones de pesos al año, y unos 57 millones en un horizonte de 20 años. Todos estos valores reflejan la importancia económica y social de la conservación de los ecosistemas asociados a las cuencas hidrográficas analizadas en este estudio.

### 3.2. Valoración económica de otros servicios ambientales asociados a los ecosistemas estratégicos de las cuencas

En esta sección se establecerá una aproximación a la valoración económica de otros servicios ambientales asociados a los ecosistemas estratégicos, a saber: 1. Recreación, 2. Regulación del clima, 3. Formación de suelos, 4. Cultura. 5. Control de erosión. La aproximación a la valoración económica de estos servicios ambientales ofrecidos por las diversas clases de ecosistemas existentes en las áreas asociadas a las veredas objeto de estudio, se realizará mediante el método de transferencia de beneficios, más específicamente por medio de la transferencia de valores. En particular, se utilizará el estudio de Costanza (1997). A continuación, la tabla 8 establece los ecosistemas existentes asociados a cada vereda, con su respectiva área.

Tabla 8. Clases de ecosistemas existentes en las veredas

| Ecosistemas    | Manguala         | San Francisca     | Miserenga         | Buga              | San Pedro         | Totales           |
|----------------|------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|
| Bosque natural | 69.39            | 116.745           | 333.376           | 46.954            | 19.878            | 586.343           |
| Cultivos       | 1.78             | 0.27              |                   | 9.252             | 10.26             | 21.562            |
| Pasto manejado | 0.8              | 0.204             |                   |                   | 1.938             | 2.942             |
| Pastos         | 60.92            | 64.604            | 102.584           | 41.172            | 95.274            | 364.554           |
| Plantaciones   | 9.96             | 0.225             | 3.308             | 26.007            | 14.092            | 53.592            |
| Rastrojo alto  | 43.52            | 89.724            | 8.631             | 12.056            | 2.87              | 156.801           |
| Rastrojo bajo  | 1.14             | 22.082            | 1.823             | 27.327            | 9.147             | 61.519            |
| Humedal        |                  |                   |                   |                   | 0.297             | 0.297             |
| <b>Total</b>   | <b>187.51 ha</b> | <b>293.854 ha</b> | <b>449.722 ha</b> | <b>162.768 ha</b> | <b>153.756 ha</b> | <b>1247.61 ha</b> |

Fuente: Secretaría de Medio ambiente de Medellín

Por otra parte, la tabla 9 muestra los beneficios anuales por hectárea que brindan los diversos ecosistemas analizados. Estos valores fueron transferidos del estudio de Costanza (1997) y

están ajustados a dólares de 2005. Por otra parte, la tabla 10 muestra los valores económicos totales anuales por ecosistema en toda el área del estudio.

Tabla 9. Valores económicos de los servicios ambientales por hectárea y tipo de ecosistema

| Ecosistemas    | Recreación | Regulación del clima | Formación de suelos | Cultura | Control de erosión |
|----------------|------------|----------------------|---------------------|---------|--------------------|
| Bosque natural | 82.63      | 171.72               | 11.6                | 2.39    | 121.69             |
| Pasto manejado |            | 8.85                 | 1.2                 |         | 36.69              |
| Pastos         |            | 8.85                 | 1.2                 |         | 36.69              |
| Plantaciones   |            | 171.72               | 11.6                |         | 121.39             |
| Rastrojo alto  |            | 171.2                | 11.6                |         | 36.69              |
| Rastrojo bajo  |            | 8.85                 | 11.6                |         | 36.69              |
| Humedal        | 570        |                      |                     | 1033.3  |                    |

**Nota:** Los valores están en dólares del año 2005. Cálculos del autor basado en Costanza (1997).

Tabla 10. Valor económico total anual por los servicios ambientales

| Ecosistema     | Hectáreas | Recreación | Regulación del clima | Formación de suelos | Cultura  | Control de erosión | Valor económico total anual |
|----------------|-----------|------------|----------------------|---------------------|----------|--------------------|-----------------------------|
| Bosque natural | 586.34    | 48449.2742 | 100686.305           | 6801.544            | 1401.352 | 71175.812          | 228514.288                  |
| Pasto manejado | 2.94      |            | 26.019               | 3.528               |          | 107.8686           | 137.4156                    |
| Pastos         | 364.56    |            | 3226.356             | 437.472             |          | 13375.706          | 17039.5344                  |
| Plantaciones   | 53.6      |            | 9204.192             | 621.76              |          | 1966.584           | 11792.536                   |
| Rastrojo alto  | 156.8     |            | 1387.68              | 1818.88             |          | 5752.992           | 8959.552                    |
| Rastrojo bajo  | 61.52     |            | 544.452              | 713.632             |          | 2257.1688          | 3515.2528                   |
| Humedal        | 0.3       | 171        |                      |                     | 309.99   |                    | 480.99                      |
| Totales        | 1226.06   | 48620.2742 | 115075.004           | 10396.816           | 1711.342 | 94636.132          | 270439.569                  |

Fuente. Cálculos del autor. Las cifras están dólares del 2005.

De esta manera, puede establecerse que el valor económico anual por los cinco servicios ambientales identificados, y asociados a los ecosistemas, se estimó en \$270439.5 dólares (tabla 10). Ahora, utilizando una tasa de cambio promedio de \$2.350 por dólar, se tiene que estos beneficios anuales equivalen a cerca de 635.5 millones de pesos.<sup>6</sup> Por tal razón, se resalta la gran importancia de la conservación de estos ecosistemas, no sólo desde el punto de vista de

los servicios ambientales asociados al recurso hídrico, sino desde los servicios ambientales de regulación del clima (regulación de CO<sub>2</sub> y otros gases), recreación y el control de la erosión. Ahora, en un horizonte de veinte años, a una tasa social de descuento del 12% anual, se obtienen unos beneficios económicos de 4.747 millones de pesos por los servicios ambientales definidos anteriormente.

### 3.3 Beneficios económicos agregados por los servicios ambientales ofrecidos por las cuencas hidrográficas

Tabla 11. Beneficios económicos totales por la oferta de servicios ambientales

| <b>Servicio ambiental</b>                | <b>Beneficios económicos anuales (en \$ de 2005)</b> | <b>Beneficios económicos en un horizonte de 20 años (en \$ de 2005)</b> |
|--|--|---|
| Abastecimiento de agua                   | 561´670056.4   | 4195´362822   |
| Regulación hídrica y aumento de caudales | 1002´895117  | 7491´068545.01  |
| Calidad del recurso hídrico              | 7´669380   | 57´286001.54  |
| Recreación                               | 114´257644.4   | 853´441033.49   |
| Regulación del clima                     | 270´426259.4   | 2019´933699.13  |
| Formación de suelos                      | 24´432517.6  | 158´064795.21   |
| Cultura                                  | 4´021653   | 30´039510.36  |
| Control de erosión                       | 222´394910.2   | 1661´166244.08  |
| <b>Total</b>                             | <b>2207´767538</b>                                   | <b>16466´362650</b>   |

Fuente: Cálculos del autor con base a las tablas 4 a 10.

Como se observa en la tabla 11, los beneficios económicos totales anuales por los servicios ambientales ofrecidos por las cuencas de estudio ascienden a 2207 millones. Ahora, al proyectar estos beneficios en un horizonte de 20 años, a una tasa social de descuento del 12% anual, se obtiene un valor de más de 16 mil millones de pesos. Lo anterior da cuenta de la importancia económica y social y de mantener estos ecosistemas como zonas de conservación.

### 3.4. Cálculo económico del costo de oportunidad de la conservación de los ecosistemas estratégicos analizados

El cálculo del costo de la decisión de conservar los ecosistemas estratégicos asociados a las cuencas

hidrográficas analizadas se determinará a partir de la potencialidad de dichos suelos como zonas de uso forestal. Si bien no todas las tierras no tienen un uso 100% forestal, este cálculo es un punto de partida para establecer el costo de oportunidad que tendría por dedicar estas zonas para conservación.

En primer lugar, se tomó el beneficio económico de una plantación forestal en el oriente antioqueño. En particular, se obtuvieron los costos de inversión, mantenimiento, mano de obra para una hectárea de pino (especie *Pinus tecumanii*). De igual manera, se obtuvieron los ingresos por venta de dicha madera, en horizonte de 20 años. Este período de 20 años es el turno forestal establecido para esta especie. Los cálculos se

establecieron con base en el estudio de Escobar (2005), el cual definió la rentabilidad media por hectárea de una plantación forestal en el municipio

del Retiro, Antioquia. La tabla 12 establece los costos e ingresos a valor presente, para un período de 20 años, para una hectárea.

Tabla 12. Costos e ingresos para una hectárea de plantación forestal

| <b>Concepto</b>                        | <b>Valor económico<br/>(en un horizonte de 20 años)</b> |
|--|---|
| Costos (A)                             | 3´042949.6  |
| Ingresos (B)                           | 4´595383.36   |
| <b>Beneficios económico neto (B-A)</b> | <b>1´572433.76</b>                                      |

Fuente. Cálculo del autor con base en Escobar (2005).

Así, la rentabilidad media de una plantación forestal en el oriente antioqueño es de 15%. De esta manera, los beneficios económicos para una plantación son de \$ 1´572433 por hectárea en un horizonte de 20 años. Ahora, para calcular la rentabilidad económica

de dedicar las zonas de estudio a uso forestal se extrapoló este valor y se multiplicó por el total de hectáreas de cada uno de los diferentes ecosistemas agregados en la totalidad de veredas. Los resultados se muestran en la tabla 13.

Tabla 13. Beneficio económico potencial por uso forestal

| <b>Ecosistema</b> | <b>Hectáreas</b> | <b>Beneficio económico por Ha (en \$ de 2005)</b> | <b>Beneficio económico total (en \$ de 2005)</b> |
|-------------------|------------------|---|--|
| Bosque natural    | 586.34           | 1´572433.76                                       | 921´980810.8                                     |
| Pasto manejado    | 2.94             | 1´572433.76                                       | 4´622955.2                                       |
| Pastos            | 364.56           | 1´572433.76                                       | 573´246451.5                                     |
| Plantaciones      | 53.6             | 1´72433.76  | 88´528020.7                                      |
| Rastrojo alto     | 156.8            | 1´572433.76                                       | 246´557613.6                                     |
| Cultivos          | 21.56            | 1´572433.76                                       | 33´901671.9                                      |
| Rastrojo bajo     | 61.52            | 1´572433.76                                       | 96´736124.9                                      |
| <b>Totales</b>    | <b>1247.6</b>    |   | <b>1965´573649</b>                               |



Según los resultados anteriores, el costo de oportunidad, en un horizonte de 20 años, de establecer estas zonas para conservación sería de 1965.5 millones de pesos. Es decir, si se dejan estos ecosistemas para conservación se dejaría *potencialmente* de recibir cerca de 2000 millones de pesos. Todo esto bajo el supuesto de que todas las zonas objeto de análisis tuvieran la oportunidad de dedicarse para plantaciones forestales.

## 4. Consideraciones finales

Aplicando el análisis costo-beneficio, se puede observar que los beneficios económicos totales de conservación (por los servicios ambientales brindados) de los ecosistemas en cuestión ascienden a 16 mil millones de pesos durante en un lapso de veinte años, mientras que los costos de de oportunidad son de 2 mil millones de pesos. Esto significa que si no se conservan los ecosistemas para garantizar la oferta de agua, su calidad hídrica, así como los demás servicios de ecosistemas identificados, sólo se obtendrían 2000 millones en 20 años por venta madera. Lo anterior, suponiendo un potencial forestal de 100% en todas

las zonas establecidas. Se puede establecer que la relación beneficio-costos, en este caso, es de 8 a 1. Este indicador nos muestra la importancia económica y social de mantener los ecosistemas para conservación. De esta manera, es vital establecer, de manera inmediata, directrices de política pública que garanticen la conservación, sostenible en el tiempo, de estos ecosistemas, dada su función central en la adecuada oferta hídrica para las diversas veredas analizadas.

En este sentido, esta valoración de los beneficios por los servicios ambientales ofrecidos por los ecosistemas en cuestión, y los respectivos costos de oportunidad de la conservación, en particular los asociados al recurso agua, sirve de base para establecer esquemas de compensación a los propietarios de tierras en las áreas de influencia de las cuencas hidrográficas. Una propuesta inicial es establecer un incentivo económico que sea igual al costo de oportunidad anual del propietario por hectárea. No obstante, esto deberá de ir acompañado por la asesoría institucional en materia de implementación de prácticas agroforestales sostenibles, buscando reducir al máximo el costo de oportunidad de la política de conservación de tales ecosistemas.

## BIBLIOGRAFIA

---

- Barton, D., (2002), " The transferability of Benefit Transfer": Contingent Valuation of water Quality Improvements in Costa Rica", Ecological Economics, No. 42, p.p 147164.
- Bergstrom, J.C. (1996), Current status of Benefits transfer in the U.S.: a review, Dept. of agricultural and applied economics, University of Georgia.
- Brouwer, R., (2000), "Environmental Value Transfer: State of the Art and Future Prospects", Ecological Economics No. 32, p.p. 137-152
- Carriazo, Fernando, et al, (2003), "Valoración de los beneficios económicos provistos por el sistema de parques nacionales: una aplicación del análisis de transferencia de beneficios, Documentos CEDE, No.26, octubre.
- Centro de investigaciones para el Desarrollo-UN, (1994), Metodologías para la elaboración de cuentas de patrimonio regional. estudio de caso: Cuenca alta del Rionegro, Cornare.

- Correa Restrepo, Francisco, Osorio Múnera, Juan David, (2004), "Valoración económica de costos ambientales: Marco conceptual y métodos de estimación", Revista Semestre Económico, Vol. 6, No 13, Universidad de Medellín, enero-julio.
- Correa Restrepo, Francisco, (2001), "Valoración económica de servicios ambientales en el Valle de Aburrá", Revista Semestre Económico, No 9, enero-junio.
- Costanza, Robert, *et al.*, (1997), "the value of the world's ecosystem services and natural capital", Ecological Economics, vol.25, no. 1 , p. 3-15.
- Desvougues, W.H., et al,(1992),"Benefit transfer: Conceptual problems in estimating water quality benefits using existing studies", Water Resources Research, 28(3), p. 675-683.
- Escobar, Mario, (2005), Plan de establecimiento y manejo forestal: Finca la Catina, El retiro, Antioquia.
- Freeman, M., (1993), The Measurement of Environmental and Resources values, Washington, D. C. Resources for the Future.
- Goulder, Lawrence & Kennedy, Donald, (1997), Valuing ecosystem services: philosophical bases and empirical methods. In: Daily, Gretchen (Editor). Nature's services: societal dependence on natural ecosystems, Washington, D. C., Island Press, p.p. 23-47.
- Hanley, Nick, Spash, Clive, (1993), Cost-Benefit Analysis and the Environment, Great Britain, Edward Elgar Publishing Limited.
- Herrador, D., Dimas, L., Valoración económica del agua para el área metropolitana de San Salvador, 2002.
- Instituto de Estudios Rurales UJ - Ministerio del Medio Ambiente-DNP, (1999), Revisión de incentivos económicos para proyectos de microcuencas. Estudio de caso: Lenguaza, Cundinamarca.
- Instituto de Estudios Rurales UJ - Ministerio del Medio Ambiente-DNP, (1999), Revisión de incentivos económicos para proyectos de microcuencas. Estudio de caso: Buga, Valle.
- Instituto de Estudios Rurales UJ - Ministerio del Medio Ambiente-DNP, (1999), Revisión de incentivos económicos para proyectos de microcuencas. Estudio de caso: Departamento de Tolima.

## Anexo A.

Estudios utilizados para la transferencia de beneficios por la valoración del servicio ambientales.

- Herrador, D., Dimas, L., Valoración económica del agua para el área metropolitana de San Salvador, 2002.
- Carriazo, Fernando, et al, (2003), "Valoración de los beneficios económicos provistos por el sistema de parques nacionales: una aplicación del análisis de transferencia de beneficios, Documentos CEDE, No.26, octubre.
- Centro de investigaciones para el Desarrollo-UN, (1994), Metodologías para la elaboración de cuentas de patrimonio regional. estudio de caso: Cuenca alta del Rionegro, Cornare.

- Instituto de Estudios Rurales UJ - Ministerio del Medio Ambiente-DNP, (1999), Revisión de incentivos económicos para proyectos de microcuencas. Estudio de caso: Lenguaza, Cundinamarca.
- Instituto de Estudios Rurales UJ - Ministerio del Medio Ambiente-DNP, (1999), Revisión de incentivos económicos para proyectos de microcuencas. Estudio de caso: Buga, Valle.
- Instituto de Estudios Rurales UJ - Ministerio del Medio Ambiente-DNP, (1999), Revisión de incentivos económicos para proyectos de microcuencas. Estudio de caso: Departamento de Tolima.
- Costanza, Robert, *et al.*, (1997), "the value of the world's ecosystem services and natural capital", *Ecological Economics*, vol.25, no. 1 , p. 3-15.
- Escobar, Mario, (2005), Plan de establecimiento y manejo forestal: Finca la Catina, El retiro, Antioquia.

## Anexo B.

Características de los estudios utilizados en la transferencia de beneficios por servicios ambientales asociados al agua

| Estudio   | Objetivo del estudio   | Usos de l agua valorados | Caracterización físicas de la cuenca   | Características sociales y niveles de ingreso de la población encuestada  | Servicio ambiental valorado   | Calidad del recurso  | Medida utilizada para la Disposición a pagar ( DAP) | Área protegida |
|---|--|--------------------------|--|---|---|--|---|----------------|
| Herrador, D., Dimas, L., Valoración económica del agua para el área metropolitana de San Salvador, 2002.  | Beneficios económicos de conservación de bosques y agro- ecosistemas que supone un suministros sostenible de agua en las zonas urbanas y periurbanas de la ciudad de San Salvador          | Consumo doméstico        | Bosque húmedo montano bajo (Río Lempa) | Población beneficiada: 240.000 hogares<br>Muestra 500 hogares<br>Ingreso per cápita de 1300 dólares/año. Nivel de educación promedio: básica secundaria             | Abastecimiento sostenible de agua   | Nivel de deterioro bajo de la cuenca                               | Mediana   | No             |
| Carriazo, Fernando, et al. (2003). "Valoración de los beneficios económicos provistos por el sistema de parques nacionales de Colombia  | Valoración económica de los servicios de abastecimiento de agua, regulación y calidad de agua para las poblaciones establecidas en las zonas de influencia de los parques nacionales       | Varios usos              | Bosque húmedo tropical.                | Población beneficiada. 3´452400 hogares. Ingreso per cápita de 1900 dólares /año. Educación promedio: secundaria  | Abastecimiento de agua, regulación hídrica, Calidad del agua (reducción de sedimentación) | El nivel general de deterioro es medio en la mayoría de la cuencas | Media, vía transferencia de beneficios              | Si             |
| Centro de investigaciones para el Desarrollo-UN, (1994), Metodologías para la elaboración de cuentas de patrimonio regional. estudio de caso: Cuenca alta del Rionegro, Cornare.        | Valoración del patrimonio natural boscoso en la cuenca alta de Rionegro  | Varios usos              | Bosque húmedo montano                  | Población beneficiada: 250000 habitantes, 100 industrias, generación de electricidad<br>PIB per cápita de 1900 dólares/año<br>Educación promedio: básica secundaria | Regulación hídrica  | Bajo nivel de deterioro del ecosistema                             | Mediana   | No se define   |
| Instituto de Estudios Rurales UJ - Ministerio del Medio Ambiente-DNP (1999), Revisión de incentivos económicos para proyectos de microcuencas. Estudio de caso: Lenguaza, Cundinamarca. | Estimación de los beneficios económicos de los proyectos de microcuencas que buscan el incremento en caudales y disminución de procesos de sedimentación (cambios en coberturas vegetales) | Consumo humano           | Bosque húmedo montano (Río Lenguaza)   | Población beneficiada. 2042 habitantes. PIB per cápita de 1900 dólares/año<br>Educación promedio: secundaria  | Disminución de procesos de sedimentación  | Nivel medio de deterioro   | Mediana   | No             |
| Instituto de Estudios Rurales UJ - Ministerio del Medio Ambiente-DNP (1999), Revisión de incentivos económicos para proyectos de microcuencas. Estudio de caso: Departamento de Tolima. | Estimación de los beneficios económicos de los proyectos de microcuencas que buscan el incremento en caudales y disminución de procesos de sedimentación (cambios en coberturas vegetales) | Consumo humano           | Bosque pre montano (Río Combeima)      | Población beneficiada. 362000 habitantes, PIB per cápita de 1900 dólares/año<br>Educación promedio: secundaria  | Disminución de procesos de sedimentación  | Nivel medio de deterioro   | Media   | No             |
| Instituto de Estudios Rurales UJ - Ministerio del Medio Ambiente-DNP (1999), Revisión de incentivos económicos para proyectos de microcuencas. Estudio de caso: Buga, Valle.            | Estimación de los beneficios económicos de los proyectos de microcuencas que buscan el incremento en caudales y disminución de procesos de sedimentación (cambios en coberturas vegetales) | Consumo humano           | Bosque pre montano (Río Guadalajara)   | Población beneficiada. 99664 habitantes, PIB per cápita de 1900 dólares/año<br>Educación promedio: secundaria   | Disminución de procesos de sedimentación  | Nivel medio de deterioro   | Mediana   | No             |

## CITAS

---

- 1. Este trabajo es un resultado parcial del proyecto de investigación: "La tasa de descuento de largo plazo para Colombia" . Este proyecto está siendo ejecutado por el Grupo de Investigación en Macroeconomía –GIMA-, con el apoyo financiero de la Vicerrectoría de investigaciones de la Universidad de Medellín.

Fecha de recepción junio 30 de 2005. Fecha de aprobación agosto 12 de 2005.

Francisco Correa Restrepo: Profesor- investigador, Facultad de Economía, Universidad de Medellín.

- 2. Se asumió un promedio de cuatro personas por hogar. Este valor es un promedio de los dos estudios analizados.
- 3. Los valores transferidos fueron un promedio de los siguientes estudios (1) Centro de Investigaciones para el Desarrollo -UN- (1994) y (2) Instituto de estudios rurales UJ - Ministerio del Medio Ambiente (1998).
- 4. Este valor es un promedio, ajustado a precios del 2005, de los valores obtenidos en los estudios de los cuales se realizó la transferencia de beneficios.
- 5. Los estudios fueron realizados en 1999 por el Instituto de Estudios Rurales-Ministerio de medioambiente y el Departamento Nacional de Planeación en tres sitios de Colombia: Tolima, Buga (Valle) y Lenguazaque (Cundinamarca). Así, Los valores obtenidos para la DAP por metro cúbico en de cada uno de los estudios fueron \$2.52. \$ 0.360 y \$ 6.01, respectivamente. Todos los valores están a precios del año 2005.
- 6. Se utilizó una tasa de \$ 2350/dólar, la cual es la tasa representativa del mercado vigente a marzo de 2005.