

PROPUESTA DE UN INSTRUMENTO ECONÓMICO, PARA LA VALORACIÓN  
DEL SERVICIO AMBIENTAL HÍDRICO EN LA CUENCA BARBACOAS DE  
MARINILLA

Asesor.

Juan David Osorio Múnera

Magister Economía Ambiental

UNIVERSIDAD DE LOS ANDES.

Por

David Ricardo Ramírez Gómez

Estudiante de Economía.



UNIVERSIDAD DE MEDELLIN  
FACULTAD DE CIECIAS ECONOMICAS  
PROGRAMA ECONOMIA

2011

## Tabla De Contenido

<b>Capítulo uno: Introducción .....</b>	<b>8</b>
1.1 Justificación .....	9
1.2 Pregunta de investigación.....	12
1.3 Hipótesis .....	12
1.4 Objetivo generales .....	12
1.5 Objetivo específicos.....	12
1.6 Alcances y limitaciones .....	13
1.7 Metodología .....	13
<b>Capítulo dos: Teoría de pago por servicios ambientales ..</b>	<b>14</b>
2.1 Conceptos básicos de servicio ambiental.....	15
2.2 Mecanismo de pago por servicios ambientales:.....	17
2.3 Experiencias de otros países .....	20
2.4 Comparación de políticas ambientales de pago de servicios ambientales de Europa y Estados unido	22
<b>2.5 Comparación de diferentes países</b>	<b>23</b>
<b>Capítulo tres: Metodología de valoración del pago por servicio Ambiental .....</b>	<b>26</b>
3.1 Captación de carbono .....	27
3.2 Servicio hídrico.....	31
3.3 Belleza paisajística.....	35
3.4 Biodiversidad.....	43

<b>Capítulo 4. Revisión de la aplicación del pago por servicio ambiental.....</b>	<b>48</b>
4.1 Ventajas de aplicar el esquema de PSA .....	48
4.2. Alternativa para reducción de pobreza.....	50
4.3 Beneficios Ambientales .....	51
4.4. Dificultades de aplicar el esquema de PSA.....	51
4.5 Riesgos al aplicar PSA.....	54
<b>Capítulo 5: Lineamientos para la definición y puesta en marcha de un sistema de pago por servicio ambiental: caso la Barbacoas-Marinilla.....</b>	<b>56</b>
5.1 Marinilla .....	58
5.2 La Barbacoas .....	59
5.3 Salidas de campo para el reconocimiento de la zona .....	60
5.4 Modelo.....	65
5.5 Valoración .....	79
5.7 Negociación y pago.....	79
<b>Capitulo seis Conclusiones.....</b>	<b>80</b>
<b>Capitulo siete Bibliografía .....</b>	<b>82</b>
<b>Capítulo ocho Anexos.....</b>	<b>85</b>
<b>Anexo 1.</b> Foto de la bocatoma de la Barbacoa.....	85
<b>Anexo 2.</b> Humedal. ....	86
<b>Anexo 3</b> Producción agrícola .....	87
<b>Anexo 4</b> Bocatoma las cuchillas.....	89
<b>Anexo 5</b> Cultivos agrícolas. ....	91
<b>Anexo 6</b> Recursos naturales en La Cuchilla de los cedros.....	91

**Anexo 7** Mapa de fincas con retiros microcuenca La Barbacoas. .... 92

**Anexo 8** Flora y fauna nativa micro cuenca La Barbacoas 93

## Tabla de tablas

<b>Tabla 1</b> Comparación entre países en la utilización de pago por servicios ambientales .....	23
<b>Tabla 2</b> Resultados de las formas de pago por servicios ambientales ....	34
<b>Tabla 3:</b> Tabulación de encuestas .....	39
<b>Tabla 4:</b> Distribución de hectáreas de La cuenca La Barbacoas .....	60
<b>Tabla 5</b> Fincas y retiros bocatoma .....	71
<b>Tabla 6:</b> Fincas y retiros nacimiento .....	73
<b>Tabla 7:</b> Utilidad de los campesinos bocatoma.....	74
<b>Tabla 8:</b> Utilidad de los campesinos nacimiento .....	74
<b>Tabla 9:</b> Costo reforestación .....	76
<b>Tabla 10:</b> Evaluación del agua tanque.....	77
<b>Tabla 11</b> Evaluación del agua nacimiento .....	78

## Tabla de Gráficos.

<b>Gráfico 1.</b> Mapa Conceptual de los tipos de valor .....	19
<b>Gráfico 2.</b> Pasos para el cálculo de cantidad de CO <sub>2</sub> , para servicios Ambientales.....	29
<b>Gráfico 3.</b> Forma de negociación por captura de CO <sub>2</sub> .....	30
<b>Gráfico 4.</b> Características para la valoración de servicios ambientales hídrico. ....	32
<b>Gráfico 5.</b> Funcionamiento del fondo para pago por servicios ambientales hídricos. ....	35
<b>Gráfico 6.</b> Demanda de viajes .....	41
<b>Gráfico 7</b> Distribución de Poisson. ....	43
<b>Gráfico 8</b> Mapa conceptual evaluación de biodiversidad. ....	43
<b>Gráfico 9</b> Utilidad de la biomasa al ser humano. ....	44
<b>Gráfico 10</b> Ortofoto la barbacoa. ....	62
<b>Gráfico 11</b> Ortofoto nacimiento en la cuchilla de los cedros.....	63
<b>Gráfico 12</b> Canon de retiros. ....	66
<b>Gráfico 13</b> Escala de pH .....	77

## **Tabla de Mapas.**

<b>Mapa 1</b> Mapa del municipio de Marinilla- .....	57
<b>Mapa 2</b> Mapa de retiro de la barbacoa. ....	68
<b>Mapa 3</b> Mapa de retiro de la bocatomía de la barbacoa.....	70
<b>Mapa 4</b> Mapa del retiro del nacimiento de la barbacoa. ....	72

## **Capítulo uno: Introducción.**

Este trabajo busca mirar la viabilidad de un proyecto de servicios ambientales en el municipio de Marinilla en la microcuenca La Barbacoas. Para esto miraremos teoría, metodologías de valoración y beneficios y fallas de estos.

En Primer lugar daremos la definición de los pagos por servicios ambientales,. Estos una compensación por un acción que mejore el flujo un beneficio ambiental ejemplo la captación de carbono, hídrico, belleza paisajística y biodiversidad.

Luego miraremos como valorar el flujo y calidad de estos servicio ambientales. Esto se hace a través de modelos para cada servicio como por ejemplo: la captación de carbono con ecuaciones alometricas, hídrico con el costo oportunidad, belleza paisajística con el costo de viaje y biodiversidad con flujos futuros de ingresos por su aprovechamiento

Por ultimo veremos la viabilidad de un proyecto en Marinilla en la microcuenca La Barbacoas proponiendo un estudio en dos lugares: primero en la bocatoma de trasvase al acueducto y segundo en la cuchilla de los cedro,



## 1.1 Justificación

Los ecosistemas hacen posible la satisfacción de muchas necesidades del hombre; pero muchas veces el costo de estos no se percibe, pues no es necesario pagar directamente por su uso. Por esto se han usado muchos instrumentos desde multas, regulación entre otros.

Estos han demostrado muy poca efectividad dado que solo se ve como una reglamentación prohibitiva. Por esto es mejor la utilización de un instrumento que compense las actividades que generen beneficios ambientales. Buscando esto se han utilizado los pagos por servicios ambientales que genera una retribución por actividades que reduzcan la influencia negativa del hombre en el ambiente y que no se reduzcan los beneficios que esta presta, para esto miraremos un caso y cómo podemos ver su viabilidad en mercado en un territorio que exploraremos a continuación.

Marinilla es un municipio ubicado en el oriente antioqueño a 45 Km de la ciudad de Medellín. El Municipio tiene una altura promedio de 2.200 metros sobre el nivel del mar, goza de una temperatura promedio de 17 grados centígrados, tiene una extensión de  $118\text{Km}^2$  y sus límites son: al oriente con el municipio de El Peñol, al occidente con el municipio de Rionegro, al norte con el municipio de San Vicente Ferrer y al sur con el municipio de El Carmen de Viboral.

La economía del Municipio depende en un 40% del sector primario, siendo el de mayor aporte la agricultura. Sus principales productos son hortalizas como: habichuela, pimentón, remolacha, zanahoria, lechuga, coliflor, brócoli, repollo, frijol, alverja y papa. También cuenta con una pequeña ganadería doble propósito (carne y leche), y pequeñas explotaciones avícolas y piscícolas. En los últimos años se ha incursionado en cultivos de flores para exportación. Otro sector importante es el comercio, con un aporte a la economía del municipio en un 40% de la producción, con servicios como: tiendas, supermercados, hoteles y recientemente pequeños centros comerciales. Y en menor importancia la mediana y pequeña industria que aportan a la economía del municipio el 20% de la

producción en actividades como: empresas de aperitivos de licor y confecciones que maquila a grandes empresas industriales. (Sitio web Marinilla. 2011).

Las fuentes de agua potable que abastecen a los pobladores de Marinilla son dos pequeñas quebradas: La Barbacoas y la Bolsa. El caudal promedio de la quebrada de La Barbacoas es de  $0.81 \text{ M}^3/\text{s}$ , y La Bolsa aporta aproximadamente el 50% de la anterior. "La demanda anual, con 45 .000 habitantes, es de  $1.410.731 \text{ m}^3$ , si la población pasa a 60000 habitantes la demanda podría llegar a ser  $1.880.974,6 \text{ m}^3$  y la capacidad instalada para purificar es de  $4.665.600 \text{ m}^3$ "(Entrevista Conhydra Marinilla. 2010). Pero el problema de suministro hídrico, puede presentarse por dos situaciones: 1) las fuentes hídricas que puede variar en el tiempo de sequía y humedad, y si no hay un buen proyecto de regulación hídrica puede volverse inestable en época de invierno grandes inundaciones y en sequia muy bajo el caudal, este se da por sobreexplotación y deforestación. 2) la dificultad de purificación por erosión, llevando abundantes partículas o químicos provenientes de los cultivos al agua. Según datos de CORNARE estas dos cuencas presentan altos riesgos de contaminación por la cercanía de cultivos a estas fuentes que los agricultores de la región utilizan plaguicidas de categorías toxicológica I y II, mezclas tales como: Lannate, Tamatron, Gramafin, entre otros. (NOREÑA GIRALDO, 2003)

Este trabajo busca estudiar la viabilidad de un proyecto servicios ambientales hídricos en la cuenca La Barbacoas, localizada al noroeste del casco urbano del Municipio de Marinilla. Su cauce va de suroeste a noroeste y desemboca en El Rio Negro. A su paso recorre las veredas de Santa Cruz, Alto del Mercado, San José, Chocho Mayo, La Asunción y El Socorro. Tiene una longitud de 7.8 km de su cauce principal y abarca un área de influencia de  $14 \text{ Km}^2$ . En el momento es fuente secundaria de agua con su transvase a la cuenca La Bolsa es un aporte para el suministro de agua con proyección de 60.000 habitantes en el 2020, según El Plan de Desarrollo del municipio de Marinilla. (CORNARE, IDEA Y UN., 2005)

El Municipio de Marinilla está creciendo tanto en la parte urbanística como en la demográfica, por esto, los antiguos caserones de uno o dos pisos están siendo derribados para ser utilizados en construcciones de bloques de apartamentos de 5 y más pisos. También, en los terrenos baldíos está ocurriendo algo similar, para lo cual ya se expidieron muchas licencias de construcción. Fue así como en el 2009 se expidieron 194 licencias de construcción, cuya área se distribuye de la siguiente manera: 1.325,38 m<sup>2</sup> para Sótanos, 21.809,59m<sup>2</sup> para Primer piso, 21.213,69m<sup>2</sup> para segundo piso, 8.553,94m<sup>2</sup> para tercer piso, 4.395,68m<sup>2</sup> para cuarto piso y 4,698,60m<sup>2</sup> para quinto piso. Además, se expidió una licencia para un bloque de apartamentos de 10 pisos con un área de 2372m<sup>2</sup>.\*

En los meses de enero a abril de 2010, se había expedido 58 licencias de construcción con áreas distribuidas de la siguiente manera: 985,05m<sup>2</sup> para sótanos, 4.970,55m<sup>2</sup> para primer piso, 2700,53m<sup>2</sup> para segundo piso, 2432,13m<sup>2</sup> para tercer piso, 565,5m<sup>2</sup> para cuarto piso y 164,05m<sup>2</sup> para quinto piso. Esto se da por un aumento vertiginoso de la población urbana según pronósticos en los próximos 20 años. Los habitantes irán de 46.248 habitantes del año 2007 a 90.000 en el año 2027, con un 80% de población urbana (72.000) y un 20% de población rural (18.000)” (Marco general del plan de desarrollo 2008-2011)\*. A esta población se le debe garantizar un adecuado suministro de agua potable. (Entrevista a Sebastián Cadavid, Planeación municipal. 2011).

Estos datos han hecho que se generen inquietudes sobre la falta de un instrumento económico que lleve a la sostenibilidad de la disponibilidad y calidad futura de agua potable para los habitantes de Marinilla.

Para esto se han utilizado diferentes instrumentos, por la coacción como multas y regulación, a través de tasas que cobren por el uso del agua hasta en los últimos años que se han utilizado mecanismos en el que incentivan las buenas prácticas frente a los recursos naturales. Uno de estos instrumentos es el pago de servicios ambientales el cual busca incentivar al usuario de una tierra para darle un uso ambiental, que beneficie a la comunidad, donde su principal característica sea un acuerdo voluntario entre las partes.

Este proyecto es importante para incentivar la utilización de pagos por servicios ambientales para el oriente antioqueño.

A continuación se dará un vistazo a los casos de pagos por servicios ambientales que muestran las metodologías, los resultados y conclusiones que han generado.

Los servicios se deben valorar para cuantificar el flujo del servicio hídrico al hombre y el de captación de carbón entre otros, y conocer cómo estos son afectados por el hombre y el costo de evitar estos daños, por ejemplo el de la erosión de una cuenca hídrica.

## **1.2 Pregunta de investigación**

¿Qué instrumento económico permite mantener la sostenibilidad del servicio ambiental hídrico de la cuenca La Barbacoas?

## **1.3 Hipótesis**

La propuesta de un instrumento económico de pago por servicios ambientales para la cuenca La Barbacoas, permite asegurar a largo plazo el aprovisionamiento de agua potable para el municipio de Marinilla.

## **1.4 Objetivo generales**

Formular un instrumento económico para mantener la prestación de los servicios ambientales de la cuenca La Barbacoas, que asegure el abastecimiento del agua a la poblacional del municipio de Marinilla.

## **1.5 Objetivos específicos.**

- Evaluar los instrumentos económicos para valorar el servicio ambiental hídrico (SAH) a los terrenos cercanos a la cuenca La Barbacoas.
- Proponer un instrumento para llegar a un valor del servicio ambiental hídrico por hectárea, para los terrenos cercanos a la cuenca a La Barbacoas.

## **1.6 Alcances y limitaciones**

El proyecto tiene como meta lograr el estudio y análisis de un instrumento, para valorar el servicio ambiental hídrico de la cuenca La Barbacoas.

## **1.7 Metodología**

- Evaluar un instrumento económico para la sostenibilidad del servicio ambiental hídrico.
- Elección del método de valoración.

## **Capítulo dos: Teoría de pago por**

### **Servicios ambientales.**

Los pagos por servicios ambientales surgen de la necesidad de implementar políticas efectivas que combinen la maximización de recursos y esfuerzos para la sostenibilidad de los ecosistemas que prestan un servicio ambiental, frente al fracaso o poco éxito de otras medidas con igual fin, ofreciendo una remuneración económica o en servicios como: construcción y dotación de escuelas, acueductos, carreteras etc. a las personas que poseen el derecho del ecosistema prestador del servicio.

El ambiente tiene una gran importancia para los hombres en todas sus actividades en la economía, es fuente de crecimiento. Siendo una de las formas de dinamización de la economía junto a la generación de capital o a través de explotar su stock de recursos naturales. Mediante extracción de materias primas para producción o venta a otros.

Mantener un stock de capital natural es importante porque de ello depende la sostenibilidad del sistema; pero no es fácil de lograrlo, porque el capital natural que podemos discriminar en capital natural renovable y capital natural no renovable es muy sensible al menoscabo y las posibilidades de sustitución por capital manufacturado en muchos de sus componentes es difícil y la de recuperación casi que imposible. No hay que olvidar que la recuperabilidad se mide a través de la estabilidad ambiental de los ecosistemas.

Con los pagos se busca mejorar la calidad y cantidad de servicios ambientales que provee los ecosistemas y como una forma de mejorar la calidad de vida, e ingresos de la población asentada cerca del ambiente intervenido.

En este capítulo exploraremos la teoría del pago por servicios ambientales utilizado como modelo para políticas ambientales en diversos casos, como

agroambientales, políticas para reducir la emisión de CO<sub>2</sub> en la atmósfera y combatir el calentamiento global.

Se estudiará son los servicios ambientales y los tipos de servicio, además se verá cómo estos interactúan con la vida humana en diversas actividades desde producción, alimentación, vida y diversión. Y conoceremos diversas experiencias del mundo, de Latinoamérica y de Colombia. Al final se mostrarán contrastes entre las diferentes políticas de servicios ambientales de estas experiencias.

## **2.1 Conceptos básicos de servicio ambiental.**

Estos son los beneficios que suministran los ecosistemas a los seres humanos. De acuerdo a esto los pagos por servicios ambientales se pueden clasificar según sus aspectos funcionales y tipo de servicio.

### **2.1.1 Según aspectos funcionales.**

**Suministro:** estos son en los que la naturaleza produce como recursos naturales entre ellos alimentos, agua, madera y fibras.

**Regulación:** es un servicio que mantiene el equilibrio frente a fenómenos naturales como reducción de inundaciones, sequías, erosión y enfermedades.

**Apoyo:** son los que ayudan a instaurar procesos productivos como generación de suelos y absorción de nutrientes.

**Culturales:** son los que sirven al hombre en el desarrollo de costumbres y tradiciones. (Mayrand, Paquin, Carpentier, 2004).

### **2.1.2 Según el tipo de servicio.**

**Captura de carbono:** es el servicio que prestan los árboles al capturar CO<sub>2</sub> y descargar oxígeno.

**Hidrológico:** es el servicio que presta la flora en abastecimiento, regulación y potabilidad del agua para ser consumido por usuarios como: acueductos, agroindustria, industria e hidroeléctricas.

**Biodiversidad:** son los beneficios futuros que puede traer la riqueza genética en medicinas o el valor de existencia en sí de ésta.

Paisajístico: es el servicio que presta un ecosistema por su hermosura a la vista y contemplación en ecoturismo. (Mayrand, Paquin, Carpentier, 2004).

### 2.1.3 Los pagos por servicios ambientales

Son un instrumento para realizar una transferencia voluntaria por la ejecución de actividades que lleven a mejorar la calidad o cantidad de un servicio ecosistémico. Es una alternativa a procesos, por ejemplo el de pagar por contaminar, buscando mayor eficiencia en el diseño de programas ambientales.

Las principales características de un proyecto de pago por servicios ambientales son:

**La voluntariedad:** los actores lo hacen con libertad por un incentivo económico o en beneficios como mejoras viales y otros.

**Servicio ambiental:** es un beneficio proveído por un ecosistema.

**Compradores:** son los que pagan por el servicio y pueden ser los beneficiarios directos o terceros como: ONG e instituciones gubernamentales interesadas en la mejora de calidad de vida de personas o cuidado ambiental.

**Usuarios directos:** son los que se ven beneficiados o afectados por la ausencia del flujo del servicio ambiental ejemplo: Agroindustria, farmacéuticas, hidroeléctricas, acueductos, personas que viven en la región y empresas turísticas.

**No-usuarios:** son los que no se ven beneficiados o afectados directamente por la ausencia del flujo del servicio ambiental ejemplo: ONG, Entidades filántropas, y el gobierno.



**Vendedores:** son los que pueden generar actividades para mejorar o sostener un servicio ambiental, teniendo el derecho sobre alguna parte del ecosistema que presta el servicio.

**Transacción:** es la forma de retribución a los vendedores, puede ser monetaria, en especie, en servicios o bienes públicos como puentes o mejoramiento de vías. (Mayrand, K., Paquin, M., & Carpentier, C. L. (2004).

Los pagos se estiman a través del flujo del servicio ambiental, la calidad y la cantidad de este y de los costos que conlleva la mejora o protección de ecosistemas que lo presta.

## **2.2 Mecanismo de pago por servicios ambientales:**

### **2.2.1 El primer pasó**

Se inicia con una negociación para llegar a un compromiso entre comprador y vendedor para pactar un pago e informarse sobre las calidades del proyecto y las características de un pago por servicios ambientales se sobre actividades a realizar por el vendedor como:

**Uso del suelo:** es cuando se busca que se cambie el uso actual o que no se haga uso como en el caso de protección de Bosques o cuencas hídricas.

**Cultivo de árboles:** cuando se plantan árboles para capturar carbón.

**Cambios productivos:** cuando se produce de forma sostenible, por ejemplo agricultura limpia.

**Apoyo biológico:** es cuando a través de actividades humanas se ayuda a los mecanismos de los ecosistemas, por ejemplo la polinización y control de plagas.

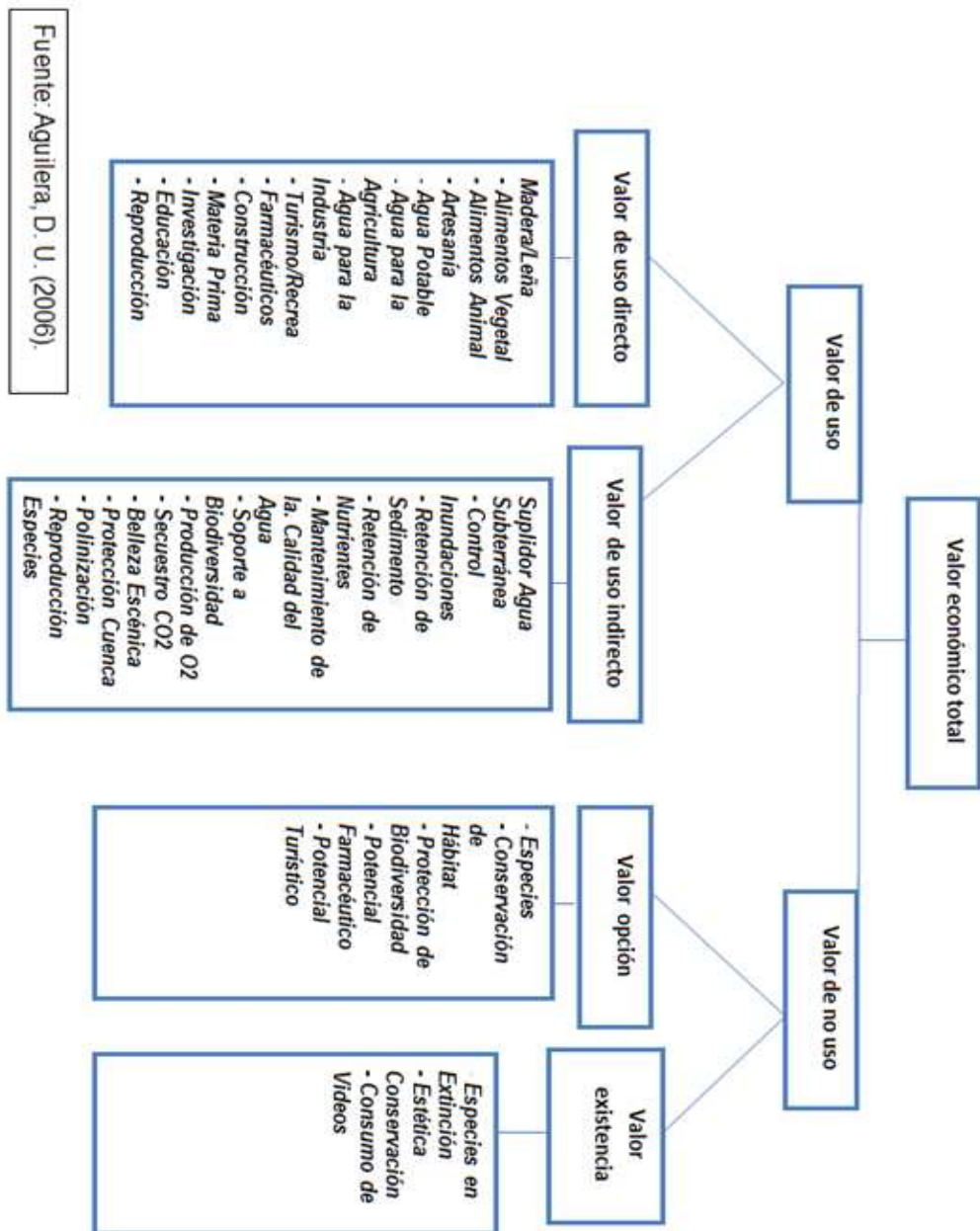
### **2.2.2 El segundo pasó**

En este paso se estudia a los métodos para valoración de actividades y servicios ambientales.

Una forma para realizar esto es cuantificar los costos de las inversiones necesarias para mejorar el flujo del servicio, para esto se contabiliza los insumos, el costo oportunidad y la mano de obra necesaria. De otro lado se valora el bien, que no es cuantificado por el mercado, para esto se mide el beneficio para llegar a un valor económico total que se divide en valores de uso y no uso. Los valores de uso a su vez se dividen en de uso directo y de uso indirecto.

Los valores de uso directo son relativamente sencillos de calcular, pues se refieren a productos que se pueden consumir directamente: Como alimentos, vestuario, vivienda educación, salud etc. Los de uso indirecto, son más difíciles de calcular, porque se refieren a beneficios denominados funcionales como: regulación del clima, protección contra crecientes etc.

Los valores de no uso es lo que se refiere al beneficio que trae su existencia por si misma o para uso futuros. Los de existencia son los que se derivan del conocer su presencia en una región y los de opción es el valor que generara el beneficio de su uso futuro. En el mapa conceptual hay ejemplos de estos valores.



**Gráfico 1.** Mapa Conceptual de los tipos de valor

### 2.2.3 Tercer paso

Por último se decide la forma de pago que puede ser en dinero o servicios y se institucionaliza a través del contrato entre las partes.

### **2.3 Experiencias de otros países**

A continuación veremos cómo se ha aplicado el pago de servicios ambientales en diversos países.

En Estados Unidos en el caso CRP y EQIP Conservation Reserve Program (CRP) and the Environmental Quality Incentives Program (EQIP). (1930) se pagó por el servicio de reposo de tierras con lo que se buscaba suspender la producción en las tierras para evitar la erosión y pérdida de la fertilidad. El servicio se valoró por el costo de oportunidad de la producción agrícola. Los beneficios del proyecto fueron muy pocos frente a los costos, por la forma de elección en una subasta inversa por los costos de oportunidad sin tener en cuenta otras variables, lo que llevó a una selección adversa de las tierras menos fértiles. ( Roger Claassen, 2008)

En Vietnam con el programa 5MHRP se pagó por la no deforestación de árboles y evitar las quemadas y generar captura de carbono. Este se valoró a través de un ejercicio de una subasta de los costos de dejar las actividades de los campesinos. El éxito de este programa fue reducido, porque los campesinos no eran realmente propietarios de las tierras, por lo tanto no podían elegir la actividad a realizar. ( Pham Van Hung, 2008)

En Suráfrica un proyecto del Departamento de asuntos hídricos cuyo objetivo era restaurar la regulación hídrica de los humedales afectada por la proliferación de plantas exóticas. Este se financió por el cobro del servicio del agua y se logró la eliminación de plantas exóticas y la generación de empleo. ( J.K. Turpie, C, 2008)

En Costa Rica se planteó el proyecto del acueducto de Heredia para enfocarse en el problema de escases de agua y la degradación de las fuentes hídricas. En este caso la valoración se hizo a través por la importancia del bosque en sus niveles de captación del bosque de las aguas lluvias que se filtra a las cuencas hídricas durante el tiempo de sequía. Con este proyecto se logró crear una cultura ambiental y generó unos ingresos alternativos a los campesinos. ( Stefano Pagiola, 2008)

En Honduras se hizo un estudio para un proyecto por pago de servicios ambientales hídricos en el río Copan. Este se valoró por el costo de oportunidad del cultivo del café y permitió la protección de 119 hectáreas con muy alta prioridad y 181 con alta prioridad.( R. Madrigal Ballester,2008)

En Nicaragua la empresa de acueducto de río blanco planteó un proyecto para detener la deforestación de las tierras cercanas a las cuencas hídricas y pago a los campesinos según la demanda de metros cúbicos.( Gabriela L. Encalada Romero,2006)

En Bolivia se trabajó el río negro ubicado en el parque nacional Amoro en servicios hídricos y protección de fauna por el alto riesgo de deforestación de 2774 hectáreas cercanas a cuencas hídricas y la extinción de 11 aves migratorias.( Nigel M. Asquith,2008)

En Ecuador se realizaron dos proyectos. Uno en Pimiparo de servicio hídrico donde se valoró según el costo de oportunidad dividido demanda de agua en metros cúbicos., en este se protegió 548 hectáreas. El segundo en el Chaco también se valoró por lo mismo, pero, se tuvo en cuenta costos de restauración como costo lineal de cercas y costos de plantación de árboles se protegieron 335 hectáreas y se prestó el servicio de agua a 850 familias.( Sven Wunder,2008)

En Colombia el proyecto de Villa de Leiva en la cuenca Chaina se realizó un proyecto dado el alto índice de sequía en esta región. Este se valoró por valor de uso, no uso y el costo de oportunidad. Con este proyecto se logró que la quebrada de Chaina quedara en los planes de manejo hídrico de Corpo Boyacá.( Sarah Hernández P,2005)

Como vemos en las diferentes regiones se han usado diversas formas de valorar los servicios ambientales como Estados Unidos, el cual se basa en los costos oportunidad, generando un mercado por la competencia de los campesinos por el menor costo oportunidad, en cambio en Europa se mira los costos oportunidad pero a su vez se miran aspectos como las especies animales y vegetales protegidas y su valor ecológico, cultural y paisajístico y finalmente en

Latinoamérica se mira los cambios cualitativos y cuantitativos en ambiente frente a sus costos oportunidad de no ejercer actividades productivas. Estas han traído diversos resultados como en Estados Unidos que han sido bajos por elegir el menor costo oportunidad que genera una elección inversa de las peores tierras. En Europa se ha valorado a las campiñas por su paisaje y fauna que se convierte en un atractivo turístico y en Latinoamérica se ha incentivado actividades para protección de servicios ambientales útiles para la vida humana como agua y aire limpio.

Miraremos las diferencias de las políticas que han adaptado los países para utilizar pagos por servicios ambientales como una forma de mantener su stock de recurso natural.

#### **2.4 Comparación de políticas ambientales de pago de servicios ambientales de Europa y Estados unidos.**

Las políticas agroambientales son ejemplo de la utilización de pagos ambientales reduciendo las externalidades negativas de la producción agraria y sirviendo como medio de transferencia a los agricultores. Pero entre ellas hay diferencias, mientras en EE.UU se miran externalidades solamente del lado de erosión y degradación de suelos, en la UE también se tienen en cuenta otros servicios como: hábitat de animales tanto nativos como de migración, belleza paisajística entre otros. Miraremos algunas diferencias entre las políticas de pagos ambientales de EE.UU, EU y de Costa Rica y el resto de Latinoamérica. (Baylis, Peplow, Rausser, Simon, 2008).

Se realizará una comparación de los proyectos de países desarrollados Europa y Estados Unidos basados en artículo "Agri-environmental policies in the EU and United States: A comparison, Ecological Economics (2008) y la experiencia Latinoamérica en diferentes proyectos mencionados antes.

Elementos de políticas ambientales de EE.UU, UE, Costa Rica y resto de Latinoamérica.

En Costa Rica el origen de la protección del ambiente es una obligación del gobierno. Desde 1930 existe el programa CRP para protección de suelos. Se formuló a través de la reforma de la ley agrícola en 1992. Tiene su origen en el CAF (Certificado de Abono Forestal) desde 1986 y después se replicó en otros países de la región.

**Servicio** Se centra en las externalidades negativas como erosión y pérdida de nutrientes de los suelos. Se tiene una visión amplia hacia la protección de fauna y flora silvestre causada por agricultura y las especies foráneas. Se basa en la mejora de flujo de servicios y se focaliza en proyectos de servicios hídricos, captación de carbón y ecoturismo.

**Valoración** Para valorar se necesita conocer los beneficios que y los costos de las tierras que lo soliciten. Se incluye para valorar diferentes aspectos como protección de la biosfera, de mantenimiento de campos agrícolas de abandono, y la preservación de diversidad en sentido amplio. Se utilizan mecanismos que calculan la cantidad y calidad del servicio instrumento de valoración.

## 2.5 Comparación de diferentes países:

**Tabla 1.** Comparación entre países en la utilización de pago por servicios

<b>Elemento</b>	<b>EE.UU</b>	<b>UE</b>	<b>Costa Rica y resto de Latinoamérica.</b>
<b>Origen</b>	La protección del ambiente es una obligación del gobierno. Desde 1930 existe el programa CRP para protección de suelos.	Se formuló a través de la reforma de la ley agrícola en 1992.	Tiene su origen en el CAF (Certificado de Abono Forestal) desde 1986 y después se replicó en otros países de la región.
<b>Servicio</b>	Se centra en las externalidades	Se tiene una visión amplia hacia la	Se basa en la mejora de flujo de servicios y

	negativas como erosión y pérdida de nutrientes de los suelos.	protección de fauna y flora silvestre causada por agricultura y las especies foráneas.	se focaliza en proyectos de servicios hídricos, captación de carbón y ecoturismo.
<b>Valoración</b>	Para valorar se necesita conocer los beneficios que y los costos de las tierras que lo soliciten.	Se incluye para valorar diferentes aspectos como protección de la biosfera, de mantenimiento de campos agrícolas de abandono, y la preservación de diversidad en sentido amplio.	Se utilizan mecanismos que calculan la cantidad y calidad del servicio.
<b>Instrumento de valoración.</b>	Se utiliza el costo de oportunidad y se elige por subasta inversa los que entran en los proyectos.	Se utiliza el costo de oportunidad y sistemas para valorar biodiversidad y belleza paisajística.	Se han usado formas cuantitativas calculan el costo oportunidad de actividades que se dejan de ejercer y cualitativas a través de tener en cuenta con repercuten las nuevas actividades en ambiente como un factor de captación de agua, factor de



			reducción de sedimentación etc.
<b>Pagos.</b>	Son el costo oportunidad presentado por el participante.	Son el costo oportunidad presentado por el participante y los valores ambientales según sea.	Son valores fijados por el proceso de valoración cuantitativa y ccualitativa.
<b>Vendedores</b>	Los vendedores se eligen según una relación costo beneficio que presentan los interesados.	La inscripción es voluntaria disponen de las tierras que quieran dedicar al proyecto y no hay competencia.	Los vendedores son escogidos entre los dueños de los derechos de las tierras para los proyectos.

Fuente. ( Seven Wunder,2005)

ambientales..

Por último los pagos por servicios ambientales son una forma de compensar buenas prácticas ambientales y de reducción de contaminación.

## Capítulo tres: Metodología de valoración del pago por servicio ambiental

Para valorar los diferentes servicios prestados por los ecosistemas se utiliza una diversidad de métodos, que dependerán del servicio y de las características de la zona y de la población beneficiada directa e indirectamente por el servicio. Entre las metodologías utilizadas se encuentran el de la captura de carbono, los que estiman el valor de los servicios hídricos, la belleza paisajística y por último el valor de la biodiversidad.

En este capítulo se presentan la metodologías como el de captura de  $CO_2$  que está enmarcada por medidas mundiales tomadas en Kioto, Copenhague y por el IPCC (Panel intergubernamental sobre cambio climático), para esto se enfoca la captación de carbono de los árboles y liberación de oxígeno que reduce la presencia de dióxido de carbono en la atmosfera, por eso se utilizan modelos de medición de biomasa mediante ecuaciones alométricas<sup>1</sup>. Adicionalmente, se presentan la metodología de costo de oportunidad para valorar los servicios del componente el hídrico, el de costo de viaje para valorar la belleza paisajística y por último el de biodiversidad por el valor presente de su valor opción futuro

A continuación se presentan con más detalle cada una de las metodologías de valoración de los diferentes servicios ambientales comenzando con captación de carbono hasta llegar a biodiversidad.

---

<sup>1</sup> Ecuaciones alométricas: son ecuaciones que miden el crecimiento de la biomasa de los árboles, tronco, hojas, tallo y raíz.

### 3.1. Captación de carbono

La valoración del carbono busca conocer la cantidad de  $CO_2$  que secuestra un bosque. Para cuantificar la captación se deben tener en cuenta los siguientes pasos.

#### 3.1.1 Primer paso

Se calcula el volumen de diámetros de árboles por hectárea, calculado por el factor de expansión que es el crecimiento de diámetro de los trocos de los árboles, que puede obtenerse por hectárea en el terreno dado en metro cúbico por hectárea, que se representa por:

Si es mayor de  $250 m^3/ha$  es:

$$FEV = e^{(1,3-0,209*(\ln(V)))}. \quad (1)$$

Si es menor de  $250 m^3/ha$  es:

$$FEV = 1,13. \quad (2)$$

En donde  $FEV$ : Factor de expansión del volumen;  $V$ : volumen del diámetro por metro cúbico. También es necesario medir el factor de expansión que es el crecimiento de la biomasa por hectárea y va dado por toneladas por hectárea:

Si es mayor de  $190 t/ha$  es

$$FEBM = e^{(3,213-0,506*(\ln(bm)))} \quad (3)$$

Si es menor de  $190 t/ha$  es

$$FEBM = 1,75 \quad (4)$$

En donde  $FEM$ : Factor de expansión de Biomasa y  $bm$ : Biomasa. Estas ecuaciones se utilizan como un dato para el próximo paso en el que se calcula la capacidad de absorción de carbón en los árboles.

### 3.1.2 Segundo paso.

Se mide la absorción de carbón del bosque en porcentaje a la biomasa. Para esto primero se hace una medición del carbono existente y luego de la capacidad de fijación:

Para medir el carbón que reposa en los arboles de ciertas dimensiones se tiene:

$$C_{bm} = A_T * B_L * R_C \quad (5)$$

En donde:  $C_{bm}$  : Carbón contenido en el bosque. ;  $A_T$ : Área total del bosque.;  $B_L$ : Biomasa del bosque por hectárea;  $R_C$  : Contenido carbón biomasa.

El contenido del carbono de un bosque está dado por  $A_T$  : área total del bosque en hectáreas, por  $B_L$  que es un promedio de la biomasa en una hectaria, el cual, resulta de la toma de varios valores de frecuencia de expansión de biomasa y se multiplica por  $R_C$ , que es una media en una muestra del porcentaje de contenido de carbón del bosque.

Luego se mira la capacidad de fijación del bosque

$$C_F = A * (\Delta BMA * D_{bm}) * 0,5 \quad (6)$$

En donde  $C_F$ : Captación fijada;  $A$ : área bosque;  $\Delta BMA$ : incremento masa anual;  $D_{bm}$ : Densidad masa.

La captación depende del área cultivada de bosque por un una tasa de crecimiento de masa de los árboles por la densidad de biomasa por hectárea de bosque por un factor del 50%.

Con el contenido de carbón por hectárea se halla la emisión evitada.

$$EE = A * C_{ha} * (1 - T_d) \quad (7)$$

En donde  $A$ : área bosque;  $C$ : Captación hectárea que es igual a  $\frac{C}{A}$ ;  $T$  = tasa de deforestación.

Este depende del área de bosque por la  $C$  por hectárea y se reduce según sea la tasa de deforestación  $T$  que presenta la zona.

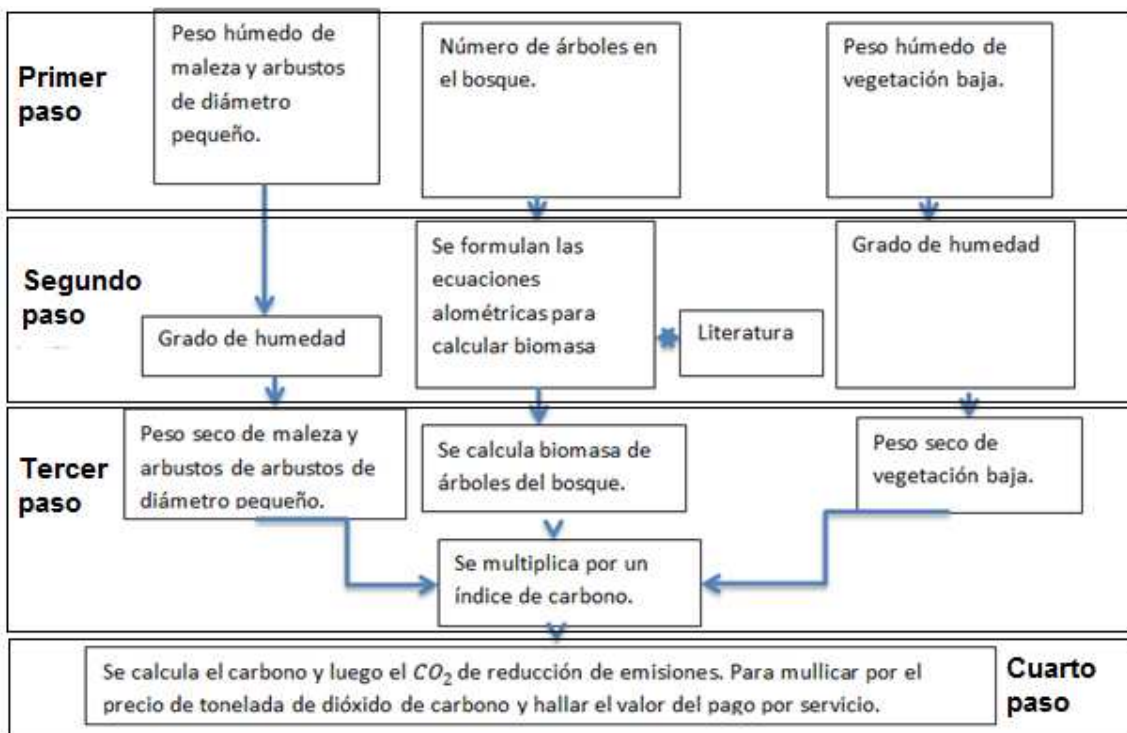
Por último se tiene relación de carbón y dióxido de carbono capturado, para fijar el carbono y liberar oxígeno el cual se relaciona por:

(8)En

dónde  $C$ : Carbono;  $R$  — Es la relación de química de C en  $\frac{C}{R}$ .

### 3.1.3 Tercer paso

**Gráfico 2.** Pasos para el cálculo de cantidad de  $CO_2$ , para servicios ambientales



**Fuente:** Entrevista a Ingeniero Masbosques marzo 2011

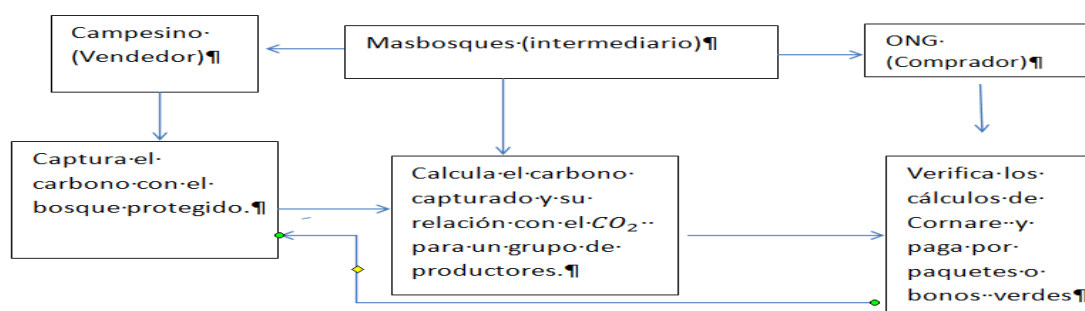
Para calcular el dióxido de carbono captado se usa un sistema de medición el cual consta de 4 pasos. En el primer paso se determina el peso con humedad, en el

segundo paso se analiza la humedad y se calculan las ecuaciones de biomasa, en el tercer paso se calcula el peso seco y la DAP por el carbón capturado, y en el cuarto paso se cuantifica el carbono fijado en los árboles, con el que se halla el  $CO_2$  que reacciona para emitir oxígeno en la fotosíntesis.

### 3.1.4 Cuarto paso

Se calcula el valor a pagar que se dispone por la cantidad y precio internacional dado por las políticas globales, por la cantidad de dióxido de carbono  $CO_2$  absorbido de la atmósfera, que junto a otros generan el efecto invernadero como el metano  $CH_4$  y el monóxido que aunque duran menos en la atmósfera por su periodo de vida media, tienen las mismas repercusiones. Para esto se creó el IPCC (El panel intergubernamental sobre cambio), el cual en el 2007 en el tercer volumen en el que se habló de costos, políticas y tecnologías que se necesitan para reducción de calentamiento, entre estos la captación de carbono. (Segura, M., Somarriba, E., & Villalobos, M. (2008). La cantidad de  $CO_2$  captado para su pago en bonos verdes está dado por una medición que hacen las dos partes, tanto comprador como vendedor, un ejemplo es de Masbosques una corporación adscrita a Cornare.

**Gráfico 3.** Forma de negociación por captura de  $CO_2$

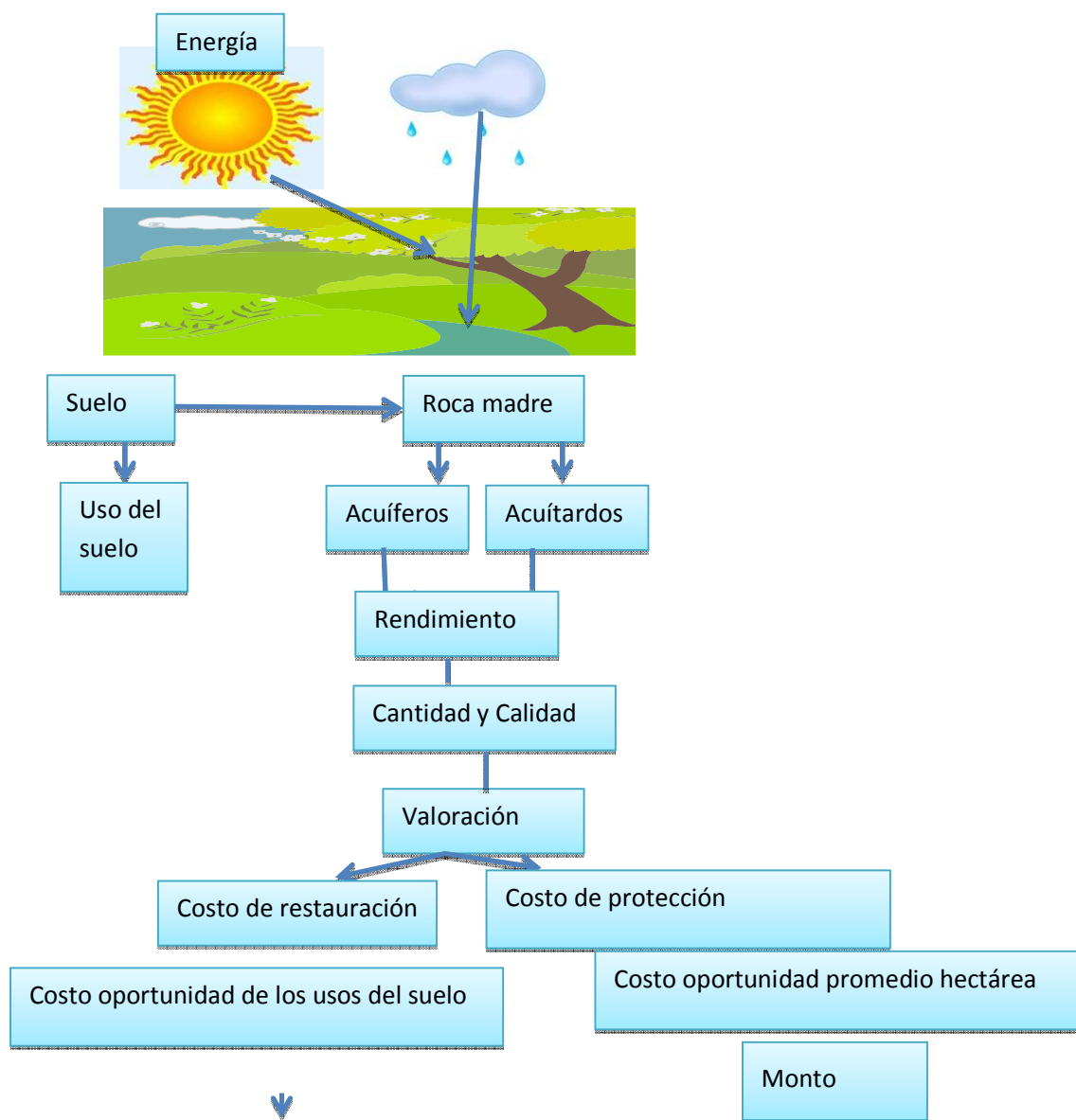


**Fuente:** Masbosques 2009

Primero los campesinos presentan los terrenos en los que quieren cultivar arboles y demuestra que busca cuidarlo para capturar carbón y se une a proyectos con la intermediación de Masbosques y esta negocia con ONG siguiendo un plan de cultivo, cuantificación y por fin pago que distribuye a los participantes equitativamente

**3.2 Servicios hídricos.** Esta se calcula con los costos que traería al propietario de los derechos sobre las tierras sustituir sus cultivos por la restauración y protección del ecosistema. En este caso dependiendo de las variables que se utilicen se define el modelo. A continuación miraremos los parámetros que se tienen en cuenta para la valoración del servicio hidrológico. Estos van dados por los ciclos del agua y por la influencia de fenómenos ambientales sobre este.

**Gráfico 4.** Características para la valoración de servicios ambientales hídrico.



Fuente: (Reyes, V., Fallas, J., Miranda, M., Segura, O., & Sánchez, R. (2002))

El primer punto a tratar es como la evaporación y la lluvia producen un flujo del agua, luego vemos que el agua al llover tiene contacto con el suelo y tiene un proceso de filtración según las condiciones del suelo, si este está con cobertura lo hace con lentitud por roca madre llegando a acuíferos subterráneos y luego a cuencas hídricas, ríos, lagos y por último el mar. No obstante, si el terreno está deforestado se erosiona la tierra causa inundaciones o avalanchas y en épocas de sequía escasea el agua.

Para ver como se han utilizado estas características miraremos como la valoración depende del uso de la tierra y del flujo de agua para valorar el servicio ambiental hídrico utilizando ecuaciones. Evaluando los costos de recuperación y protección.

En Costa Rica en el proyecto en Heredia, (Stefano Pagiola, 2008) se ha usado la siguiente fórmula:

$$VR = \sum_{i=1}^n \frac{\alpha_i C_{ij} Ar_i}{C_o} \quad (9)$$

En donde  $VR$ : Valor restauración;  $\alpha_i$ : Importancia del bosque en captación de agua;  $C_{ij}$ : Costo de la actividad  $j$  dedicada a restaurar cueca  $i$ ;  $Ar_i$ : Área restaurada;  $hc$ : Agua captada por el bosque

Para estimar el valor de restauración que es la cuantificación de restaurar el bosque para el mejoramiento del servicio hídrico es necesario tener el valor de  $\alpha_i$ , dado por un estudio de un experto en temas forestales, a través de análisis de campo que mide la importancia de captación de los árboles, el  $C_{ij}$  es el costo de las actividades para recuperar la cuenca por el área restaurada y se divide por  $C_o$  el costo oportunidad se calcula por la rentabilidad de la actividad a ejecutar en estas tierras.

$$VC = \sum_{i=1}^n \frac{\alpha_i B_i Ab_i}{hc} \quad (10)$$

En donde  $\alpha_i$ : Importancia del bosque en captación de agua;  $B_i$ : Costo oportunidad de la actividad que compite con el bosque;  $Ab_i$ : Área de bosque y  $hc$ : Agua captada por el bosque.



Para estimar el valor la captura de agua por el bosque es necesario tener el valor de  $\alpha_i$ , dado por un estudio de un experto en temas forestales, a través de análisis de campo que mide la importancia de captación de los árboles, el  $B_{ij}$  es el costo de las actividades que compiten con el bosque por el área del bosque  $Ab_i$  y se divide por  $hc$  es agua captada por el bosque hectárea (Heredia, P. D., & Rica, C. (2000).

Otros métodos usados en casos como en Ecuador y Honduras se han utilizado un modelo que mira el costo oportunidad y demanda hídrica, para protección y restauración. ( Sven Wunder,2008)

$$VP = \frac{C_o * hp}{Dm^3} \quad (11)$$

En dónde:  $VP$ : Valor protección;  $C_o$ : Costo oportunidad;  $hp$ : Hectáreas protegidas;  $Dm^3$ : Demanda metros cúbico

El valor de protección son los costos de proteger bosque nativo van dados por el costo oportunidad ( $C_o$ ) de la actividad que se puede realizar si se deforesta por las hectáreas protegidas por esto tiene una relación positiva con ambos y se divide por la demanda de agua.

$$VR = \frac{(C_{ml} * pc) + (C_p * h_{pl} * 3) + (C_m * h_{pl} * 3)}{Dm^3} \quad (12)$$

En dónde  $VR$ : Valor restauración;  $C_{ml}$ : Costo metro lineal de cerca;  $pc$ : Perímetro cercado;  $C_p$ : Costo de plantear;  $h_{pl}$ : Hectárea plantada;  $C_m$ : Costo de mantener plantaciones.

Para estimar el valor da restauración que es la cuantificación de restaurar el bosque para el mejoramiento del servicio hídrico es necesario tener el valor de  $\alpha_i$ , dado por un estudio de un experto en temas forestales, a través de análisis de campo que mide la importancia de captación de los árboles, el  $C_{ij}$  es el costo de las actividades para recuperar la cuenca por el área restaurada y se divide por  $C_o$

el costo oportunidad se calcula por la rentabilidad de la actividad a ejecutar en estas tierras.

Haciendo una comparación da como resultado:

**Tabla 2.** Resultados de las formas de pago por servicios ambientales

Dinero	Especie
Se gasta y no deja beneficio a largo plazo.	Poco incentivo pues es más visible el pago en dinero.
El propietario piensa que pierde el derecho de uso.	Los bienes son bienes inflexible o intransferibles en el mercado

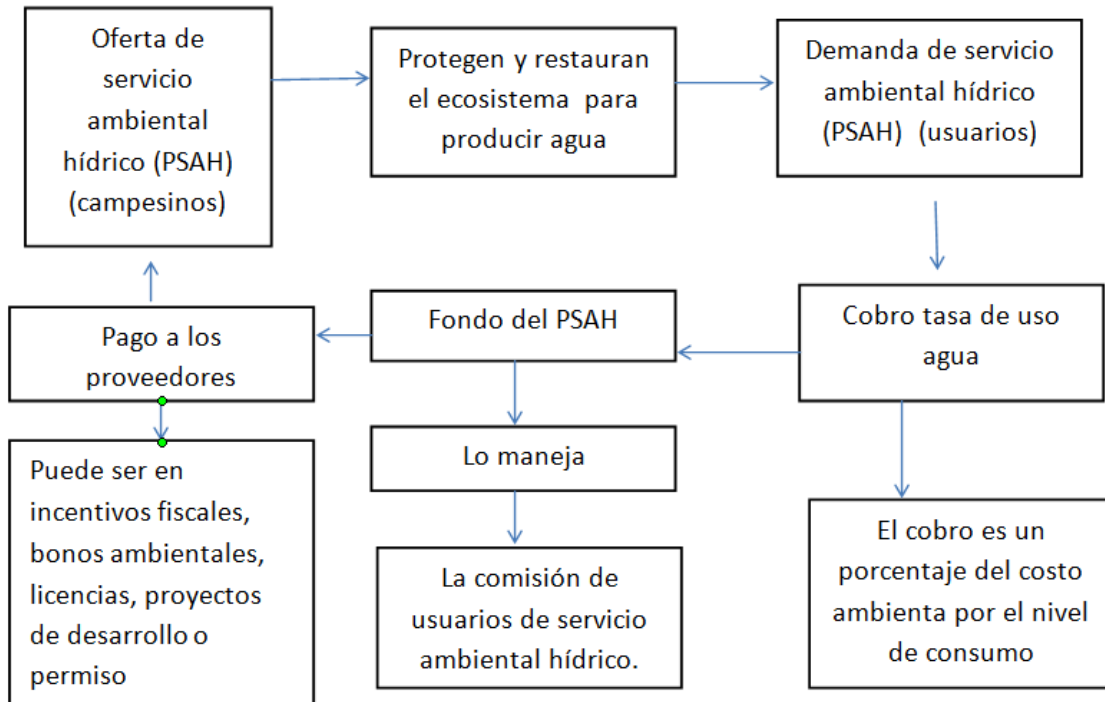
**Fuente:** ( Seven Wunder,2005)

Por esto es mejor utilizar un modelo mixto que aplique ambas formas de pago ( Seven Wunder,2005)

En Centroamérica los mecanismos de pagos por servicios se enfocan municipios hasta llegar a un modelo de PSA, que a diferencia de una tasa o un subsidio. No es una transferencia o una indemnización sino un pago por la interiorización del costo ambiental. El modelo está dado por varios pasos que son

### 3.2.1 Modelo de manejo de pagos por servicios ambientales hídricos

**Gráfico 5.** Funcionamiento del fondo para pago por servicios ambientales hídricos.



**Fuente:** Xenia Marín, 2004

El primer paso es como los oferentes protegen el ecosistema para la generación de agua con reforestación o no tala, luego los usuarios usan el agua y reciben un cobro por el volumen dado y este se lleva a un fondo que lo maneja una comisión de usuarios del servicio ambiental hídrico el cual decide la forma de pago sea individual o colectiva a los productores. Un pago individual puede ser en efectivo en especies y el en colectivo puede ser proyecto de desarrollo como puentes u otras mejoras o proyectos productivos.

### 3.3 Belleza paisajística.

Miraremos el servicio de belleza estética, el cual se cuantifica a través del método del costo de viaje que las personas están dispuestas a gastar para ir a un determinado lugar. Se basa en la maximización de la utilidad en una restricción presupuestaria, y expresa las posibilidades de decisión de la siguiente manera:

### 3.3.1 Modelo teórico.

Primero es un conjunto de bienes en función de utilidad, en este caso se tendrán en cuenta los viajes y otro bien hicksiano, que es una canasta del resto de bienes que consume la familia.

$$U(x, y) \quad (13)$$

Se estudia la restricción presupuestaria mirando primero las rentas de la familia que provienen del trabajo y otras fuentes como intereses, arriendos o subsidios.

$$m = d + wt_w \quad (14)$$

En donde  $m$ : Ingreso;  $d$ : Ingreso que no depende del trabajo;  $w$ : salario día;  $t_w$ : Días de trabajo

Luego se miran los costos de los bienes observando los asociados a la canasta de bienes sin restricción de tiempo y los del viaje y estadía en el lugar. Los costos del viaje pueden ser de dos tipos directos como son: pasajes, peajes, gasolina, e indirectos como el costo del tiempo.

$$g = py + (c_1 + c_2)x \quad (15)$$

n dónde:  $py$ : Precio por la canasta de bienes y  $c_1, c_2$ : Costo viaje y estadía

También se mira la restricción del tiempo en el viaje, calculando el tiempo total:

$$T = t_w + (t_1 + t_2)x \quad (16)$$

$t_1$  y  $t_2$ : Días de viaje y estadía

La maximización se daría por:

$$MAX U(x, y) \quad (17)$$

Con la restricción de.

$$d + wt_w = pz + (c_1 + c_2)x \quad (18)$$

Despejando el  $t_w$  de trabajo que sería:

$$t_w = T - (t_1 + t_2)x \quad (19)$$

Resulta una ecuación dada por:

$$d + w(T - (t_1 + t_2)x) = py + (c_1 + c_2)x \quad (20)$$

$$d + wT = w(t_1 + t_2)x + py + (c_1 + c_2)x \quad (21)$$

$$d + wT = py + [(wt_1 + c_1) + (wt_2 + c_2)]x \quad (22)$$

Con esto se puede deducir que  $wT$  es la ganancia, si todo el tiempo se dedica el trabajo y  $wt_1$  y  $wt_2$  es el costo oportunidad en salario por tiempo no trabajado dedicado al viaje y el que permanece en él lugar.

Maximizando la utilidad dada por  $U(x, y)$  sujeta a la restricción presupuestaria:

$$d + wT = py + [(wt_1 + c_1) + (wt_2 + c_2)]x \quad (23)$$

Utilizando el multiplicador de LaGrange quedaría:

$$L = U(x, y) + \lambda(d + wT - [(wt_1 + c_1)x + (wt_2 + c_2)]x) - py \quad (24)$$

Dando solución a los criterios de maximización de primer grado, el resultado es:

$$\frac{\partial U}{\partial x} = (wt_1 + c_1) + (wt_2 + c_2) \quad (25)$$

$$\frac{\partial U}{\partial y} = \lambda p \quad (26)$$

Describiendo las demandas Marchalianas y Hicsiana serían:

$$m^* = py + [(wt_1 + c_1) + (wt_2 + c_2)]x \quad (27)$$

$$m^* = d + wT \quad (28)$$

Con lo anterior, los resultados se da estimación de los interceptos

$$x = x(p_x, m^*) \quad (29)$$

$$y = y(p_y, m^*). \quad (30)$$

### 3.3.2 Modelo estadístico.

Para llevarlo a un modelo estadístico ejecutan varios pasos.

#### Paso uno

Se selecciona el territorio a evaluar y se realiza una medición de las hectáreas. Para esto se indaga a nivel nacional áreas de estratégicas de protección, así mismo se estudia a nivel departamental y corporaciones autónomas áreas de protección, humedales, actitud forestal y áreas de cuencas con estudios de PONCAS. También es importante mirar el POT del municipio.

Se localiza la información espacialmente de la oferta natural y demanda humana para ver el balance.

Es importante que exista un interés institucional para delimitar el terreno el cual es efecto de la investigación.

#### Criterios

- Voluntad sociopolítica de algún sector de la sociedad, llames gobierno, ong, privado y otros.
- Claridad técnica sobre el valor estratégico del territorio de interés.
- Delimitar geográficamente el espacio, por ejemplo cuenca hidrográfica que surte acueducto urbano.
- Delimitar los parámetros claves de análisis en la cuenca. ( José Luis, 2011)
- Define las preferencias de las personas a un lugar turístico según sea el público objetivo.

#### Paso dos

Se realiza una encuesta piloto, donde se mira que el entrevistado la entienda y que no dejen datos que sean relevantes. Además esta sirve como una forma para definir el tamaño de la muestra.

#### Paso tres

Se construye una encuesta definitiva. Esta se puede realizar junto a una de turismo y valoración contingente de la siguiente manera.

- Datos generales: Nacionalidad, edad,
- Relativa al viaje. Costo, hospedaje, servicios contratados.
- Relativas al lugar. Motivo de visita, actividades a realizar.
- Costo oportunidad relacionado a la realización del viaje
- Valoración contingente. Ingreso, disponibilidad a pagar.

#### Paso cuatro

Se realiza esta actividad durante un periodo y una muestra dada por la demanda del lugar.

#### Paso cinco

Se tabulan los datos, para esto se dividen los socio económicos y los el costo de viaje de esta forma.

**Tabla 3.** Tabulación de encuesta

No	Nac	Sexo	Edad	Educación	Número visitas	Días de hospedaje	Costo de hospedaje	Costo de oportunidad	ingreso
1	Col	M	20	secundaria	2	3	30000	25000	2 smv

**Fuente** José A. Pérez Roas 2001

De la celda 2 a la 4 son datos socio económicas en las cuales pueden ir edad del encuestado, miembros de la familia, su nivel de educación. Luego en esta misma

zona se miran las características del viaje número de veces que se ha visitado y días que se hospedara en el lugar.

En las otras celdas de la 5 a la 9 se miran los costos relacionados al viaje sean directos o indirectos y por último se mira el nivel de ingreso de la familia una forma fácil es calcularlo en salarios mínimos.

#### Paso 6

Con la información se realiza una regresión del número de visitas y su relación con las otras variables así.

$$V = \beta_0 + \beta_1 cv + \beta_2 edad + \beta_3 edad^2 + \beta_4 ing + \beta_5 ing^2 + \beta_6 educ + \beta_7 educ^2 + U(31)$$

El modelo econométrico puede ser de diferentes tipos un ejemplo puede ser Tobit, poisson, truncado y censurado estimados con máximo cuadrados ordinarios o máxima verosimilitud. Para esto se pueden usar estas distribuciones estadísticas.

Modelo tobit.

En este modelo la variable dependiente y va dada por una matriz de variables independientes x. Cumpliendo que.

$$y_i = \begin{cases} y_i & \text{si } y_i^* > 0 \\ 0 & \text{si } y_i^* \leq 0 \end{cases} \quad (32)$$

Siendo y en los casos que sea mayor que cero ó sea tome valores positivos y 0 cuando tome valores enteros negativo.

Para esta se usa la distribución normal que es aquella en que Media, la mediana y la moda son la misma. Esta se conoce como la campana de Gaus.

$$f(x) = \frac{1}{\sqrt{2\pi\delta^2}} e^{-\frac{(\bar{x}-\mu)^2}{2\delta^2}} \quad (35)$$

Tiene un grado de censuramiento ó sea no se pose toda la información de la variable dependiente pero la de las independientes sí.



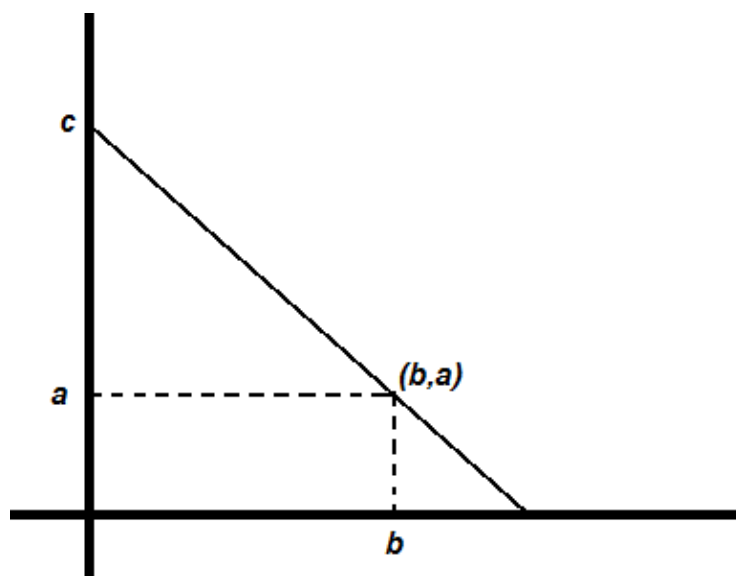
Paso 7 Se halla la demanda implícita de viaje

$$V = \beta_0 + \beta_1 cv \quad (36)$$

Paso 8 Se define el excedente del consumidor.

$$ec = \frac{b \cdot h}{2} \quad (37)$$

**Gráfico 6.**Demanda de viajes



**Fuente** Juan Carlos Mendieta 2007

$$h = c - a \quad (38)$$

Este sería lo que están dispuestos a dar los consumidores para visitar el sitio.

### 3.3.3 Modelo empírico

Este modelo vado por

$$V = f(c_{vj}, c_s, ing, v_s, amb) \quad (39)$$

En dónde.;  $V$ = número de viajes;  $c_{vj}$ = costo de viaje;  $c_s$ = costo bienes sustitutos;  $ing$ = ingreso;  $v_s$ = variables personales de cada persona;  $amb$ = variables ambientales que afectan el número de visitas.

La fusión está dada por.

$$V = e^{\beta_0 + \beta_1 c_{vj} + \beta_2 c_s + \beta_3 edad + \beta_4 edad^2 + \beta_5 ing + \beta_6 ing^2 + \beta_7 educ + \beta_8 educ^2 + \beta_9 amb + U} \quad (40)$$

$\beta_0$  Es el intercepto,  $\beta_1$  Es el coeficiente de costo de viaje,  $\beta_2$ , Es el coeficiente de costo de bienes sustitutos,  $\beta_3, \beta_4, \beta_7$  y  $\beta_8$  son coeficiente de algunas variables personales como edad, nivel educativo entre otras.,  $\beta_5$  y  $\beta_6$  es los coeficientes del ingreso y por ultimo  $\beta_9$  es el coeficiente de las variables ambientales tenidas en cuenta.

Una vez mirado esto se calcula una unidad del bienestar que puede ser el excedente al consumidor que es el área entre la curva de demanda y el costo de visita.

Este sería iguala

$$ec = \sum(P_d^* * Q_d^*)/2 - \sum(c_{vj} * Q_d^*)/2 \quad (41)$$

(Juan Carlos Mendieta, 2011)

### 3.3.4. Modelo poisson.

Es un modelo que mira las veces que pasa un evento en un periodo de tiempo dado por.

$$f(k; \lambda) = \frac{e^{-\lambda} \lambda^k}{k!} \quad (33)$$

En donde  $\lambda$  =parámetro que mide el número de veces que ocurre el evento durante intervalo dado.;  $k$ = número de veces que ocurre el evento.

El modelo para n variable se comportara así.

$$\ln(\lambda) = \beta_0 + \beta_1 x_1 + \beta_2 x_2 - \beta_n x_n + U. \quad (34)$$

$\beta_0$  = es el logaritmo de veces que sucede el evento siendo las demás variables 0. y  $\beta_1$  hasta  $\beta_n$  es el logaritmo de visitas que afecta cada variable.

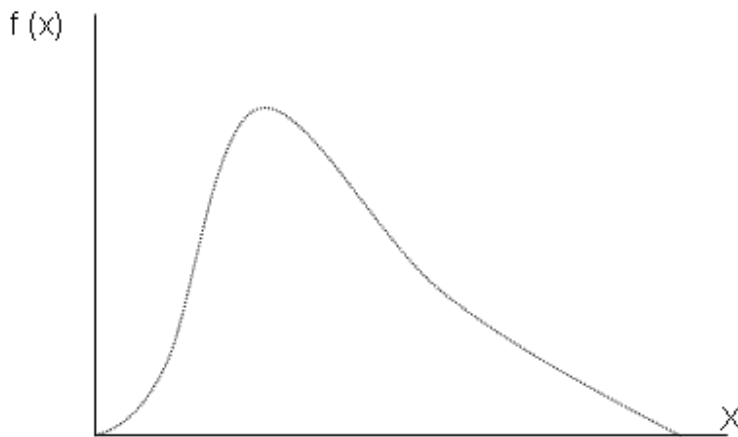
Sus características son.

La variable dependiente toma un valor entero.

La variable dependiente no puede valores negativos.

Los valores de la variable dependiente se ubica la cola izquierda de la distribución de poisson.

**Gráfico 7.** Distribución Poisson

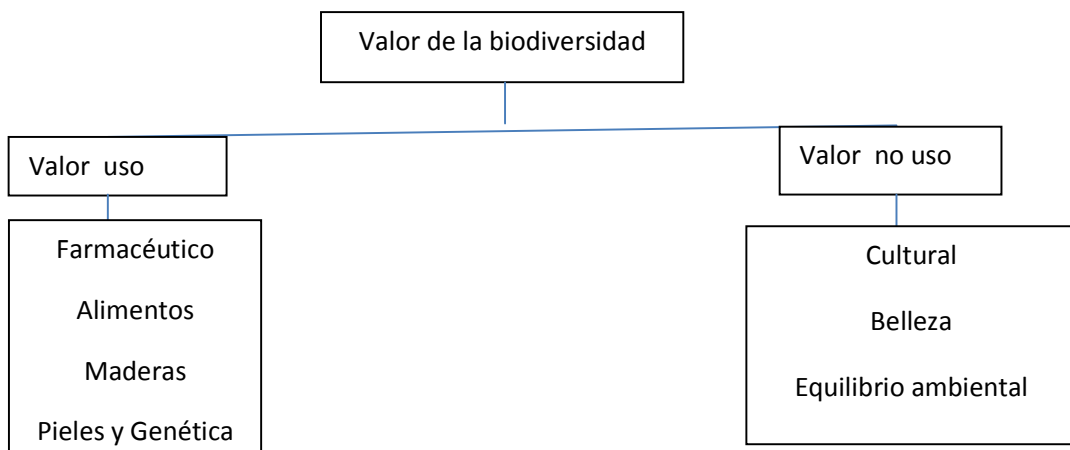


**Fuente** Universidad Nacional de Colombia 2011

### .3.4. La biodiversidad

Se valora según los siguientes valores para la vida del hombre:

**Gráfico 8:** Mapa conceptual de valoración de la biodiversidad.



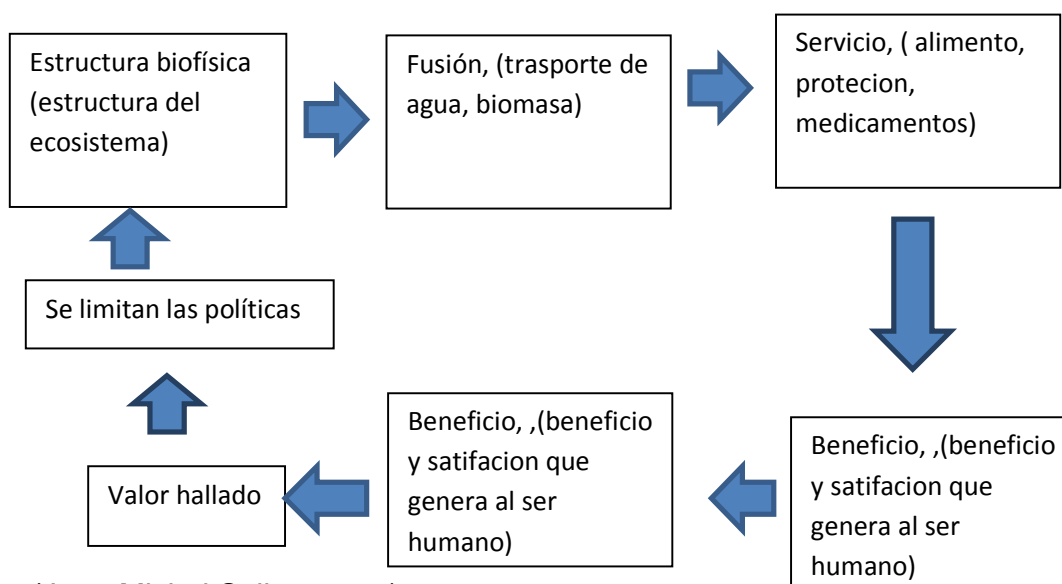
**Fuente:** Patrick M. Erwin,2010

En este cuadro vemos como el valor de la biodiversidad , está compuesto por el valor de uso , que se constituye por la posibilidad de ser usado en fármacos para la cura de dolores hasta enfermedades graves como el cáncer, productos que se pueden extraer de los recursos naturales como. alimentos, madera, fibras y pieles para la industria y su uso en genética para el mejoramiento de especies y tratamientos médicos.

También se mira los de no uso como los culturales, el cual es el valor que se da como ícono de un pueblo, belleza que se ve como una forma de recrear la vista y otros sentidos, además de ser el equilibrio ambiental cuando genera control de plagas, cuidado de ecosistemas y mantenimiento de pirámides alimenticias

Para valorar en conjunto todos servicios que probé desde el de alimento a la riqueza genética, para esto se puede utilizar un modelo llamado MEA que integra los servicios como: seguridad, materiales básicos de la buena vida, la salud, y las buenas relaciones sociales. La valoración completa de la biodiversidad se mira a través de objetivos biofísicos de la utilidad que trae este al ser humano.

**Gráfico 9:** Utilidad de la biomasa al ser humano.



**Fuente** (Jean-Michel Salles, 2011)

Primero se mira la estructura del ecosistema su variedad de flora y fauna, la fertilidad de la tierra, fuentes hídricas entre otras variables. Luego se miran las diversas funciones que cumplen estas a la sociedad y estas se dividen servicios que generen al hombre. Después se observan los beneficios de estos al hombre y se valoran. Por último se usa en políticas ambientales.( Jean-Michel Salles,2011)

Para valorar se miran los beneficios de la biodiversidad al hombre, para esto se tiene en cuenta los diversos servicios de biodiversidad que son: abastecimiento, culturales, regulación y opción de uso así cada cual.

Para evaluar el valor abastecimiento se mira el producto medio que genera el ecosistema y promedio del precio del mercado. Relacionándolo con el costo de replazo y restauración dados por el costo oportunidad.

El cultural se valora a través de encuestas sociales para esto la encuesta se realiza buscando los diferentes objetivos que abarquen todos los servicios siguiendo los siguientes aspectos.

- Información sobre los aspectos ambientales de la zona con el conocimiento que las personas y esto sirve para dividir grupos.
- Análisis de la preferencia cultural del ambiente.( Ecoinnovació

Para valorar la regulación y para esto se mira el costo de replazar y restaurar el servicio ligado al ecosistema como: reducción de plagas, desertización, erosión entre otros.

Por último se mira el valor de opción de uso, para esto se tiene en cuenta una tasa de acierto, donde las plantas descubiertas sirvan para medicina y que de esta se pueda sintetizar una sustancia valiosa por ejemplo en oncología, para esto se mira el valor neto de lo que se tiene que invertir para hallar un producto de esta.

$$VPN = \sum_{t=0}^n \frac{f}{(1+i)^t} \quad (42)$$

En donde:  $f$ : Flujo de efectivo por la medicina descubierta;  $n$ : es la duración de la patente;  $i$ : Tasa de interés;  $t$ : Tiempo

Esto es la ganancia que se obtendría al invertir un dinero adquirido en el mercado a una tasa  $i$  para hallar una droga y usufructuarse de las ganancias durante un periodo que dure la patente de exclusividad, para esto hay que tener en cuenta la tasa de riesgo de otras actividades y la tasa de acierto, si son iguales o menores hay un nivel de beneficio similar, el inversionista no se fijará en la investigación de medicamentos.

Para esto se observa una posibilidad de descubrimiento en el hábitat según lo que se haya estudiado en el ecosistema y su valor farmacéutico:

$$PhV = \frac{\#Ed}{\#Ei} * P(d) * VN \quad (43)$$

En donde.  $PhV$ : Valor de la farmacéutica;  $\#Ed$ : El número de especies datadas en el ecosistema;  $\#Ei$ : Número de especies investigadas;  $P(d)$ : Por la probabilidad de hallar un nuevo medicamento;  $VN$ : El valor neto de un nuevo medicamento en el mercado. (Erwin, P. M., 2010).

Como vemos la valoración de opción de uso de la biodiversidad irá dada por la cantidad de especies descubiertas e investigadas, frente al número de hallazgos positivos por el valor neto de ganancia en las situaciones que se puede introducir un medicamento al mercado, por ejemplo en la categoría oncológica, analgésicos, antibióticos, antivirales, desinflamantes, vacunas u otros. Dado la dificultad que trae descubrir un activo que sirva para un medicamento se pueda purificar y desarrollar en el laboratorio.

### 3.3.1 Consideraciones de las metodologías

Los diferentes servicios ambientales tienen un método de valoración adecuado, pero se puede utilizar otros depende de las circunstancias como el uso de

sistemas de geográficos, costos de restauración y precios hedónicos. Para esto miraremos el siguiente esquema.

Lo importante al afrontar la valoración de un servicio es conocer las variables que entran en costo y beneficio, para poder después saber cuál es un método de valoración en el que se observa se es cualitativo o cuantitativo a un monto de dinero o servicios.

## **Capítulo cuatro. Revisión de la aplicación del pago por servicio ambiental.**

En este capítulo veremos los beneficios de aplicar el concepto de pagos ambientales y como en otros casos no son aplicables por abusos o por fallas. Estos se han usado en diferentes casos en que otros instrumentos son menos sostenibles como en la protección de la producción agrícola de un país ante la degradación de la tierra, control de gases de calentamiento global, hídrico y otros. Pero hay dificultades para llevarlos a cabo y varias circunstancias en que no se pueden desarrollar.

### **4.1. Ventajas de aplicar el esquema de PSA**

**4.1.1** La flexibilidad: La primera cualidad de los pagos por servicios ambientales es que son más viables frente a otras políticas como el de subsidiar o el de regulación a través de multas. Lo anterior se debe a que tienen grandes problemas al ser políticas poco flexibles, pues lo único que logran es mantenerse durante un corto periodo de tiempo, por problemas financieros dados por los mecanismos del mercado, que llevan a introducir los costos de la multa a los precios del consumidor, por ejemplo: la multa a la explotación de una mina de oro, solo será funcional mientras el ingreso no supere el costo de la multa y no genere utilidad.

Asimismo, los impuestos o política del que contamina paga que carga cobros a quienes arrojan desechos o causan un perjuicio ambiental repercuten en elevados precios a los consumidores. Por el contrario los PSA se enfocan en la política de él que conserva se le paga compensándolo al menos por los costos. A continuación se comparan los PSA con otras políticas.

- PSA vs impuesto

Los impuestos son un cobro que se hace a la empresa que genera algún efecto ambiental negativo buscando retribuir el valor del daño social. Estos para su buen



funcionamiento se configuran como una “tasa retributiva al daño” .Por que enfoque como un impuesto sería un ingreso y lo que trata es de compensar los daños.

Eficiencia de los impuestos.

Para mirar la eficiencia se debe introducir dentro de las políticas, como las empresas reducirían sus costos por reducción de contaminación. Para esto se miraría la disminución en la función costo marginal.

Para una empresa o productor agrario la costos, tienen en cuenta la reducción de la de contaminación para esto tiene varias opciones. Primero es reducir la contaminación de su producción, Segundo cambiar la forma de producción a una más sostenible.

Problemas con los impuestos contaminación.

El primero es la no uniformidad de la contaminación. Esto se da por ejemplo al medir el oxígeno disuelto en el agua este tiene diferente en cada punto de monitoreo. La dificultad está en la imposibilidad de medir el impacto marginal de las medidas de mitigación de contaminación. En cambio los pagos por servicios ambientales dependen del cumplimiento de tareas que se pueden verificar con veeduría o interventoría a cada beneficiario. (Hanley, 2001)

- PSA vs subsidios.

Los subsidios son transferencias que hace el estado sin ninguna prestación de servicio o bien. Puede ser de dos tipos.

1. Al consumo: que es cuando se da dinero para compradores de servicios y bienes. El problema es que esto lo que puede hacer es aumentar el precio vía demanda.
2. Al productor: es cuando al que produce un bien se subsidio para los productores y que estos vendan más barato. El problema de esto se convierte en una forma de generar desequilibrio del mercado frente a sus competidores.

Los pagos por servicios ambientales son un pago por mejores prácticas en cambio, los subsidios están no implican una retribución o no tienen una vigilancia adecuada.

- PSA vs Multas.

La multa es un cobro que se realiza después de un proceso judicial y puede ir acompañado por la suspensión de la actividad. Este trae costos fiscales y en tiempo para estado con una gran probabilidad de perder y no para los daños sino a largo plazo.

La regulación es la prohibición de una acción por una ley u otro tipo de edicto como decreto, acuerdo etc. Esta tiene un alto costo de control que no se realicen estas actividades.

Las multas tienden a convertirse en costo a los consumidores pero el PAS son ingresos al productor por generar buenas prácticas y no generan sobre costos al consumidor.

#### **4.2. Alternativa para reducción de pobreza**

Su aplicabilidad en regiones que por sus características como países latinoamericanos en desarrollo presenta dos cuestiones: la primera es como estos reducen la pobreza de los participantes y la segunda es como estos mejoran los índices de pobreza en el país.

El mayor impacto es como una alternativa para ayudar a reducir la pobreza, mas no reemplaza las políticas de aniquilación de ésta. Un ejemplo son los proyectos que tiene el Banco Mundial en el sudeste asiático con el nombre de RUPES. Estos ayudan a mejorar los ingresos de las zonas en condiciones marginales. Un ejemplo de esto sería en un servicio ambiental hídrico en cual se podrían cuantificar los ingresos nuevos así:

$$\pi = \pi_y + \pi_c + \pi_{ar} - C_i - C_l - C_o \quad (44)$$

En donde  $\pi_y$ = ingreso por los pagos ambientales hídricos.;  $\pi_c$ = ingreso por los cultivos;  $\pi_{ar}$ = ingreso por los árboles talados sí son maderables;  $C_i$  = costo de insumo en los cultivos y siembra de árboles. ;  $C_l$ = costo mano de obra;  $C_o$ = es costo oportunidad que el terreno no cultivado.

Si este es positivo este genera ingresos y sino genera pérdidas. PSA al ser una fuente nueva de ingreso ayudan a reducir la pobreza y mejorar condiciones de vida. (Petra Tschakert, 2007)

Esta es una forma de generar ingresos a las personas en condición de pobreza extrema o marginalidad, que puede ir acompañado de proyectos productivos que sean financiados con parte del fondo de PSA.

#### **4.3 Beneficios Ambientales.**

Este se da por la generación de un cuasi-mercado en el que da un valor al servicio ambiental lo que hace que la protección del ambiente entre como una de las variables de la producción.

Esto hace por ejemplo que los productores agrícola vean el agua como uno de sus insumos, las fabricas ven sus subproductos como costos de su producción y reducir su cantidad como un beneficio económico etc.

Una de las ventajas de internalizar la externalidad ambiental, es que se genera una cultura donde tanto los consumidores como los productores vean el servicio ambiental como una fuente de beneficio social, y otra ventaja es que se vea como una posibilidad de generar ingresos alternativos a los de explotar los recursos de forma no sostenible.

#### **4.4. Dificultades de aplicar el esquema de PSA**

Hay aspectos a mirar que se dificultan cuando los proyectos de pagos por servicios ambientales y que han reducido la utilización de éstos en la práctica. Primero encontraríamos la interacción de las partes al no existir un mercado, para

llegar a un valor de negociación, luego la asimetría de información de las dos partes y por último la vigilancia de que se lleven a cabo.

La no existencia de un mercado

La valoración del precio de negociación trae la dificultad de que no se puede conocer totalmente el beneficio que da la actividad humana sobre un servicio, por ejemplo: qué tanto puede mejorar el flujo de agua la protección o restauración de un bosque, puesto que no se puede saber el nivel de agua realmente captado por los árboles y qué tanto se ve afectado por el tipo de suelo. Estas fallas pueden ser:

#### **4.4.1 La asimetría de información**

Este se presenta cuando una de las partes tiene mejor información que la otra. Puede ser de dos tipos, primero por información incompleta y segundo por acción oculta. En el caso de la primera, se da cuando el que negocia el servicio como vendedor tiene mayor información sobre el costo oportunidad del préstamo del servicio, por esto el estado no puede saber el valor de renta percibido por hectárea, por ejemplo en proyectos agro ecológicos.

Un caso sería mirar dónde hay diferencias en el costo de oportunidad, para unos es muy alto y para otros bajos. Una solución podría ser la elección por subasta, pero esto lleva a que el proyecto se fije solo en tierras improductivas, siendo poco eficaz si lo que se busca es la protección de productividad agraria o de erosión. Por esto se genera una elección adversa a las tierras de menor calidad, como en Costa Rica que el 71% de las tierras para protección de bosques son de valor bajo. La segunda es cuando se presenta acción oculta, donde una de las partes lleva a acciones que la otra no ve como regar con químicos sin licencia, echa químicos a horas que no se puedan ver o por sumideros diferentes con aguas hervidas y que el estado no vea estas actividades.( Ferraro P. J. ,2007).

#### **4.4.2. Falta de mercado**

Esta está dada por la falta de voluntariedad de negociación entre las partes, lo cual lleva a preferir medidas unilaterales para evitar la necesidad de negociar, y generar un ambiente de mercado. Los servicios ambientales son externalidades, que es una de las fallas del mercado que estimula a la toma de decisiones irracionales para la sociedad, conllevando a destrucción ambiental porque lleva a subvalorar este.

Los PSA buscan solucionar esto por la creación de un cuasi-mercado con la interacción de las partes buscando un intercambio de beneficios ambientales y una renta monetaria para beneficiar las actividades positivas de una forma parecida a como se cobran impuestos por actividades perjudiciales, para el funcionamiento de este es necesario el cumplimiento de unos criterios básicos, el primero es la voluntariedad en la transacción teniendo derecho propiedad los vendedores o sea una real posibilidad opción de uso, segundo debe haber sostenibilidad de la transacción, tercero tiene que haber una intercambio de recursos.

Los pasos que llevan para un buen desarrollo de PSA se deben complementar con un análisis si su uso es adecuado o no, para no abusar del concepto dañando su naturaleza y convirtiéndola en un instrumento poco efectivo, por ejemplo uno de los casos es cuando se presenta minería a cielo abierto con encharcamiento o sin este, para lo cual gastan agua y ésta a la vez es contaminada, para esto generan una indemnización que subvalora el servicio ambiental, porque no tiene en cuenta el derecho al agua potable y el paisajismo con su desarrollo en la cultura local.

#### **4.4.3 Abuso del concepto**

Para poder ver si el concepto ha sido utilizado bien o no se tiene que conocer el efecto de esta en los recursos. Un ejemplo es la minería a cielo abierto donde se deforesta los ecosistemas, se afecta zonas de generación de agua y esto es agravado cuando es en ecosistemas débiles como los de paramo, donde su

renovación es muy lenta pues su vegetación como frailejones, musgos y algas son de lento crecimiento. Uno de los malos usos del sistema de pagos puede ser:

#### **4.4.4 Uso para Indemnización**

El uso de pagos ambientales como indemnización a daños no está dentro de los parámetros porque esto subvalora los derechos sociales sobre el servicio ambiental a la cultura.

#### **4.4.5 Abuso por desconocimiento cultural o éticos.**

Este se da cuando al evaluar un servicio de propiedad de conocimientos tradicionales a indígenas, colonos o afrodescendientes, al usar la captura de carbono como una forma incentivar el cultivo de pinos y eucaliptos pues subvalora lo intangible del ecosistema. Para estos casos es más funcional regulación ambiental u otros instrumentos.(Hecken, G. V., & Bastiaensen, J, 2010)

### **4.5 Riesgos al aplicar PSA**

#### **4.5.1 Subvaloración del medio ambiente.**

La valoración es un buen método pero si esta no se hace completa, puede traer dificultades para configurar un proyecto ambiental. Esto sucede cuando al valorar se cometen los siguientes errores.

#### **4.5.2 Valoraciones infinitivas**

Este es cuándo se falla en la valoración por (1) la falta de discriminación de las partes de un ecosistema (2) inundando de probabilidades, y (3) inverosimilitud epistemológica. En primer fallo se da por falta de incivilización pues si se da un valor infinito a un ecosistema sus partes también tendrían valor infinito ejemplo un bosque tendría que valorar sus árboles, arbustos y fuentes hídricas por separado, segunda falla se da cuando a diversas posibilidades de beneficio del ambiente se da valor mayor a 0% y esto no deja despejar dudas reales y por último se da por ver este como un valor intrínseco que es uno en el que no importa su utilidad.

#### **4.5.3 Valoración por menos que su beneficio**

Cuando se da un valor menor puede ser por fallas como 1) Desconocimiento, 2) Desconexión del ambiente de la vida humana y 3) Ver el ambiente como algo inherente. El primero se da por como el hombre desconoce el papel de una habita para la vida un ejemplo son los humedales estos ecosistemas tienen dos funciones: 1) Es la regulación del flujo hídrico de tal forma que en época de lluvias no se inunde y en sequia no falte agua y 2) Son purificadoras del agua de metales pesados como mercurio entre otros, segundo se da por una disyunción ambiente y ser humano sin pensar que es nuestra fuente de agua, alimentos, equilibrio de plagas y enfermedades entre otros y el ultimo se da por ver al ambiente como algo que siempre existirá y que no es agotable. Esta pasa cuando una parte del servicio ambiental se desconoce por ejemplo un servicio ambiental hídrico no se mira que al reforestar reduce el peligro de erosión.

#### **4.5.4 Valorar basado en información sesgada**

Es cuando se valora con información recolectada de forma sesga o con imposibilidad de certera si no que es una probabilidad por ejemplo esto se evaluar la biodiversidad, se cuantifica la posibilidad oncológica como una opción de uso, pues no se sabe si se lograra su utilización en un medicamento o cuando se valora un bosque por su captación de agua. (Colyvan, M., 2010).

Para finalizar los pagos son una forma alternativa de políticas ambientales que también tiene sirve para reducción de los niveles de pobreza locales. Pero también tiene dificultades como la instauración de un precio dado que no existe un precio fijado por un mercado, la otra es diferencia de en información de las dos partes cuando uno se ve afectada por esto y la ultima es como llevar acabo la negociación entre las partes de una externalidad positiva de los servicios ambientales al no existir un mercado y tener que crear algo parecido.

## **Capítulo cinco: Lineamientos para la definición y puesta en marcha de un sistema de pago por servicio ambiental: caso la Barbacoas-Marinilla.**

En este capítulo daremos una contextualización de la ubicación geográfica de la cuenca Barbacoas, primero conociendo los aspectos climáticos de extensión, conjuntamente señalando algunos aspectos geológicos. Para esto utilizaremos mapas con sistemas de información geográficas, que ayudarán a ubicar al lector.

Seguidamente se mirará los aspectos que son necesarios para proponer un pago por servicios ambientales hídricos, siendo lo primero una mapificación de la cuenca hídrica y de los retiros de ésta.

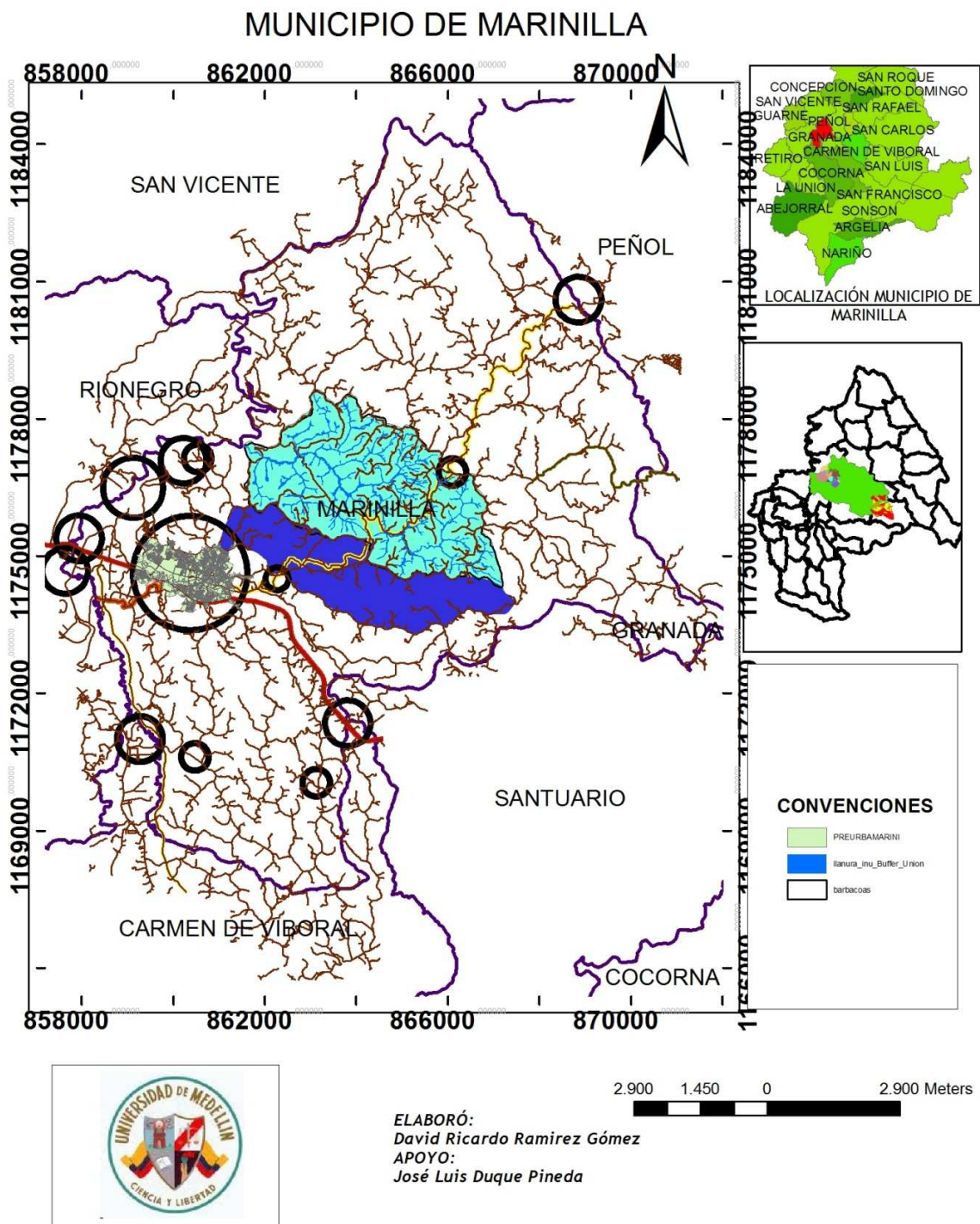
Posteriormente se analizan los terrenos que se ubican en el espacio que es afectado por el proyecto, según catastro, para poder analizar el método de valorización de pago, y por último el método de negociación.

### **5.1 Marinilla**

Este municipio se ubica en el oriente antioqueño a 45 Km de la ciudad de Medellín a una altura promedio de 2.200 metros sobre el nivel del mar, su temperatura promedio de 17 grados centígrados, tiene una extensión de  $118\text{Km}^2$  y sus límites son: al oriente con el municipio de El Peñol, al occidente con el municipio de Rionegro, al norte con el municipio de San Vicente Ferrer y al sur con el municipio de El Carmen de Viboral, como se ve en el siguiente mapa:



**Mapa 1** Mapa del municipio de Marinilla.



Fuente: Mapa del POT 2010.

La economía del Municipio depende en un 40% del sector primario, siendo el de mayor aporte la agricultura. Sus principales productos son hortalizas como: habichuela, pimentón, remolacha, zanahoria, lechuga, coliflor, brócoli, repollo, frijol, alverja y papa. También se presenta con menor participación ganadería doble propósito (carne y leche) y explotaciones avícolas y piscícola.

En los últimos años se ha incursionado en cultivos de flores para exportación. Otro sector importante es el comercio, con un aporte a la economía del municipio en un 40% de la producción, con servicios como: tiendas, supermercados, hoteles y recientemente pequeños centros comerciales. Por otra parte, la mediana y pequeña industria aportan a la economía del municipio el 20% de la producción en actividades como: empresas de aperitivos de licor y confecciones que maquila a grandes empresas industriales. (Administración municipal Marinilla. 2011)

Municipio de Marinilla está creciendo tanto en la parte urbanística como en la demográfica, por esto, los antiguos caserones de uno o dos pisos están siendo derribados para ser utilizados en construcciones de bloques de apartamentos de 5 y más pisos. También, en los terrenos baldíos está ocurriendo algo similar, para lo cual ya se expidieron muchas licencias de construcción. Fue así como en el 2009 se expidieron 194 licencias de construcción, cuya área se distribuye de la siguiente manera: 1.325,38  $m^2$  para Sótanos, 21.809,59 $m^2$  para Primer piso, 21.213,69 $m^2$  para segundo piso, 8.553,94 $m^2$  para tercer piso, 4.395,68 $m^2$  para cuarto piso y 4,698,60 $m^2$  para quinto piso. Además, se expidió una licencia para un bloque de apartamentos de 10 pisos con un área de 2372 $m^2$ .

En los meses de enero a abril de 2010, se había expedido 58 licencias de construcción con áreas distribuidas de la siguiente manera: 985,05 $m^2$  para sótanos, 4.970,55 $m^2$  para primer piso, 2700,53 $m^2$  para segundo piso, 2432,13 $m^2$  para tercer piso, 565 $m^2$  para cuarto piso y 164,05 $m^2$  para quinto piso. Esto se da por un aumento vertiginoso de la población urbana según pronósticos en los próximos 20 años. Los habitantes irán de 46.248 habitantes del año 2007 a 90.000 en el año 2027, con un 80% de población urbana (72.000) y un 20% de población

rural (18.000)” (Marco general del plan de desarrollo 2008-2011)\*. A esta población se le debe garantizar un adecuado suministro de agua potable. (Entrevista a Sebastián Cadavid, Planeación municipal, febrero 2011).

## **5.2 La Barbacoas**

Las fuentes de agua potable que abastecen a los pobladores de Marinilla son dos pequeñas quebradas: La Barbacoas y la Bolsa. El caudal promedio de la quebrada de La Barbacoas es de  $0.81 \text{ m}^3/\text{s}$ , y La Bolsa aporta aproximadamente el 50% de la anterior. “La demanda anual, con 45 .000 habitantes, es de  $1.410.731\text{m}^3$ , si la población pasa a 60000 habitantes la demanda podría llegar a ser  $1.880.974,6 \text{ m}^3$  y la capacidad instalada para purificar es de  $4.665. 600\text{m}^3$ ”(Entrevista Conhydra Marinilla). Pero el problema puede afectar la cantidad de agua a ofrecer por dos situaciones: 1) las fuentes que pueden variar en el tiempo, 2) Dificultando la purificación por abundantes partículas o químicos provenientes en los cultivos y presentes en el agua. Las dificultades más grande para el agua en Marinilla está dado por la cantidad de agua que se necesita para que exista presión que transporte el agua, dado que se ha presentado en la en época de semana santa que la presión no alcanza para llegar a los cerros más altos y se ha necesitado incorporar bombas en diferentes zonas del municipio (Consejo de usuarios de servicios públicos. 2011). Según datos de CORNARE estas dos cuencas presentan altos riesgos de contaminación por la cercanía de cultivos a estas fuentes que los agricultores de la región utilizan plaguicidas de categorías toxicológica I y II, mezclas tales como: Lannate, Tamatron, Gramafin, entre otros. (NOREÑA GIRALDO 2003)

Este trabajo se interesará por la cuenca La Barbacoas, localizada al noroeste del casco urbano del Municipio de Marinilla, dado que ésta abastece al acueducto municipal y a un multiveredal y por sus cualidades ambientales al tener un parque ecológico llamado la cuchilla de los Cedros en su nacimiento. Su cauce va de suroeste a noroeste y desemboca en El Rio Negro. A su paso recorre las veredas de Santa Cruz, Alto del Mercado, San José, Chocho Mayo, La Asunción y El Socorro. Tiene una longitud de 7.8 km de su cauce principal y abarca un área de

influencia de 14  $km^2$ . En el momento es fuente secundaria de agua con su transvase a la cuenca La Bolsa es un aporte para el suministro de agua con proyección de 60.000 habitantes en el 2020, según El Plan de Desarrollo del municipio de Marinilla. (CORNARE, IDEA Y UN, 2005)

Barbacoas hace parte de la cuenca del Rio Negro que cubre altiplano de San Nicolás y recorre por 6 veredas siendo estas: Alto del Mercado, Chocho Mayo, El Socorro, La Asunción, San José y Santa Cruz, en las cuales suma una distancia que se muestra en la siguiente tabla:

**Tabla 4:** Distribución de hectáreas de La cuenca La Barbacoas.

Vereda	Ha
Alto del Mercado	204
Chocho Mayo	244
El Socorro	225
Asunción	158
San José	312
Santa Cruz	195

**Fuente:** PONCAS de La Barbacoas 2004.

### **5.3 Salidas de campo para el reconocimiento de la zona**

Las salidas de campo son necesarias para conocer los aspectos ambientales y poder reconocer las cualidades que presentan los ecosistemas y no sobreestimar, ni subestimar la calidad de éstos, además para conocer algunos aspectos agrícolas que producen como lo hacen, y qué extensiones usan para ello.

Se realizaron dos visitas de las cuales daremos un resumen a continuación, la primera fue a la Bocatoma, que se hizo en una motocicleta, dado la dificultad del terreno, por las condiciones que dejó la época de lluvias, lo que erosionó las calles, sumado al mal manejo de ellas, que las utilizan como fuente de agua lluvia, para riegos artesanales, y no usar motobombas de la quebrada.

El ecosistema de la cuenca hídrica tiene una mediana intervención cumpliendo los retiros, pero esto se da por dos razones: la primera es porque los campesinos valoran el humedal que llaman Laguito, además es tan húmedo que necesitaría de mucho trabajo para ser cultivada.

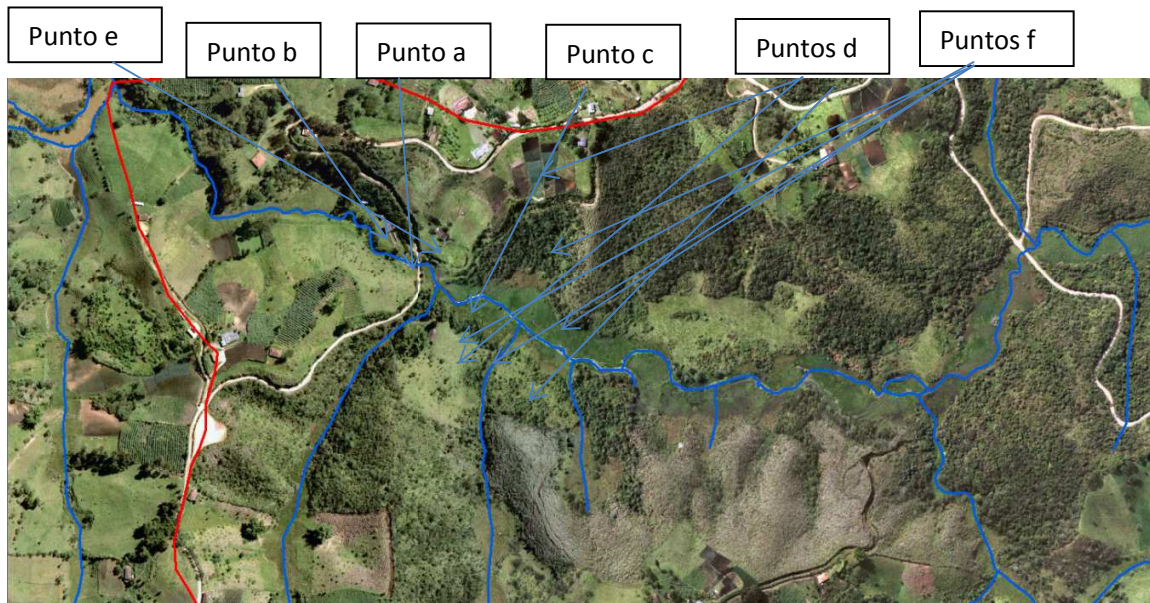
En la segunda visita fuimos a la cuchilla Los Cedros, en ésta se vio un ambiente más protegido que el anterior, y lo más importante de este lugar, es que la agricultura es más biológica que la anterior y se hace en menor escala, y las fincas son más pequeñas.

Primero se visitó la bocatoma que recoge el agua de la microcuenca Barbacoas para trasvasarla al acueducto que se abastece de la microcuenca La Bolsa. (ver anexo 1).

El agua proveniente de un humedal que termina en una laguna, el cual está ubicado en cercanías del acueducto y aledaño a cultivos, pero los campesinos no utilizan el terreno ubicados en retiros por ser estas fuentes del agua. Se ubica en el punto a bocatoma Anexo 1, Punto b tanque de desamparador Anexo 1, Punto c en la gráfica 10 y se ve en los Anexos 1. Los arados cercanos están sembrados de mora, aguacate y maíz para chócolo se en los Puntos d y se ve en el Anexo 1. También hay actividades pecuarias de ganado bobino en el Punto e y se ve en el Anexo 3.

El cuidado que han hecho los campesinos ha dado como fin que haya flora nativa que ayuda a que el humedal no erosione la tierra y baje la calidad del líquido se localiza en los Puntos f y se puede observar en el Anexo 3.

**Gráfico 10:** Ortofoto bocatoma.



**Fuente:** Ortofoto municipal para el plan de desarrollo 2010

En esta visita se pudo observar cómo los campesinos comprenden la necesidad de cuidar la microcuenca, pero lo hacen de forma intuitiva, lo cual trae problemas, pues no hay un incentivo que cuando las fincas la adquieran personas que no actúen de la misma manera, generen una cadena que afecte el ecosistema.

### 5.3.1 Salida de campo al nacimiento de la cuenca

Se realizó un recorrido por la cuchilla de los cedros y la bocatoma del acueducto multivederal. La cuchilla se ubica en el punto a del mapa Anexo 4.

Allí se encuentra el nacimiento de la microcuenca La Barbacoas, que se vierte en un riachuelo que confluye en una bocatoma en el Anexo 8. Lugo va a un filtro para sólidos como arena Anexo 4.

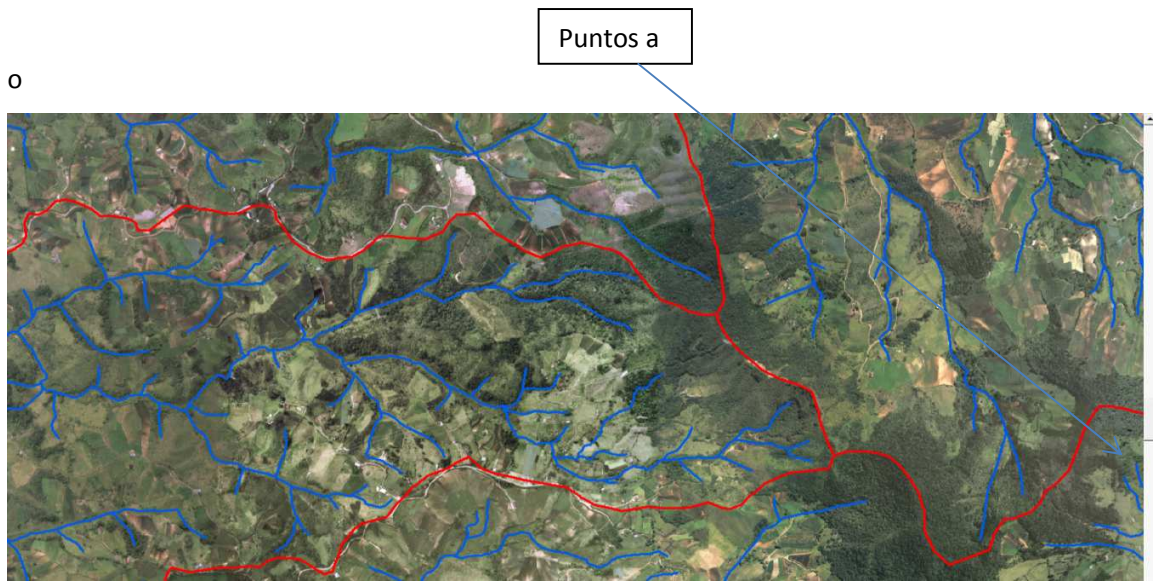
Esta surge un tanque de decantación en el cual se le mezclan los químicos los cuales son Sulfato de aluminio que es un coagulante que aglomera partículas pequeñas y las precipita, Hipoclorito de sodio como desinfectante en concentraciones de 0,2% y 0,5%. Al mezclarse se hidroliza y forma Acido Hipocloroso el cual mata bacterias, algas y otros microorganismos. Para nivelar la acides se le agrega una base fuerte con alto

grado de pH como la Soda Caustica o Hidróxido de sodio se ve en la Anexo 4. Y se trasporta a un tanque tanque de filtrado en la Anexo 4.

Cerca hay cultivos de maíz, lechuga y mora que lo campesinos cultivan como forma de subsistencia Anexo 5.

En la chuchilla de los cedros hay flora y fauna nativa Anexo 6 ejemplo en esta foto se ve un Barranquera un ave de la región.

**Gráfico 11.:** Ortofoto nacimiento la chuchilla los cedros.



**Fuente:** Ortofoto municipal para el plan de desarrollo 2010

**5.3.2 Valoración económica de bienes y servicios ambientales:** La valoración ambiental de la cuenca barbacoas se realizará en dos etapas:

- a) Primero se valora el nacimiento el cual debe ser protegido como área fundamental para el flujo hídrico, para lo cual, se evaluara su costo de protección de la siguiente manera:

Se valoran los costos de proteger una tierra y evitar las actividades económicas a que tienen oportunidad de efectuarse.

Se utiliza para esto:

————— (45)

En dónde:  $VP$ : Valor protección;  $C_o$ : Costo oportunidad;  $hp$ : Hectáreas protegidas;  $Dm^3$ : Demanda metros cúbico

Para esto tenemos en cuenta.

- El costo oportunidad se mide por la utilidad hectárea de un cultivo estándar elegido (zanahoria, lechugas, repollo y maíz).
- La demanda de metros cúbicos es un parámetro del uso de agua.
- Las hectáreas protegidas son productivas al mismo nivel que los cultivos cercanos.
- La área a proteger estará estarán enfocadas en el decreto 1729 del 2002 en su artículo 43 de la ley 99 de 1993.

Luego se evalúa su uso recreación actual o potencial como valor escénico para contemplación de paisaje.

- b) Segundo sería evaluar las tierras de cercanas a la Bocatoma que están en cultivadas o con otra actividad pecuaria y se recuperan éstas.

Se valoraría así.

$$VR = \frac{(C_{ml} * pc) + (C_p * h_{pl} * 3) + (C_m * h_{pl} * 3)}{Dm^3} \quad (46)$$

En dónde  $VR$ : Valor restauración;  $C_{ml}$ : Costo metro lineal de cerca;  $pc$ : Perímetro cercado;  $C_p$ : Costo de plantear;  $h_{pl}$ : Hectárea plantada;  $C_m$ : Costo de mantener plantaciones.

El valor de restauración son los costos de restauración de bosque van dados por los costos de cercado metro lineal  $C_{ml}$  por el perímetro más el costo de plantar por las hectáreas plantadas más conto de mantenimiento de la plantación por hectáreas dividido por la demanda de agua. (Ordóñez, R. Y. (2000).

A este se le suma el costo de proteger lo restaurado quedando así.



$$VT = VR + VP \quad (47)$$

$$VR = \frac{(C_o*hp)+(C_{ml}*pc)+(C_p*h_{pl}*3)+(C_m*h_{pl}*3)}{Dm^3} \quad (48)$$

Luego se trasfiere el valor de belleza paisajística.

**Para esto tenemos en cuenta.**

- El costo oportunidad se mide por la utilidad hectárea de un cultivo estándar elegido (aguacate, mora y maíz.)
- La demanda de metros cúbicos es un parámetro del uso de agua.
- Las hectáreas protegidas son productivas al mismo nivel que los cultivos cercanos.
- La área a proteger estará enfocadas en el decreto 1729 del 2002 en su artículo 43 de la ley 99 de 1993.
- La Belleza de observación se cuantifica por la variedad de fauna y flora.

**5.4 Modelo.**

Para valorar un servicio hídrico se tienen que seguir unos pasos que para poder sustentar ante las autoridades.

**5.4.1. Definir los retiros**

Para esto hay que tener en cuenta los aspectos territoriales de una fuente hídrica. Que se conforma por tres zonas según su cercanía siendo.

- El cauce: es el caudal principal y es por donde fluyen líquidos y sólidos. Estos se producen por las condiciones geológicas que guían el agua.
- El corredor ribereño: es un lugar intermedio de un ecosistema acuático y terrestre. Su principal característica son niveles altos de humedad.
- Llanura de inundación: es un lugar de alta fertilidad que es el cauce mayor.

Su función es reducir la energía del caudal para evitar erosión y servir como abastecimiento de agua en época.

Después de tener en cuenta esto definimos un retiro como una franja de protección con el fin de cumplir las siguientes funciones.

- Disminuir la erosión de las orillas.
- Evitar sedimento en el agua.
- Disminuir inundación.
- Reducir la energía fluvial.
- Actuar como filtros de contaminación.
- Aprovechamiento del espacio público y recuperar paisaje.

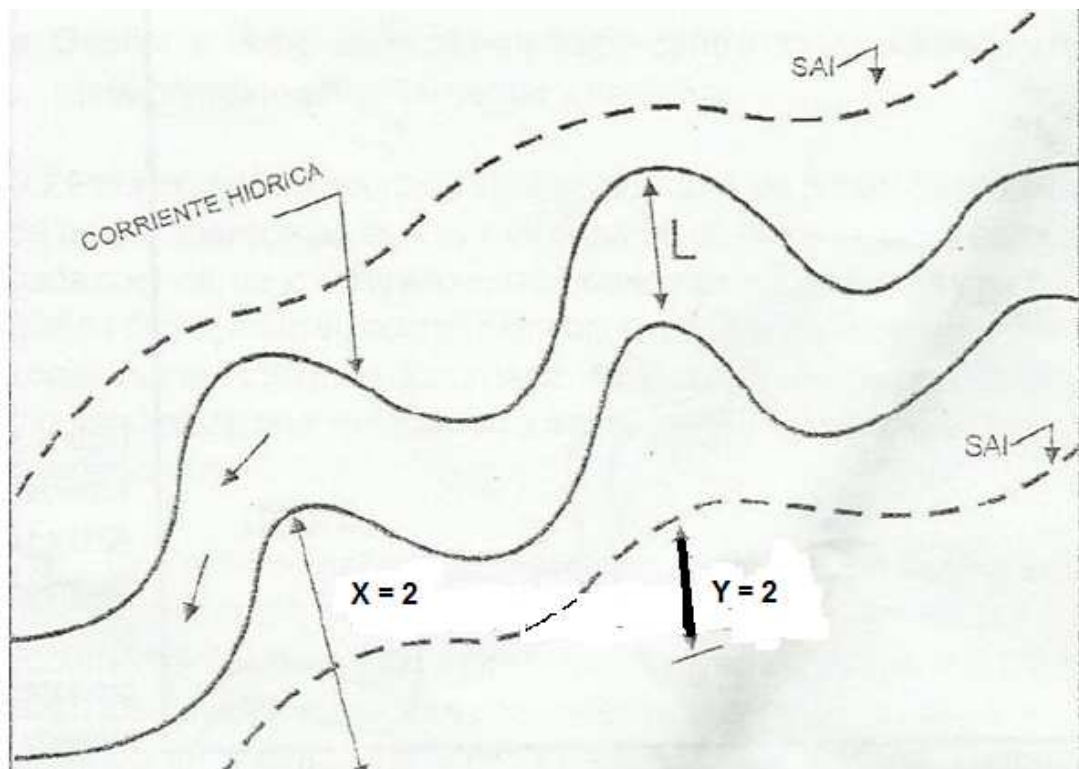
Para calcular el retiro se usa el siguiente modelo donde.

L: es el cauce}

X: es el corredor ribereño.

Y: llanura de inundación:

**Grafica 12** Canon de retiros



**Fuente:** (Cornare 2009)

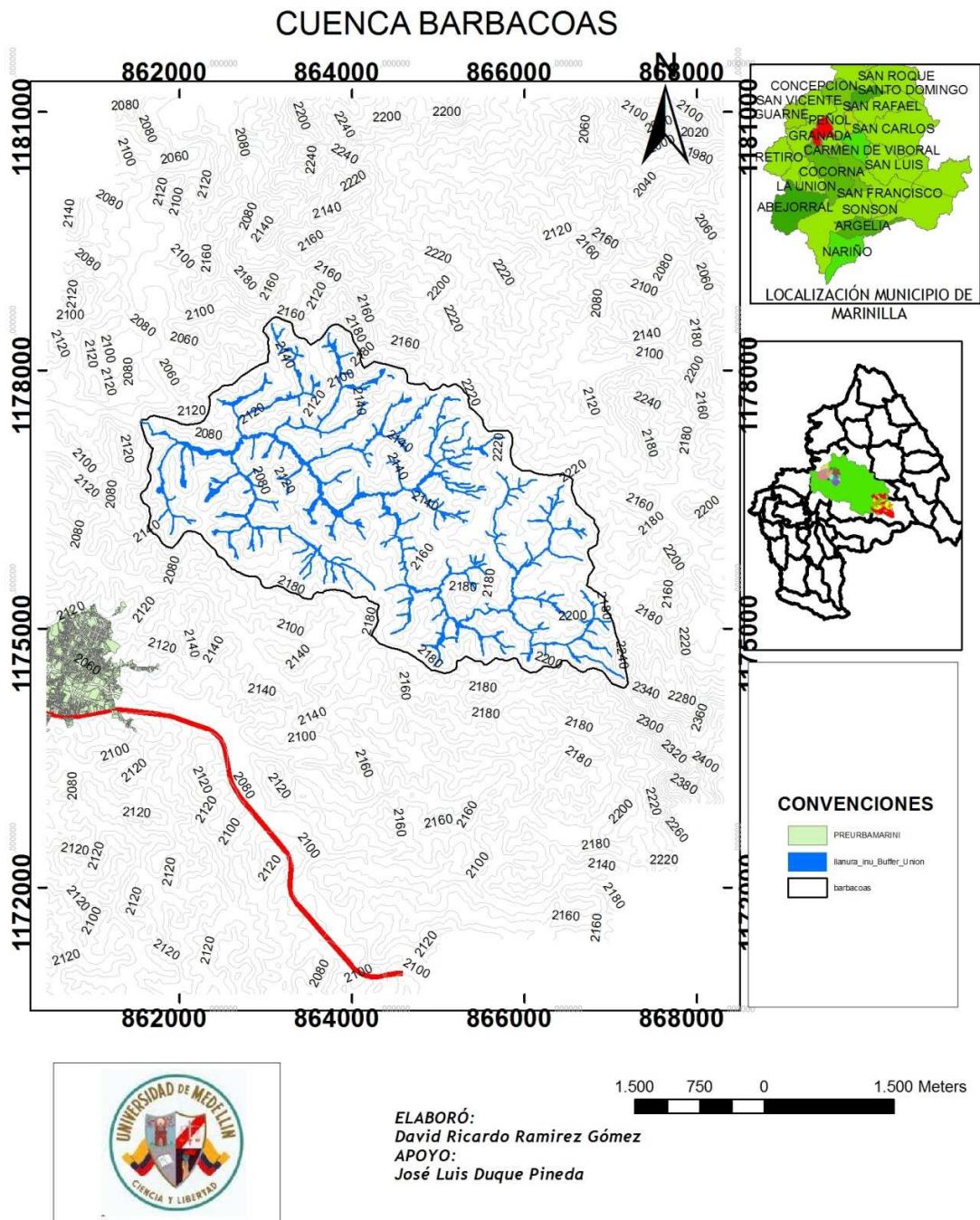
Cumpliendo que lo mínimo es 10 metros

Para estudiar los retiros de sistema fluvial de la Barbacoas, se localizaran dos punto para ver la viabilidad. Éstos serán la Bocatoma que trasfiere el agua al acueducto municipal a la planta de La Bolsa y el nacimiento donde se encuentra el acueducto multivederal que surte da agua varias veredas del municipio.

Estos lugares fueron elegidos por sus características ambientales pues cuentan con abundante agua en humedales, lagunas y pantanos que corren peligro por la cercanía de cultivos agrícolas cercanos como se verá luego.

Lo que pude causar reducción de la calidad dado contaminación con fertilizantes y químicos como insecticidas. También pude afectar la cantidad ya que reduce la posibilidad de la regulación hídrica y en épocas de lluvias hay inundaciones mientras en sequia el caudal se reduce a niveles mínimos. Este se mide con punto de estación de medición dirigido por coronare seca de la bocatoma que presenta en épocas de lluvia 300 cm y en época seca a 30 cm.

Mapa 2: Mapa retiros La Barbacoas.



Fuente (Ortofotos municipales José Luis 2011)

#### **5.4.2** localización del espacio a valorar

Primero se ubican los terrenos y luego se calcula su parte de retiro, para esto se usa un Sistema de información geográfica (SIG), que utilice información de campo y información secundaria para conocer las variables necesarias para la valoración como terrenos, propietarios, actividad práctica retiros, pendientes entre otras.

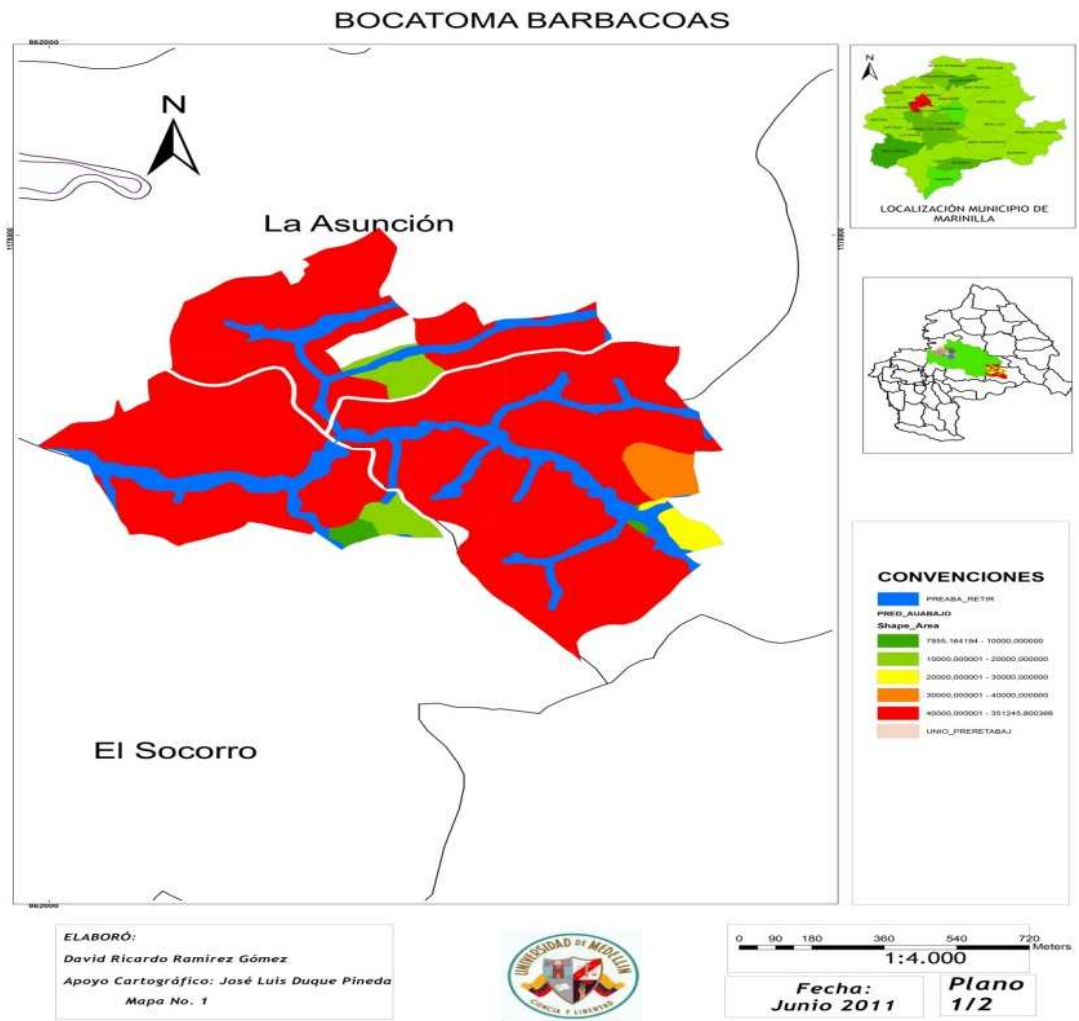
Un SIG es un sistema de información que conjuga graficas con datos de un mapa geográfico. Estas sirve para llevar datos de la realidad a sistemas computarizados con la posibilidad generar intercesiones, y uniones entre operaciones de conjuntos para relacionar información.

En este caso es útil para relacionar los retiros con los terrenos aledaños y conocer cuánto de este y porcentaje se da en cada predio. Esto se logra uniendo la información del mapa de la cueca con el de catastro de predios. Una piloto de esto se verá a continuación.

Para esto miramos los dos puntos antes mencionados cueca abajo en el bocatoma y cueca arriba en nacimiento de algunos de los afluentes de La Barbacoas.

Este mapa son los retiros del primer lugar visitado, y es importante porque nos muestra la extensión de las fincas, además de conocer cuáles superan cierta cantidad de terreno.

**Mapa 3.** Mapa retiros Bocatoma en La Barbacoas.



**Fuente** (Ortofotos municipales José Luis 2011)

**Tabla 5:** Fincas y retiros bocatoma..

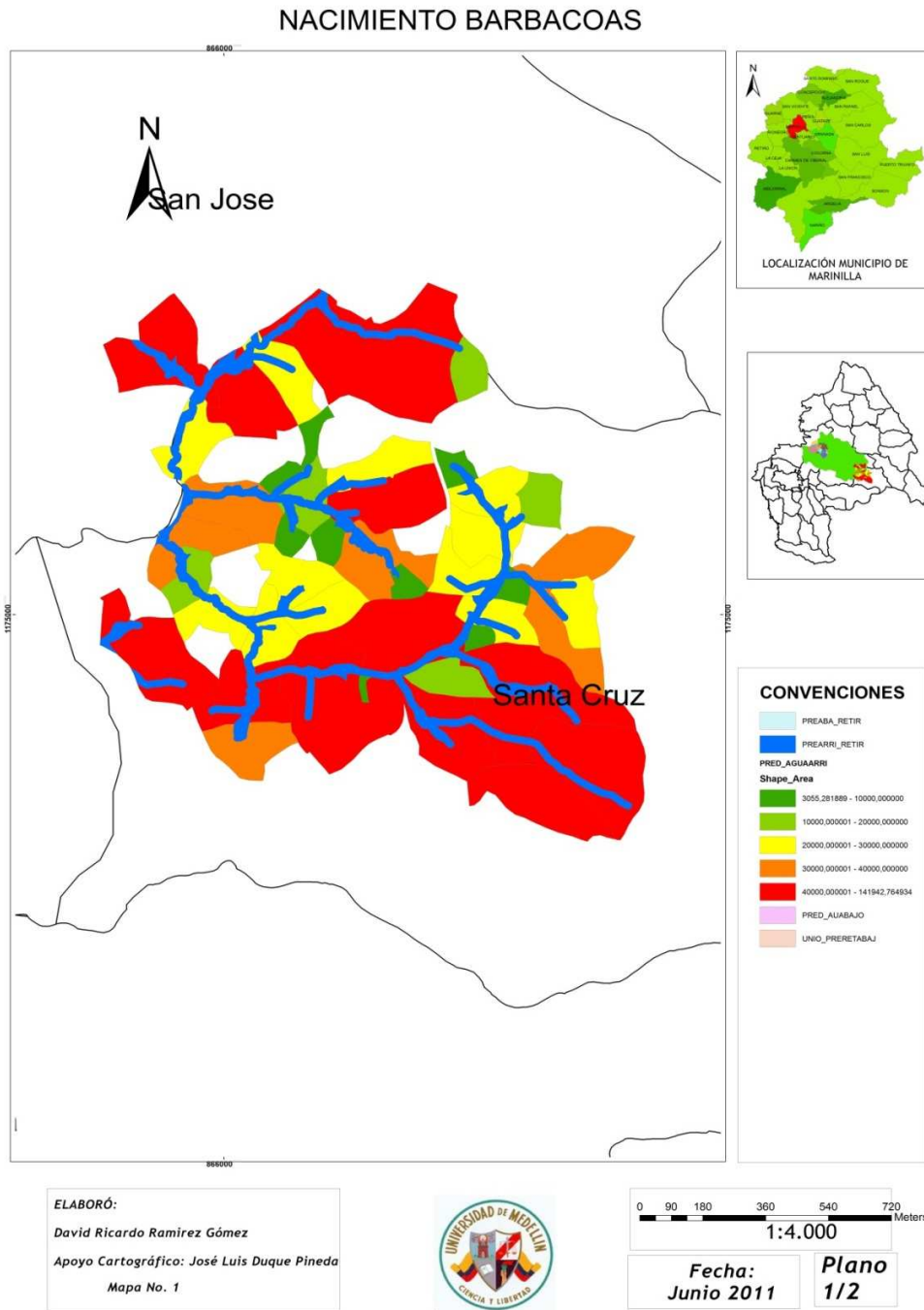
Codigo predio	Area total predio ha	area pormetro retiros ha	Porcentage retiro
819079	2,0466	0,4483	21,90%
819122	3,032	0,0234	0,77%
820166	7,9156	1,2197	15,41%
820167	1,9579	0,0754	3,85%
820168	0,9789	0,1697	17,34%
820178	51,3148	8,2214	16,02%
820179	7,9055	0,6247	7,90%
820234	9,5386	1,2013	12,59%
820231	14,3474	1,6613	11,58%
820014	16,5201	1,8027	10,91%
820016	1,3746	0,5926	43,11%
822017	1,5879	0,0136	0,86%
824018	7,5476	1,5518	20,56%
826019	21,427	3,5146	16,40%
Total	147,4945	21,1205	14,32%

**Fuente:** Catastro y mapa del PBOT 2010.

Este cuadro fue tomado de la información dado por el mapa de sistema geográfico realizado para el proyecto: nos indica la cantidad de fincas, su extensión, su localización en código en catastro y por último el porcentaje y extensión de retiro que tienen para valorar el servicio hídrico. Podemos ver que son fincas de pequeño tamaño con la excepción tres que superan las 14 hectareas y el porcentaje de retiro nunca supera el 60

El siguiente mapa son los retiros del primer lugar visitado y es importante porque nos muestra la extensión de las fincas, además de conocer cuáles superan cierta cantidad de terreno.

Mapa 4. Mapa retiros nacimiento de La Barbacoas..



**Fuente:** Catastro y mapa del POT 2010.

Tabla 6: Fincas y retiros nacimiento



Codigo predio	Area total predio ha	area pormetro retiros ha	Porcentage retiro
815042	7,0828	0,7892	11,14%
815044	4,8435	0,965	19,92%
815048	5,0295	0,2052	4,08%
815050	4,1795	0,0834	2,00%
815051	9,7015	0,1064	1,10%
815052	0,3055	0,0257	8,41%
815053	6,4715	0,6551	10,12%
815054	1,9914	0,0496	2,49%
815055	4,4445	0,9836	22,13%
815055	4,7486	0,5048	10,63%
815065	2,1158	0,1986	9,39%
815066	2,1537	0,565	26,23%
815067	2,2132	0,3542	16,00%
815068	2,6397	0,404	15,30%
815069	2,4392	0,4167	17,08%
815070	1,7329	0,468	27,01%
815071	3,2162	0,0262	0,81%
815073	3,2162	0,0801	2,49%
815107	0,9197	0,1781	19,37%
815108	0,977	0,3832	39,22%
815112	5,2438	0,0005	0,01%
815117	0,554	0,0641	11,57%
818146	6,1001	0,79967	13,11%
818147	2,2476	0,4084	18,17%
818149	2,3776	0,5771	24,27%
819050	2,5863	0,2516	9,73%
819051	0,763	0,0431	5,65%
819053	3,7259	0,5269	14,14%
819054	0,9811	0,0303	3,09%
819055	0,9094	0,1032	11,35%
819056	0,7179	0,1778	24,77%
819057	3,0556	0,4543	14,87%
819061	1,7329	0,3475	20,05%
819089	2,8546	0,7417	25,98%
819094	1,9869	0,6583	33,13%
819095	4,6046	0,4297	9,33%
818096	2,583	0,382	14,79%
819099	0,7576	0,0079	1,04%
819100	2,7832	0,5363	19,27%
819101	4,3291	0,675	15,59%
819107	5,6801	0,8945	15,75%
819116	14,1943	1,5288	10,77%
819117	1,5056	0,036	2,39%
819228	2,2904	0,2632	11,49%
819241	3,8525	0,8136	21,12%
Total	148,839	18,19357	12,22%

**Fuente:** Catastro y mapa del POT 2010.

..

Este lugar cuenta con mayor número de fincas, pero son mucho más pequeñas y sus porcentajes de retiro son menores dado el tamaño del caudal que llega a ser menos de un metro.

#### 5.4.3 .Definición del costo oportunidad de los productos producidos:

Este paso es importante dado que nos da el valor por hectárea de costo oportunidad según los cultivos. Esta se obtiene del beneficio económico que obtienen los campesinos como utilidad de su actividad productiva en el agro.

En la Bocatoma se cultiva Tomate chonto y aguacate los cuales dan la siguiente utilidad:

**Tabla 7:** Utilidad de los campesinos bocatoma.

Producto	Area cultivada ha	Producción kilos	Productividad hectarea kilo	Precio	Ing miles	Ing miles mes	costo	utilidad	utilidad mes
Aguacate	80	360000	9000	1800	1620000	1350000	4865139	11334861	944571,8
Mora	60	600000	10000	1525	1525000	1270833,3	8692555	6557445	546453,8

**Fuente**( agro.net 2011)

En el nacimiento se cultiva lechuga, repollo y maíz para chócolo su beneficio es.

**Tabla 8 :**Utilidad de los campesinos nacimiento.

Producto	Area cultivo ha	Prod Ton	Productividad hectarea kilo	Precio	Ing miles	Ing miles mes	costo	Utilidad	Utilidad de mes
Lechuga	230	644000	24571	225	5528475	460706	9817378	- 4.288.903	- 357409
Zanahoria	160	480000	30000	537	1611000	1342500			
Repollo	215	150	70000	90	6300000	525000	11.128.170	- 4.828.170	- 402348

**Fuente**( agro.net 2011)

Aunque en el cultivo de algunos productos tiene pérdidas el agricultor no las percibe. Porque se base en economía campesina donde la mano de obra es él y su familia y no se tiene totalmente en cuenta los costos sacando menos de un jornal para sobrevivir.

**5.4.3.** Se valora la recuperación teniendo en cuenta el costo de plantar árboles.

La importancia de este paso está dada para conocer el costo de cultivo para árboles, que se da por los insumos y la mano de obra en jornales campesinos. Para esto es importante saber el costo de reforestar una hectárea que agrupe los costos de.

El costo de los insumos que son necesarios para la reforestación entre ellos están. Las plántulas que dependerá el costo del tipo de germinación y retoño en que se encuentren. El fertilizante y abono orgánico que dependerá de la variedad de árbol y de las tierras. El bórax y la cal agrícola que se usan como una mata maleza. Un insecticida para evitar que estos afecten la plántula. Por último se miden los jornales según los terrenos y las actividades que se tengan que realizar.

A continuación daremos un ejemplo.

Tabla 9 :Costo reforestación .

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIO PARA REFORESTACION DE UNA HECTAREA						
Densidad minima de siembra: 1.100 arboles/hectarea						
ITEM	DESCRIPCION	UNIDAD	RENDIMIENTO	CANTIDAD	VALOR UNITARIO	VALOR TOTAL
1	<b>COSTOS DIRECTOS</b>					
1,1	<b>MATERIALES E INSUMOS</b>					
1.1.1	Plantulas	Plantula		1100	1300	1.430.000
1.1.2	Fertilizante (N.P.K), 75 gramos/plantula	kilogramo	13 plantulas por kilo	50	1100	55.000
1.1.3	Abono organico (200 gramos por plantula)	kilogramo	15 plantulas por kilo	220	200	44.000
1.1.4	Borax (15 gramos por plantula)	kilogramo	65 plantulas por kilo	17	5000	85.000
1.1.5	Cal Agricola (200 gramos por hoyo)	kilogramo	5 plantulas por kilo	220	200	44.000
1.1.6	Insecticida	kilogramo		2	5000	10.000
	<b>Subtotal materiales e insumos</b>					1.668.000
1,2	<b>MANO DE OBRA*</b>					
1.2.1	Mano de obra no calificada					
	Preparación del Terreno					
1.2.1.1	Limpia	Jornal	1 Jornal/91 arboles	12	25.000,0	300.000
1.2.1.2	Trazado	Jornal	1 Jornal/366 arboles	3	25.000,0	75.000
1.2.1.3	Plateo	Jornal	1 Jornal/137 arboles	8	25.000,0	200.000
1.2.1.4	Hoyado	Jornal	1 Jornal/137 arboles	8	25.000,0	200.000
1.2.1.5	Transporte interno de plantula	Jornal	1 Jornal/366 arboles	3	25.000,0	75.000
1.2.1.6	Siembra	Jornal	1 Jornal/183 arboles	6	25.000,0	150.000
1.2.1.7	Fertilizacion	Jornal	1 Jornal/550 arboles	2	25.000,0	50.000
1.2.1.8	Resiembra	Jornal	1Jornal/550 arboles	2	25.000,0	50.000
1.2.1.9	Control fitosanitario	Jornal	1 Jornal/550 arboles	2	25.000,0	50.000
1.2.1.10	Mantenimiento1(2 en el año de establecimien	Jornal	1 Jornal/91 arboles	12	25.000,0	300.000
1.2.1.11	Protección de incendios	Jornal	1 Jornal/366 arboles	2	25.000,0	50.000
	<b>Subtotal mano de obra no calificada</b>			60		1.500.000
1.2.2	Mano de obra calificada					
1.2.2.1	Asistencia Tecnica (10% de la M.O + Insum	Porcentaje		0,1	3.168.000	316.800
	<b>Subtotal mano de obra calificada</b>					316.800
	Subtotal mano de obra					1.816.800
1,3	<b>HERRAMIENTA Y EQUIPOS</b>					
1.3.1	Herramienta Menor (5% de la M.O)	Porcentaje		0,05	1.500.000	75.000
	<b>Subtotal herramienta menor</b>					75.000
1,4	<b>TRANSPORTE</b>					
1.4.1	Transporte Insumos (15% de los Insumos)	Porcentaje		0,15	1.668.000	250.200
	Subtotal Transporte Insumos					250.200
	<b>SUBTOTAL COSTOS DIRECTOS</b>					3.810.000
2	<b>COSTOS INDIRECTOS</b>					
	A.I.U (Administración, Imprevistos y Utilidades)					
	<b>Subtotal Costos Indirecto</b>					
	<b>Valor Total (Costos Directos + Indirectos)</b>					3.810.000

Fuente: (Umata de Marinilla 2010 )

#### 5.4.4 Verificación de la calidad de agua del cueca hídrica.

Información de análisis de calidad de agua para consumo humano.

**Tabla 10:** Evaluación del agua tanque.

Parametro	Metodo	Resultado	Unidades	Valor aceptable	Diagnostico
Ph	Kit	7	Unidades de Ph	$\geq 6,5$ y $\leq 9$	Aceptable
Cloro residual Libre.	Kit	0,4	Mg de $Cl_2/l$	$\geq 0,3$ y $\leq 0,2$	Aceptable
Coliformes	Sustrato definido.	0	$UFC/100cm^3$	0	Aceptable
E.coli	Sustrato definido.	0	$UFC/100cm^3$	0	Aceptable

**Fuente:**(Olga Lucia Ramírez, 26 de mayo 2011)

El pH debe ser neutro dentro de una escala de pH del 1 al catorce así.

**Gráfico 13.** Escala de ph



**Fuente** Exploremos química 11 2011

Cloro residual libre: es el cloro que queda luego de la desinfección, según la OMS que no genera problemas de salud es 5 miligramos por litro.( OMS, 2003)

Coliformes y E.coli: son un grupo de bacterias que sirve como indicador de calidad del agua descubierto por Theodor von Escharcha en 1860.

Al ver la calidad del agua de los alrededores del bocatoma se ve que no es apta para el consumo humano por su alto nivel de Coliformes fecales. También

contiene altos niveles de minerales como hierro y manganeso. No se sabe su origen pero parece que proviene de los plaguicidas.

Al ver la calidad del agua de los alrededores del bocatoma se ve que no es apta para el consumo humano por su alto nivel de Coliformes fecales. También contiene altos niveles de minerales como hierro y manganeso. No se sabe su origen pero parece que proviene de los plaguicidas. Una muestra analizada del 20 al 24 de junio del 20011 por el centro de análisis de aguas CENSAS.

**Tabla 11:** Evaluación del agua nacimiento.

Parametro	Metodo	Resultado	Unidades	Valor aceptable	Diagnostico
Ph	Electrométrico	6,68	Unidades de pH	$\geq 6,5$ y $\leq 9$	Aceptable
Turbiedad	Nefelometría	7,07	U.N.T	No aplica	No aplica
Color aparente	Comparación visual	20	U.C	No aplica	No aplica
Cloruros	Argentometria	0,998	$mg/l$ Cl	250	Aceptable
Nitritos	Diazotización	<0,011	$mg/l$ $NO_3$ - N	1	Aceptable
Nitratos	Diazotización	0,353	$mg/l$ $NO_2$ - N	10	Aceptable
Sulfatos	Turbidimetrico	<0,391	$mg/l$ $SO_4^{2-}$	250	Aceptable
Detergentes	Azul de metileno	<0,016	$mg/l$ SAAM	0,5	Aceptable
Plaguicidas	Cromatografía de gas ( detector selectivo de masas)HP	0	$\mu g/l$	0	Aceptable

	6890/5972 <sup>a</sup>				
--	------------------------	--	--	--	--

**Fuente** Análisis de aguas del centro CENSA 2011.

### **5.5 Valorar el servicio:**

Se recopilan todos los datos y se lleva al modelo antes mencionado con este se halla un valor del servicio ambiental hídrico por metro cubico. Con este muestra como tiene un valor ambiental el consumo de agua.

Este valor no siempre tiene que ir a las facturas sino que depende de cómo se dé el último paso de un servicio ambiental que es de finir el comprador que como vimos en el primer capítulo pueden ser usuarios directos o otros interesados.

**5.6 Negociación y pago :** Se ha utilizado en casos como Ecuador en Pírimiparo para la negociación del valor y la cantidad de hectáreas por campesino el uso de un sistema de subasta secreta en la que los campesinos introducen un valor y se mira cuáles son los promedios, escogiendo un valor intermedio entre los más bajos y más altos y llegando a una negociación con los que pedían más.

Los pagos se han hecho de dos formas colectivas e individuales, las colectivas se han realizado en un fondo para la inversión junto con servicios para el desarrollo de la comunidad, esto se puede apoyar con políticas de préstamo para proyectos productivos asociativos. La individual se ha hecho de forma de cupones en dinero, que se dan en periodos de un año, un mes, según el proyecto y éste depende del cumplimiento de cada quien más el colectivo que mostramos anteriormente, si alguien no cumple puede entrar en un no pago por incumplimiento hasta que se cúmplalo pactado. .( Sven Wunder,2008)

## **Capitulo seis. Conclusiones.**

Los pagos por servicios han resultado ser un instrumento económico flexible y sostenible en el tiempo ante sistemas como subsidios, regulaciones y fondos para proyectos. El éxito de un proyecto de pago por servicios ambientales radica en el cumplimiento de las características como la voluntariedad que genera conciencia y compromiso para el cumplimiento de las obligaciones derivadas del pago por servicios ambientales. Para que el pago sea efectivo, los vendedores de servicios ambientales deben tener derecho sobre los ecosistemas que genera el servicio, y el comprador debe tener conciencia que el servicio y su beneficio sea directamente a él o a un tercero y la transferencia debe ser tal que incentive a los vendedores a participar, pero que no llegue a ser un obstáculo por el costo. Además de esto debe haber un buen sistema de control que tenga en cuenta a las dos partes.

Las diferentes experiencias han mirado diferentes puntos de vista el valor del ambiente como en Estados Unidos, que trata de hallar el costo de evitar erosión o desnutrición del suelo, la Unión Europea incorpora otras variables como el hábitat de animales y belleza estética y en Latinoamérica se ha visto el valor de provisión del servicio específico.

Al final podemos ver la diferencia de los proyectos de países desarrollados con gran fondo económico, estos son financiados por el gobierno y son un proyecto nacional dedicado al cuidado de la naturaleza o productividad agraria u otra industria; en cambio en países en desarrollo se busca a través de proyectos regionales con recursos de los usuarios o entidades filantrópicas y su objetivo es la calidad de servicios naturales y ser un medio alternativo para reducir la pobreza en zonas rurales.

Los diferentes servicios ambientales tienen un método de valoración adecuado, pero se puede utilizar otros depende de las circunstancias como el uso de sistemas de geográficos, costos de restauración y precios hedónicos.

Lo importante al afrontar la valoración de un servicio es conocer las variables que entran en costo y beneficio, para poder después saber cuál es un método de



valoración en el que se observa se es cualitativo o cuantitativo a un monto de dinero o servicios.

En el análisis en Marinilla de viabilidad del proyecto piloto en la bocatoma y nacimiento de La Barbacoas, vemos dos variables positivas primero los agricultores tienen un sentido de proteger el ambiente y los retiros no son gran proposición de las fincas. Lo único que puede dificultar es que muchos retiros de las fincas no llegan a medir una hectárea y dificultaría la negociación, pero esto se puede solucionar con un tope mínimo de retribución.

Por ultimo vemos que los PSA son políticas ambientales alternativas que también tiene sirve para reducción de los niveles de pobreza locales. Pero también tiene dificultades como la instauración de un precio dado que no existe un precio fijado por un mercado, la otra es diferencia de en información de las dos partes cuando uno se ve afectada por esto y la ultima es como llevar acabo la negociación entre las partes de una externalidad positiva de los servicios.

•

## • **Capitulo siete. Bibliografía.**

- Campuzano Ochoa, Claudia Patricia Cornare (2006). Elementos ambientales para tener en cuenta para la delimitación de retiros a corrientes hídricas y nacimientos de agua en el suroriente antioqueño.
- Doris Cordero Camacho, Esquema de Cobro y Pago por Servicio Ambiental Hídrico, en la Provincia de Heredia, Costa Rica. *Ecological Economics* 65 (2008) 685 – 698.
- Felipe Vásquez Lavín , Arcadio Cerda Urrutia y Sergio Orrego Suaza, valoración económica del ambiente ed, Thomson Capitulo 2 Metodología de costo de viaje.
- Gabriela L. Encalada Romero, Pago Por Servicios Ambientales (Psa) Del Recurso Hídrico Como Una Alternativa De Conservación, Facultad Latinoamericana De Ciencias Sociales, Maestría en economía (2006)
- Gert Van Hecken , Johan Bastiaensen, Payments for ecosystem services: justified or not? A political view, *Ecological economic, Environmental science and policy* 13 (2010) 785-792. Kathy Baylis, Stephen Peplow, Gordon Rausser, Leo Simon, Agri-environmental policies in the EU and United States: A comparison, *Ecological Economics* 65 (2008) 753 – 764.
- J.K. Turpie, C. Marais, J.N. Blignaut, The working for water programme: Evolution of a payments for ecosystem services mechanism that addresses both poverty and ecosystem service delivery in South Africa, *Ecological Economics* 65 (2008) 788 – 798.
- N Hanley., J. Shogren and B. White. 2001. *Introduction to Environmental Economics*. 1st edition only. Oxford: Oxford University Press. Chapter 4, p 106-128. (2001)
- Nigel M. Asquith, Maria Teresa Vargasa, Sven Wunder , Selling two environmental services: In-kind payments for bird habitat and watershed

protection in Los Negros, Bolivia, *Ecological Economics* 65 (2008) 675–684.

- Paulo A.L.D. Nunes , Jeroen C.J.M, Economic valuation of biodiversity: sense or nonsense?, *Ecological Economics* 39 (2001) 203-222.
- Patrick M. Erwin , Susanna López-Legentil , Peter W. Schuhmann, The pharmaceutical value of marine biodiversity for anti-cancer drug discovery, *Ecological Economics* 70 (2010) 445-451.
- Paul J. Ferraro, Asymmetric information and contract design for payments for environmental services, *Ecological economic*, (2008) 810–821
- Pedro Pablo Chambi Condori, Valoración de secuestro de carbono mediante simulación aplicada a la zona boscosa de Rio Inambari y Madre de dios, IICFOE-Peru.
- Petra Tschakert, Environmental services and poverty reduction: Options for smallholders in the Sahel, *Agricultural Systems* 94 (2007) 75–86.
- Pham Van Hung, T. Gordon MacAulay and Sally P. Marsh, The economics of land fragmentation in the north of Vietnam, *The Australian Journal of Agricultural and Resource Economics*, 51, pp. 195–211
- R. Madrigal Ballesteros y F. Alpizar Rodríguez,(2008) Diseño y gestión adaptativa de un programa de pagos por servicios ecosistémicos en Copán Ruinas, Honduras, *Investigación Agraria: Sistemas y Recursos Forestales* 2008 17(1), 79-90.
- Robert Yaguache Ordóñez, Pago por servicios ambientales(2000)Las experiencias de los municipios de Pimampiro y El Chaco
- Roger Claassen, Andrea Cattaneo, Robert Johansson, Cost-effective design of agri-environmental payment programs: U.S. experience in theory and practice, *Ecological Economics* 65 (2008) 737–752.
- R. Madrigal Ballesteros y F. Alpizar Rodríguez,(2008) Diseño y gestión adaptativa de un programa de pagos por servicios ecosistémicos en Copán Ruinas, Honduras, *Investigación Agraria: Sistemas y Recursos Forestales* 2008 17(1), 79-90.

- Salles, J.-michel. (2011). Comptes Rendus Biologies Valuing biodiversity and ecosystem services : Why put economic values on Nature ? ´ valuation la biodiversite ´ et des services e ´ conomiques sur la Nature ? e. *Comptes rendus - Biologies*, 334(5-6), 469-482. Academie des sciences. doi: 10.1016/j.crv.2011.03.008}
- Sarah Hernández P, Cesar Augusto Ruiz, Instituto Alexander von Humboldt. Instituciones locales e Incentivos para el manejo colectivo de bienes y
- Sarah Hernández .Servicios de la biodiversidad: Caso de la Microcuenca de Chaina (Villa de Leyva- Chíquiza, Departamentode Boyacá, Colombia.
- Sven Wunder, Montserrat Albán, Decentralized payments for environmental services:The cases of Pimampiro and PROFAFOR in Ecuador, , *Ecological Economics* 65 (2008) 685 – 698.
- Stefano Pagiola,Payments for environmental services in Costa Rica, *Ecological Economics* 65 (2008) 712 – 724.
- Sven Wunder, Montserrat Albán, Decentralized payments for environmental services:The cases of Pimampiro and PROFAFOR in Ecuador, , *Ecological*
- Virginia Reyes,Jorge Fallas, Miriam Miranda, Olman Segura, Rafael Sánchez, (2002) Parámetros para la valoración del servicio hídrico brindado por los bosques y plantaciones de Costa Rica

## Capitulo ocho Anexos

### Anexo 1. Bocatoma en La Barbacoas.



Foto Bocatoma La Barbacoas



Foto Tanque desarenador.

## Anexo 2 Humedal



Foto. Humedal.



Foto Laguna.

### Anexo 3 Producción agrícola y flora



Foto de Cultivos de tomate chonto y maíz.



Foto.de Ganado.



Foto. Flora.

**Anexo 4** Bocatoma las cuchillas.





Foto .Bomba chuchilla de los cedros



Foto. Desarenador.



Foto filtro de arena.



Foto Tanque.



Foto . Filtro potabilizador.

## Anexo 5 Cultivos agrícolas.



Foto Cultivo de repollo, lechuga y zanahoria

**Anexo 6** Recursos naturales en La Cuchilla de los cedros.

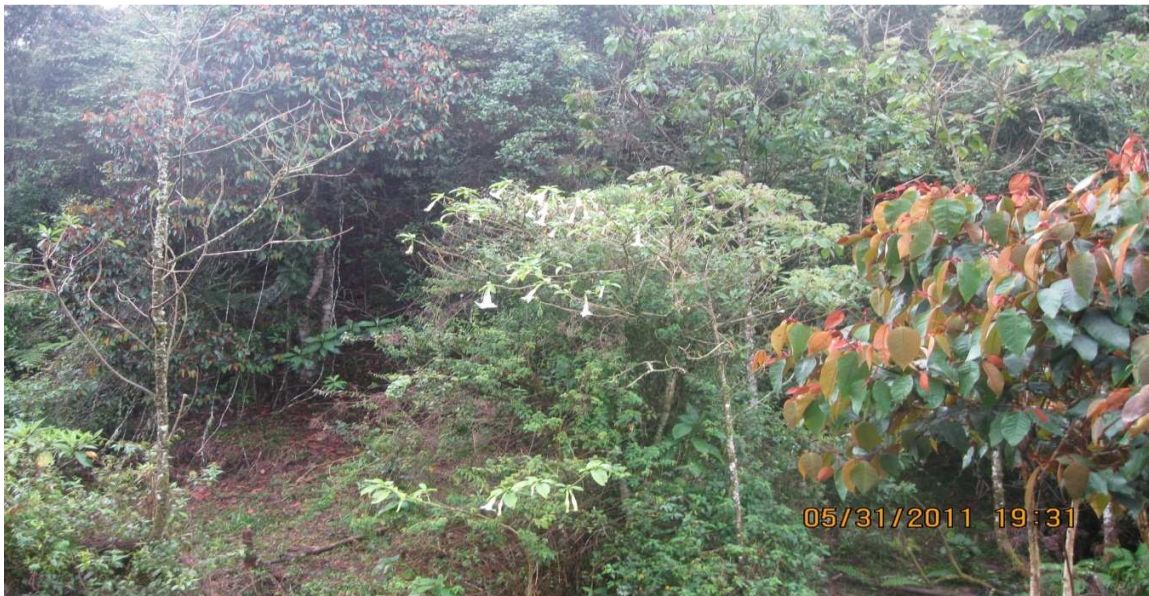
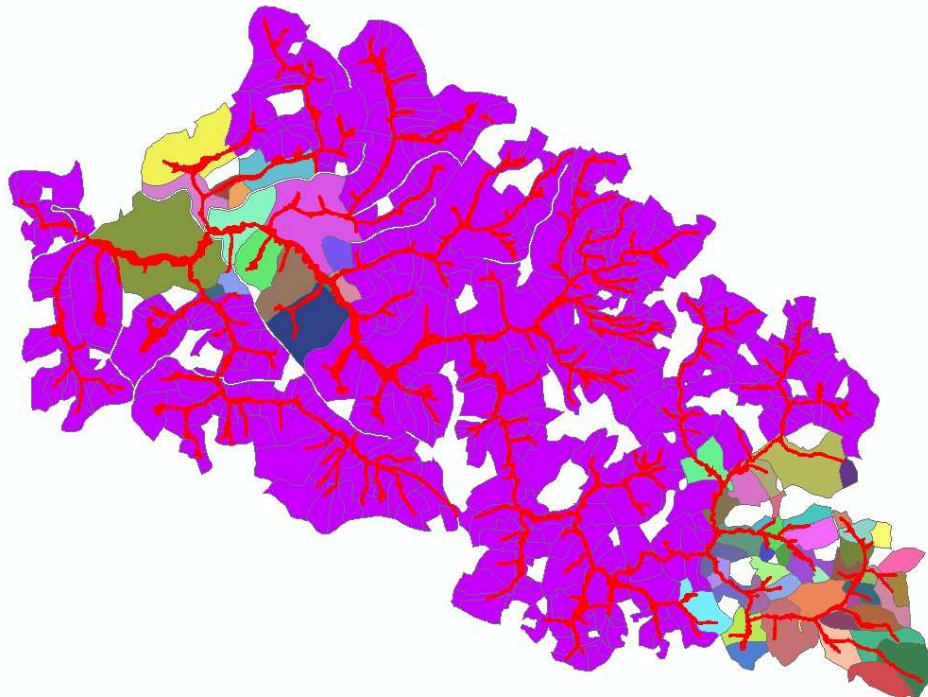


Foto Flora. Nativa.



Foto fauna nativa.

**Anexo 7** Mapa de fincas con retiros microcuenca La Barbacoas.



## Anexo 8 Flora y fauna nativa micro cuenca La Barbacoas

<b>Familia</b>	<b>Nombre científico</b>	<b>Nombre Común</b>
Begoniaceae	<i>Begonia sp.</i>	No reportado
Cecropiaceae	<i>Cecropia peltata</i>	Yarumo blanco
Chloranthaceae	<i>Hedyosmum bonplandiamun</i>	Silbo-silbo
Clusiaceae	<i>Clusia sp.</i>	Cucharo
Clusiaceae	<i>Vismia baccifera subsp.ferruginea</i>	Carate
Commelinaceae	<i>Commelina difusa</i>	No reportado
Cyperaceae	<i>Cyperus Niger</i>	No reportado
Equisetaceae	<i>Equisetum sp</i>	Cola de caballo
Ericaceae	<i>Cavendishia pubescens</i>	Uvito de monte
Ericaceae	<i>Vaccinium meridionale</i>	Mortiño
Fabaceae	<i>Desmodium ascendens</i>	No reportado
Gentianaceae	<i>Macrocarpaea macrophylla</i>	Tabaquillo
Lamiaceae	<i>Hyptis capitata</i>	Gallinazo
Loganiaceae	<i>Castilleja communis</i>	No reportado
Melastomataceae	<i>Clidemia hirta</i>	No reportado
Piperaceae	<i>Piper sp.</i>	Cordoncillo
Poaceae	<i>Axonopus compresus</i>	No reportado
Polygonaceae	<i>Polygonum hidropiperoides</i>	No reportado
Pteridaceae	<i>Pteridium aquilinum</i>	Helecho marranero
Rubiaceae	<i>Palicourea perquadrangularis</i>	No reportado
Salicaceae	<i>Salix humboldtiana</i>	Sauce
Melastomataceae	<i>Miconia theaezans</i>	Nigüito
Melastomataceae	<i>Tibouchina ciliaris</i>	No reportado
Melastomataceae	<i>Tibouchina lepidota</i>	Siete cueros
Mimosaceae	<i>Inga sp.</i>	Guamo
Mimosaceae	<i>Mimosa albida</i>	Zarza
Myricaceae	<i>Myrica pubescens</i>	Olivo de cera
Myrsinaceae	<i>Myrsine sp.</i>	Espadero
Myrtaceae	<i>Eugenia sp.</i>	Guayabo de monte
Myrtaceae	<i>Myrcia popayanenses</i>	Arrayan
Oxalidaceae	<i>Oxalis latifolia</i>	Oxalidaceae

Fuente: Arroyave, 1995; Marinilla y SAYA, 2004

Tabla Flora nativa micro cuenca La Barbacoas

<b>Familia</b>	<b>Nombre científico</b>	<b>Nombre común</b>
Accipitridae	<i>Buteo magnirostris</i>	Gavilán
Cathartidae	<i>Catharus ustulatus</i>	Gallinazo
Columbidae	<i>Leptotila verreauxi</i>	Torcaza
Desmodontinae	<i>Carollia perspicillata</i>	Murciélago
Throchilidae	<i>Amazilia tzacal</i>	Colibrí
Turdidae	<i>Coereba flaveola</i>	Buchipecosa
Charadriidae	<i>Vanellus chilensis</i>	Caravana
Coerebidae	<i>Columbina talpacoti</i>	Pielerito
Columbidae	<i>Zenaida auriculata</i>	Torcaza
Cotingidae	<i>Lipagus fuscocinereus</i>	No reportado
Cuculidae	<i>Crotophaga ani</i>	Garrapatero
Dasyproctidae	<i>Dasyprocta punctata</i>	Guatín
Didelphidae	<i>Didelphis marsupiales</i>	Zarigüeya
Falconidae	<i>Polyborus plancus</i>	Cara cara
Frigillidae	<i>Tiaris olivacea</i>	Espiguero, silga
Fringillidae	<i>Pheucticus ludovicianus</i>	Degollado
Fringillidae	<i>Spinus psaltria</i>	Canario silvestre
Fringillidae	<i>Sporophila minuta</i>	Espiguero, silga
Fringillidae	<i>Sporophila nigricollis</i>	Espiguero, silga
Fringillidae	<i>Zonotrichia capensis</i>	Copetón, afrechero
Furnellidae	<i>Synallaxis azarea</i>	Piscuis
Hirundinidae	<i>Notiochelidon cyanoleuca</i>	Golondrina
Icteridae	<i>Icterus icterus</i>	Turpial platanero
Icteridae	<i>Molothrus bonariensis</i>	Chamon
Mimidae	<i>Mimus gilvus</i>	Sinsonte
Mustelidae	<i>Mustela frenata</i>	Comadreja
Parulidae	<i>Dendroica fusca</i>	Reinita trepadora
Parulidae	<i>Mniotilta varia*</i>	Reinita trepadora
Parulidae	<i>Oporornis philadelphia</i>	No reportado
Parulidae	<i>Wilsonia canadiensis</i>	
Picidae	<i>Piculus rubiginosus</i>	Carpintero
Sciuridae	<i>Sciurus granatensis</i>	Ardilla
Strigidae	<i>Otus choliba</i>	Buho
Sylviidae	<i>Polioptila plumbea</i>	Polióptila
Thraupidae	<i>Euphonia musica</i>	Pielerito
Thraupidae	<i>Piranga rubra*</i>	Tangara
Thraupidae	<i>Tangara vitriolina</i>	Azulejo de tierra fría
Thraupidae	<i>Thraupis episcopus</i>	Azulejo
Thraupidae	<i>Thraupis palmarum</i>	Azulejo
Trochilidae	<i>Haplophaedia aureliae</i>	Colibrí, tominejo
Troglodytidae	<i>Troglodytes aedon</i>	Cucarachero

Turdidae	<i>Turdus fuscater</i>	Mayo
Tyrannidae	<i>Elaenia flavogaster</i>	Reinita
Tyrannidae	<i>Myiarchus cephalotes</i>	Fío
Tyrannidae	<i>Myiozetetes cayanensis</i>	Sirirí
Tyrannidae	<i>Pyrocephalus rubinus</i>	Pechirrojo
Tyrannidae	<i>Sayornis nigricans</i>	Gallinacito de río
Tyrannidae	<i>Todirostrum cinereum</i>	Atrapamoscas
Tyrannidae	<i>Tyrannus melancholicus</i>	Sirirí
Vireonidae	<i>Vireo leucophrys</i>	Vireo

---

Fuente: Marinilla y SAYA, 2004.

Tabla Fauna nativa micro cuenca La Barbacoas