



**PROGRAMA DE EDUCACIÓN PARA EL DESARROLLO Y LA
CONSERVACIÓN
ESCUELA DE POSGRADO**

**Escenarios económicos para el manejo de la oferta del
servicio ecosistémico de provisión y regulación del recurso hídrico
para consumo humano en la subcuenca alta superior del Río
Pasto, Colombia.**

Tesis sometida a consideración de la Escuela de Posgrado, Programa de Educación
para el Desarrollo y la Conservación del Centro Agronómico Tropical de
Investigación y Enseñanza como requisito para optar por el grado de:

Magister Scientiae en Socioeconomía Ambiental

Por

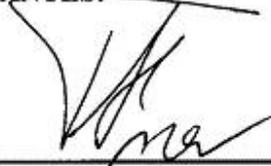
Carmen Lucia del Castillo Quintero

Turrialba, Costa Rica, 2008

Esta tesis ha sido aceptada en su presente forma por el Programa de Educación para el Desarrollo y la Conservación y la Escuela de Posgrado del CATIE, y aprobada por el Comité Consejero del estudiante como requisito parcial para optar por el grado de:

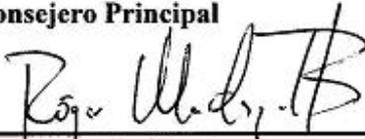
Magister Scientiae en Socioeconomía Ambiental

FIRMANTES:



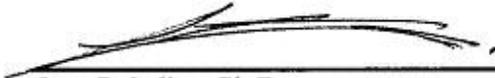
Francisco Alpizar, Ph.D.

Consejero Principal



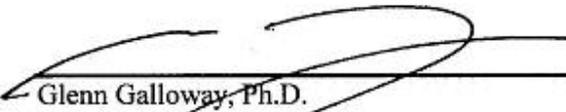
Roger Madrigal, M.Sc.

Miembro del Comité Consejero



Juan Robalino, Ph.D.

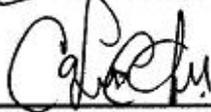
Miembro del Comité Consejero



Glenn Galloway, Ph.D.

Director División Educativa

Decano de la Escuela de Posgrado



Carmen Lucía del Castillo Quintero

Candidato

DEDICATORIA

A Dios, por ser mi guía y la luz que siempre me acompaña...

A mi Jacobo precioso, por ser mi motivo de orgullo, lucha y perseverancia...

A mi amor Javier, por el sentimiento, el apoyo y la confianza depositada...

A la memoria de mi padre Emilio, por su fortaleza y sacrificio. A ti papy, porque fuiste uno de mis grandes motores para este triunfo que me hubiera gustado compartir contigo...

A mi madre Mary Ruth, por su ejemplo de mujer, madre y tenacidad...

A mi hermana Marisol, por su demostración de cariño y amistad...

A mis familiares y amigos por sus buenas energías y deseos...

AGRADECIMIENTOS

Al CATIE por la oportunidad de tener un reto más en la vida: superación y crecimiento profesional.

Al Dr. Francisco Alpízar, mi profesor consejero, por su confianza desde el inicio de mis estudios en CATIE y por su aporte en la formación académica para el desarrollo de mi investigación, de la cual hoy me siento orgullosa.

Al M.Sc Roger Madrigal, miembro de mi comité consejero, por su dedicación y pronta asesoría, cuando mas la necesite.

Al Dr. Juan Robalino, también miembro de mi comité consejero, por su aceptación y colaboración en las etapas culminantes de mi tesis de maestría.

A la Empresa de Obras Sanitarias de Pasto EMPOPASTO, La Fundación Social y la Corporación Minga Permanente CORPOMINGA, por permitirme desarrollar esta investigación, con la cual espero se contribuya al bienestar de mi ciudad.

A mi Javier, por su compañía, consejos y comprensión en los momentos buenos y regulares de esta importante etapa de mi vida.

A mi familia, por su apoyo durante todo este tiempo para facilitar el desarrollo de mi trabajo.

A Carlos Mosquera y Diego Muñoz, por su paciencia y valiosa asesoría en las etapas de SIG.

A Rafaela Retamal, por su colaboración para lograr una adecuada aplicación de la metodología para priorización de áreas.

A mis grandes amigos en CATIE, Mario, Liliana, María Ofe, Delia, Leana, Nancy, Ángela y Ney de quienes recibí constantes demostraciones de afecto y apoyo.

A mis compañeros de promoción 2006-2007 en quienes encontré el respaldo que solo se recibe de una familia...de una gran familia de 53 hermanos!!! Muchas Gracias a todos!!!

BIOGRAFÍA

La autora, nació en la ciudad de Mocoa (Putumayo) - Colombia, pero creció en la ciudad de Pasto (Nariño). Se graduó en el 2003 de Ingeniera Agroforestal en la Universidad de Nariño y realizó su tesis de pregrado “*Evaluación Silvicultural de Eucalyptus grandis al tercer año de establecido en diferentes arreglos en el núcleo 1 del proyecto Núcleos Agroforestales Campesinos del departamento de Risaralda*” en el Comité Departamental de Cafeteros de Risaralda. En enero de 2006 ingresa a la Escuela de Posgrado del CATIE para realizar sus estudios de Maestría y obtener el título de Magister Scientiae en Socioeconomía Ambiental. Actualmente se siente muy orgullosa de los logros obtenidos hasta el momento, sintiéndose motivada para forjarse nuevos retos y alcanzar de la misma manera éxitos y bendiciones junto a las personas a quienes ama.

CONTENIDO

DEDICATORIA	III
AGRADECIMIENTOS	IV
BIOGRAFÍA.....	V
CONTENIDO	VI
RESUMEN	X
SUMMARY	XI
ÍNDICE DE CUADROS	XII
ÍNDICE DE FIGURAS	XIV
LISTA DE UNIDADES, ABREVIATURAS Y SIGLAS.....	XV
1 INTRODUCCIÓN	1
1.1 Antecedentes.....	1
1.2 Planteamiento del Problema	2
1.3 Justificación de la investigación	3
1.4 Objetivos del estudio	5
1.4.1 <i>Objetivo General</i>	5
1.4.2 <i>Objetivos específicos</i>	5
1.5 Hipótesis del estudio	6
2 MARCO CONCEPTUAL	7
2.1 Bosques	7
2.2 Páramos.....	7
2.3 Ecosistemas agrícolas	8
2.4 Cuenca hidrográfica.....	9
2.5 ¿Que son los servicios ecosistémicos?.....	9
2.5.1 <i>Servicios Ecosistémicos Prestados por las Cuencas hidrográficas</i>	10
2.6 Pago por Servicios Ecosistémicos (PSE).....	11
2.6.1 <i>Oferentes de servicios ecosistémicos</i>	13
2.6.2 <i>Demandantes de servicios ecosistémicos</i>	13
2.6.3 <i>Esquema de PSE</i>	13
2.7 Valoración Económica de Servicios Ecosistémicos	15
2.7.1 <i>Cambios en la productividad</i>	16

2.7.2	<i>Costo de oportunidad</i>	17
2.8	Selección de alternativas de manejo para la generación de SE	17
2.9	Experiencias de pago por servicios ecosistémicos en Colombia	18
2.9.1	<i>El Plan Verde</i>	19
2.9.2	<i>Certificado de Incentivo Forestal</i>	19
2.9.3	<i>Incentivos económicos para proyectos de microcuencas</i>	20
3	MATERIALES Y MÉTODOS	21
3.1.1	<i>Características biofísicas</i>	22
3.1.1.1	Cobertura y uso del suelo.....	22
3.1.1.1.1	Bosques	22
3.1.1.1.2	Bosques plantados.....	23
3.1.1.1.3	Páramo	24
3.1.1.1.4	Pasturas	26
3.1.1.1.5	Cultivos	26
3.1.1.2	Caudales	26
3.1.1.3	Calidad del recurso agua	26
3.1.2	<i>Caracterización socioeconómica</i>	27
3.1.2.1	Tenencia de la tierra.....	27
3.1.2.2	Producción Agrícola	27
3.1.2.3	Explotación maderera	27
3.1.2.4	Nivel de organización	28
3.1.2.5	Ingresos de los hogares	28
3.2	Proceso metodológico.....	28
3.2.1	<i>Fase de diagnóstico</i>	30
3.2.2	<i>Priorización de áreas críticas para la oferta del SEH</i>	30
3.2.3	<i>Identificación de oferentes potenciales del SEH</i>	33
3.2.4	<i>Selección de buenas prácticas agrícolas y forestales</i>	34
3.2.5	<i>Valoración económica de las prácticas que incrementan la oferta del Servicio Ecosistémico Hídrico y estimación de incentivos de compensación</i>	35
3.2.5.1	Estimación del costo de oportunidad CO.....	36

	3.2.5.2 Método de cambio en la productividad.....	37
	3.2.6 <i>Análisis de sensibilidad</i>	37
	3.2.7 <i>Validación de los resultados con los oferentes ubicados en las áreas críticas prioritizadas</i>	38
	3.2.8 <i>Validación del método de priorización sistemática de áreas críticas (Retamal 2006)</i> . 38	
4	RESULTADOS Y DISCUSIÓN	39
4.1	Descripción y Diagnóstico.....	39
4.2	Identificación de áreas prioritarias para la oferta del SEH.....	39
4.3	Oferentes del SEH en las áreas prioritizadas	43
	4.3.1 <i>Usos del suelo</i>	43
	4.3.2 <i>Tenencia de la tierra</i>	44
	4.3.3 <i>Edad y arraigo a la tierra</i>	46
	4.3.4 <i>Uso de los recursos naturales presentes en las áreas muy prioritarias</i>	46
4.4	Determinación de los costos de implementar prácticas que favorecen la oferta del SEH 47	
	4.4.1 <i>Selección de buenas prácticas agrícolas y forestales</i>	47
	4.4.2 <i>Estimación de costos de las prácticas seleccionadas</i>	51
4.5	Valoración económica de las prácticas que incrementan la oferta del Servicio Ecosistémico Hídrico y estimación de incentivos de compensación.....	53
	4.5.1 <i>Costo de oportunidad de la producción</i>	53
	4.5.2 <i>Cambios en la productividad</i>	56
	4.5.3 <i>Estimación de montos de compensación</i>	58
	4.5.4 <i>Recomendaciones para implementar un esquema de PSEH en la Subcuenca Alto Superior del Río Pasto</i>	61
	4.5.5 <i>Validación de las alternativas propuestas con los oferentes del SEH identificados en la Subcuenca Alto Superior del Río Pasto</i>	62
4.6	Escenarios de intervención a diferentes escalas: espaciales, temporales y de costos totales 62	
	4.6.1 <i>Viabilidad financiera de los escenarios de intervención</i>	81
	4.6.2 <i>Limitaciones de la investigación</i>	82
4.7	Validación de la metodología de priorización de áreas Retamal 2006.....	83
5	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	85

5.1	Conclusiones.....	85
5.2	Recomendaciones	87
6	BIBLIOGRAFÍA	89
	ANEXOS	96

Del Castillo Quintero, C.L. 2008. Propuesta de un plan de acción para el manejo de la oferta del servicio ecosistémico de regulación y provisión del recurso hídrico para consumo humano, en la Subcuenca Alta Superior del Río Pasto, Colombia. Tesis Mag. Sc. Turrialba, Costa Rica, CATIE. 110p.

Palabras Clave: servicio ecosistémico hídrico, priorización de áreas, costo de oportunidad, cambio en la productividad, escenarios de intervención.

RESUMEN

Teniendo en cuenta que garantizar la disponibilidad de agua de calidad potable tiene un costo, se decidió estimar el valor económico de las acciones que cierto grupo de personas podrían asumir para lograr ofrecer el servicio ecosistémico de proveer y regular el recurso hídrico para consumo humano en la subcuenca alta superior del Río Pasto.

En este sentido se priorizaron áreas críticas para el manejo de dicha oferta siguiendo la metodología propuesta por Retamal (2006). En el proceso se identificaron 3 niveles de prioridad, medio, alto y muy alto. Posteriormente se identificaron 179 propiedades distribuidas entre 162 propietarios u oferentes potenciales. Se aplicó una entrevista semi estructurada y la información obtenida se analizó mediante estadística descriptiva. A continuación se seleccionaron alternativas de manejo encaminadas a la protección de los recursos suelo y agua. Se aplicó los métodos de valoración económica del costo de oportunidad y cambio en la productividad. El primero, para aquellas situaciones donde se busca conservar las áreas de protección; y el segundo, para aquellos casos donde se busca producir en armonía con el medio ambiente.

Se estimó un costo de oportunidad para las áreas de protección de USD\$2330, esto basándose en la actividad más rentable de la zona, el cultivo de la papa. Se calcularon los costos de establecimiento y mantenimiento de las prácticas de manejo seleccionadas. Seguidamente se estimaron los posibles montos de compensación para cada uso del suelo recomendado.

Como paso siguiente se plantean 9 escenarios de intervención. El escenario más ajustable desde el punto de vista económico y ecosistémico es el escenario 9. En este escenario se involucran criterios que apuntan hacia el ingreso de la totalidad del área con prácticas de conservación y el ingreso gradual de áreas de bosque ripario dentro de las áreas prioritarias.

Del Castillo Quintero, C.L. 2008. Propuesta de un plan de acción para el manejo de la oferta del servicio ecosistémico de regulación y provisión del recurso hídrico para consumo humano, en la Subcuenca Alta Superior del Río Pasto, Colombia. Tesis Mag. Sc. Turrialba, Costa Rica, CATIE. 110p.

Palabras Clave: servicio ecosistémico hídrico, priorización de áreas, costo de oportunidad, cambio en la productividad, escenarios de intervención.

SUMMARY

Assuming the fact that assuring the supply of drinking potable water has a cost, it has been decided to estimate the economic value of actions that certain group of people could endure to achieve the ecosystem services of drinking water resource provision and regulating in the upper part of Pasto River subwatershed.

In this sense, critical areas were prioritized for this supply management following the methodology proposed by Retamal (2006). In the process, 3 priority levels were identified: medium, high and very high. Later on, 179 properties distributed within 162 owners or potential suppliers, were identified. A semi structured interview was applied and the obtained information was analyzed by descriptive statistics. Then, management alternatives of soil and water resource protection were chosen. Economic valuation of opportunity cost and productivity change methods were applied. The first method was used in those cases where the main purpose is the protection of conservation areas, and the second one, was applied for those cases where production with environment harmony is the main goal. Abstract

The opportunity cost estimated for protection areas was USD\$2330, this was calculated based on the most profitable activity in the area, the crop of potato. The establishment and maintenance costs of this management practices were calculated. Following, with the estimation of the possible compensation amounts for each land use recommended.

As a following step, 9 intervention scenarios were suggested. The best suitable scenario from an economic and ecosystemic point of view was the 9th. In this scenario, it has been included criteria that focus on the income for all areas with conservation practices and the income for riparian forest within the priority areas.

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Usos del suelo por corregimiento en la Subcuenca Alto Superior del Río Pasto.	25
Cuadro 2. Diagnóstico de la calidad de agua para consumo humano en la Subcuenca Alta Superior del Río Pasto, Colombia.....	27
Cuadro 3. Ejemplo de plan de manejo y método de costo de oportunidad.....	36
Cuadro 4. Ejemplo de plan de manejo y método de valoración de cambio en la productividad.	37
Cuadro 5. Tipos y áreas de prioridad para el manejo de la oferta del SEH en la Subcuenca Alto Superior del Río Pasto	41
Cuadro 6. Prácticas de uso y manejo recomendadas para la oferta del SEH en la Subcuenca Alta Superior del Río Pasto, Colombia.....	50
Cuadro 7. Costos de las prácticas que contribuyen a ofrecer el SEH en la Subcuenca Alto Superior del Río Pasto, Colombia.....	51
Cuadro 8. Costo de oportunidad de la vegetación natural en la Subcuenca Alto Superior del Río Pasto, Colombia.	55
Cuadro 9. Montos de compensación por uso y/o práctica recomendada para la oferta del SEH en la Subcuenca Alto Superior del Río Pasto.	60
Cuadro 10. Tipo y área de los usos del suelo presentes en las áreas muy prioritarias para la oferta del SEH en la Subcuenca Alto Superior del Río Pasto.	63
Cuadro 11. Escenario I para el PSEH en la Subcuenca Alto Superior del Río Pasto. Toda el área de muy alta prioridad, teniendo en cuenta dos ciclos de papa al año.....	64
Cuadro 12. Escenario II para el PSEH en la Subcuenca Alto Superior del Río Pasto. Toda el área de muy alta prioridad, teniendo en cuenta un ciclo de papa al año.....	66
Cuadro 13. Escenario III para el PSEH en la Subcuenca Alto Superior del Río Pasto. Ingresos del 10% de área de bosque por año más 100% de áreas con pcsa, con porcentajes de pago del 10% para bosque y 50% para prácticas de conservación.....	69
Cuadro 14. Escenario IV para el PSEH en la Subcuenca Alto Superior del Río Pasto. Ingresos por año del 10% del área total muy prioritaria.	71
Cuadro 15. Escenario V para el PSEH en la Subcuenca Alto Superior del Río Pasto. Ingresos por año del 20% del área total muy prioritaria.	72

Cuadro 16. Escenario VI para el PSEH en la Subcuenca Alto Superior del Río Pasto. Ingreso del 100% de las áreas con PCSA más áreas de bosque priorizadas con criterios de pendiente (0 – 30%).....	74
Cuadro 17. Escenario VII para el PSEH en la Subcuenca Alto Superior del Río Pasto. Ingreso del 100% del área con PCSA el primer año, más el ingreso progresivo de las 190 has de bosque priorizadas distribuidas en los nueve años restantes de la propuesta.	76
Cuadro 18. Escenario VIII para el PSEH en la Subcuenca Alto Superior del Río Pasto. Ingreso del 100% de las áreas con PCSA más áreas de bosque ripario ubicadas en las áreas de muy alta prioridad.....	78
Cuadro 19. Escenario IX para el PSEH en la Subcuenca Alto Superior del Río Pasto. Ingreso del 100% del área con PCSA el primer año, más el ingreso progresivo de las 150 has de bosque ripario ubicadas en las áreas de muy alta prioridad, distribuidas en los nueve años restantes de la propuesta.	80

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Ubicación de la Subcuenca Alto Superior del Río Pasto en el departamento de Nariño, Colombia.....	21
Figura 2. Modelo cartográfico utilizado para la generación del mapa de áreas críticas prioritarias para la oferta del SEH en la Subcuenca Alto Superior del Río Pasto	32
Figura 3. Mapa de áreas críticas prioritarias para la oferta del SEH en la Subcuenca Alto Superior del Río Pasto.	40
Figura 4. Usos del suelo presentes en las propiedades de los oferentes potenciales del SEH entrevistados en la Subcuenca Alta Superior del Río Pasto, Colombia.....	44
Figura 5. Distribución del tamaño de las propiedades ubicadas en las áreas de muy alta prioridad en la Subcuenca Alta Superior del Río Pasto, Colombia.	44
Figura 6. Tiempo de pertenencia de las propiedades en las áreas seleccionadas como de muy alta prioridad en la Subcuenca Alta Superior del Río Pasto, Colombia.	46
Figura 7. Prácticas de conservación más frecuentes realizadas por los propietarios de las tierras ubicadas en las áreas de muy alta prioridad en la Subcuenca Alta Superior del Río Pasto, Colombia.....	48
Figura 8. Prácticas de conservación que los propietarios de las tierras ubicadas en las áreas de muy alta prioridad estarían dispuestos a implementar en la Subcuenca Alta Superior del Río Pasto, Colombia	49

LISTA DE UNIDADES, ABREVIATURAS Y SIGLAS

SE: Servicio ecosistémico

SEH: Servicio ecosistémico Hídrico

PSEH: Pago por Servicio Ecosistémico Hídrico

Pcsa: Prácticas de conservación de suelos y aguas

CIF: Certificado de Incentivo Forestal

IGAC: Instituto Geográfico Agustín Codazzi

SAF: Sistemas Agroforestales

GPS: Global Positioning System (Sistema de Posicionamiento Global)

SIG: Sistema de Información Geográfica

M.O: Mano de obra

C.O: Costo de oportunidad

USD\$: Dólares

Has: hectáreas

1 INTRODUCCIÓN

1.1 Antecedentes

El área de estudio presenta un área total de 6889 has aproximadamente e incluye las microcuencas Dolores, Cabrera, Las minas, Purgatorio, Las tiendas y el escurrimiento de Roscaloma, con alturas que van desde los 2400 hasta los 3500 msnm. Estas microcuencas se conforman por una serie de ríos y quebradas donde el cauce principal está determinado por el Río Pasto que en su conjunto es afluente del Río Juanambú (CORPONARIÑO 2005).

Las actividades predominantes son la agrícola, principalmente con cultivos de papa, cebolla, maíz y hortalizas, y la ganadera de tipo extensivo y generalmente sin tecnificación, con pasturas naturales y poca presencia de árboles en las parcelas. La cuenca presenta algunas limitantes que se traducen en la contaminación de las aguas superficiales por efecto de agroquímicos, excretas y sedimentación proveniente de la erosión de los suelos a causa de las mínimas o ausentes prácticas conservacionistas de éste recurso.

Esta situación ha motivado a las instituciones que de alguna forma expresan su interés en la protección del recurso hídrico, tales como la empresa de acueducto de la ciudad EMPOPASTO, La Fundación Social, CORPOMINGA, La Universidad de Nariño y quienes a través del desarrollo de ésta investigación intentan buscar mecanismos de carácter técnico y financiero que permitan la conservación de ésta área de la cuenca, como una inversión al menor costo que les asegure a los usuarios de la ciudad de Pasto el suministro futuro de agua tanto en calidad como en cantidad.

Con el propósito de participar en la solución de esta problemática, la presente investigación plantea la implementación de una estrategia de transferencia de tecnologías para conservar el suelo y las coberturas vegetales de protección, mediante sistemas de manejo y conservación compatibles a los agroecosistemas regionales, con miras a ofrecer un servicio ecosistémico dirigido a regular y proveer el agua destinada para consumo humano en la ciudad de Pasto, al tiempo que se recupere la capacidad productiva de estos recursos naturales y se logre un eficiente desarrollo de los participantes en la propuesta.

1.2 Planteamiento del Problema

La concentración de la propiedad territorial, la ampliación de la frontera agrícola, la extracción insostenible de recursos maderables y de leña, la oferta y dependencia de insumos agroquímicos y los procesos de colonización son factores que se relacionan con la intervención de los ecosistemas naturales en las regiones andinas de Colombia. Esta situación ha ocasionado la degradación de los recursos naturales y el ambiente perjudicando así a las poblaciones rurales de las cuencas.

La deforestación resultante de ésta intervención tiene un impacto determinante sobre la regulación de los sistemas hídricos, afectando en igual o mayor proporción a varios ecosistemas. Su efecto repercute sobre importantes actividades como el suministro de agua de calidad potable a acueductos rurales y urbanos y el funcionamiento de los sistemas productivos.

Dado lo anterior, estimar los beneficios que podrían derivarse de la conservación de dichos recursos resulta ser una tarea relativamente difícil, razón por la cual son subvalorados y en la mayoría de los casos degradados o destruidos. Este es el caso de las cuencas hidrográficas donde las consecuencias se manifiestan en la disminución de su potencial hídrico (Dávila 2001). Lo ideal es lograr que las comunidades que habitan la cuenca se propongan manejar sosteniblemente sus fuentes de agua, para lograr así el abastecimiento tanto de sus acueductos rurales como el de la ciudad de Pasto.

En este sentido asegurar el agua para las poblaciones tiene un costo, por lo cual se debe reconocer el valor económico y social de las acciones que se ejecuten para lograr este objetivo de forma permanente. Pagiola (2002) afirma que si los productores de las partes altas de la cuenca no reciben ninguna compensación por contribuir a generar acciones que permitan la oferta sostenible y suficiente de servicios ecosistémicos, éstos no se sentirían motivados para tomarlos en cuenta dentro de sus decisiones de uso de sus tierras.

Para el caso en estudio, la Subcuenca Alto Superior de la Cuenca Alta del Río Pasto, se caracteriza por su potencial hídrico, el cual produce el agua que consume más del 80% de la ciudad de Pasto, sin contar con los acueductos rurales de la región. Sin embargo, según CORPONARIÑO 2005 la oferta hídrica local está por debajo de las demandas actuales del recurso. Posiblemente esto obedezca a que en la cuenca como en muchas regiones del país se presenta un acelerado deterioro de las fuentes hídricas que abastecen de

agua de calidad potable. Como resultado se comprometen las satisfacciones de consumo que este bien proporciona a la mayor parte de la ciudad y se incrementan los costos y el tiempo requeridos para obtenerlo.

Actualmente hay una tendencia mundial hacia un mayor reconocimiento de la importancia que tienen los recursos naturales para el sostén de las actividades productivas y para el bienestar social en general. Esto ha conducido a un mayor interés por incorporar variables ambientales en las decisiones de políticas para el desarrollo. Es así como han surgido importantes avances en diferentes campos, pasando desde el marco legal e institucional hasta la formulación de instrumentos que buscan minimizar los daños al ambiente y propiciar un aprovechamiento sostenible de los recursos naturales.

Por último, cabe mencionarse que hasta el momento no se han valorado los costos ambientales y su internalización en las actividades productivas. Frente a esto las entidades competentes en el área de estudio se sienten motivadas para iniciar proyectos que incorporen dentro de la gestión del recurso hídrico, variables económicas para valorar los servicios ecosistémicos. Los resultados generados podrían convertirse en un insumo para la toma de decisiones en cuanto al manejo de las coberturas vegetales y la mitigación de daños como la modificación en la captación y filtración del agua y la erosión y sedimentación de las fuentes de agua.

1.3 Justificación de la investigación

El agua es un recurso esencial en todos los aspectos de la vida y parte fundamental de los ecosistemas terrestres. Según Sánchez (2003), aunque la mayor parte del mundo está cubierta por este recurso, solo alrededor de un 1% es apta para consumo humano. Adicionalmente el agua está distribuida desigualmente, es decir, es abundante en algunas áreas y muy escasa en otras. Con frecuencia éste recurso es considerado como un bien público, razón por la cual se le ha hecho un uso irracional e insostenible, lo cual ha ocasionado preocupación por el acelerado crecimiento de su demanda y de su consecuente escasez.

La investigación desarrollada parte de una metodología (Alpízar y Madrigal 2005) que permite obtener una estimación de los incentivos económicos que deberían ser transferidos a los productores involucrados en la oferta del servicio ecosistémico hídrico en

la Subcuenca Alto Superior del Río Pasto, con miras a lograr el compromiso de ejecutar procesos de conservación y recuperación de las áreas establecidas como prioritarias para la generación de éste tipo de funciones ecosistémicas.

En este sentido y como primer momento se realizó un diagnóstico sobre la situación ambiental y socioeconómica de la zona. Esto permitió conocer cuales podrían ser las incidencias que los servicios ecosistémicos de regulación y provisión del recurso hídrico podrían tener para los usuarios del sistema de acueducto Centenario. Principalmente si estos servicios se derivan de la conservación y protección de los sistemas protectores naturales y del manejo adecuado de las áreas de cultivo en la parte alta de la cuenca.

Para ello se siguió la metodología planteada por Retamal (2006) para la identificación de áreas prioritarias para la oferta del SEH. Esta metodología permite seleccionar áreas con características particulares que pueden contribuir a mantener la disponibilidad de agua de calidad potable. De esta forma se busca incluir estas áreas de interés dentro de una propuesta de manejo e intervención para lograr la oferta esperada.

Como segundo momento, se analizan los costos de las mejores alternativas adaptadas a la zona para la conservación y protección de la cuenca. En ésta parte de la investigación se analiza el comportamiento de los costos de oportunidad del uso del suelo en las áreas de conservación. Se tiene en cuenta que paralelamente a la opción de conservación, debe plantearse el manejo de las áreas productivas estableciendo tecnologías para producir de manera sostenible y armónica con el medio ambiente (cambio en la productividad).

Para obtener una relación de los costos de conservar y proteger la cuenca con los beneficios que obtendrían los usuarios del recurso hídrico, se plantean diferentes escenarios con respecto a escalas de espacio (has de áreas críticas), tiempo (años para cubrir los costos de intervención de las áreas seleccionadas como críticas) y costos de niveles de intervención.

El análisis de las diferentes escalas de intervención para el manejo de la oferta deseada permitió estimar los montos de incentivos económicos que deberían pagarse para compensar los costos en los que incurrirían quienes se comprometían a asumir la oferta de los servicios ecosistémicos hídricos en la Subcuenca Alto Superior del Río Pasto.

El manejo planteado se encamina a una forma de aprovechamiento y conservación de los recursos agua, suelo y vegetación, pero siempre en función de las necesidades y

preferencias de los oferentes del servicio, para que de ésta forma se logre alcanzar una mejor calidad de vida, en armonía con el medio ambiente y se sienten las bases para garantizar el mismo disfrute para las generaciones futuras quienes se beneficiarán de las acciones que se ejecuten en el presente.

1.4 Objetivos del estudio

1.4.1 Objetivo General

Establecer una línea base socioeconómica y un plan de acción para el manejo de la oferta del servicio ecosistémico de provisión y regulación del recurso hídrico (MEA 2005) para consumo humano en la cuenca alta del Río Pasto, municipio de Pasto, departamento de Nariño, Colombia.

1.4.2 Objetivos específicos

- Identificar áreas críticas y realizar una priorización de las mismas con miras a proteger y aumentar la disponibilidad y calidad del recurso hídrico para consumo humano.
- Identificar los oferentes potenciales del servicio ecosistémico de protección y regulación del recurso hídrico en la cuenca y proveer una estimación de los costos de implementar alternativas para proveer y regular el recurso hídrico, con miras a estimar el costo total de un plan de acción de intervención en la cuenca.
- Proporcionar escenarios alternativos de intervención en el campo, y posibles planes de acción que faciliten la toma de decisiones sobre el recurso hídrico en la zona de estudio.
- Validar el método de priorización sistemática de áreas críticas (Retamal 2006) en la cuenca en estudio para formular recomendaciones y documentar lecciones aprendidas.

1.5 Hipótesis del estudio

- Es posible realizar una priorización de áreas críticas a diferentes escalas en la cuenca en estudio.
- La toma de decisiones de los productores con respecto a la oferta del servicio ecosistémico de provisión y regulación del recurso hídrico depende de la alternativa de uso del suelo más rentable.
- El pago por servicios ecosistémicos puede ser un incentivo que promueva la adopción de prácticas de uso y manejo del suelo más amigables con la naturaleza.
- Es posible definir diferentes alternativas de intervención de acuerdo a criterios espaciales, temporales y de costos totales.
- La metodología de priorización de áreas (Retamal 2006) es adaptable y aplicable a diferentes situaciones.

2 MARCO CONCEPTUAL

2.1 Bosques

La mayoría de los bosques en Colombia que se encuentran por encima de los 2500 msnm corresponden a un tipo de bosque andino conocido como “bosque de niebla”, los cuales son bosques tropicales que se extienden sobre un rango altitudinal cerca de los 1000metros, alcanzando su máxima altitud en los 3500 msnm, donde frecuentemente se encuentran cubiertos de nubes (Uribe 2003).

Los bosques tiene la particularidad de cumplir con importantes funciones dentro de las cuencas hidrográficas, entre ellas y en relación con la regulación de caudales, tienen la capacidad de retener partículas del suelo evitando los procesos erosivos y la sedimentación, atenuando de igual forma el impacto del flujo de agua sobre el mismo suelo, al tiempo que permiten distribuir en el tiempo el agua disponible garantizando flujos mas adecuados en épocas con baja precipitación (Uribe 2003).

Algunos de los procesos en los cuales se ven amenazadas las áreas de alta fragilidad con cobertura boscosa, se relacionan con el acelerado cambio de uso el suelo, mediante el cual se destruye tal cobertura para establecer cultivos anuales y transitorios que con el tiempo y el inadecuado manejo de éstos, ocasionan una acelerada pérdida de la capacidad productiva agrícola, destinando el suelo a la actividad ganadera extensiva en ecosistemas que en muchas ocasiones tienen baja capacidad de carga. En términos socioeconómicos, esta situación se refleja en la concentración de tierras “desmontadas” promoviéndose el desplazamiento a nuevas áreas cubiertas de bosque para continuar con la deforestación (Rudas 1995).

2.2 Páramos

Las áreas de páramo son el producto de relaciones particulares entre factores físicos, bióticos y antrópicos donde subsisten comunidades y especies con una adaptación singular a condiciones climáticas extremas (Rodríguez et al. 2004).

Los páramos en Colombia representan aproximadamente el 40% de éstos a nivel de América (1.445.000 ha, 1.3% del territorio nacional), lo que hace aún mas importante su manejo y conservación.

Bioclimáticamente, los páramos se caracterizan por tener condiciones ambientales extremas y con gran influencia biológica, baja presión atmosférica, escasa densidad del aire, bajas temperaturas medias, alta temperatura del aire y del suelo con radiación directa y bajas temperaturas cuando no hay radiación (MINAMBIENTE 2008).

En estas zonas, la temperatura media anual fluctúa entre 0 y 8°C. Altitudinalmente, no es posible establecer una cota de nivel única a partir de la cual siempre se encuentre éste tipo de formaciones, sin embargo, en Colombia éstos se pueden presentar por encima de los 3000-3200msnm. En términos de precipitación es posible encontrarlos en lugares con menos de 650 mm/año hasta con más de 4000 mm/año.

La importancia de estos ecosistemas radica en su función como productores, reguladores y almacenadores de agua, por lo que se los ha descrito en la literatura como “esponjas de agua” (Rodríguez et al. 2004).

2.3 Ecosistemas agrícolas

Los ecosistemas agrícolas son sistemas antropogénicos, es decir, su origen y mantenimiento van asociados a la actividad del hombre, que ha transformado la naturaleza para obtener principalmente alimentos (Sans F. 2007).

En Colombia, esta unidad de cobertura vegetal está compuesta por los agroecosistemas andinos (15'030.415 ha), interandinos (3'592.293 ha), basales (10'583.278 ha) e insular Caribe (4556 ha), para un total de 29'210.542 ha, correspondientes a 25.6% de la superficie del país.

Las actividades que se realizan en estas áreas pueden llegar a ser insostenibles cuando generan procesos erosivos en los suelos, sedimentan los cursos de agua, reducen el área mínima viable para la supervivencia de especies de fauna y flora y se aceleran los procesos de colonización (Sans F. 2007).

Por el contrario, el manejo adecuado de estos ecosistemas puede preservar o aumentar la capacidad para producir los beneficios deseados a largo plazo. Es decir, se logra aumentar la producción alimentaria de forma sostenible y se minimizan los impactos negativos sobre el medio ambiente y sobre los agricultores.

2.4 Cuenca hidrográfica

En términos generales y según el Código Nacional de los Recursos Naturales y el decreto 1729 de 2002 de la legislación colombiana, una cuenca hidrográfica corresponde al área de aguas superficiales o subterráneas, que vierten a una red natural con uno o varios cauces naturales, de caudal continuo o intermitente, que confluyen en un curso mayor que, a su vez, puede desembocar en un río principal, en un depósito de aguas, en un pantano o directamente en el mar.

La cuenca se puede dividir en subcuencas y microcuencas. En este sentido, el área de la subcuenca está delimitada por la divisoria de aguas de un afluente que forma parte de otra cuenca, que es la del cauce principal al que fluyen sus aguas; mientras que la microcuenca es una agrupación de una subcuenca o parte de ella (Ranmakrishna 1997).

Los componentes de una cuenca ya sean biofísicos como el agua y el suelo, biológicos como la flora y la fauna y los antropocéntricos como aquellos socioeconómicos, culturales e institucionales se encuentran interrelacionados y conservando un equilibrio entre sí (Ranmakrishna 1997), de tal forma que si alguno de ellos es afectado, produciendo alteraciones entre la parte alta y baja de la cuenca se generan fuertes cambios en la composición y estructura de las comunidades que habitan las áreas de ronda, lo cual repercute en la calidad y cantidad del recurso hídrico que les llega a las poblaciones aguas abajo (Alcaldía Mayor de Bogotá, 2003).

El manejo de una cuenca tiene como principal objetivo lograr un uso racional y sostenible de los recursos naturales presentes en ella, especialmente del agua, el suelo y los bosques, tomando al hombre y a la comunidad en la que se desenvuelve como actores clave en la protección o destrucción de la misma (Ranmakrishna 1997).

2.5 ¿Que son los servicios ecosistémicos?

La Evaluación de los Ecosistemas del Milenio (2005) define los servicios ecosistémicos como los beneficios que las personas obtienen de los ecosistemas y que dependen de la protección y mejoramiento del medio ambiente.

Sin embargo, los servicios ecosistémicos son catalogados en su mayoría como bienes públicos debido principalmente a sus características de no exclusión. A pesar del bienestar que generan no existe un mercado que incentive a pagar por mantenerlos. De

igual manera, si la degradación de alguno de ellos afecta a otros individuos, no existe un mecanismo de mercado que asegure una compensación para quien sufren los daños producidos (MEA 2005).

La mayoría de estos servicios se asocian desde el punto de vista económico al concepto de “externalidades positivas”; entendiéndose como externalidad cuando las elecciones de consumo o producción de una persona o empresa entran en la función de utilidad o producción de otra, sin el permiso o la compensación de ese agente (Kolstad 2001). Bajo éste marco, el pago por servicios ecosistémicos constituye el mecanismo para internalizar esos beneficios externos, constituyéndose según MEA (2005) en una respuesta efectiva que refuerza los servicios de los ecosistemas y contribuye al bienestar de las poblaciones.

El principio de éste mecanismo es que las personas beneficiadas deben compensar a quienes ofrecen éstos servicios; de lo contrario, los administradores de tales recursos tendrán pocos incentivos para mantener las prácticas que generan el servicio ecosistémico.

Según la Evaluación de los Ecosistemas del Milenio (MEA 2005) los servicios ecosistémicos se clasifican en servicios de provisión (alimentos, agua, combustible, recursos genéticos, medicinas naturales, madera y fibras); de regulación (del clima, inundaciones, mitigación de riesgos, control de erosión, enfermedades y calidad del agua y del aire); culturales (relaciones sociales, valores espirituales, estéticos, recreación y educación) y de apoyo (formación de suelos, producción primaria, provisión de hábitat, producción de oxígeno y reciclaje de nutrientes).

2.5.1 Servicios Ecosistémicos Prestados por las Cuencas hidrográficas

El agua como servicio ecosistémico, y refiriéndose a éste como la capacidad que tienen los ecosistemas bien manejados para captar agua y mantener la oferta hídrica para la sociedad (Constanza et al. 1998) tiene la particularidad que aunque posee un “valor”, este no es observable en el mercado. Su precio efectivo parece ser “cero”, aunque su precio real es mayor que cero (Pearce 1995).

Para el caso de cuencas hidrográficas, Tognetti et al. (2003) afirma que los servicios de las cuencas son el resultado de los procesos que ocurren en un ecosistema o del funcionamiento a través del cual son mantenidos. Dichos procesos pueden incluir

elementos del paisaje físico, como el clima y el uso del suelo en la parte alta de la cuenca, los cuales pueden aumentar o influir en los flujos naturales de agua y sedimentos.

Así mismo, agrega, que se consideran servicios en la medida en que tengan significado económico para los interesados y su importancia depende de su magnitud y de los usos del suelo en la parte baja de la cuenca, los cuales dependen de estos flujos y que están dentro de la escala.

Bajo esta premisa, Pagiola, et al (2002) relaciona las cuencas hidrográficas con una diversidad de servicios ecosistémicos, entre los cuales se incluyen: la regulación del ciclo hidrológico del agua mediante el mantenimiento de caudales en épocas secas; el control de la calidad del agua a través de la reducción de las cargas sedimentos y sustancias químicas; el control de la erosión y la sedimentación, la reducción de la salinidad y la regulación de los niveles freáticos, entre otros servicios.

De acuerdo a Espinoza et al. (1999) en cuanto a calidad de agua, el servicio ecosistémico que se paga es la reducción de niveles de erosión, sedimentación y flujo de nutrientes y en cantidad de agua lo que se paga es la normalización de flujos, la protección contra inundaciones, regulación de rebalses y cauces y recargo de acuíferos.

Goulde y Kennedy (1997) citados por Rosa et al. (2003) manifiestan que bajo el marco tradicional de valoración económica, estos servicios ecosistémicos adquieren valor en la medida en que confieren satisfacción o utilidad a las personas. En otras palabras, la utilidad que dichas personas derivan de un determinado servicio ecosistémico depende de sus preferencias individuales.

Geográficamente, los servicios ecosistémicos pueden ser de interés global o local. Para el caso de la regulación hídrica, éste es un servicio ecosistémico con más interés local o territorial, aunque en la actualidad su escasez en muchas regiones del mundo, hace que se convierta en un servicio ecosistémico de interés global. Es por ello que se considera de gran importancia desarrollar iniciativas que generen mercados locales de éste tipo de servicios ecosistémicos.

2.6 Pago por Servicios Ecosistémicos (PSE)

La protección ambiental de las cuencas hidrográficas resulta ser un factor determinante para la generación de los servicios ecosistémicos. La falta de recursos o

incentivos económicos para lograr estos objetivos, se convierte en una de las causas del progresivo deterioro de las mismas. Ante esta situación, la Cumbre de Río de Janeiro sobre Medio Ambiente y Desarrollo (1992) toma en cuenta los Sistemas de Pagos por Servicios ecosistémicos (PSE), como un instrumento con el cual se valora los servicios del ecosistema, para de ésta forma determinar los mecanismos económicos y legales que conduzcan a su protección.

Durante los últimos años se han desarrollado numerosos experimentos con mecanismos basados en el mercado con el propósito de poder enfrentar el problema de degradación de las cuencas hidrográficas. Muchos consideran que mediante éstos mecanismos se puede proporcionar incentivos y medios eficientes para conservar las áreas de importancia ecológica, como por ejemplo, las coberturas boscosas y los bienes públicos que ellas proveen, al tiempo que se logra ofrecer fuentes adicionales de ingreso que benefician a las poblaciones rurales (Pagiola et al. 2003).

La compensación a los usuarios de la tierra (en éstas áreas de importancia) por los servicios ecosistémicos que pueden prestar, crea un incentivo directo para que dichos usuarios incluyan estos servicios en sus decisiones sobre el uso del suelo (Pagiola 2003). Autores como Pagiola et al. (2003) exponen que para dicho efecto el principio que los rige es el de: “el que conserva recibe un pago”. De ésta manera, los mercados para los servicios ecosistémicos son equitativos o al menos justos en la medida en que los costos y beneficios reales son reconocidos y remunerados.

Desde la perspectiva del impacto de PSE sobre las condiciones de pobreza, Pagiola et al. (2005) asegura que existen dos aspectos importantes que pueden definirse; primero, porque los servicios son el resultado de un uso particular del suelo y su pago bajo un esquema de PSE son hechos a los usuarios directos de dichas tierras; y segundo, porque la participación en éstos programas es voluntaria y los participantes reciben el pago por hacer esto, presumiéndose que ninguno estaría mejor en una situación sin el programa de PSE; de lo contrario, ellos simplemente rechazarían la propuesta.

Según lo anterior, el pago por servicios ecosistémicos (PSE) puede considerarse como un mecanismo de compensación flexible, directo y promisorio. Para el caso de cuencas hidrográficas implica la creación de mecanismos de mercado que compensen a los propietarios de las tierras aguas arriba con el fin de que ellos se encarguen de mantener o de

algún modo modificar un tipo de uso que puede afectar la disponibilidad y calidad del recurso hídrico aguas abajo (FAO 2003).

Según las experiencias desarrolladas en algunos países, el éxito de éste tipo de mecanismo basado en el mercado radica en el cuidadoso diseño e implementación para alcanzar las metas ambientales deseadas a menores costos. Su implementación puede conducir a una mayor eficiencia, efectividad y equidad en la distribución de los costos y beneficios (Pagiola et al. 2003).

2.6.1 Oferentes de servicios ecosistémicos

Los oferentes de servicios ecosistémicos son aquellos propietarios y/o usufructuarios de recursos naturales renovables o no renovables de determinada región o microcuenca, y que de alguna forma, inciden para bien o para mal en la generación de servicios ecosistémicos. Estos pueden recibir una compensación por los servicios prestados y de esta manera contribuir a un ambiente más sano y al disfrute del paisaje. Así mismo, tienen que asumir el compromiso de demostrar y de asegurar la cantidad y la calidad del servicio que prestan a lo largo del tiempo. Dentro de ésta clasificación entran productores y productoras individuales, grupos de productores, comunidades enteras o países que protegen el ambiente (Campos et al. 2006).

2.6.2 Demandantes de servicios ecosistémicos

Puede decirse que todos los seres humanos son demandantes de estos servicios para su propio bienestar. Desde el punto de vista de pago por estos servicios, los demandantes pueden ser diversos. Son ellos quienes deben tomar conciencia de que es necesario pagar por el disfrute de las bondades que éstos brindan y entender que para perpetuarlos es necesario contribuir con los dueños del recurso. Dentro de éste grupo, entran las colectividades a diferentes niveles, como son municipios, estado central, cooperación internacional o también empresas privadas e individuos (Campos et al. 2006).

2.6.3 Esquema de PSE

Como se ha expuesto en párrafos anteriores, un mecanismo de pagos por servicios ecosistémicos reconoce el esfuerzo que hacen los productores para producir bienes

agrícolas y ofrecer al tiempo servicios ecosistémicos. La venta de dichos servicios se convierte en un instrumento financiero que les permite transformar las prácticas de uso que pueden degradar los recursos naturales en sistemas de producción más amigables con el ambiente. De esta forma, logran mejorar sus rubros productivos y generan los servicios esperados dentro de la cuenca hidrográfica (Rosa et al. 1999).

Respecto a lo anterior, Porras (2003) agrega que las externalidades generadas en las partes altas de la cuenca provocan costos adicionales en los usuarios en las partes bajas, por lo cual, el principio básico de los mercados de servicios ecosistémicos es que los usuarios de las partes bajas estarían dispuestos a pagar por mejoras en la provisión de los servicios generados por cambios en el uso del suelo en las partes altas de la cuenca. Por su parte, los habitantes en la parte alta de la cuenca estarán dispuestos a aceptar una compensación por cambiar sus patrones de uso del suelo.

Es fundamental analizar dentro un sistema de pago por servicios ecosistémicos una función dosis-respuesta donde se relacione el uso y manejo del suelo con la provisión de servicios ecosistémicos. En este sentido es necesario identificar y cuantificar los servicios que se están generando dentro del ecosistema, definir sus beneficiarios y determinar su disponibilidad a pagar por dichos servicios. De esta forma, puede distribuirse de manera equitativa los costos y beneficios entre los diferentes actores (Campos et al. 2006).

Lograr este propósito de equidad puede ser complejo pues significa que en algunos casos se deben buscar acuerdos y aceptar que se sacrifiquen algunos beneficios ambientales y/o grupos sociales (trade-offs), pero el propósito final debe ser el aumento del bienestar general y el valor económico total (Campos et al. 2006).

Una vez que se ha identificado los beneficiarios de los servicios ecosistémicos, se debe medir su voluntad de pago para contribuir a su continua provisión. Con la valoración económica se puede obtener la información necesaria para determinar los fondos disponibles para programas o escalas alternativas de un programa dado, y el máximo que los beneficiarios estarían dispuestos a pagar por diferentes cantidades de un servicio dado (Alpizar y Otárola 2007).

Según Kosoy et al. 2006 dos de las condiciones para que el PES sea un mecanismo eficiente son que la compensación otorgada a los propietarios de tierras aguas arriba debe igualar por lo menos al costo de oportunidad de la utilización de la tierra promovida y que

la cantidad del pago otorgado debe ser más bajo que el valor económico de la externalidad ambiental.

2.7 Valoración Económica de Servicios Ecosistémicos

Valorar económicamente el medio ambiente significa poder contar con un indicador de su importancia en el bienestar de la sociedad, que permita compararlo con otros componentes del mismo, utilizando como denominador común el dinero (Azqueta 1994). Existen métodos de valoración que utilizan valores de mercado de bienes y servicios para valorar efectos y los cuales en su mayoría se orientan a estudios de costo-beneficio; dentro de éstos, se incluyen el cambio en la productividad y el costo de oportunidad (Izco y Burneo 2003).

Según Uribe (2003), mediante las metodologías de valoración económica se puede estimar el valor económico de los servicios y bienes generados en o por los recursos naturales. En este sentido, con la valoración económica se podrían comparar los beneficios privados del agricultor y los beneficios que la sociedad tendría si se protegieran las funciones del ecosistema.

Además, según Herrador (2000), la estimación del valor económico de los servicios ecosistémicos contribuye a proporcionar criterios económicos para comparar decisiones alternas o complementarias que hagan explícitos los beneficios monetarios producidos por dichos servicios.

Otro aspecto importante que resalta Pagiola et al. (2004), es que la valoración económica puede contribuir a que la conservación sea financieramente sustentable de dos maneras. Primero, demostrando que los beneficios que los ecosistemas generan, los beneficios incrementados y las pérdidas evitadas pueden ser producto de la conservación, atrayendo de ésta forma a los tomadores de decisión y convenciéndolos para una asignación de recursos destinados para éstos fines.

Segundo, la valoración puede proporcionar el apoyo suficiente para identificar y cuantificar tanto los beneficios proporcionados por un ecosistema como los beneficiarios del mismo. Basados en ésta información, varios acercamientos podrían utilizarse para afianzar los fondos para la conservación de los ecosistemas, haciéndolos de ésta manera autosuficientes.

2.7.1 Cambios en la productividad

La provisión del servicio ecosistémico podría requerir cambios en la tecnología de producción y la combinación de insumos que pueden resultar en cambios en la productividad. Estos cambios se pueden valorar usando precios de mercado para los insumos y el producto final y darnos una medida de los costos incurridos en la producción del servicio ecosistémico (Freeman 1993).

Según Barbier (2000) citado por Núñez et al. (2006) el primer paso llevando a cabo este método, es determinar los efectos físicos de los cambios en un recurso natural o la función ecológica sobre una actividad económica. Posteriormente y como segundo paso, el impacto de estas alteraciones medioambientales son estimadas por lo que se refiere al cambio en el rendimiento comercializado. Como resultado, el valor económico es calculado como el cambio en el producto físico marginal del servicio del, valorado al precio del mercado del bien (Núñez et al. 2006).

A ésta metodología se la puede considerar como una extensión directa del análisis tradicional de costo-beneficio. Los cambios que producen los proyectos de desarrollo que afectan la producción y productividad ya sea en forma positiva o negativa, pueden valorarse usándose precios analizados (Izco y Burneo 2003).

Según Dixon et al (1994) citado por Izco y Burneo (2003), para éste método es necesario tomar en cuenta todos los cambios de productividad tanto dentro, como fuera del sitio en estudio. Los análisis fuera del sitio incluyen todas las externalidades positivas y negativas, las cuales son útiles para dar una verdadera visión del proyecto. Así, un análisis que tome en cuenta la situación con y sin proyecto ayudará a conocer el grado de daño causado o evitado, como resultado de la implementación del proyecto. Para el caso de la valoración de la opción sin proyecto, deberá tenerse en cuenta las disminuciones que se prevean en la productividad al no realizarse el proyecto.

Este método es conocido también como función de producción, ya que en algunos casos estima el impacto en la producción y puede servir para estimar pérdidas directas en el consumo. En él se deben cumplir dos etapas: primero determinar los efectos físicos que se producen por el cambio en el ambiente, lo cual puede hacerse mediante investigaciones en el campo, experimentación en laboratorio o técnicas estadísticas. Y segundo valorar los

cambios resultantes en la producción o consumo, utilizando precios de mercado (Izco y Burneo 2003).

2.7.2 Costo de oportunidad

En el caso de que la provisión de éstos servicios ecosistémicos exigiera cambios en el uso actual de la tierra a favor de prácticas más amigables con el ambiente se tendría un enfoque diferente, en el cual se utilizaría los costos de oportunidad como una medida de los beneficios que se dejarían de percibir con el cambio de uso de la tierra. Adicionalmente es necesario sumar los costos iniciales de inversión al costo final del servicio ecosistémico ofrecido (Campos et al. 2006).

Para efectos de ésta investigación, puede mencionarse a manera de ejemplo, como la realización y mantenimiento de las barreras vivas implica ciertos costos de mano de obra e insumos para el productor, además de reducir su área útil de siembra. Por tal razón, se debe tener en cuenta que el productor las adoptará siempre y cuando el monto de compensación, reconozca los costos tanto de establecimiento como de mantenimiento, asegurando también el flujo del servicio ecosistémico que se ofrece (Herador 2000).

Field (1995) define el costo de oportunidad de utilizar recursos, como la alternativa más altamente valorada en la cual se habrían podido invertir estos recursos y a la cual la sociedad tendría que renunciar cuando los recursos se utilizan en otra forma específica.

Según Izco y Burneo (2003) éste método está basado en la idea de que los costos de usar un recurso para ciertas actividades que no tienen precios en un mercado establecido o que no son comercializados, pueden ser estimados usando como variable de aproximación el ingreso perdido o no recibido por dejar de utilizar los recursos en usos alternativos que si tienen un mercado establecido. Además es una técnica rápida, directa y provee información valiosa a los tomadores de decisión.

2.8 Selección de alternativas de manejo para la generación de SE

Las decisiones que toman las personas que viven en las partes altas de la cuenca pueden beneficiar o dañar a aquellas que viven en las partes bajas. Para evitar que se produzcan daños que afecten un bienestar social, se tiene en cuenta un enfoque precautorio como una medida temporal de protección (Boege 2002). En este sentido, se plantean

alternativas que prevengan del efecto generado por la degradación de importantes áreas para la provisión y regulación del recurso hídrico.

Las prácticas agrícolas y pecuarias inadecuadas pueden generar problemas en cuanto a la calidad del agua; las fuentes pueden contaminarse con sedimentos y/o elementos tóxicos provenientes de las diferentes actividades en el sector rural, por lo cual su aprovechamiento puede llegar a ser muy limitado. Las tierras agrícolas se erosionan perdiendo su fertilidad y productividad. En muchas de las cuencas del mundo se tala y quema el bosque, se explota la madera y no se llega a recuperar nuevamente, por ejemplo, mediante la reforestación (Ranmakrishna 1997).

Este tipo de situación sustenta la necesidad de estudiar las causas de los problemas relacionados con éste importante recurso, para analizar sus consecuencias y así lograr plantear alternativas de solución que pueden ser implementadas dentro de un contexto social, cultural, económico y ambiental en el que se dan.

Ante lo anterior, es fundamental valorar los servicios que actualmente presta y que podría prestar la cuenca y calificar los niveles y procesos de degradación, para de ésta forma determinar el tipo y cantidad de intervención. El diagnóstico de la zona debe conectarse con la caracterización social, cultural y económica, para idear estrategias que conlleven a hacer un adecuado manejo o recuperación de la cuenca en estudio. Bajo ésta perspectiva es fundamental valorar la tecnología tradicional, la cultura de conservar y la percepción de los pobladores frente a éste tipo de problemática (Ranmakrishna 1997).

2.9 Experiencias de pago por servicios ecosistémicos en Colombia

De acuerdo a lo reportado por PROFOR (2004) en Colombia se han adelantado algunos trabajos dirigidos a fomentar el desarrollo de incentivos para la adopción de sistemas sostenibles acordes con la oferta de servicios ecosistémicos. Dentro de éste marco, se encuentran los trabajos desarrollados por la red de socios conformada por el Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), el Centro para la Investigación en Sistemas Sostenibles de Producción Agropecuaria (CIPAV) y el Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE), quienes están trabajando en el desarrollo de incentivos para fomentar la adopción de tales sistemas en países como Colombia, Costa Rica y Nicaragua.

Para el caso específico de Colombia, dicha red, está desarrollando un proyecto para el manejo integrado de la tierra en el Valle del Cauca y Quindío en la cuenca del río La Vieja. Dentro de éste, se han ofrecido pagos por el secuestro de carbono y la conservación de la biodiversidad (PROFOR 2004).

2.9.1 El Plan Verde

El Plan Verde fue desarrollado como una alternativa para enfrentar los problemas de degradación de los ecosistemas, la deforestación y la invasión de cultivos ilegales en tierras forestales. Dicho Plan fue financiado por el Banco Interamericano de Desarrollo y apoyó la regeneración de bosques buscando la oferta de SEH, logrando establecer 70.218 has de bosques y beneficiando a aproximadamente a 33.000 familias (PROFOR 2004).

Para dicho plan, la cuantificación de los beneficios sociales y ambientales se convirtieron en un reto y las lecciones incluyeron la participación de los grupos interesados en el diseño de incentivos, el planteamiento de metas claras con respecto al uso de las tierras, la cooperación multisectorial y la efectividad en cuanto a los incentivos de monitoreo (PROFOR 2004).

2.9.2 Certificado de Incentivo Forestal

El principal objetivo del CIF fue incentivar las plantaciones protectoras/productoras en suelos de aptitud forestal. Con éste se reconoció la producción de las externalidades positivas de la actividad forestal para generar servicios ecosistémicos tales como la conservación de cuencas hidrográficas (Gómez 2003).

Este instrumento, además de compensar los beneficios generados para la sociedad, buscó disminuir la presión sobre las plantaciones naturales del país. Cuando se aprobó la ley del CIF se buscó incentivar y estimular al pequeño reforestador de menos de 500 hectáreas, pero en la práctica se ha comprobado que el acceso al campesino y mas específicamente al minifundista es difícil, debido a los requisitos técnicos que deben cumplir (como son los elevados costos de transacción) (Gómez 2003)

A pesar de los objetivos que intentó cumplir el CIF, el gobierno ha intentado incrementar las asignaciones del incentivo, sin embargo los resultados han sido muy bajos para estimular una reforestación importante. Para un periodo de siete años el CIF logró

reforestar en promedio 9.884 hectáreas por año, lo cual resulta ser muy inferior a la disminución anual de bosques que reporta el IDEAM de 180.000 hectáreas anuales.

Según Gomez (2003) uno de los obstáculos para lograr las metas del CIF, fue que éste reconoció un valor bajo del costo de reforestar y aunque se mejora la Tasa Interna de Retorno de los proyectos, normalmente no son muy atractivos frente al costo de capital de corto plazo, que es lo que normalmente se obtiene en el país para inversiones de largo plazo, por lo cual a los grandes terratenientes no les es atractivo reforestar.

2.9.3 Incentivos económicos para proyectos de microcuencas

Como se menciona en párrafos anteriores, en Colombia se han ensayado diversas modalidades de incentivos económicos para el desarrollo de políticas ambientales y de manejo de recursos naturales; unos dirigidos a impulsar la explotación forestal buscando sustituir la tala de los bosques tropicales y otros a proteger y recuperar microcuencas que son estratégicas por la oferta de servicios ecosistémicos (Forero y Torres 2003). Entre éstos últimos se encuentran los Incentivos Económicos para Proyectos de Microcuencas los cuales han sido aplicados en la Región Andina colombiana, la cual forma parte de la Ecorregión de los Andes del Norte (con participación de los Andes de Venezuela, Colombia, Ecuador y parcialmente del Perú).

Por medio de dichos incentivos económicos (los cuales han sido creados e implementados dentro del marco de una estrategia nacional, el Programa Ambiental y de Manejo de Recursos Naturales) se transfieren directamente recursos a propietarios privados de predios para estimularlos a realizar acciones acordadas con las autoridades ambientales encargadas de la gestión de este tipo de proyectos (Forero y Torres 2003).

Este programa se beneficia de tres fuentes de financiación: recursos de créditos del BID y del BIRF, aportes (en dinero y en ciertas ocasiones en insumos) de la entidad regional o local ejecutora, los cuales provienen del presupuesto nacional y/o de rentas propias y de la participación de los usuarios o comunidades, representada fundamentalmente en mano de obra. El incentivo no constituye un subsidio sino un pago por un servicio ecosistémico. De esta forma, la situación corresponde a una transacción entre los beneficiarios aguas abajo y los usuarios aguas arriba, mediada por la entidad ejecutora (Forero y Torres 2003).

3 MATERIALES Y MÉTODOS

La cuenca alta del río Pasto se encuentra situada al sur oriente del departamento de Nariño y hace parte de la gran cuenca del río Patía como afluente del río Juanambú. Está dividida en 3 subcuencas: la subcuenca del río Pasto zona urbana, la subcuenca del río Miraflores y la subcuenca alta superior (CORPONARIÑO 2000). Esta última es la de mayor importancia en cuanto al abastecimiento de agua debido al aporte de sus afluentes de carácter superficial. Por tal razón se hizo necesario centrar esta investigación en la subcuenca alta superior del Río Pasto (Figura 1).

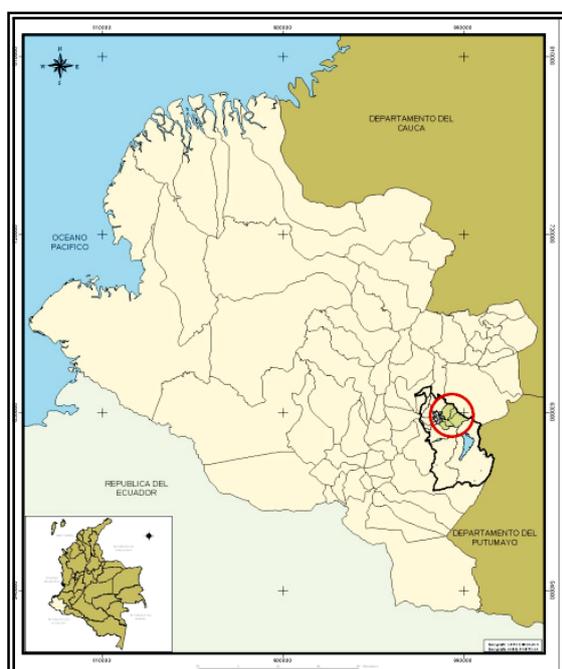


Figura 1. Ubicación de la Subcuenca Alto Superior del Río Pasto en el departamento de Nariño, Colombia

Esta subcuenca abarca los corregimientos de La Laguna, Cabrera, Mocondino, San Fernando y parte de Buesaquillo; posee un área aproximada de 6889 ha, representando un 30.1% del total de la cuenca alta del río Pasto. Está conformada por 5 microcuencas, Quebradas Las Tiendas, El Barbero, Cabrera, El Tejar y Dolores, las cuales corresponden al 88.2% del total de la subcuenca; el 11.8% restante se configura como escurrimiento directo. El límite de la subcuenca es el área que corresponde al perímetro urbano de la ciudad de Pasto.

Se ha identificado que la subcuenca alto superior desde el páramo de Bordoncillo hasta el caserío de Buesaquillo es la zona de interés con respecto al abastecimiento de agua

para consumo humano en el acueducto de EMPOPASTO. Sus aguas abastecen al Sistema Planta Centenario del sector urbano, con una cobertura del 84% de la ciudad y una capacidad instalada de 1650 litros por segundo.

3.1.1 Características biofísicas

La precipitación anual en la Subcuenca alto superior del río Pasto en el páramo de Bordoncillo es aproximadamente de 1.500 mm anuales, con una temperatura promedio de 6° C; una humedad relativa del orden del 76.6 % y una evaporación media de 800 mm/año.

3.1.1.1 Cobertura y uso del suelo

Los estudios de suelo correspondientes a cada corregimiento identifican usos actuales de páramo, bosques (protector), cultivos temporales y sistemas agroforestales (silvopastoril). Esta información se detalla en el Cuadro 1¹.

Las microcuencas que tienen más cobertura boscosa son las quebradas: Las Tiendas, El Barbero y Roscaloma.

3.1.1.1.1 Bosques

Según reporta Ordoñez et al. (2005) la cuenca presenta en las áreas de bosques (primarios y secundarios) especies que por sus características de adaptabilidad a las condiciones de la zona y por sus propiedades comerciales y protectoras pueden ser utilizadas para cumplir funciones de conservación y protección de suelos y aguas. Estas características pueden favorecer el manejo de la oferta del servicio ecosistémico en estudio. Entre estas especies se pueden mencionar como las más representativas: amarillo (*Miconia* sp), cerote (*Hesperomeles glabrata*), chaquilulo (*Macleania rupestris*), cucharo (*Myrsine macrogemma* Pipoly), encino (*Weinmannia pubescens*), manduro (*Clethra fagifolia*), mate (*Clusia multiflora*), motilón dulce (*Hyeronima colombiensis*) y pelotillo (*Viburnum triphyllum* Benth) entre otras.

De este bosque, 545 has pertenecen a bosque ripario, uno de los principales usos con respecto a la cantidad de agua de calidad potable. Cabe destacar que el 27% del bosque ripario (148,5has) pertenece a bosque primario, el 63% (344 has) son de bosque primario

¹ La información que se presenta en el cuadro 1 fue tomada del proyecto de consultoría desarrollado para la Alcaldía de Pasto en el año 2006 titulado: Cartografía Básica Sobre la Propuesta del Sistema Local de Áreas Protegidas "SILAP".

intervenido y el 9,6% se encuentra en áreas de bosque secundario. En la figura 2 se puede apreciar la localización del bosque ripario con respecto al mapa de la Subcuenca Alto Superior del Río Pasto. Las áreas hidrográficas de color verde representan el bosque ripario actual y las áreas hidrográficas de color azul representan las 600 has de bosque ripario que deberían existir con respecto a la ley colombiana sobre protección de áreas ribereñas. Es decir, 30 metros de áreas de protección a cada lado de los cauces de ríos y quebradas.

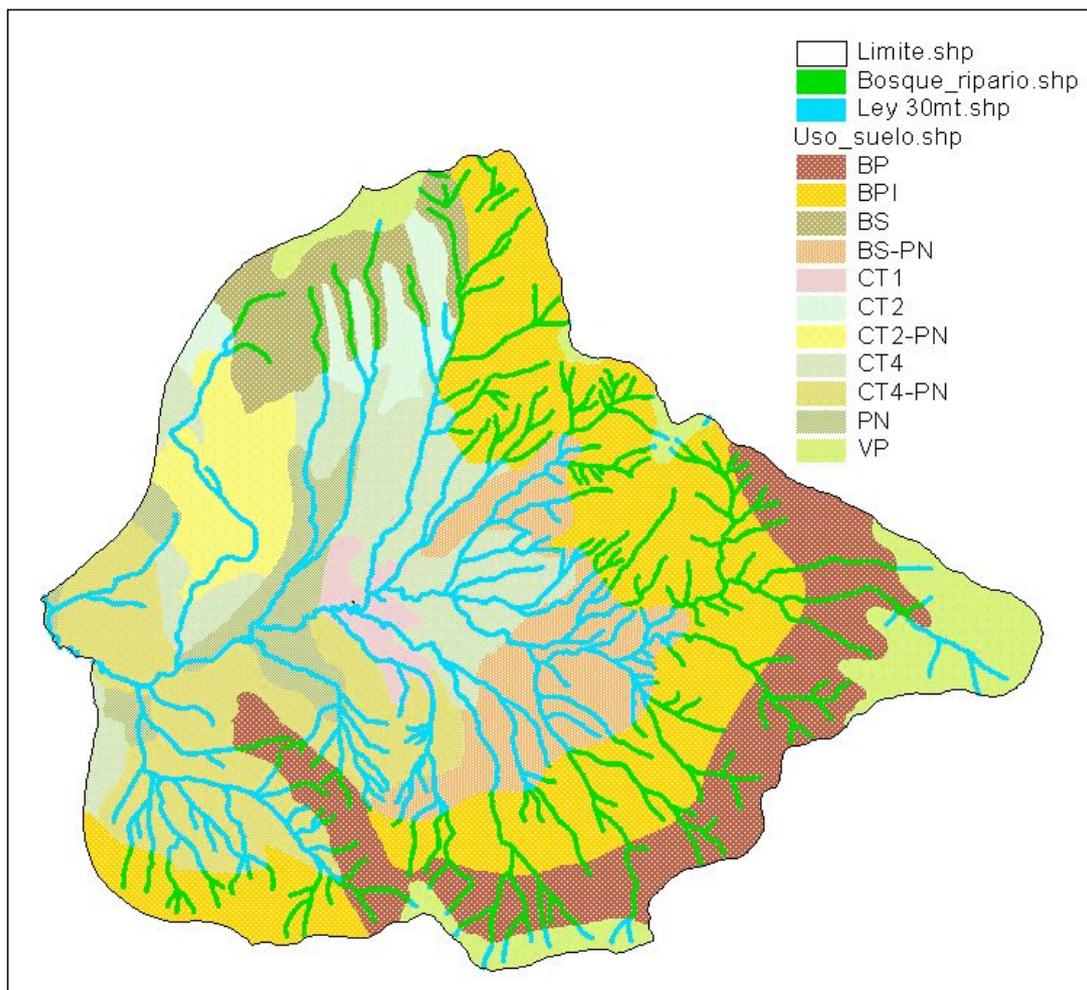


Figura 2. Ubicación de la Subcuenca Alto Superior del Río Pasto en el departamento de Nariño, Colombia

3.1.1.1.2 Bosques plantados

Se encuentran distribuidos en manchas dispersas por toda el área de la cuenca alta del río Pasto. Las especies principales que predominan son eucalipto (*Eucalyptus glóbulos*),

pino (*Pinus patula*) y ciprés (*Cupressus lusitánoca*) con fines comerciales y alisos (*Alnus jorullensis*) y (*Alnus Acuminata*) con fines protectores.

Como se observa las plantaciones están representadas por especies no nativas. En este sentido Locatelli y Vignola (2008)² comentan que de acuerdo a investigaciones realizadas por los autores las especies exóticas disminuyen tanto el rendimiento de agua total como la cantidad de agua en época seca de una manera significativa.

Estos efectos pueden ser explicados por las proporciones de evapotranspiración más altas en los bosques y plantaciones, comparado con áreas de pasturas o cultivos anuales. Árboles con las raíces profundas y las proporciones de transpiración altas pueden actuar como bombas que quitan el agua del suelo y la transpiran. En este sentido la presencia de este tipo de plantaciones en áreas ribereñas podría tener un efecto adverso en términos de proveer y regular el agua de calidad potable en la Subcuenca Alta del Río Pasto.

3.1.1.1.3 Páramo

Son ecosistemas estratégicos que revisten gran importancia por su función de regulación climática e hídrica, conservación de suelos, depuración de la atmósfera y riqueza biótica.

Esta vegetación se encuentra en la subcuenca a una altura de 3.400 msnm en el cerro de Bordoncillo. La cobertura vegetal esta determinada por pajonales, helechos y algunos arbustos. Un hecho importante por el clima dominante es la cantidad de epífitas tales como: bromeliáceas, líquenes, bejucos, lamas y Vicundos.

Esta zona determina una oferta ecosistémica que se traduce básicamente en su aporte hídrico a nivel de esorrentía, pues es aquí donde nacen el Río Pasto y sus principales afluentes (como por ejemplo, la quebrada Las Tiendas) que surten los acueductos rurales y el de la ciudad de Pasto.

Las áreas de páramo en la subcuenca se encuentran vulnerables a la intervención de tipo antrópico. Los principales riesgos de esta intervención se manifiestan en la construcción de drenajes, trochas, caminos, la ampliación de la frontera agrícola, principalmente para el establecimiento de cultivos de papa. Igualmente la eliminación de

² Artículo aún sin editar “*Managing watershed services of tropical forests and plantations: the need for scientifically sound approaches*”.

vegetación nativa para la ampliación de áreas de potrero que puede llegar a destruir la frágil cobertura vegetal y compactar el suelo impidiendo el desarrollo de la vegetación y afectando los procesos de descomposición de materia orgánica y el paso de oxígeno en el suelo.

Cuadro 1. Usos del suelo por corregimiento en la Subcuenca Alto Superior del Río Pasto.

CORREGIMIENTO	ÁREA	USO DEL SUELO	Has	%ÁREA
La Laguna	4585	Cultivo temporal	2191,29	47,8
		Bosque protector	250,55	5,5
		Páramo	880,55	19,2
		Bosque 2	962,17	21
		agrof silvopastoril	135,26	3
		Bosque protec product	115,95	2,5
		Ganadería	49,22	1,1
Mocondino	1033.9	Cultivo temporal	786,5	76,1
		Bosque 2	132,05	12,8
		Páramo	103,01	10
		Bosque protec product	12,35	1,2
Cabrera	1284.6	Bosque protector	135,62	10,6
		Páramo	19,26	1,5
		Bosque 2	212,48	16,5
		Bosque protector	18,05	1,4
		cultivo temporal	790,21	61,5
		Ganadería	52,27	4,1
		agrof silvopastoril	56,7	4,4
San Fernando	773.5	cultivo temporal	311,72	40,3
		agrof silvopastoril	235,14	30,4
		Ganadería	226,64	29,3

Fuente: Alcaldía Municipio de Pasto, 2006.

3.1.1.1.4 Pasturas

En la Subcuenca los pastos naturales están conformados por lengua de vaca (*Rumex crispus*) kikuyo (*Permisetum clandestinum*) trébol blanco (*Trifolium repens*) entre otros. En cuanto a pastos manejados los más predominantes son el Saboya (*Panicum maximum*) y la alfalfa (*Medicago sativa* L). El área más representativa con ésta actividad se encuentra en el corregimiento de la Laguna donde la ganadería es de tipo extensivo y semi – intensivo. Se observa también una ampliación de su frontera hacia la parte superior de la cuenca, donde el sobre pastoreo causa erosión y modificación en la estructura de los suelos.

3.1.1.1.5 Cultivos

En general la producción agrícola en la subcuenca se basa predominantemente en la pequeña producción familiar, principalmente de aquellos cultivos sin cobertura permanente. Dado lo anterior es necesario aplicar como parte de un adecuado manejo, técnicas de conservación de suelos.

3.1.1.2 Caudales

Análisis de caudales realizados por EMPOPASTO (2004) en la cuenca superior del río Pasto, registran un valor medio multianual de 1.650 litros por segundo y un valor mínimo de 420 litros por segundo³.

3.1.1.3 Calidad del recurso agua

Los principales agentes causantes de la contaminación de las aguas de la Subcuenca son el uso excesivo de agroquímicos y el inadecuado manejo de aguas residuales y excrementos de especies menores, principalmente de cerdos, aves de corral y cuyes⁴. Estudios recientes realizados por el Instituto Departamental de Salud de Nariño (2007) reportan que la calidad del agua en las principales quebradas de la cuenca presenta grandes contaminantes como Coliformes Totales y Ecoli (cuadro 2).

³ IDEAM. Valores Medios Mensuales – Estación Bocatoma Centenario. Junio 2001. Tomado de Plan de Gestión Ambiental 2001-2006 EMPOPASTO

⁴ Las muestras analizadas demuestran que no son aptas para consumo humano desde el punto de vista Físicoquímico y Bacteriológico, pues presentan valores de Coniformes Totales y Ecoli que se apartan de los límites admisibles según el decreto 475/1998 del Ministerio de Salud (Colombia).

Cuadro 2. Diagnóstico de la calidad de agua para consumo humano en la Subcuenca Alta Superior del Río Pasto, Colombia.

Parámetro	Agua Pamba	S. Fernando	La Laguna	Duarte	El Barbero	San Luis	Buena vista	Dolores	Cabrera
Color	1.00	6.00	6.00	1.00	9.00	9.00	3.00	10.00	2.00
Potable =15									
Diagnóstico	Potable	Potable	Potable	Potable	Potable	Potable	Potable	Potable	Potable
Coliformes totales	231.00	6867.00	24196.00	1126.00	15531.00	987.00	1607.00	1236.00	1039.00
Potable =0									
Diagnóstico	No Apta	No Apta	No Apta	No Apta	No Apta	No Apta	No Apta	No Apta	No Apta
Ecoli	0.00	6131.00	663.00	31.00	85.00	110.00	20.00	41.00	20.00
Potable =0									
Diagnóstico	Potable	No Apta	No Apta	No Apta	No Apta	No Apta	No Apta	No Apta	No Apta

Fuente: Instituto Departamental de Salud de Nariño. Laboratorio de Salud Pública. 2007

3.1.2 Caracterización socioeconómica

3.1.2.1 Tenencia de la tierra

En la Subcuenca predomina la pequeña propiedad con un área promedio de 1ha y minifundios con áreas hasta menores de un cuarto de ha. La tenencia de la tierra es de tipo mediería⁵, arrendamiento y privada⁶.

3.1.2.2 Producción Agrícola

Los cultivos predominantes en la zona son el cultivo de la papa, cebolla, granos y hortalizas como la zanahoria y el repollo. En cuanto a la parte pecuaria, predomina la ganadería extensiva y en algunos sectores semitecnificada a mediana escala.

3.1.2.3 Explotación maderera

En la subcuenca se presenta un moderado aunque no aconsejable consumo de leña y carbón, siendo el corregimiento de La Laguna el más representativo con 1.475 Ton/año de leña y aproximadamente 1.991 Ton/año de carbón según información registrada por EMPOPASTO 2004. La deforestación con fines dendroenergéticos es mas evidente en la parte alta de la subcuenca, mientras que un alto porcentaje en las partes medias y bajas (70%, según entrevistados) utilizan como fuente de energía el gas propano. Esta última

⁵ Contrato por el cual el propietario de un terreno acuerda con un aparcerero o mediero explotar en mutua colaboración un fondo rural o una porción de éste con el fin de repartirse entre sí las utilidades que resulten de la explotación.

⁶ Resultado de entrevistas y recorridos de campo

alternativa ha contribuido a disminuir los problemas de tala de bosques en la partes semi rurales de la cuenca.

3.1.2.4 Nivel de organización

Las veredas que integran la subcuenca cuentan principalmente con Juntas de Acción Comunal (JAC) y Juntas de Acueducto Rural (JAR). Mediante éstas gestionan los apoyos profesionales y monetarios para el bienestar de sus comunidades. También existen asociaciones de ahorro, asociaciones del sector agrícola, asociaciones ambientales y cooperativas del sector lechero y del sector papero y de los cultivos de la zona en general.

3.1.2.5 Ingresos de los hogares

La mayor parte de los ingresos económicos en los hogares proviene de la agricultura y la ganadería de leche y en un menor porcentaje del trabajo como jornaleros, el cual en la mayoría de los casos se efectúa en los predios de los mismos vecinos. El ingreso mensual de la población es en su mayoría menor o igual al salario mínimo estipulado por ley (USD\$ 252).

3.2 Proceso metodológico

El manejo de la oferta del servicio ecosistémico hídrico en los últimos años se ha convertido en un tema de gran interés, lo cual ha promovido el desarrollo de esquemas de pago por servicios ecosistémicos (PSE). Por medio de éste se logra incentivar económicamente a quienes decidan mantener o cambiar las condiciones de uso y manejo del suelo con miras a generar servicios dentro del ecosistema.

Según (Campos et al. 2005) dentro de la metodología para idear mercados de servicios ecosistémicos tales como los esquemas de PSE se deben contemplar al menos cuatro componentes básicos. Primero, un análisis biofísico de la provisión de tales servicios, dentro del cual se incluye el mejoramiento de prácticas de uso del suelo encaminadas a originar una determinada cantidad de servicios ecosistémicos lo cual se traduce en una relación dosis-respuesta. Segundo, la identificación y medición de una demanda efectiva para los servicios ecosistémicos, según los beneficiarios potenciales y sobre la cual se inicia la determinación de las escalas espaciales y temporales de intervención. Tercero, la estimación de los costos que implica ofrecer el servicio

ecosistémico y cuarto, definir el marco operativo encargado de definir la escala y el esquema apropiado para el área seleccionada.

Para efectos de este estudio se determinó y se estimó los costos de la oferta del SEH teniendo en cuenta que la clave para su manejo es determinar una función dosis-respuesta (Alpizar y Madrigal 2005). En este caso la dosis estuvo constituida por las posibles alternativas de uso o cambios en el manejo de usos actuales, además de sus respectivos costos. Esta dosis esta relacionada con la respuesta que se espera obtener, determinada por el servicio ecosistémico de provisión y regulación del recurso hídrico en un periodo dado.

Sin embargo considerando que los ecosistemas son cambiantes y dinámicos es muy probable que la formulación de la dosis-respuesta no llegue a ser completamente clara y certera. Dado lo anterior, la propuesta para un posible esquema de PSE se basó en un enfoque precautorio, donde se tuvo en cuenta que las implementación de prácticas sostenibles y de conservación **podrían** potencialmente contribuir a incrementar la provisión de servicios ecosistémicos clave; aún si esta función dosis-respuesta no está claramente establecida.

Siguiendo esta línea, se asumió como fin último formular un plan de acción para implementar en la cuenca. El plan contempla varios escenarios a diferentes escalas espaciales, temporales y de costos, de tal manera que los sistemas o prácticas de conservación que realicen los productores están encaminados a un manejo sostenido de los recursos, en especial del recurso hídrico.

Bajo esta premisa y en términos generales, se toma la subcuenca alto superior del río Pasto como la unidad de análisis para la planificación y se toman las fincas o el conjunto de ellas como las unidades de intervención y manejo para la oferta del servicio ecosistémico hídrico.

Dentro del análisis se tuvo presente que los problemas de carácter hídrico deben abordarse desde el punto de vista local e integral, con la participación activa de los productores de la comunidad, y por supuesto con el apoyo de las instituciones del sector (Arellano y López 2001). En este caso la investigación se desarrollo en las siguientes etapas:

- Identificación y diagnóstico de la cuenca estudiada
- Aplicación de criterios de priorización de áreas para la oferta de servicios ecosistémicos hídricos (Retamal 2006)

- Identificación de oferentes potenciales
- Selección de prácticas de conservación de suelos y aguas, amigables con las funciones de provisión y regulación del recurso hídrico destinado para consumo humano
- Cálculo de los costos de implementación y mantenimiento de las prácticas seleccionadas
- Estimación de los montos de compensación
- Talleres de validación de las prácticas con los oferentes identificados
- Formulación de la propuesta de plan de acción

3.2.1 Fase de diagnóstico

Como primera etapa de la investigación y antes de abordar la problemática primordial del estudio se realizó un diagnóstico de tipo ambiental y socioeconómico del área de la cuenca. En esta etapa se revisó bibliografía correspondiente a la zona de estudio por ejemplo mediante la consulta de Planes de Ordenamiento de la cuenca y algunas de sus microcuencas (Dolores, Cabrera y Las Tiendas), Planes de Gestión Ambiental, Agendas Ambientales, proyectos de consultoría entre otras, y se buscó información secundaria sobre el área de la cuenca.

Se realizaron como un segunda estancia entrevistas a algunos actores claves como corregidores, docentes, trabajadores de algunas de las entidades que operan en la cuenca (Empopasto, Corponariño, Alcaldía) y algunos habitantes de la zona. Estas actividades ayudaron a identificar en forma general los temas de interés, problemas y posibles opciones de solución.

3.2.2 Priorización de áreas críticas para la oferta del SEH

Para la identificación y priorización de estas áreas se debe tener en cuenta que los servicios hídricos son específicos tanto al sitio como al usuario. En este sentido la selección debe hacerse de forma muy cuidadosa para así poder identificar los productores que se ubican en ellas (de acuerdo a varios factores sociales y económicos) y así conocer las decisiones que toman en cuanto al uso de sus recursos. (Campos et al. 2006).

Para la identificación y posterior priorización de las áreas críticas relacionadas con la oferta de los servicios ecosistémicos hídricos de provisión y regulación, se aplicó la metodología de priorización de áreas propuesta por Retamal (2006) con el fin de validarla y plantear recomendaciones que permitan su aplicación en diferentes situaciones.

En el proceso se identificó la subcuenca con un área aproximada de 6889 has. Posteriormente se aplicó los criterios de priorización teniendo en cuenta información relacionada con la geología, geomorfología, textura, pendiente, uso del suelo, fuentes de contaminación puntual y en general, los aspectos que según la metodología pueden tener incidencia en el comportamiento de las áreas seleccionadas con relación a la oferta del servicio ecosistémico en cuestión.

Esta etapa de la investigación se realizó mediante la consulta de cartografía básica de la zona, información secundaria y recorridos en campo; esto último con el fin de verificar la información recopilada en las consultas y de recolectar nueva información mediante la observación descriptiva.

La información recolectada mediante la aplicación de los criterios fue georeferenciada mediante el uso del GPS y procesada en mapas digitalizados en el programa Arc View 3.3. Como resultado se generaron diferentes mapas de acuerdo a los criterios evaluados. Los mapas fueron analizados, revisados y superpuestos para posteriormente aplicar el índice para la selección de áreas prioritarias para PSEH propuesto por Retamal 2006. De esta forma se logró obtener como producto final el mapa de áreas críticas priorizadas. El modelo cartográfico en cual se basó la generación del mapa final de priorización de áreas se presenta en la figura 3, que se describe a continuación.

Como se observa en la figura 3, en el modelo cartográfico se utilizan las funciones del programa Arc view que facilitan disolver (dissolve) la información de cada mapa, interceptarla (intersect) y obtener por último el mapa final. Posteriormente se realiza el trabajo en la tabla (t) donde se aplica el índice con los respectivos valores a multiplicar por cada calificación de criterio.

MODELO CARTOGRAFICO

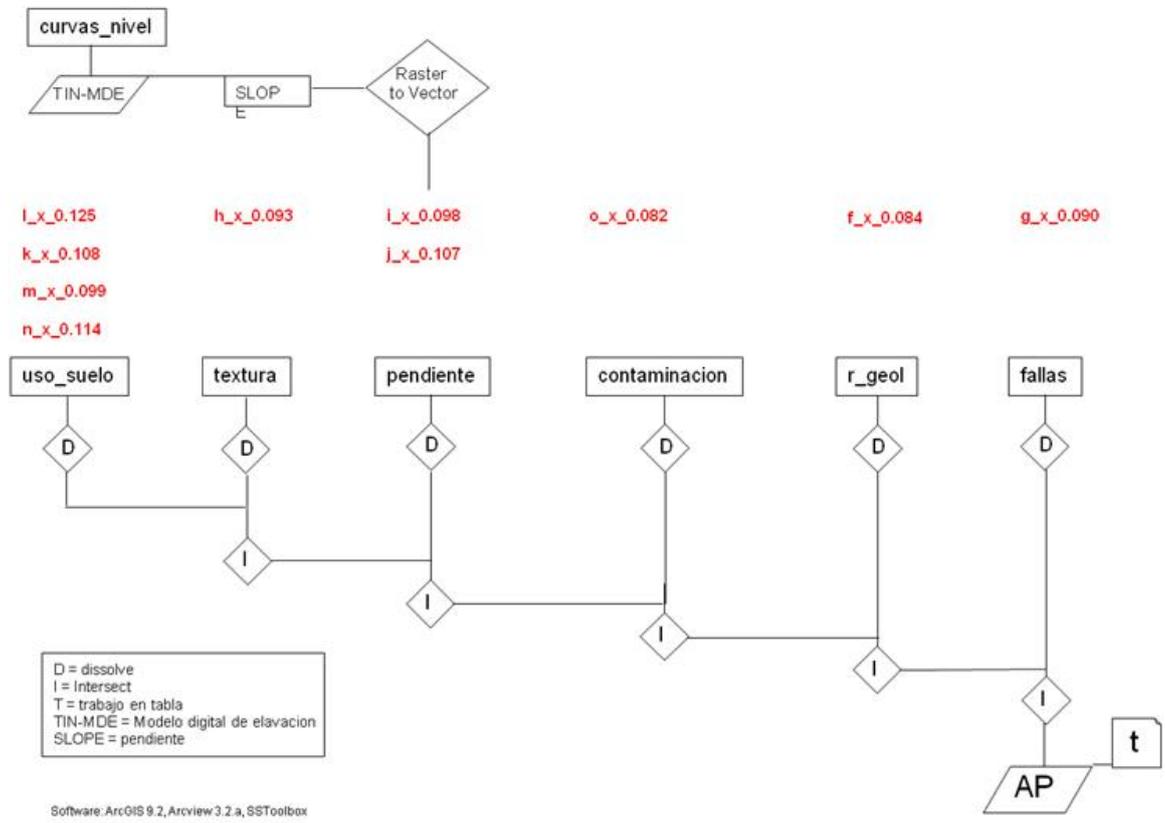


Figura 3. Modelo cartográfico utilizado para la generación del mapa de áreas críticas prioritarias para la oferta del SEH en la Subcuenca Alto Superior del Río Pasto

Para la aplicación del índice se llevó a cabo una estandarización de los valores obtenidos en cada calificación utilizando el método de proporciones máximas y ponderación lineal (Malczewski 2000, 1999). El índice aplicado fue el siguiente:

$$AP = 0.084F + 0.096G + 0.093H + 0.098I + 0.107J + 0.108K + 0.125L + 0.099M + 0.114N + 0.082^{\circ}$$

Donde:

F: roca

G: presencia de fallas y fracturas

H: textura

I: pendiente

J: Microrelieves (concavidades o microvalles)

K: uso del suelo

L: porcentaje de cobertura vegetal

M: estado de la superficie del suelo

N: prácticas de conservación

O: contaminación puntual

3.2.3 Identificación de oferentes potenciales del SEH

Como se mencionó en párrafos anteriores la provisión del SEH es específica tanto al sitio como al usuario. Bajo este enfoque, el objetivo de esta etapa de la investigación fue identificar los oferentes actuales y futuros del SEH que se ubican en las áreas clasificadas como de muy alta prioridad. Seguidamente se realizó su respectiva caracterización con el fin de entender sus decisiones con relación al uso y manejo de los recursos. Para ello como primer paso se realizó un levantamiento catastral de los propietarios que se ubicaban en las áreas clasificadas como de alta prioridad.

Una vez identificados los propietarios que posiblemente podrían estar interesados en participar en el mecanismo de ofrecer este tipo de servicio, se les aplicó una entrevista semiestructurada (anexo 1) con la cual se recolectó el siguiente tipo de información:

- ✓ Aspectos generales de la finca y socioeconómicos del propietario
- ✓ Manejo de residuos sólidos
- ✓ Sistemas de producción y su rentabilidad
- ✓ Acceso a financiamiento y capacitación
- ✓ Manejo de prácticas de conservación de suelos y aguas
- ✓ Conservación de la vegetación natural
- ✓ Opinión frente a la situación del recurso agua
- ✓ Disposición a ofrecer el SEH

Posteriormente, se sistematizó la información en una base de datos y se la analizó mediante estadística descriptiva (anexo 3).

3.2.4 Selección de buenas prácticas agrícolas y forestales

Bajo un enfoque precautorio es conveniente promover la implementación de prácticas que puedan contribuir a manejar la oferta del servicio ecosistémico de provisión y regulación del recurso hídrico para consumo humano en la cuenca. Como parte de una función dosis – respuesta se confrontó la información recolectada en las entrevistas semiestructuradas acerca de las prácticas que actualmente realizan los productores y las que les gustaría implementar en un futuro, con aquellas que se estudiaron en fuentes bibliográficas y mediante la consulta de expertos.

Una vez identificadas las prácticas fueron relacionadas con aquellas propuestas por Alpízar y Madrigal (2005). Los autores clasifican usos del suelo teniendo en cuenta cual es más preferible que otro en términos de provisión de servicios ecosistémicos hídricos. De esta forma definen un índice ordinal de utilidad práctica, que se constituye en una herramienta funcional para realizar pagos adecuados a la contribución marginal de cada propietario para la oferta hídrica. El índice asigna un puntaje específico a cada uno de los usos del suelo con valores que van de 0 para usos del suelo que se cree tienen pocos atributos para la provisión de agua, hasta 1 donde sugieren que la contribución es máxima.

En este sentido, el índice constituyó la base para seleccionar las prácticas que mejor se adaptaban a las condiciones de la zona y las que presentaban mayor viabilidad para ser adoptadas por los oferentes, ya sea por motivos de espacio o de costos.

Seguidamente, se procedió a calcular sus costos de establecimiento y mantenimiento con el propósito de plantear alternativas dirigidas, por ejemplo, a promover la participación de los productores en un mecanismo de pago por servicios ecosistémicos.

Las prácticas seleccionadas son básicamente la conservación de la vegetación natural para lo cual se requiere de actividades de vigilancia y cercado, reforestaciones en áreas de bosque ripario e incorporación de áreas de barbecho y no quema. Para el caso de las áreas de cultivo se seleccionaron las barreras vivas y la práctica de curvas a nivel. Finalmente para el área de pasturas, la construcción de acequias a nivel en áreas de ladera e inclusión de árboles como barreras de protección y amarre del suelo.

Por último, se desarrolló un taller con los oferentes identificados, con la finalidad de conocer aquellos que estarían realmente interesados en participar en la adopción de las

alternativas propuestas. Con ellos se espera trabajar el objetivo de ofrecer el servicio ecosistémico de regulación del recurso hídrico para consumo humano.

3.2.5 Valoración económica de las prácticas que incrementan la oferta del Servicio Ecosistémico Hídrico y estimación de incentivos de compensación

La investigación presenta dos tipos de escenarios. Uno, cuando los propietarios de las tierras ubicadas en las áreas críticas deciden tener usos más compatibles con la función proveedora y reguladora del recurso hídrico incurriendo en costos de oportunidad. Estos costos se derivan de la renuncia a los ingresos que podrían obtener si las dedicaran a otras actividades productivas. Y dos, cuando se plantea a los propietarios implementar prácticas de conservación de suelos y aguas dentro de sus unidades productivas. Con esta última opción ellos lograrían como resultado cambios en la productividad que los beneficiarán en el largo y mediano plazo aún cuando ello les represente incurrir en una serie de costos, por lo cual resulta justo compensarlos. Para efectos de esta investigación la valoración económica se realizó mediante la aplicación de los métodos de costo de oportunidad y cambio en la productividad.

Frente a ésta situación, el acueducto de la ciudad de Pasto y la población en general percibirían los beneficios al presentarse una reducción en los costos de degradación y recuperación de las funciones ecosistémicas. Esto, si dichos costos son comparados con aquellos en los que se podría incurrir si la cuenca estuviera en procesos críticos de degradación. En éste sentido, Rudas (1995) afirma que el proceso de protección, conservación y recuperación de las cuencas hidrográficas se constituye en una serie de actividades que generan externalidades positivas, las cuales son convenientes internalizar transfiriendo recursos económicos a los propietarios de las tierras con el fin de compensar los costos que ellos asumen para ofrecer estos servicios.

Desde el punto de vista económico el monto de compensación por los servicios ecosistémicos debe cumplir con dos condiciones. Ser lo suficientemente elevado como para asegurar que el productor no tenga pérdidas económicas al cambiar sus prácticas actuales y ser lo suficientemente moderado para quienes asumen el pago, de tal forma que represente el beneficio generado por los servicios ecosistémicos (Herrador 2000).

Esto significa que el monto de compensación por los servicios ecosistémicos debe estar en un rango donde el monto mínimo a pagar a los productores sea el costo de producir dichos servicios y el máximo (a cobrar a los usuarios de los servicios) sea el beneficio que se genera por los mismos (Herrador 2000).

3.2.5.1 Estimación del costo de oportunidad CO

El Costo de Oportunidad fue estimado en los productores de la parte alta de la cuenca. Con el objeto de medir los costos de preservación de las áreas que cumplen funciones de regulación y conocer el valor de la oportunidad de utilizar esos recursos para otra actividad.

Para calcular este costo de oportunidad se realizaron presupuestos de fincas donde se cuantificaron los costos por insumos, los productos generados, los valores monetarios y el cálculo del margen bruto de la alternativa.

Seguidamente se calcularon los costos de la inversión en el cambio de uso y los costos de mantenimiento. Finalmente de esta forma se estimó el costo de oportunidad de las tierras consideradas para desarrollar la propuesta. En el Cuadro 3 se muestra un ejemplo de una de las aplicaciones de éste método.

En el análisis de los costos de los sistemas de producción de la subcuenca se cuantificaron los costos y los beneficios que dejan de recibir los productores para efectuar los cambios propuestos.

Cuadro 3. Ejemplo de plan de manejo y método de costo de oportunidad.

Situación A:	Monocultivo de papa
Situación B:	Cercado y vigilancia de las áreas de protección
Pasos:	Calculo de rentabilidad del cultivo de papa = A Calculo de rentabilidad del Área protectora = B Costo de oportunidad = A +B Costo de Inversión Costo de mantenimiento
Costos año 1:	Inversión + costo de oportunidad
Costos años 2 a10	Mantenimiento + costo de oportunidad

3.2.5.2 Método de cambio en la productividad

Este método se aplicó en aquellas situaciones donde el objetivo es mejorar las prácticas de producción con miras a incluir en ellas opciones que conlleven a conservar los recursos suelo y agua y generar el servicio objeto de estudio en esta investigación.

Para su aplicación se partió del supuesto de que el cambio en la cantidad producida sería igual a “cero”. Entonces, su aplicación estuvo concentrada en los cambios que se producirían en los costos derivados del uso de nuevos insumos, herramientas y mano de obra para el establecimiento y manejo de las prácticas de conservación seleccionadas para un periodo determinado. En el Cuadro 4 se presenta un ejemplo de una de las aplicaciones de éste método en campo.

Posteriormente se realizaron los planes de pago que se incluirían en la formulación del plan de acción teniendo en cuenta un periodo de 10 años.

Cuadro 4. Ejemplo de plan de manejo y método de valoración de cambio en la productividad.

Situación A:	Cultivo de papa
Situación B:	Cultivo de papa con barreras vivas intercaladas
Supuesto:	El cambio de rentabilidad es igual a "cero"
Pasos:	Cambio en producción = 0 Costo de inversión de árboles y/o cobertura Costo de mantenimiento
Costos año 1:	Costos de inversión (insumos, herramientas y mano de obra)
Costos años 2 a 10	Costos de mantenimiento (insumos, herramientas y mano de obra)

3.2.6 Análisis de sensibilidad

Teniendo en cuenta criterios de carácter temporal, espacial y de costos se simularon escenarios para la formulación de un plan de acción que contemplara diferentes escalas de priorización de áreas. La finalidad de la simulación fue conocer la rentabilidad de las alternativas bajo los tres criterios mencionados anteriormente. De esta forma se

proporcionan lineamientos para la toma de decisiones con respecto al manejo de la oferta del servicio ecosistémico de proveer y regular el agua de calidad potable en la Subcuenca Alto Superior del Río Pasto.

Para lo anterior se realizaron 7 análisis de sensibilidad con el objeto de evaluar los costos de las dos situaciones estudiadas con respecto a diferentes tipos de áreas y para un periodo de 10 años.

3.2.7 Validación de los resultados con los oferentes ubicados en las áreas críticas priorizadas

Se realizaron dos talleres de validación. El primero para la identificación de los productores que estarían interesados en participar en la adopción de las alternativas para ofrecer el servicio ecosistémico de regulación del recurso hídrico. En el taller se explicó la situación actual de la cuenca en cuanto a cantidad y calidad de agua, protección y conservación de los recursos suelo y agua y los problemas encontrados en la fase de diagnóstico. Así mismo, se explicaron los objetivos, metodología y metas de la investigación.

El segundo taller se realizó con la finalidad de validar las alternativas seleccionadas con sus respectivas áreas de intervención y los costos definidos para tales fines. A éste asistieron 53 productores, lo que representó el 50% de los identificados en el área clasificada como de muy alta prioridad.

3.2.8 Validación del método de priorización sistemática de áreas críticas (Retamal 2006)

Para validar la metodología Retamal 2006 se confrontaron los criterios expuestos en la propuesta metodológica con la situación en el campo. Esto permitió formular (según las experiencias vividas en el transcurso de la investigación) algunas recomendaciones que permitan mejorar su aplicación en futuros trabajos dirigidos a la determinación de áreas críticas. Finalmente, se documentaron las lecciones aprendidas y las conclusiones a las que se llegó con el desarrollo del estudio.

4 RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 Descripción y Diagnóstico

a. Problemas Fisiológicos

Mediante las entrevistas personales con los actores claves de la comunidad y de las entidades involucradas en el desarrollo de la cuenca, se identificó que gran parte de ésta se ha visto afectada por la deforestación y el uso inadecuado de tierras destinadas a prácticas agrícolas y ganaderas sin las más mínimas medidas de conservación. Esto, unido a las determinantes socioeconómicas y culturales de la región, ha ocasionado conflictos entre los productores y la comunidad beneficiada de la cuenca por la evidente contaminación producto del manejo inadecuado de agroquímicos, excretas y otros desechos sólidos (según análisis de calidad de agua realizados por el Instituto Departamental de Salud de Nariño). Así mismo se identificó la degradación de la zona de recarga manifestada en suelos compactados y degradados, lo cual ha llevado a una disminución de su potencial hídrico.

b. Problemas socioeconómicos

En la subcuenca, las tierras son en su mayoría de carácter minifundista; algunas con ausencia de servicios básicos como agua potable, alcantarillado, tenencia de tierra fragmentada (un porcentaje propia, otro arrendado, mediería) y lo mas importante para la oferta del servicio ecosistémico de regulación y provisión del recurso hídrico, que existe un uso muy limitado de prácticas de conservación de suelos y aguas.

4.2 Identificación de áreas prioritarias para la oferta del SEH

El procedimiento para la identificación de estas áreas como se menciona a lo largo del documento, se basó en la evaluación de los criterios para la selección de áreas prioritarias para la provisión del SEH propuestos por Retamal 2006. En dicha evaluación se generaron 7 mapas o capas digitales: geología, fallas y fracturas, textura, pendientes, microrelieves, usos del suelo (dentro de éste se evaluó además la cobertura del suelo, estado de la superficie del suelo y prácticas de conservación de suelos) y fuentes de contaminación puntual.

Cada mapa contenía la calificación del criterio evaluado con su respectiva estandarización mediante el método de proporciones máximas y ponderación lineal (Malczewski 2000, 1999). Posteriormente se realizó una superposición de los mapas con el objeto de aplicar el índice para la selección de las áreas prioritarias y así obtener el mapa final de áreas críticas prioritarias para la oferta del servicio ecosistémico hídrico a diferentes escalas espaciales en la Subcuenca Alto Superior del Río Pasto.

El mapa arrojó un área catalogada como de muy alta prioridad de aproximadamente 889.3 has, lo cual representa el 13% del total de las 6889 has que presenta la subcuenca. Este nivel de prioridad se simboliza dentro del mapa como el área de color rojo tal como se observa en la figura 4.

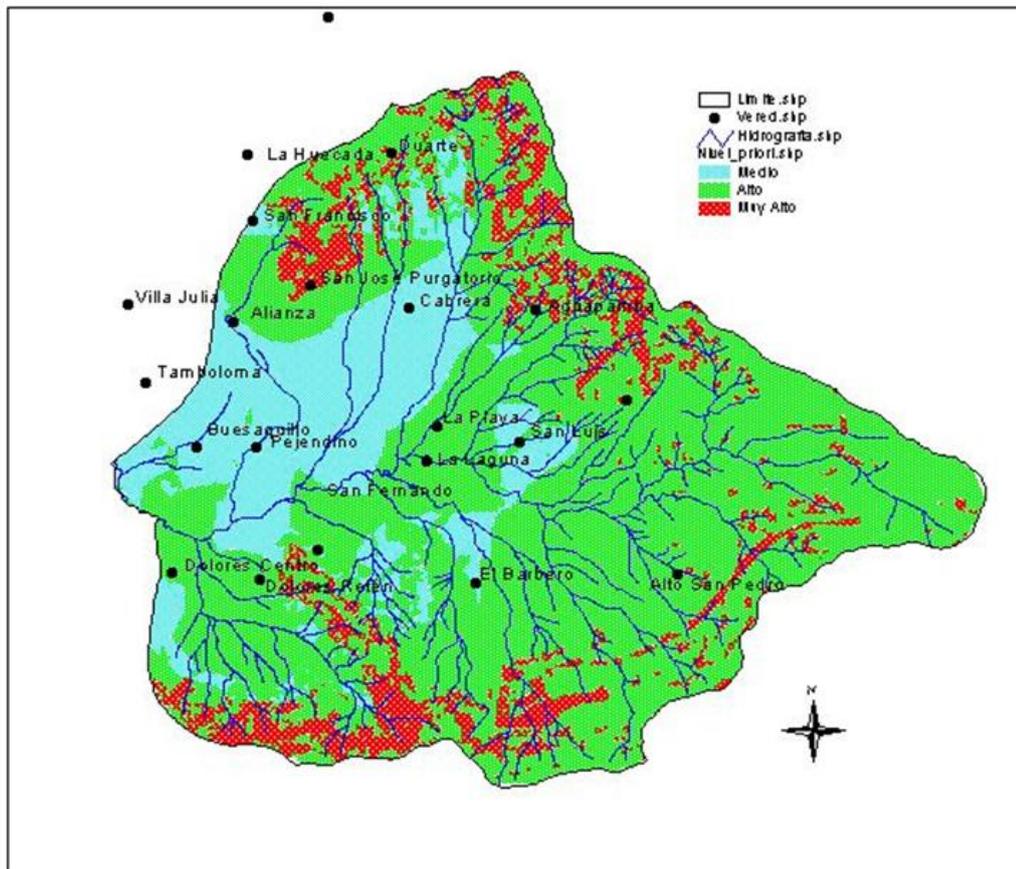


Figura 4. Mapa de áreas críticas prioritarias para la oferta del SEH en la Subcuenca Alto Superior del Río Pasto.

Se considera que para que la aplicación de un mecanismo de mercado que compense dicha oferta sea realmente efectivo, el área sujeta a pago no debe exceder la capacidad de asumirlo por parte de los receptores. Además, debe tenerse en cuenta que a mayor área a manejar, mayores serán los costos; pero así mismo, mayor la capacidad de generar beneficios.

Cabe agregar que el decreto 1449/77 de la legislación colombiana, señala que el área de protección de las fuentes hídricas debe ser por lo menos de 100 metros a la redonda y una faja no inferior a los 30 metros de ancho a cada lado de los cauces de los ríos, quebradas, arroyos permanentes o no y alrededor de los lagos o depósitos de aguas⁷.

La inclusión de estos criterios legales en el proceso de priorización, aumentará el área catalogada como de muy alta prioridad con respecto al área identificada con la metodología Retamal. Para efectos de este estudio, los resultados de la aplicación de la metodología pueden observarse con más detalle en el cuadro 5 donde se describe los tres niveles de prioridad con sus respectivas áreas y representación en porcentaje con respecto al total de la subcuenca.

Cuadro 5. Tipos y áreas de prioridad para el manejo de la oferta del SEH en la Subcuenca Alto Superior del Río Pasto

Nivel de Prioridad	Superficie	
	Área (has)	Representación (%)
Muy Alto	889,3	13
Alto	4640,15	67
Medio	1358,63	20
TOTAL	6888,08	100

Tomando como referencia la investigación desarrollada por Retamal (2006) las microcuencas Sesesmiles y Marroquín en Copán (Honduras) presentan una superficie de 37 y 32 km² respectivamente. A partir de estas áreas se priorizaron 3 fuentes de agua para consumo humano para posteriormente priorizar las áreas para la oferta del SEH. De esta forma se redujo en un 70% el área a incluirse dentro del esquema de PSE.

⁷ CORPONARIÑO: Manual de Manejo de Recursos Naturales Renovables.

Para el caso en estudio, toda el área estudiada (69 km²) representa la fuente prioritaria para el abastecimiento del acueducto de la ciudad de Pasto (mas del 80% de la población). En este sentido, no fue necesario priorizar tomas de agua, sino más bien a partir de ésta fuente priorizar las áreas que dentro de ella podrían presentar atributos relevantes en cuanto a mejorar las condiciones actuales de regulación de la cantidad de agua de calidad potable.

En términos de superficie, es de esperarse que a mayor área y a mayor cantidad de población beneficiada (aproximadamente 61.400 suscriptores activos para el caso en estudio) mayor será el área a incluirse dentro de un plan de manejo para la oferta de servicios ecosistémicos hídricos.

Ahora bien, la mayor parte del área identificada como de muy alta prioridad en la Subcuenca se ubica principalmente en sitios caracterizados principalmente por presentar vegetación natural en forma de bosques o parches continuos sin fines productivos, con una cobertura vegetal representada por los tres estratos: herbáceo, arbustivo y en algunos casos arbóreo, lo cual se manifiesta en una superficie rica en materia orgánica. De igual manera, las pendientes predominantes se encuentran en un rango que oscila entre 30 hasta más del 45%, con niveles de rugosidad alto y medio favoreciendo la infiltración y la depositación de sedimentos en el suelo.

Entonces, las áreas prioritarias que se promueve conservar son áreas con vegetación natural y arbustiva donde actualmente se están generando SEH y/o que están o podrían estar amenazadas de presentar erosión y transporte de sedimentos a los cauces de los ríos y quebradas o de perder la vegetación que cumple las funciones de protección y conservación de suelos y aguas en la cuenca. Es decir, se trabaja bajo un enfoque precautorio donde se resalta la protección de las funciones ecológicas y se disminuye la amenaza producida por la acción antrópica.

Este procedimiento de priorización de áreas mediante la aplicación de un sistema de información geográfica, permite visualizar las áreas que están o podrían estar en niveles de vulnerabilidad para proveer y regular el agua que consumen los habitantes de la ciudad de Pasto. Su análisis e introducción dentro de un plan de manejo facilitan la toma de decisiones y promueven las acciones que conllevan a un beneficio social.

4.3 Oferentes del SEH en las áreas priorizadas

Las personas identificadas como potenciales oferentes del SEH son los propietarios de las tierras ubicadas en las áreas seleccionadas como de muy alta prioridad. Con su identificación se pretende organizarlos para que ellos se encarguen de ejecutar la propuesta del plan de acción, de tal forma que se garantice el cuidado y protección de dichas áreas hasta lograr su transformación y sostenibilidad en el tiempo.

En total se identificaron 179 predios ubicados en estas áreas, distribuidos entre 162 oferentes de los cuales se descartaron 9 predios por ser propiedad del municipio, la Corporación Autónoma Regional de Nariño -CORPONARIÑO-, la Empresa de Obras Sanitarias de Nariño -EMPOPASTO-, Juntas de Acueductos Rurales, entre otras instituciones. La principal razón de esta exclusión es que se parte del supuesto de que estas instituciones han asumido desde su adquisición el compromiso de darles un manejo adecuado con fines ecosistémicos.

Entonces, el total de oferentes potenciales es de 153. De estos, 46 no fueron ubicados para ser entrevistados debido a causas como fallecimiento, controversias por propiedad, venta del predio, lejanía o dificultad en la ubicación de su domicilio. Bajo esta situación fueron en total 107 propietarios identificados y entrevistados para su posterior caracterización. A continuación se presenta la caracterización y análisis de la información más relevante de los oferentes entrevistados.

4.3.1 Usos del suelo

De acuerdo a los resultados obtenidos en las entrevistas aproximadamente el 39% de los oferentes reporta que dentro de sus propiedades ubicadas en las áreas de muy alta prioridad, existe un uso donde predomina la cobertura arbórea ya sea éste en forma de bosque primario, primario intervenido o secundario o en forma combinada con otros usos tales como cultivos y pastos (Fig. 5). El 37% de las propiedades presentan pasturas como uso del suelo bien sea como uso único o asociado a cultivos, árboles y áreas boscosas. Por otra parte el 23% de los entrevistados comentan que sus tierras presentan cultivos asociados a otros usos y solo el 1% de los oferentes potenciales identificados tienen sus tierras dedicadas a áreas de barbecho o rastrojo.

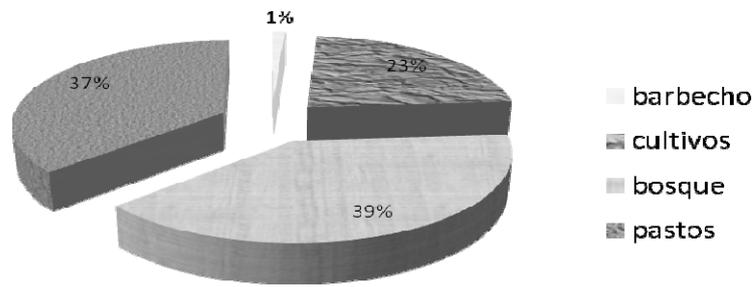


Figura 5. Usos del suelo presentes en las propiedades de los oferentes potenciales del SEH entrevistados en la Subcuenca Alta Superior del Río Pasto, Colombia.

4.3.2 Tenencia de la tierra

La mayoría de los entrevistados (95%) son propietarios de las tierras ubicadas en los sitios seleccionados; con áreas (según registros catastrales del IGAC 2007) que van desde 1 ha (o menos) hasta 4 ha. Esto mas o menos coincide con el rango estimado para toda la subcuenca, el cual esta entre 1 ha hasta 5 ha. Cabe destacar que las mayores áreas de la Subcuenca se ubican dentro de los límites de las áreas seleccionadas como de muy alta prioridad. Esto muy probablemente este ligado al hecho de que las áreas presentan cobertura boscosa, condición que disminuye la posibilidad de fragmentación para fines productivos.

Por otra parte, se encontró que para el 27% de los entrevistados la tenencia de la tierra está entre 4,1 y 7,8 ha y solo el 2% poseen tierras con áreas superiores a 26 ha, tal como se muestra en la figura 6.

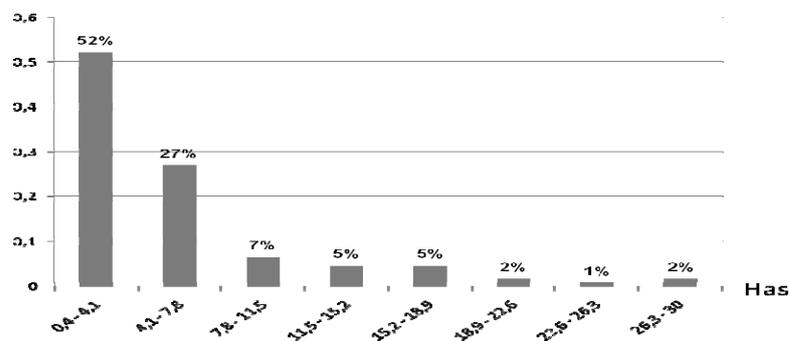


Figura 6. Distribución del tamaño de las propiedades ubicadas en las áreas de muy alta prioridad en la Subcuenca Alta Superior del Río Pasto, Colombia.

Debe mencionarse que una de las limitantes para el análisis de la información recopilada en las entrevistas, fue la actitud de los entrevistados frente a la pregunta referente al tamaño de sus propiedades. En la mayoría de los casos las respuestas subestimaban el área total y no coincidían con el mapa catastral y los registros suministrados por el Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC). Por ejemplo, un predio identificado en los registros del IGAC (2007) menciona que el área total de la propiedad era de 19 has mientras que el entrevistado respondía que su predio únicamente tenía un área de 1 ha.

Es muy probable, aunque fue aclarado al inicio de la entrevista, que el entrevistado pensara que responder correctamente a la pregunta le traería algún tipo de desventaja, por ejemplo el cobro de un impuesto catastral. De igual forma es importante aclarar que muchas de las propiedades se caracterizaban por estar divididas por sucesión; en este sentido la tierra pertenecía a más de un dueño aún cuando en los registros catastrales figuraba uno solo.

En resumen y como se aprecia en el anexo 3 el tamaño promedio de las propiedades en donde se identificaron áreas de muy alta prioridad es de 5,7 ha. La mediana es de 3,75 ha y la moda de 4,25 ha. La desviación en los datos se debe a que el tamaño mínimo de las propiedades identificadas es de 0,48 has y el máximo es de 29,5 has.

Es fundamental aclarar que para el caso en estudio el tamaño de las propiedades representa un insumo de gran valor para la formulación del plan de acción. Esto básicamente desde el punto de vista de manejo de incentivos, es decir, solo se reconoce el área incluida dentro del nivel priorizado.

Por ejemplo, un oferente posee una propiedad con un área mayor a 20 has de las cuales solo 10 has se ubican dentro del nivel muy prioritario; en éste caso el reconocimiento se realizaría únicamente para las 10 has identificadas sin tener en cuenta las 10 has restantes para efectos de la compensación. Sin embargo, se recomienda que para evitar simples reacomodos de la finca se levante una línea base a nivel de propiedad. De esta forma se podrían evitar incentivos perversos que se alejen de la contribución a la provisión y regulación del recurso hídrico para consumo humano en la Subcuenca Alta Superior del Río Pasto.

4.3.3 Edad y arraigo a la tierra

Los oferentes entrevistados, propietarios y administradores de los predios seleccionados son en su mayoría (67%) del género masculino, con un rango de edad entre 20 y 84 años. De éstos el 21% es propietario del predio desde un periodo comprendido entre 11 y 20 años; mientras que el 63% de los propietarios tiene su tierra desde hace más de 20 años (Figura 7). Este puede ser un aspecto importante que puede incidir sobre la toma de decisión en cuanto a la disposición de ofrecer o de seguir ofreciendo el SEH. Podría ser que entre más años de pertenencia, mayor pueda ser la probabilidad de acceder a participar en dedicar el área a generar beneficios tanto a nivel privado como social. En otras palabras, el mayor arraigo a la tierra favorece la aceptación de inversiones a largo plazo.

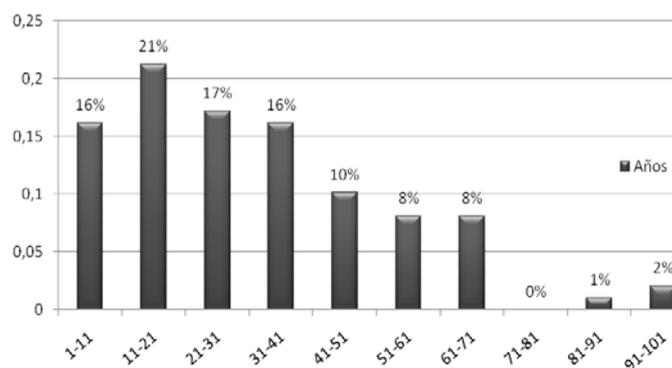


Figura 7. Tiempo de pertenencia de las propiedades en las áreas seleccionadas como de muy alta prioridad en la Subcuenca Alta Superior del Río Pasto, Colombia.

4.3.4 Uso de los recursos naturales presentes en las áreas muy prioritarias

Como se observa en el anexo 3 las entrevistas arrojaron que el 69% de los entrevistados considera que las áreas con presencia de bosque y vegetación de protección prestan bienes y servicios que contribuyen a la conservación de suelos, agua y biodiversidad. Esta es una de las principales razones por las cuales los propietarios no han hecho uso de éstas áreas de protección. Sin embargo cabe destacar que muchos de los entrevistados (el 57%) se encuentran dentro de un rango de edad que esta entre 59 y 85 años, motivo por el cual ellos justifican ya no mostrar interés en destinar las tierras para otro uso diferente a la conservación.

El 70% expresa que en los últimos años ha hecho algún uso de ese bosque, principalmente para obtener productos como leña, madera o frutas destinados en su mayoría (84%) para suplir las necesidades del hogar. El 12% piensa en años posteriores eliminar parte de ese bosque y solo el 41% ha participado en programas, como por ejemplo, reforestación para tener la cobertura arbórea que actualmente contribuye a proteger las fuentes hídricas de la subcuenca.

Por último, para el 77% de los entrevistados sus propiedades son importantes para regular la cantidad del agua de calidad potable que se destina para el acueducto Centenario.

4.4 Determinación de los costos de implementar prácticas que favorecen la oferta del SEH

4.4.1 Selección de buenas prácticas agrícolas y forestales

Desde el punto de vista económico un adecuado manejo de la oferta de servicios ecosistémicos hídricos en la cuenca dirigido hacia la conservación de los ecosistemas naturales protectores, la recuperación de los que de algún modo han sido perturbados y la combinación de prácticas productoras-protectoras implica incurrir en diversos tipos de costos ya sean estos directos o indirectos.

En este sentido, la selección de las prácticas de manejo con sus respectivos costos de establecimiento y mantenimiento es el resultado de la consulta con expertos y revisión de literatura y experiencias en el tema a nivel regional y nacional. Así mismo se tomó en cuenta la opinión y preferencias de los entrevistados como una manera de garantizar su participación en el proceso. Tomando en cuenta los resultados de las entrevistas en las figuras 8 y 9 se detallan las prácticas actuales que realizan los oferentes y aquellas que les interesaría implementar en el futuro.

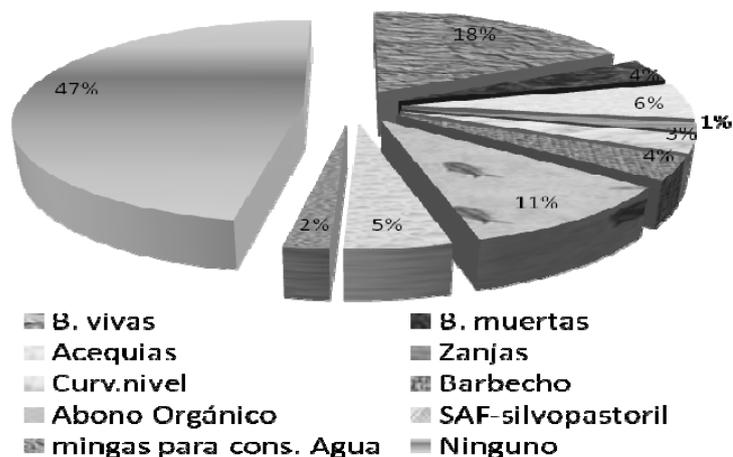


Figura 8. Prácticas de conservación más frecuentes realizadas por los propietarios de las tierras ubicadas en las áreas de muy alta prioridad en la Subcuenca Alta Superior del Río Pasto, Colombia

Por medio de la anterior figura se observa que el 47% de los entrevistados no realiza actualmente prácticas de conservación, esto principalmente por razones como falta de espacio, dinero o de conocimiento para establecerlas. El 18% tiene dentro de sus tierras la presencia de barreras vivas y el 24% ha establecido prácticas como acequias de ladera, cultivos en curvas a nivel, barreras muertas, sistemas agroforestales, entre otras, como técnicas para conservar el suelo y el agua que se encuentra dentro de su propiedad.

En lo que respecta a las práctica que ellos estaría interesados en establecer dentro de sus tierras, la figura 8 expone que el 98% del total (F) estaría dispuesto en ofrecer este SE. De estos, el 40% lo haría mediante la conservación de áreas estratégicas desde el punto de vista hídrico (mayormente si existe una compensación monetaria por ello). El 30% incluiría el establecimiento de árboles ya sea como reforestación de bosque ripario o como sistemas agroforestales y silvopastoriles. Únicamente el 2% no se muestra interesado en ofrecer el servicio mejorando los usos con los que actualmente cuenta su tierra.

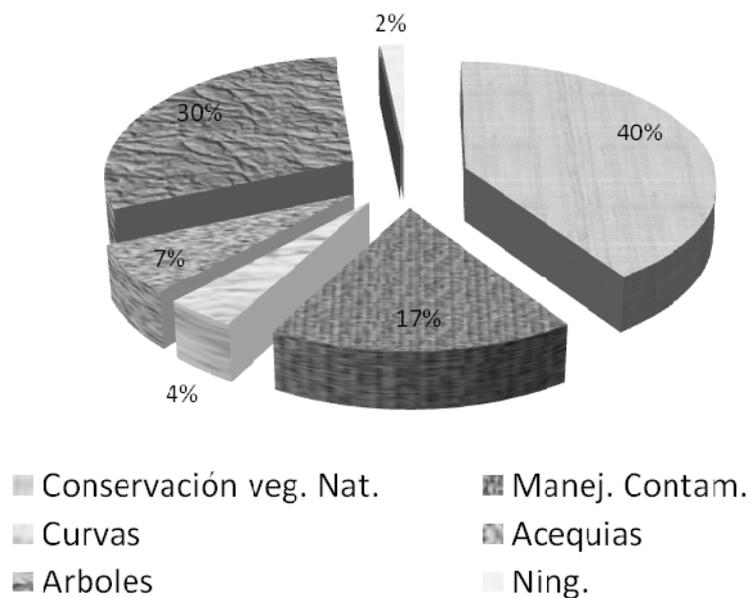


Figura 9. Prácticas de conservación que los propietarios de las tierras ubicadas en las áreas de muy alta prioridad estarían dispuestos a implementar en la Subcuenca Alta Superior del Río Pasto, Colombia

Posteriormente, se confrontó la selección realizada en esta etapa con el índice de usos del suelo para provisión hídrica planteado por Alpízar y Madrigal (2005). En la confrontación se tuvo en cuenta el aporte de los diferentes usos con relación a la oferta esperada. Se analizaron las alternativas para cada uso y como resultado se seleccionaron las prácticas de manejo más acordes con la realidad biofísica y socioeconómica de las áreas identificadas como de muy alta prioridad. El resultado de esta selección se presenta en el cuadro que se muestra a continuación.

Cuadro 6. Prácticas de uso y manejo recomendadas para la oferta del SEH en la Subcuenca Alta Superior del Río Pasto, Colombia.

	Uso y/o manejo del suelo	Puntaje	Descripción
CULTIVOS	Cultivos de papa y hortalizas	0	El manejo es tradicional
	Cultivos de papa y hortalizas con prácticas sostenibles con el medio ambiente	0.3	Barreras vivas con pasto brasilero, King grass, alfalfa Adicionalmente se recomienda: cero labranza curvas a nivel, abonos orgánicos
	Cultivos de papa y hortalizas con obras físicas de CSA	0.3	Curvas a nivel, acequias de ladera
	Cultivos de papa y hortalizas con prácticas agroforestales	0.4	Incluye uso de árboles en diferentes sistemas: regeneración natural y barreras vivas con árboles en contorno
PASTURAS	Pastura con mala cobertura	0	Suelos sin cobertura vegetal
	Pastura con buena cobertura (natural o mejorada)	0.3	Suelos completamente cubiertos de pasto
	Pastura con buena cobertura con baja densidad de árboles dispersos	0.5	Suelos completamente cubiertos de pasto con un porcentaje de cobertura arbórea menor al 25%
PLANTACIONES Y BOSQUES	Plantación forestal en monocultivo con baja demanda de agua y buen manejo del sotobosque	0.7	Plantaciones forestales establecidas con más de 625 Árboles y con especies nativas.
	Barbecho	0.8	Área en barbecho con un 90% de la superficie del suelo cubierta por vegetación arbustiva heterogénea
	Bosque de galería bien manejado	1	Vegetación natural de distintos estratos a la orilla de cuerpos de agua con un ancho mínimo de 30 metros. La vigilancia es asumida por el propietario (cercas, rótulos y control expansión agropecuaria)
	Bosque secundario con vigilancia	1	La vigilancia es asumida por el propietario (cercas, rótulos y control expansión agropecuaria)
	Bosque primario con vigilancia	1	La vigilancia es asumida por el propietario (cercas, rótulos y control expansión agropecuaria)

En general se recomiendan los sistemas silvícolas reconociendo los servicios que estos pueden brindar, particularmente si se trata con especies nativas de la región. Por ejemplo, la actividad de reforestación se basa en la necesidad y práctica de mantener y preservar la cobertura en terrenos privados, que debido a su condición pueden llegar a generar alteraciones hidrológicas. Para ello se requiere de asistencia técnica, por ejemplo donación de material vegetal, plantaciones y manejo silvicultural.

Así mismo, los sistemas agroforestales y silvopastoriles son también valorados dentro de la propuesta. Su efecto se puede relacionar con la disminución en la presión que se ejerce sobre otros ecosistemas. Además estos sistemas pueden proveer otras opciones productivas a las comunidades en la parte alta de la cuenca.

De igual forma también se reconoce el valor de las prácticas de conservación de suelos y aguas como otra manera de generar el servicio ecosistémico en la cuenca. Es decir, el manejo de la oferta del SEH no se enfoca únicamente en la conservación de las áreas boscosas sino también en mejorar las prácticas actuales. Al tiempo se busca mejorar la calidad de vida de los productores que habitan o hacen uso de los recursos en las áreas que producen algunas de las externalidades negativas. Dichas externalidades pueden ser transformadas positivamente mediante el uso de las prácticas planteadas, como es el caso del establecimiento de barreras vivas dentro de las unidades productivas.

Entonces para efectos de esta investigación, se promueve como primera medida la conservación de áreas con vegetación protectora y en una mínima proporción el mejoramiento de las prácticas de uso de la tierra, es decir, no se impulsa el cambio de uso del suelo. Esta decisión se sustenta principalmente en la presencia de sitios con características favorables para la actual oferta del SEH.

4.4.2 Estimación de costos de las prácticas seleccionadas

Una vez seleccionadas las prácticas que contribuirán a ofrecer el SEH se procedió a calcular con la ayuda de la consulta con expertos y el estudio de algunas experiencias en materia de conservación de vegetación natural, reforestaciones y prácticas agrícolas conservacionistas, los costos de implementarlas y mantenerlas (*cuadro 7*). Esto con el objeto de estimar posibles montos de compensación a quienes decidan adoptarlas.

Cuadro 7. Costos de las prácticas que contribuyen a ofrecer el SEH en la Subcuenca Alto Superior del Río Pasto, Colombia.

Descripción	Establecimiento		Mantenimiento	
	M.O + insum/ha		M.O + insum/ha	
	\$ Col/ha	U\$/ha	\$ Col/ha	U\$/ha
Revegetalización de 1 ha	1.255.000	686	434.450	237
Barbecho de 1 ha	393.300	215		0
Arboles dispersos en potreros: 128 árboles/ha	217.400	119	30.000	16
Silvopastoril Cerca viva: 400m	564.850	309	185.000	101
Barreras vivas con árboles en contorno: 1000m	1.526.000	834	220.000	120
Barreras vivas: pasto brasilero, king grass, alfalfa	328.400	179	60.000	16
Acequias de ladera: 900m	880.000	481	200.000	109
Pastura mejorada con buena cobertura	377.400	206	377.400	206
Cercado y vigilancia	393.300	215		0

En el proceso se encontró que la práctica que presenta mayores costos de implementación es la revegetalización (reforestación). La razón es que se considera una actividad que requiere mayor inversión en su etapa inicial debido al uso de insumos como material vegetal, fertilizantes y mano de obra. Sin embargo, esta actividad puede manejarse de manera participativa mediante la consecución de material vegetal e insumos a través de la gestión con alguna entidad ambiental. En este caso los costos a asumir estarían representados por el pago de mano de obra.

De igual manera, la práctica donde se intercalan los cultivos (principalmente de papa) y las áreas de pasturas con barreras vivas con árboles en contorno presenta un alto costo de establecimiento (USD\$834). Principalmente esto se debe al establecimiento de barreras dobles de 1000m lineales con aproximadamente 2000 árboles sembrados con un distanciamiento de 1 mt. Esta medida se plantea para ser adoptada en aquellas áreas de fuerte pendiente donde la retención de suelo y agua es la principal función que se busca generar para evitar la pérdida de suelo y la consecuente degradación de las fuentes abastecedoras.

Así mismo, los costos asociados a la implementación de sistemas silvopastoriles en las áreas de pasturas a través del establecimiento de cercas vivas como división de potreros requieren de costos en su etapa inicial representados en la compra de insumos y pago de mano de obra. Lógicamente este es relativamente menor a los incurridos en la actividad de reforestación por la menor cantidad de árboles requeridos para este fin.

En lo que respecta a las obras físicas de conservación, la práctica propuesta es la construcción manual y mantenimiento de acequias de infiltración en áreas de laderas. Esta práctica va acompañada de una barrera viva como práctica auxiliar para evitar su obstrucción. Estos costos incluyen básicamente pago de mano de obra y la compra del material para la barrera auxiliar.

Por último, los costos de conservar la vegetación natural resultan ser los más baratos, puesto que estos son determinados por las actividades de vigilancia, cercado, rotulación y control de una posible expansión agropecuaria para lo cual no se requiere de grandes inversiones. Es decir, los costos se asumen como un reconocimiento al productor por cumplir con proteger lo que ya existe más no por establecer un nuevo uso en particular.

4.5 Valoración económica de las prácticas que incrementan la oferta del Servicio Ecosistémico Hídrico y estimación de incentivos de compensación

El fundamento de la valoración económica en el contexto de PSE radica en que para que una persona conserve las funciones o servicios que se producen en su propiedad, ésta le debe generar un valor económico que compense los ingresos que dejaría de percibir por no alterarla e introducir otro tipo de usos, por ejemplo el agropecuario. Esto representa un costo de oportunidad. Además, para mantener el servicio de regulación hídrica se debe proteger dichas áreas de importancia ecológica, lo cual requiere de un plan de protección que incluya labores de conservación de vegetación natural, control de incendios e incluso evitar extensión migratoria lo que podría tomarse como los costos por protección del ecosistema (Hernández, et al sf.).

Bajo este contexto, a continuación se describe el costo de dejar de producir en las áreas seleccionadas de la subcuenca, y posteriormente se describen los planes de pago para esta situación con su respectivo monto de compensación.

4.5.1 Costo de oportunidad de la producción

En general, los individuos toman decisiones orientadas a alcanzar un beneficio más individual que social. Un ejemplo de esto es lo que ocurre en parte de la subcuenca en estudio donde los agricultores siembran papa en las partes altas de la cuenca donde nacen las aguas que se destinan para el acueducto de la ciudad de Pasto. Ellos no reciben ningún beneficio por conservar las funciones hidrológicas de regulación de esos ecosistemas; hacerlo mas bien les generaría costos de oportunidad. Esto quiere decir que los agricultores dejarían de recibir los ingresos de producir papa.

Cabe destacar que los beneficios netos que pueden percibirse por la inversión en la conservación son relativamente pocos en comparación con los costos y la renuncia de oportunidades productivas y económicas. Esto se convierte en una de las razones por las cuales en muchas ocasiones deja de considerarse como una alternativa atractiva desde el punto de vista individual.

Entonces, si sembrar papa les genera más ganancias ellos seguirán sembrando sin importarles los costos que les provocaría al resto de la sociedad que se vería perjudicada.

Es decir el uso del suelo que le da el agricultor con la siembra de papa no crea beneficios desde el punto de vista social, caso contrario si el uso que se le diera a esas tierras fuera el que aseguraría un adecuado funcionamiento de la subcuenca con respecto al recurso hídrico en específico, es decir, la oferta de servicios ecosistémicos.

Para el caso de la protección y conservación de los ecosistemas protectores ya existentes en la Subcuenca Alta Superior del Río Pasto la lógica es similar, pero además se hace necesario implementar medidas tanto de protección como de vigilancia. Esto quiere decir que se debe incurrir en costos directos, adicionales al costo de oportunidad. En otras palabras, representa el costo de oportunidad por mantener el área de protección renunciando a los ingresos que se derivarían de las actividades agropecuarias y forestales a las que posiblemente las destinarían.

Esta metodología se aplicó bajo el escenario de que cuando un productor decide realizar actividades agropecuarias nuevas, buscará reemplazar aquellas actividades que tienen un alto costo de oportunidad o cuyos ingresos son relativamente bajos frente a la nueva propuesta.

La adopción de prácticas sostenibles de uso del suelo puede, claramente, generar beneficios privados al productor. Sin embargo, se asume en este estudio que estos beneficios son iguales a “cero”.

Bajo este contexto, la alternativa más altamente valorada en la que se debería indemnizar a los productores de la cuenca es la producción de la papa. Para calcular su rentabilidad se utilizó información proveniente de las entrevistas con los productores de la zona.

Para lo anterior, a los ingresos brutos percibidos por el productor por la venta de papa se les restaron los egresos representados por la inversión en insumos y mano de obra contratada. Los ingresos se calculan teniendo en cuenta el rendimiento promedio del cultivo, para el cual se toma como referencia el obtenido en las entrevistas, es decir 23 ton/ha mas no el reportado por CORPANAR y Secretaría Técnica C.R.P. – Nariño, (2006)⁸ el cual es de 27 ton/ha, puesto que se considera un valor muy alto para la zona. Este valor se lo multiplica por el precio promedio el cual se estima en \$400.000/ton⁹. Los

⁸ Información del periodo B del año 2005, reportada por la Corporación de Paperos de Nariño –CORPANAR-

⁹ Este precio teniendo en cuenta que el precio de la tonelada de papa en el departamento de Nariño es fluctuante, por lo cual se toma un estimativo de \$20.000/bulto, para un total de \$400.000/ton.

egresos se calculan a partir de los costos derivados de los insumos y mano de obra contrata, los cuales son en promedio para la zona de \$4.263.500/ha¹⁰. Entonces se tiene que:

$$\begin{aligned}
 \text{RENTABILIDAD} &= (\text{productividad} * \text{precio}) - (\text{costos de insumos} + \text{mano de obra}^{11}) \\
 &= (23 \text{ ton/ha} * \$400.000) - (\$4.936.500) / 1830^{12} \\
 &= 2.330\$US
 \end{aligned}$$

Teniendo en cuenta que el cultivo de la papa en la zona de estudio se realiza dos veces en el año se multiplicó la rentabilidad calculada por ha para los dos periodos, es decir que para este caso los costos de oportunidad estimados tomando los ingresos netos/ha como costo de conservación ascienden a US\$ 4.660/ha/año para el cultivo de papa.

Ahora bien, la actividad de vigilar y controlar la conservación de dicha vegetación implica una inversión inicial por concepto de cercado y rotulado. De acuerdo a los costos presentados en el cuadro 7 ésta actividad tiene un costo de USD\$215. Entonces si se tomara en cuenta estas condiciones para efectos de pago, la alternativa sería de la siguiente manera:

Cuadro 8. Costo de oportunidad de la vegetación natural en la Subcuenca Alto Superior del Río Pasto, Colombia.

CONCEPTO	MONTOS(\$)	
	AÑO 1	AÑO 2
Costo de oportunidad de la producción (COP)	4660	4660
Inversión cercado y rotulado (año 1)	215	0
Mantenimiento: vigilancia y control (año 2 y mas)	0	0
COSTO TOTAL	4875	4660

Sin embargo, es necesario resaltar que los cálculos estimados a partir de estas condiciones, no representan la realidad de las áreas catalogadas como de muy alta prioridad. Es decir, las áreas identificadas en el estudio no presentan las condiciones de topografía, vías de acceso y de permiso legal para realizar este tipo de actividades. De lo contrario, ya estarían dedicadas a este tipo de uso del suelo. Por tal razón, como se

¹⁰ Según información tomada de entrevistas en campo.

¹¹ Incluye pago de jornales, mas no mano de obra familiar.

¹² Valor del dólar en pesos colombianos (abril de 2007)

expondrá en el capítulo referente a los escenarios de intervención, el costo de oportunidad se reduce para efectos de montos de compensación.

4.5.2 Cambios en la productividad

Para el caso de aquellas áreas prioritarias donde las acciones de manejo están dirigidas al establecimiento de prácticas de recuperación o de conservación de suelos y aguas, los costos directos se incrementan por efecto de la compra de material vegetal como árboles y semillas, preparación del terreno, labores de siembra, trazado y fertilización, entre otras.

Aunque esta inversión resulte ser económicamente significativa para el oferente del servicio ecosistémico éste valor tiende a ser menor que el costo de oportunidad de la tierra. La razón es que se sigue produciendo y a largo plazo las prácticas de conservación de suelos y aguas podrían incluso redundar en incrementos en la productividad.

El método de cambio en la productividad se limita a aquellos casos en que el productor sigue produciendo lo mismo, pero lo hace de manera congruente con la generación de servicios ecosistémicos. Además, uno de los supuestos de este método en el caso de estudio es que no hay cambios en la producción, es decir se mantiene sin aumentar ni disminuir.

Cabe mencionar que los costos estimados para este caso muestran un comportamiento descendente en los siguientes años, puesto que la inversión inicial se realiza solo para el primer periodo y posteriormente solo se tiene en cuenta los costos de mantenimiento. Este último valor nos da la referencia de los costos de conservar y recuperar la vegetación que puede cumplir con las funciones de provisión y regulación de recurso hídrico.

Como se expresa en la sección referente a la selección y costos de las alternativas de manejo para los usos actuales del suelo, lo que se busca es tener una producción compatible con las funciones ecosistémicas de regular el agua de calidad potable. En este sentido a continuación se describen las diferentes alternativas propuestas para cada uso del suelo.

Para las áreas con cultivo de papa y hortalizas se plantean básicamente dos escenarios. En el primero, el cultivo de papa (tomando como referencia 1 ha) es manejado

con barreras vivas de pasto brasilero, King grass o alfalfa. Las barreras se establecen en 10 surcos teniendo en cuenta las curvas de nivel. El distanciamiento entre surcos es de 10 metros, con 20 cm de distancia entre plantas. El mantenimiento consta de podas y limpiezas de las barreras. Con esta práctica se espera evitar el arrastre del suelo en áreas de ladera y por tanto evitar influencias en la calidad de las aguas que se encuentran cerca a las áreas de cultivo.

El segundo escenario para el cultivo de papa (aunque también pueden recomendarse en áreas de pasturas) son las barreras vivas con árboles en contorno. Esta alternativa se recomienda para áreas de pendiente pronunciada con el objeto de evitar procesos erosivos. En este caso se establece una barrera doble de árboles, sembrados siguiendo las curvas de nivel. Se recomienda que la siembra se realice en triangulo para así optimizar la reducción de la escorrentía del agua que corre sobre la superficie del terreno y asimismo, captar y retener la tierra transportada por el agua.

Para las áreas de pastura se recomiendan los árboles dispersos en potreros y la pastura mejorada. Para el primer caso, la alternativa plantea la siembra de 128 árboles con especies que puedan cumplir funciones como por ejemplo, fuente de proteína para el ganado. El arreglo consiste en intercalar árboles en amplios distanciamientos dentro de las pasturas para favorecer a especies que requieran sombra para su desarrollo y de otras que no la requieren, pero para los cuales se puede reducir las necesidades de fertilización, especialmente en suelos poco productivos, superficiales o degradados.

En cuanto a la pastura mejorada, la alternativa es más sencilla, consiste en lograr tener una buena cobertura sobre el suelo, disminuyendo los problemas de degradación y mejorando la alimentación animal. Esta práctica puede ser acompañada de otras, como por ejemplo, los árboles dispersos, cercos vivos o acequias de ladera.

Así mismo los sistemas silvopastoriles de cercas vivas involucran dentro de las pasturas la siembra de árboles, de tal manera que se favorezca el aprovechamiento de los espacios disponibles, la delimitación de las parcelas, protección de animales y del viento los cultivos, hacen más agradable el ambiente, diversifican la producción, además de proveer leña y madera a las familias.

Por último se recomienda la construcción de 900m de acequias de ladera por ha de pasto o de cultivo según sea el caso. Estas acequias consisten en la construcción de canales con aproximadamente 30m cm de ancho en el fondo que pueden estar localizados a

distancias regulares según la pendiente y el uso del terreno. Paralelamente se recomienda complementar la práctica con el establecimiento de barreras vivas con el fin de filtrar el agua que llegue al canal y así disminuir la cantidad de material que se puede depositar en él. El objetivo de éstas prácticas en las áreas seleccionadas es ayudar a evacuar el agua que puede recargarse en las tierras de alta pendiente

4.5.3 Estimación de montos de compensación

Una vez estimado el costo de oportunidad y el costo de promover cambios tecnológicos a nivel productivo se procedió a establecer el monto de una posible compensación económica por parte del sector urbano de la ciudad de Pasto hacia el sector productivo de la cuenca.

En este sentido, debe quedar claro que tales montos de compensación están dirigidos a modificar u ofertar el servicio ecosistémico de provisión y regulación del recurso hídrico promoviendo cambios o conservación de coberturas vegetales que contribuyan a regular caudales de agua de calidad potable y disminuir algunos efectos de erosión y sedimentación.

Los planes de pago que incluyen los montos de compensación por la oferta del SEH fueron estimados teniendo en cuenta los usos o prácticas seleccionadas en la zona de estudio con sus respectivos puntajes en relación con la oferta de SEH, planteados por Alpízar y Madrigal 2005. Así mismo, los costos de establecimiento y mantenimiento de las alternativas estimados en etapas anteriores y los costos de oportunidad para las áreas con vegetación natural.

Posteriormente, se calculó el pago por punto de cada categoría (cultivos, pasturas y bosques) que es el resultado de dividir la sumatoria de los costos por adopción (costos de establecimiento más costos de oportunidad) por la sumatoria de los puntajes de la categoría. Seguidamente se calculó el pago sugerido por adopción, resultante de multiplicar el pago por punto de cada categoría por el puntaje correspondiente a cada uso o práctica recomendada. De igual manera fueron calculados los pagos sugeridos para las etapas de mantenimiento. Los resultados de los pagos sugeridos pueden observarse con más detalle en el cuadro 9 que se expone a continuación.

En el cuadro 9 puede observarse que dentro de la categoría de cultivos anuales los monocultivos de papa, cebolla y hortalizas no reciben ningún pago; esto principalmente, porque son prácticas que por su forma de manejo no contribuyen a la oferta de SEH. Mientras que la categoría de prácticas agroforestales (barreras vivas con árboles en contorno) tienen una mejor representación con 0,4 puntos, por lo cual reciben un mayor pago por su adopción, representado por USD\$597. Es decir, este monto incentiva al oferente a adoptar prácticas donde la interacción de los componentes es mas significativa para las funciones ecosistémicas que se espera promover.

Cuadro 9. Montos de compensación por uso y/o práctica recomendada para la oferta del SEH en la Subcuenca Alto Superior del Río Pasto.

No.	Uso y/o practica recomendada	Puntaje	C. establec.	C. manten.	C.O	Costos/adopción	Pago/adopci	Costos/manten.	Pago/manten.
			Us\$/ha	Us\$/ha		Us\$/ha	Us\$/año	Us\$/ha	Us\$/año
						C.est+C. Opo	Pago/pto*pje		
1	Monocultivo (papa,cebolla, hortalizas)	0	0	0	0	0	0,0	0	0,0
2	Cultivo con prácticas sostenibles con el medio ambiente	0,3	179	33	0	179	448,2	33	78,6
3	Cultivo con obras físicas de CSA	0,3	481	109	0	481	448,2	109	79
4	Prácticas agroforestales	0,4	834	120	0	834	597,6	120	105
TOTAL		1				1494			262
PAGO/PUNTO						1494			262
5	Pastura con mala cobertura	0	0	0	0	0	0,0	0	0
6	Pastura con buena cobertura (natural o mejorada)	0,3	206	206	0	206	121,9	206	83
7	Pastura con buena cobertura y pocos árboles dispersos	0,5	119	16	0	119	203,1	16	139
TOTAL		0,8				325			222
PAGO/PUNTO						406			277,5
8	Plantación forestal en monocultivo con sp de baja demanda de agua	0,7	686	237	0	686	3140,0	237	2936
9	Barbecho (tacotal)	0,8	215	0	4660	4875	3589	4660	3356
10	Bosque de galería bien manejado	1	215	0	4660	4875	4486	4660	4195
11	Bosque secundatio bien manejado	1	215	0	4660	4875	4486	4660	4195
12	Bosque primario bien manejado	1	215	0	4660	4875	4486	4660	4195
TOTAL		4,5				20186			18877
PAGO/PUNTO						4486			4195
8	Plantación forestal en monocultivo con sp de baja demanda de agua.	0,7	686	237	0	686	1690,3	237	1487
9	Barbecho (tacotal)	0,8	215	0	2330	2545	1932	2330	1699
10	Bosque de galería bien manejado	1	215	0	2330	2545	2415	2330	2124
11	Bosque secundatio bien manejado	1	215	0	2330	2545	2415	2330	2124
12	Bosque primario bien manejado	1	215	0	2330	2545	2415	2330	2124
TOTAL		4,5				10866			9557
PAGO/PUNTO						2415			2124

Con relación a la categoría de pasturas, los usos donde las pasturas no presentan buena cobertura tampoco reciben pago por su poca o nula contribución a la oferta esperada. En este caso la inclusión de árboles dispersos con una contribución de 0,5 dependiendo de la cantidad de árboles recibe el mayor pago dentro de la categoría con USD\$203,1.

Por último, dentro de la categoría de plantaciones y bosques los usos que incluyen bosques de galería, primarios y secundarios reciben montos de igual valor, es decir USD\$4486. Esto teniendo en cuenta que su pago esta determinado primero por su contribución a la oferta del SEH (con un puntaje de 1) y segundo por que es una categoría donde además de incluir el pago por rotulación, cercado y vigilancia incluye el costo de oportunidad por conservar la vegetación existente.

4.5.4 Recomendaciones para implementar un esquema de PSEH en la Subcuenca Alto Superior del Río Pasto

Una vez estimados los posibles montos de compensación se sugiere las siguientes recomendaciones, que podrían ser tomadas en cuentas a la hora de efectuar los pagos a los oferentes que deseen participar en la propuesta.

1. Para el caso de la conservación de tierras en barbecho, considerar el primer pago en un periodo de dos años; esto con el fin de garantizar en primer lugar, un crecimiento de la cobertura vegetal deseada, y en segundo lugar una efectiva renuncia a la posibilidad de extracción o de actividad agropecuaria. A partir del tercer año, realizar la compensación por el mantenimiento de la cobertura vegetal permanente.
2. En relación con la conservación de la vegetación natural, realizar al menos una visita anual después del primer año, con lo cual se verifique la efectividad de la actividad de vigilancia y el cese de actividades de extracción.
3. En la mayoría de los casos, los predios ubicados dentro de las áreas prioritarias no están en su totalidad catalogados como de muy alta prioridad, razón por la cual puede dificultarse la compensación por el área específica. Bajo esta premisa, sería necesario realizar un levantamiento topográfico mas exacto del área sujeta a pago, para con ello establecer una línea base en la propiedad. La tarea correspondiente a esta línea base individual puede ser una medida dispendiosa e inclusive costosa. Por esta razón se sugiere tomar en cuenta toda la propiedad,

teniendo en cuenta que aquellos propietarios que por voluntad propia no deciden participar de la propuesta, pueden ceder de manera indirecta los recursos a quienes aceptan participar dentro de un posible esquema de PSEH en la Subcuenca. De esta manera, se amplía la cobertura del esquema y se garantizan resultados mas evidentes.

4.5.5 Validación de las alternativas propuestas con los oferentes del SEH identificados en la Subcuenca Alto Superior del Río Pasto

Con el objeto de validar las alternativas planteadas con sus respectivos montos de compensación se realizó un taller en la comunidad de la Subcuenca en estudio, al cual asistieron 53 de los oferentes entrevistados. En este taller se expuso fundamentalmente, el proyecto desarrollado y su respectiva metodología, con el objeto de dar una explicación a la selección e identificación de las propiedades y oferentes que podría estar ofreciendo el servicio ecosistémico.

Por otro lado se expusieron los resultados de la priorización de áreas, así como también los usos y prácticas propuestas con sus respectivos costos de establecimiento y mantenimiento y los planes de pago calculados en etapas anteriores. Lo anterior se realizó con el fin de conocer las percepciones de los oferentes con respecto a la propuesta de montos sugeridos. Estos resultados se convirtieron después en un insumo de interés para formular los diferentes escenarios para el PSEH.

4.6 Escenarios de intervención a diferentes escalas: espaciales, temporales y de costos totales

Tomando como base el trabajo realizado en la etapa de priorización de áreas junto con la información recopilada en las entrevistas de campo y la percepción de los posibles oferentes que asistieron al taller de validación, se simularon diferentes escenarios de intervención en el campo. La finalidad de dicha simulación es proporcionar alternativas que puedan ajustarse a la realidad financiera de asumir los costos de ofrecer el servicio ecosistémico objeto de esta investigación.

Para este objetivo se tomaron los usos del suelo presentes en el área de muy alta prioridad con su respectiva superficie. La razón fue facilitar los cálculos a escala de costos

totales por año en cuanto a establecimiento y mantenimiento de las alternativas de manejo seleccionadas en las anteriores etapas. La información en cuanto a dichas áreas se presenta en el cuadro 10 que se expone a continuación.

Cuadro 10. Tipo y área de los usos del suelo presentes en las áreas muy prioritarias para la oferta del SEH en la Subcuenca Alto Superior del Río Pasto.

Usos del suelo	Área	%
Bosque	811,5	91,2
Barbecho	32,6	3,7
Páramo	13,8	1,6
Pastos	12	1,3
Cultivo	20	2,2
TOTAL	889,9	100,0

Dado que el área a intervenir es relativamente grande, se realizaron diferentes análisis de sensibilidad en cuanto a cambios en áreas, tiempos y costos. En este sentido es importante mencionar que la mayor dificultad presentada en esta etapa de la investigación es la carencia de un estudio de demanda que permita estimar la disponibilidad de un fondo ambiental destinado para tales fines. Sin embargo, después de analizar diferentes alternativas se destacan los escenarios que se describen a continuación.

Escenario 1: Como un primer escenario y punto de partida para el análisis se asume la intervención inmediata de la totalidad del área catalogada como de muy alta prioridad. Aquí se tiene en cuenta las recomendaciones mencionadas en párrafos anteriores sobre la forma de pago por cada categoría de uso, es decir, se paga la totalidad del monto, pero teniendo en cuenta que las alternativas que involucran el establecimiento de árboles dentro de los predios y áreas dedicadas a barbecho tendrán el pago por adopción distribuido en los dos primeros años de manejo. A partir del tercer año se reconoce el pago por mantenimiento de las prácticas adoptadas. El cuadro 11 presenta el escenario I teniendo en cuenta un costo de oportunidad basado en dos ciclos de cultivo de papa al año, asumiendo el supuesto de que toda el área de bosque sujeta a pago es convertible a uso agrícola, sin cambios en los precios de la papa y de la tierra. Sin embargo, como se observa en el cuadro 13 el costo total para intervención tanto para el año de adopción como para los años en los que se reconoce mantenimiento es excesivamente alto y por tanto definitivamente inviable.

Cuadro 11. Escenario I para el PSEH en la Subcuenca Alto Superior del Río Pasto. Toda el área de muy alta prioridad, teniendo en cuenta dos ciclos de papa al año.

Usos del suelo	Área	pago/adopción	pago/manten.	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4*
Bosque	811,5	4486	4195	3640389	3404242,5	3404242,5	3404242,5
Barbecho	32,6	3589	3356	58500,7	58500,7	109405,6	109405,6
Páramo	13,8	4486	4195	61906,8	57891	57891	57891
Pastos (arb.disp.)	4	203,1	139	406,2	406,2	556	556
Pastos (mejorada)	4	121,9	83	487,6	332	332	332
Pastos (acequias)	4	448,2	73,5	1.793	294	294	294
Cultivo (barreras)	10	448,2	73,5	4482	735	735	735
Cultivo (SAF)	10	597,6	105	2988	2988	1050	1050
Has por año	889,9		USD\$	3.770.953	3.525.389	3.574.506	3.574.506
			PESOS (\$)	6.900.844.173	6.451.462.602	6.541.346.163	6.541.346.163

* Después del cuarto año el monto se conserva

** Incluye todas la alternativas de manejo

Escenario 2: Posteriormente, se tomó en cuenta para plantear los próximos escenarios algunas de las percepciones captadas en el taller de validación realizado con los oferentes entrevistados. En dicho taller se expusieron las diferentes alternativas de la propuesta pero con la diferencia de que la propuesta incluía una estrategia de reducción de costos con relación a la compensación. En este sentido se les expuso el monto teniendo en cuenta una rentabilidad del cultivo de papa a partir de solo un ciclo de cultivo al año. La respuesta a la propuesta resultó en la mayoría de los casos positiva, razón por la cual se utiliza esta información como insumo para el escenario II.

Es importante resaltar que a partir de este escenario las áreas de páramo identificadas en la priorización son excluidas dentro de los esquemas de pago que se describen en lo que resta de la propuesta. La razón principal de ésta exclusión se sustenta en lo consignado en el proyecto de ley de páramos No. 032 y de 2003 y 242 de 2004 por medio de la cual se dictan las disposiciones para garantizar la conservación y uso sostenible de las áreas de páramo en Colombia.

Específicamente se tiene en cuenta lo dispuesto en el artículo 3 donde se prohíben actividades agrícolas comerciales, la ganadería extensiva, talas, quemas entre otras, dentro de las áreas de páramo. Así como también el artículo 5 donde se contempla la elaboración de planes de manejo y el artículo 7 por medio del cual se asignan porcentajes para su conservación, derivados de los ingresos por el cobro de impuestos como las tasas por uso de agua.

En resumen el escenario presenta tres características, la entrada inmediata de la totalidad del área muy prioritaria, la exclusión de las áreas de páramo y el pago por adopción de las prácticas propuestas para pasturas (árboles dispersos, pastura mejorada y construcción de acequias de ladera) y cultivos (barreras vivas con pastos y árboles en contorno).

Al igual que el primer escenario, éste reconoce el 100% de los montos estimados. Aún teniendo en cuenta estas características el escenario 2 se sigue considerando inviable para ser financiado en la Subcuenca en estudio. Por tal razón se continuó buscando alternativas que viabilizaran la propuesta.

Cuadro 12. Escenario II para el PSEH en la Subcuenca Alto Superior del Río Pasto. Toda el área de muy alta prioridad, teniendo en cuenta un ciclo de papa al año.

Uso del suelo	Área	pago/adopción	pago/manten.	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4*
Bosque	811,5	2415	2124	1.959.773	1.723.626	1.723.626	1.723.626
Barbecho	32,6	1932	1699	31.492	31.492	55.387	55.387
Páramo	13,8	0	0	0	0	0	0
Pastos (arb.disp.)	4	203,1	139	406	406	556	556
Pastos (mejorada)	4	121,9	83	488	332	332	332
Pastos (acequias)	4	448,2	73,5	1.793	294	294	294
Cultivo (barreras)	10	448,2	73,5	4.482	735	735	735
Cultivo (SAF)	10	597,6	105	2.988	2.988	1.050	1.050
Has por año	889,9		USD\$	2.001.421	1.759.873	1.781.980	1.781.980
			PESOS (\$)	3.662.599.881	3.220.567.224	3.261.024.132	3.261.024.132

* Después del cuarto año el monto se conserva

** Incluye todas la alternativas de manejo

Escenario 3: Se planteó un tercer escenario con un ingreso del 10% del área de bosque por cada año, es decir 81 has/año durante los 10 años de duración de la propuesta.

La selección de éste 10% por año puede hacerse teniendo en cuenta varios criterios, dependiendo de las condiciones que se presenten en el momento de ejecutar el escenario. Por ejemplo, puede tomarse como factores de selección:

- i. El interés de los oferentes para participar de la propuesta. En este sentido iniciar con aquellos que muestren voluntad de participar en las primeras etapas, y continuar con aquellos que muestren su interés una vez conozcan el mecanismo de PSEH y sus primeros resultados.
- ii. Utilizar criterios de pendientes, siguiendo las recomendaciones que se expondrán en los siguientes escenarios. Es decir, primero las tierras con pendientes más vulnerables al cambio de uso y después aquellas que presenten menor riesgo de intervención.
- iii. Priorizar áreas ribereñas basándose en la legislación colombiana y continuar extendiendo la franja de protección, hasta cubrir las áreas mas altas del nivel muy prioritario.

En cuanto a las prácticas de conservación, todas son incluidas desde el primer año del esquema. La diferencia en este escenario (cuadro 13) está en el porcentaje de pago por ha para las diferentes alternativas. El pago por conservación del bosque se toma como un 10% del costo de oportunidad, teniendo en cuenta que este se calculó a través de la rentabilidad del cultivo de la papa en condiciones normales; es decir que el valor puede diferir en las áreas identificadas en el estudio.

Cabe recordar que la estimación del costo de oportunidad del bosque actual utilizando la rentabilidad del cultivo de la producción de papa, como mejor alternativa, asume una perfecta congruencia entre los terrenos actualmente con cobertura boscosa y los terrenos cultivados con papa. Obviamente este supuesto es imperfecto, pues de otro modo habría papa donde ahora hay bosque. Las condiciones de suelos, pendiente, acceso al riego, facilidad de transporte, existencia de leyes para su uso; además de los costos derivados de la eliminación de la vegetación boscosa para conversión a uso agrícola, hacen que la rentabilidad sea diferente, apuntando a una sobrestimación del verdadero costo de oportunidad. Este aspecto se reconoce en los siguientes escenarios.

Así mismo, para el pago por adopción de prácticas de conservación en las unidades productivas sean estas agrícolas o ganaderas, se toma un valor por el 50% del pago calculado en la investigación. El motivo de esta decisión radica en el hecho de que el beneficio adquirido con éstas prácticas es relativamente compartido. A nivel social se disminuye la presión por el uso inadecuado de los recursos lo que se refleja en la generación de servicios ecosistémicos, y a nivel individual se mejoran las condiciones productivas de las tierras de donde se obtienen beneficios económicos. De la misma manera se aplica para los pagos por mantenimiento.

El escenario muestra que para el año diez de la propuesta, el costo total de intervención es 5.5 veces mayor que los costos para el primer año. Esto es relativamente lógico, teniendo en cuenta que en el décimo año se estaría pagando el 10% del costo de intervención de la totalidad de las 811has de bosque priorizadas, más el mantenimiento del 100% de las prácticas de conservación.

Cuadro 13. Escenario III para el PSEH en la Subcuenca Alto Superior del Río Pasto. Ingresos del 10% de área de bosque por año más 100% de áreas con pcsa, con porcentajes de pago del 10% para bosque y 50% para prácticas de conservación.

Usos del suelo	Área	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10
Bosque	81	19.598	36.834	54.070	71.307	88.543	105.779	123.015	140.252	157.488	174.724
Barbecho	33	6.298	5.539	5.539	5.539	5.539	5.539	5.539	5.539	5.539	5.539
Páramo	14	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Pastos (arb.disp.)	4	406	278	278	278	278	278	278	278	278	278
Pastos (mejorada)	4	244	166	166	166	166	166	166	166	166	166
Pastos (acequias)	4	896	147	147	147	147	147	147	147	147	147
Cultivo (barreras)	10	2.241	368	368	368	368	368	368	368	368	368
Cultivo (SAF)	10	2.988	525	525	525	525	525	525	525	525	525
Has por año	160										
USD\$		32.671	43.856	61.092	78.329	95.565	112.801	130.038	147.274	164.510	181.746
PESOS (\$)		59.788.744	80.256.892	111.799.248	143.341.603	174.883.959	206.426.315	237.968.671	269.511.027	301.053.382	332.595.738

Escenarios 4 y 5: Para efectos de reducción de costos y siguiendo la lógica del estudio se realizó un cambio de escala en términos de áreas que ingresan por año al esquema que se propone. De esta forma se plantea un cuarto escenario donde no solamente se toma un ingreso del 10% del área del bosque sino también un 10% de cada alternativa de manejo. Para el ingreso de este 10% se puede utilizar los criterios de selección mencionados en el escenario 3. Esta situación se aprecia con más detalle en el cuadro 14.

En este escenario se puede observar que los costos totales para el primer año con respecto al cambio de escala espacial, es decir con el ingreso de solo el 10% por año del total de área priorizada, toma un comportamiento positivo desde el punto de vista económico. En este sentido resultaría más práctico y manejable empezar a viabilizar el esquema con un monto inicial de USD\$ 20.000. De esta manera se llegaría a conocer los primeros resultados que podrían tomarse como una línea base para el seguimiento y evaluación de las siguientes etapas de intervención.

El escenario cinco aplica la misma mecánica que el escenario cuatro pero con ingresos del 20% del área total muy prioritaria por cada año del esquema. En este caso, el periodo en el que se completarían las áreas seleccionadas dentro del esquema sería de cinco años; a partir del sexto año los pagos se hacen por mantenimiento de las alternativas (cuadro 15).

En este escenario, el máximo costo de intervención se presenta en el año 5. A partir del sexto año los costos muestran un comportamiento descendente debido a que a partir de este momento se asume solo la totalidad de los costos por mantenimiento de todas las alternativas propuestas. Aunque se cubren en menor tiempo todas las hectáreas priorizadas, los costos iniciales se duplican con relación al escenario 4. Entonces, por razones de costo se recomendaría el escenario 4.

Cuadro 14. Escenario IV para el PSEH en la Subcuenca Alto Superior del Río Pasto. Ingresos por año del 10% del área total muy prioritaria.

Área %	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10
100	209.051	179.385	179.385	180.273						
10	20.905	17.938	17.938	18.027	18.027	18.027	18.027	18.027	18.027	18.027
10		20.905	17.938	17.938	18.027	18.027	18.027	18.027	18.027	18.027
10			20.905	17.938	17.938	18.027	18.027	18.027	18.027	18.027
10				20.905	17.938	17.938	18.027	18.027	18.027	18.027
10					20.905	17.938	17.938	18.027	18.027	18.027
10						20.905	17.938	17.938	18.027	18.027
10							20.905	17.938	17.938	18.027
10								20.905	17.938	17.938
10									20.905	17.938
10										20.905
USD\$	20.905	38.844	56.782	74.809	92.837	110.864	128.891	146.918	164.946	182.973
PESOS (\$)	38.256.328	71.083.753	103.911.179	136.901.109	169.891.038	202.880.968	235.870.898	268.860.828	301.850.757	334.840.687

Cuadro 15. Escenario V para el PSEH en la Subcuenca Alto Superior del Río Pasto. Ingresos por año del 20% del área total muy prioritaria.

Área en %	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10
100	209.051	179.385	179.385	180.273						
20	41.810	35.877	35.877	36.055	36.055	36.055	36.055	36.055	36.055	36.055
20		41.810	35.877	35.877	36.055	36.055	36.055	36.055	36.055	36.055
20			41.810	35.877	35.877	36.055	36.055	36.055	36.055	36.055
20				41.810	35.877	35.877	36.055	36.055	36.055	36.055
20					41.810	35.877	35.877	36.055	36.055	36.055
USD\$	41.810	77.687	113.564	149.619	185.673	179.918	180.095	180.273	180.273	180.273
PESOS (\$)	76.512.655	142.167.506	207.822.358	273.802.217	339.782.077	329.249.281	329.574.289	329.899.297	329.899.297	329.899.297

Escenario 6: Para el escenario seis, se realiza una priorización del área de bosque teniendo en cuenta criterios de pendiente versus el cultivo de la papa en la zona. En éste caso, se confronta el mapa de pendientes con el mapa de uso del suelo, con el objeto de determinar zonas con probabilidad de presentar mayor riesgo a sufrir conversión de uso forestal a uso agrícola (cultivo de papa). En esta situación se toma como referencia pendientes que oscilan entre el 0 y el 30% dentro de las áreas catalogadas como de muy alta prioridad y se determinan como una alternativa que podría viabilizar el esquema de pago por el manejo de la oferta estudiada.

En este caso, serían 190 las hectáreas que podrían ser compensadas por la conservación de la vegetación existente. El mecanismo de pago en este escenario funciona de manera similar a los dos anteriores escenarios, es decir, 10% del pago calculado para las áreas de bosque y 50% para las áreas con prácticas de conservación. Esta información se expone con más detalle en el cuadro 16.

La viabilidad de este escenario es mayor que la de los cuatro escenarios planteados anteriormente. La principal razón se refleja en la disminución del área total de bosque a intervenir. Esto no quiere decir que sea menos efectivo. Al contrario, priorizar áreas con mayor vulnerabilidad a cambio de uso resultaría ser mas eficiente tanto en términos ecosistémicos como económicos. Los incentivos a entregarse podrían garantizar que al menos esas áreas donde la pendiente es uno de las condiciones más importantes a tenerse en cuenta para el manejo de suelos y de aguas, no sufrirían alteraciones para cumplir con las funciones de proveer y regular la cantidad de agua de calidad potable destinada para el acueducto de la ciudad de Pasto.

Cuadro 16. Escenario VI para el PSEH en la Subcuenca Alto Superior del Río Pasto. Ingreso del 100% de las áreas con PCSA más áreas de bosque priorizadas con criterios de pendiente (0 – 30%).

Usos del suelo	Área	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 10
Bosque	190	45.885	40.356	40.356	40.356	40.356	40.356
Forestal 2	33	6.298	5.539	5.539	5.539	5.539	5.539
Páramo	14	0	0	0	0	0	0
Pastos (mejorada)	4	244	166	166	166	166	166
Pastos (arb. Disp.)	4	406	278	278	278	278	278
Pastos (acequias)	4	896	147	147	147	147	147
Cultivo (barreras)	10	2.241	368	368	368	368	368
Cultivo (SAF)	10	2.988	525	525	525	525	525
Has por año	268						
<i>USD\$</i>		58.959	47.378	47.378	47.378	47.378	47.378
<i>PESOS (\$)</i>		107.894.458	86.702.179	86.702.179	86.702.179	86.702.179	86.702.179

Escenario 7: Ahora bien, en miras de hacer aun más práctico el anterior escenario planteado se realizó un análisis de sensibilidad donde se ajustaba un cambio de escala espacial (cuadro 17). En otras palabras, el ingreso de las 190 hectáreas de bosque (priorizadas en la segunda etapa) se realiza de manera progresiva en los 9 años siguientes a la compensación realizada el primer año por la adopción, únicamente de las prácticas de conservación. Es decir, en el primer año se paga por la adopción de PCSA y a partir del segundo se paga por el mantenimiento de dichas practicas, más la conservación de 21 has de bosque. De esta forma el tercer año se paga el mantenimiento de las prácticas adoptadas el primer año, más el mantenimiento de las 21 primeras has de bosque, más la conservación de 21 nuevas has de bosque. Así, se continúa hasta completar el periodo de 10 años propuesto en el esquema de PSEH. La selección de las 21 has de bosque puede hacerse teniendo en cuenta el interés de participación de los oferentes y/o aspectos como la vegetación en áreas riparias.

Desde el punto de vista económico este escenario resultaría ser el más viable y flexible en comparación con los anteriores seis escenarios planteados. En esta situación los costos que se asumirían el décimo año serían proporcionales a los que se podría sumir en solo los primeros años de los anteriores escenarios. Sin embargo es importante tener en cuenta que aunque sea más práctico económicamente podría resultar ineficiente si se relaciona dicha cantidad de área con la totalidad del área de la subcuenca, es decir las 6889 has. Por tanto es fundamental conocer la disponibilidad de pago que se tendría en cuenta a la hora de cubrir los costos de la oferta del servicio ecosistémico hídrico.

Cuadro 17. Escenario VII para el PSEH en la Subcuenca Alto Superior del Río Pasto. Ingreso del 100% del área con PCSA el primer año, más el ingreso progresivo de las 190 has de bosque priorizadas distribuidas en los nueve años restantes de la propuesta.

Usos del suelo	Área	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10
Bosque	21		5.072	9.532	13.992	18.453	22.913	27.374	31.834	36.294	40.755
Barbecho	33	6.298	5.539	5.539	5.539	5.539	5.539	5.539	5.539	5.539	5.539
Páramo	14	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Pastos (arb.disp.)	4	244	166	166	166	166	166	166	166	166	166
Pastos (mejorada)	4	406	278	278	278	278	278	278	278	278	278
Pastos (acequias)	4	896	147	147	147	147	147	147	147	147	147
Cultivo (barreras)	10	2.241	368	368	368	368	368	368	368	368	368
Cultivo (SAF)	10	2.988	525	525	525	525	525	525	525	525	525
Has por año	99										
<i>USD\$</i>		13.074	12.094	16.554	21.015	25.475	29.935	34.396	38.856	43.317	47.777
<i>PESOS (\$)</i>		23.924.908	22.131.544	30.294.076	38.456.608	46.619.140	54.781.672	62.944.204	71.106.736	79.269.268	87.431.800

Escenario 8: Por último se tomó como una alternativa de intervención únicamente el área riparia ubicada dentro de las áreas catalogadas como de muy alta prioridad. Principalmente por que estas áreas desempeñan importantes funciones relacionadas con la calidad y cantidad del agua, climas y microclimas y brindan elementales recursos en beneficio de la calidad de vida de las personas.

Para plantear este escenario se superpuso el mapa de áreas prioritarias con el mapa de bosque ripario. Esto arrojó un área de bosque ripario prioritario de 150 has. Con base en esta información se propone un escenario donde se tiene en cuenta el ingreso de las 150 has desde el primer año del esquema. Esta información se presenta en el cuadro 18.

Los costos totales por año parecen ser aún mas viables que el escenario con las 190 has priorizadas con los criterios de pendiente. La ventaja de este escenario esta en que se estaría cubriendo área relacionada más directamente con la provisión de agua de calidad potable, al tiempo que se cumplen al menos en esas áreas, la protección de las áreas ribereñas según la legislación colombiana. Es decir, se mantienen las franjas protectoras de 30 metros a cada lado de los cauces de los ríos.

Cuadro 18. Escenario VIII para el PSEH en la Subcuenca Alto Superior del Río Pasto. Ingreso del 100% de las áreas con PCSA más áreas de bosque ripario ubicadas en las áreas de muy alta prioridad.

Usos del suelo	Area	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10
Bosque	150	36.225	31.860	31.860	31.860	31.860	31.860	31.860	31.860	31.860	31.860
Forestal 2	32,6	6.298	5.539	5.539	5.539	5.539	5.539	5.539	5.539	5.539	5.539
Páramo	13,8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Pastos (mejorada)	4	244	166	166	166	166	166	166	166	166	166
Pastos (arb. Disp.)	4	406	278	278	278	278	278	278	278	278	278
Pastos (acequias)	4	896	147	147	147	147	147	147	147	147	147
Cultivo (barreras)	10	2.241	368	368	368	368	368	368	368	368	368
Cultivo (SAF)	10	2.988	525	525	525	525	525	525	525	525	525
Has por año	228,4										
<i>USD\$</i>		49.299	38.882								
<i>PESOS (\$)</i>		90.216.658	71.154.499								

Escenario 9: Finalmente, se trabajo con el escenario 9 utilizando el mismo mecanismo empleado en el escenario 7. Es decir, se realizó un análisis de sensibilidad donde se ingresó para el primer año, solamente la totalidad del área con prácticas de conservación de suelos y aguas. A partir del segundo año y hasta el año diez, se ingresan 17 has de bosque ripario priorizado, incluyendo el mantenimiento de las alternativas establecidas en años anteriores. Esto teniendo en cuenta los criterios utilizados en anteriores escenarios como pendientes vulnerables al cambio de uso e interés de participar en la propuesta.

De esta forma, los costos estimados son menores que los calculados en escenarios anteriores. En este sentido, el escenario 9 es el más viable desde el punto de vista económico y el más conveniente para la oferta de regular la cantidad de agua con calidad potable. En resumen, se conjugan ventajas de carácter ecosistémico, económico y legal y se llega a la oferta esperada.

La información se observa con mas detalle en el cuadro 19 que se presenta a continuación.

Cuadro 19. Escenario IX para el PSEH en la Subcuenca Alto Superior del Río Pasto. Ingreso del 100% del área con PCSA el primer año, más el ingreso progresivo de las 150 has de bosque ripario ubicadas en las áreas de muy alta prioridad, distribuidas en los nueve años restantes de la propuesta.

Usos del suelo	Área	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10
	17		4.106	7.716	11.327	14.938	18.549	22.160	25.770	29.381	32.992
Forestal 2	32,6	6.298	5.539	5.539	5.539	5.539	5.539	5.539	5.539	5.539	5.539
Páramo	13,8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Pastos (mejorada)	4	244	166	166	166	166	166	166	166	166	166
Pastos (arb. Disp.)	4	406	278	278	278	278	278	278	278	278	278
Pastos (acequias)	4	896	147	147	147	147	147	147	147	147	147
Cultivo (barreras)	10	2.241	368	368	368	368	368	368	368	368	368
Cultivo (SAF)	10	2.988	525	525	525	525	525	525	525	525	525
Has por año											
USD\$	95,4	13.074	11.128	14.739	18.349	21.960	25.571	29.182	32.793	36.403	40.014
PESOS (\$)		23.924.908	20.363.764	26.971.528	33.579.292	40.187.056	46.794.820	53.402.584	60.010.348	66.618.112	73.225.876

4.6.1 Viabilidad financiera de los escenarios de intervención

Una vez planteados los diferentes posibles escenarios con los cuales se podría manejar la oferta del SEH en la Subcuenca Alto Superior del Río Pasto, puede llegarse a determinar que aún sin existir un estudio de demanda y de disponibilidad de pago frente a dicha oferta, los escenarios I y II resultan ser demasiado costosos y poco atractivos desde el punto de vista económico.

Ahora bien, si bien se es cierto no existe un estudio de demanda claro que permita afianzar la propuesta para el manejo de la oferta esperada, es conveniente considerar como un punto de partida y a manera de análisis la existencia de los recaudos provenientes de las tasas que actualmente se cobran en el país y que hacen referencia específicamente al tema del agua. Dicha tasa se conoce como “tasa por uso del agua”.

La tasa constituye un instrumento reglamentado por el decreto 155 de 2004 de la legislación colombiana, mediante el cual todas las personas naturales o jurídicas, públicas o privadas que utilicen el recurso hídrico deberán pagar la *tasa*, de acuerdo al volumen en m³ consumido en cada mes. El cobro es asumido por las autoridades ambientales competentes en cada región del país y se efectúa como un rubro dentro de la factura expedida por el servicio de acueducto y alcantarillado, que para el caso en estudio, es asumida por la Empresa de Obras Sanitarias de Pasto EMPOPASTO S.A . Así mismo, es importante destacar tal y como se menciona en el artículo 18 del mencionado decreto, que los recursos provenientes de dicha tasa se deben destinar a la protección y recuperación del recurso hídrico de conformidad con el Plan de Ordenamiento y Manejo de la Cuenca Hidrográfica abastecedora.

Desde esta perspectiva y tomando como referencia los recaudos por dicha tasa para la ciudad de Pasto, los cuales pueden estar entre los USD\$15.000 al año (30 millones de pesos colombianos)¹³ podría plantearse este valor como una alternativa de financiamiento de la propuesta aún cuando esto no signifique la utilización de la totalidad del monto. De esta forma, el desarrollo de un estudio de disponibilidad de pago entraría a considerarse como parte complementaria a los recursos con los que actualmente se cuenta. Incluso utilizar el mismo mecanismo de cobro, de tal manera que se logre la participación de los

¹³ Según comunicación personal de un funcionario de EMPOPASTO S.A (2007)

diferentes actores del proceso, es decir, oferentes y demandantes del servicio ecosistémico hídrico.

Entonces a manera de ejemplo y bajo el supuesto de tener un fondo similar al recaudado con la tasa de uso por agua, puede decirse que los escenarios VII y IX podrían ajustarse mejor a una posible aplicación de un esquema de PSEH en la Subcuenca. La principal razón de esta decisión podría sustentarse en que estos dos escenarios donde se contempla el ingreso de las 190 has de bosque priorizadas con criterios de pendiente (en la segunda etapa de priorización) o las 150 has de bosque ripario podrían llegar a ejecutarse con mejores alcances y a una mayor eficiencia desde el punto de vista social e individual. Además se estaría actuando bajo un enfoque precautorio donde se busca lograr un equilibrio entre lo económico, ecosistémico y lo legal, contemplándose la posibilidad de generar resultados compatibles con las franjas protectoras del recurso hídrico .

Es importante recalcar que para que la eficiencia se conserve en el tiempo, deberá existir un compromiso debidamente establecido entre las entidades administradoras y los oferentes seleccionados. En este sentido, se propone manejar el esquema bajo un contrato celebrado entre las partes que garantice el cumplimiento de las alternativas encaminadas a la conservación y manejo de las áreas priorizadas.

4.6.2 Limitaciones de la investigación

Si bien es cierto el manejo de la oferta de SEH puede ajustarse a diferentes escalas espaciales, debe también mencionarse que no existe la seguridad de que la provisión de estos servicios se mantenga en iguales condiciones si se manejara tomando toda el área identificada como muy prioritaria en la investigación. Esto quiere decir que con la metodología de priorización de áreas propuesta por Retamal (2006) se identifican las áreas mínimas de intervención en campo para lograr la oferta esperada, un cambio en dicha escala puede resultar efectivo desde el punto de vista económico, pero puede no resultarlo desde el punto de vista ecosistémico. Este es un punto que debe tomarse en consideración para posteriores estudios, de esta forma se despejaría algunas de las incertidumbres relacionadas con el área y la oferta de SEH.

Por otro lado, los escenarios planteados no involucran dentro de la propuesta económica, el manejo de la oferta y su compensación con relación a los efectos de paisaje.

Es decir, los escenarios no toman en cuenta que tan fragmentadas pueden estar las áreas muy prioritarias sujetas a pago. En este sentido no se explican posibles diferencias entre la fragmentación paisajística y la generación de servicios ecosistémicos hídricos.

4.7 Validación de la metodología de priorización de áreas Retamal 2006

El objetivo de esta etapa de la investigación fue validar los criterios de priorización de áreas para el SEH propuestos por Retamal (2006) para de esta forma dejar constancia de las lecciones aprendidas a lo largo del proceso. De igual forma con las experiencias obtenidas, determinar los aspectos a ser ajustados y las medidas a implementar para conseguir mejores resultados en trabajos similares que se desarrollen en el futuro.

En este sentido, se documentan las siguientes lecciones:

- La metodología permitió identificar 3 niveles de prioridad para el manejo de la oferta del SEH en la subcuenca estudiada. Esto constituye un insumo de gran valor para lograr establecer un orden de intervención y la selección de aquellas de carácter más crítico.
- La evaluación en campo permite la participación de otros actores como por ejemplo, los habitantes de la parte media y alta, quienes a través de su conocimiento y orientación facilitan la ejecución de proyectos dirigidos a su bienestar y el de la comunidad.
- La priorización basada en la combinación de diferentes criterios (textura, rocas, usos del suelo, pendiente, etc.) permite identificar áreas con diversas características que las catalogan como importantes desde el punto de vista hidrológico, es decir, la metodología utilizada descarta la visión donde se contempla la cobertura boscosa como única opción de intervención en materia de servicios ecosistémicos hídricos.
- Sin embargo cabe destacar que aún así, la metodología tiene mayor inclinación hacia la conservación de la vegetación natural. En este sentido prefiere centrar los esfuerzos primero en conservar y después en manejar las áreas de producción. Este punto de vista podría ser cuestionado para replantear la metodología con miras a manejar los diferentes usos del suelo, de tal manera que al tiempo que son productivos sean también ambientalmente sostenibles.

- De acuerdo al trabajo realizado tanto en las etapas de revisión de fuentes como en los recorridos de campo, puede decirse que la metodología utiliza métodos muy descriptivos basados principalmente en la observación en campo, por ejemplo en la evaluación de la influencia y determinación del relieve. En este sentido, aunque resulte más costoso y dependiendo de la escala y la precisión que se quiera lograr en la priorización, se recomienda para dichos casos generar Modelos de Elevación Digital generados a partir de métodos basados en curvas a nivel, imágenes SPOT, entre otros, como bien menciona Retamal (2006) en su propuesta, para casos donde los recursos logísticos y financieros lo permitan.
- Así mismo se considera importante tomar algunos criterios en forma más específica por ejemplo, en la evaluación de la cobertura vegetal la cual se basa en el establecimiento y muestreo de parcelas (3m x 3m) en las cuales no se puede describir detalladamente parámetros se puedan extrapolar al resto de la cuenca; se recomienda que éstos sean evaluados a nivel de sistema productivo, es decir, se tome gran parte del área para describir porcentajes de coberturas y materia orgánica.
- Se recomienda en lo posible, estudiar y proponer diferentes escalas para la realización de transeptos, con el fin de lograr la evaluación de los criterios de acuerdo a varias escalas de áreas por cuenca; por ejemplo, en el caso de la cuenca en estudio, el número de transeptos planteados (es decir, 3 transeptos) o la distribución planteada para ellos, no permitían abarcar un área representativa donde obtener información lo suficientemente detallada y confiable, de tal manera que pudiera extrapolarse al resto del área en estudio, en este caso 69 km². Por ello fue necesario realizar más transeptos de tal forma que la información recolectada se ajustara al área total de la cuenca.
- Para la evaluación del criterio de textura se recomienda dar opciones más amplias teniendo en cuenta las diferentes posibilidades que se pueden encontrar en una determinada región, de esta forma pueden evitarse incertidumbres en el momento de calificar el criterio.

5 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 Conclusiones

1. Es posible realizar una priorización de áreas para el manejo de la oferta del SEH en la Subcuenca Alto Superior del Río Pasto. Con esto se pretende proporcionar una escala mínima de intervención para proveer servicios ecosistémicos dirigidos a proveer y regular la cantidad de agua de calidad potable para los acueductos rurales y el de la ciudad de Pasto. Sin embargo es necesario plantear mecanismos que permitan realizar una priorización sobre lo priorizado, esto con el fin de centrar los esfuerzos y los fondos disponibles, de tal manera que se viabilice la aplicación de un esquema de PSEH.
2. Los posibles oferentes del SEH en la subcuenca se muestran interesados en participar de la propuesta, aun cuando los pagos sugeridos no representan el 100% del monto estimado a partir del costo de oportunidad de la tierra. La compensación esta abierta a negociaciones, siempre y cuando exista un reconocimiento por dedicar sus tierras a obtener un beneficio social.
3. Teniendo en cuenta que el costo de oportunidad es el valor de la siguiente mejor opción perdida por realizar una acción o proyecto, la actividad de conservación los tipos de vegetación que contribuyen a regular el agua de calidad potable en las áreas críticas de muy alta prioridad en la Subcuenca Alta Superior del Río Pasto, puede compararse con la renuncia a la rentabilidad que pueden dar otras actividades como por ejemplo, el cultivo de la papa. En este sentido, la aplicación de las medidas de conservación tiene un costo de oportunidad máximo de USD\$2415 por hectárea por año, es decir, que el oferente del SEH estaría renunciando a obtener este valor a través del cultivo de la papa.
4. El costo de oportunidad calculado en esta investigación resulta ser alto si se lo confronta con la realidad biofísica de las áreas muy prioritarias. La principal razón de esta diferencia radica en los supuestos en los que se basa dicho cálculo, donde se asume una concordancia entre las tierras con áreas de bosque y aquellas con cultivo

de papa. Esta situación de supuesta homogeneidad en cuanto a factores como pendiente, vías de acceso, legislación, entre otros, puede conducir a una sobrestimación del costo de oportunidad. Dado lo anterior se debe hacer un ajuste de este valor para efectos de montos de compensación.

5. Aún cuando la extensión del área no facilita un pago completo de los montos de compensación, es posible simular varios escenarios de intervención. Con esto se proporcionan alternativas que puede ser confrontadas una vez realizados los estudios de disponibilidad de pago y de fuentes de financiamiento para cubrir los costos ambientales.
6. El ingreso gradual de áreas prioritarias por año puede constituirse en un mecanismo para realizar una segunda priorización basada en la priorización inicial. Esto podría constituirse en una opción que viabilice la propuesta para compensar los esfuerzos que los propietarios de las partes altas realizarían para ofrecer un servicio ecosistémico que mejorará las condiciones del recurso hídrico en cuanto a cantidad de agua de calidad potable.
7. Los montos de compensación propuestos les permiten a las entidades ejecutoras, liderar o promover proyectos de planificación en la subcuenca. Al tiempo se ofrecen algunas alternativas de solución para las áreas productivas que deben ser atendidas prioritariamente con criterios de recuperación de suelos y regulación hídrica.
8. Así mismo la propuesta puede facilitar el destino coherente de los incentivos en los procesos de planificación. Es decir se puede contar con una línea base de los costos, el tiempo y las áreas requeridas para manejar de forma eficiente la oferta de servicios ecosistémicos hídricos en la cuenca.

5.2 Recomendaciones

1. La comunidad de la cuenca en conjunto con las entidades operantes en ella deben lograr un acercamiento efectivo que garantice relaciones equitativas entre los oferentes del servicio ecosistémico hídrico y los demandantes de éstos. De esta forma puede existir un compromiso compartido para realizar labores de conservación, protección y manejo adecuado de los recursos suelo, agua y vegetación. Al mismo tiempo los beneficiarios (o demandantes) del agua en la ciudad de pasto pueden llegar a contemplar la posibilidad de remunerar de alguna forma la generación de éstos servicios ecosistémicos.
2. Utilizar la propuesta planteada en la investigación como un mecanismo de gestión para el manejo sostenible de la Subcuenca y de sus funciones relacionadas con la generación de servicios ecosistémicos. El enfoque debe estar dirigido a mantener la cantidad de agua destinada para consumo humano. Por tanto se debe tener en cuenta que para disminuir los problemas de erosión, sedimentación y contaminación, es necesario adoptar dentro del manejo de los diferentes usos del suelo, prácticas sostenibles y amigables con el medio ambiente, y más aún con las condiciones biofísicas y socioeconómicas actuales de la subcuenca.
3. Entre los escenarios propuestos en la investigación, se recomienda el escenario 9 por ser el más viable desde el punto de vista económico. Además el escenario involucra diferentes criterios que podrían hacerlo más efectivo para lograr la oferta esperada. Entre estos criterios se encuentra la intervención de la totalidad de las áreas con prácticas de conservación de suelos y aguas y el ingreso gradual de áreas con vegetación riparia. Este último puede complementar la eficiencia del escenario al involucrar criterios legales de protección de fuentes hídricas originándose una concordancia entre los objetivos del PSE y el cumplimiento de la legislación colombiana.
4. Realizar un estudio de demanda y de disponibilidad de pago que contemple la posibilidad de cubrir los costos relacionados con la oferta del servicio ecosistémico

de provisión y regulación del recurso hídrico, a través de la participación directa de los beneficiarios, en este caso el 84% de la población de la ciudad de Pasto.

5. Crear un fondo ambiental para la conservación y restauración de las áreas de importancia para la provisión y regulación del recurso hídrico para consumo humano. Esto se puede basar en los resultados obtenidos en el estudio de demanda. Este fondo puede ser administrado para efectuar el pago por el servicio ecosistémico hídrico una vez se promuevan y mantengan las actividades de manejo sostenible de las áreas prioritarias, tales como la protección de la vegetación boscosa, la regeneración natural, las reforestaciones de áreas de recarga y la implementación de prácticas amigables con el medio ambiente.
6. Promover la conservación y el establecimiento de vegetación protectora en áreas ribereñas incluyéndolas en un esquema de PSE o a través de subsidios, educación ambiental o compensaciones en dinero o especie.
7. Para la implementación de un incentivo económico tal como el Pago por el Servicio Ecosistémico Hídrico (PSEH), es fundamental y necesario tener en cuenta algunos aspectos como por ejemplo, la aplicación y cumplimiento de leyes, tales como el decreto 1447/77 de la legislación colombiana; la investigación y valoración de los ecosistemas de la región; y la búsqueda de recursos financieros para la implementación de un esquema de PSE en la cuenca.
8. Para una mayor aceptación de la propuesta y de un posible PSE en la Subcuenca es necesario implementar primero un programa de sensibilización tanto a los habitantes de la cuenca como a los usuarios del agua en la ciudad; esto con el fin de lograr una cultura de pago por el servicio ecosistémico hídrico que contemple inicialmente el estudio de la demanda y la estimación de una cuota representativa que permita conocer el valor del servicio de proveer el agua para consumo humano.
9. Para posteriores trabajos, se recomienda utilizar mapas con una mayor resolución, de tal forma que se garantice un producto con mayores alcances a nivel espacial.

6 BIBLIOGRAFÍA

Alcaldía Mayor de Bogotá D.C. 2003. Guía Técnica Para la Restauración de Áreas de ronda y Nacederos del Distrito Capital. Departamento Técnico Administrativo Medio Ambiente, Bogotá, D.C. Col. 88p.

Alpizar, F; Madrigal, R. 2005. El uso de un índice de usos del suelo como herramienta de pago por servicios ambientales hídricos. Departamento de Recursos Naturales y Ambiente, Grupo Temático de Socioeconomía de Bienes y Servicios Ambientales. CATIE, Turrialba, CR. 11 p.

Alpizar, F; Madrigal, R. 2005. Programa innovación, Aprendizaje y Comunicación Para la Cogestión Adaptativa de Cuencas FOCUENCAS II. Propuesta de una metodología estandarizada para el diseño e implementación de un Esquema de Pago por Servicios Ambientales hídricos nivel local. CATIE, Turrialba, CR. 17 p.

Alpizar, F; Otárola, M. 2007. Estimación de la voluntad de pago de clientes de la JASEC para financiar el manejo ambiental de las subcuencas del sistema hidroeléctrico Birrís. Costa Rica. *In* Valoración Económica Ecológica y Ambiental. Análisis de casos en Iberoamérica. 1ª. Ed. Heredia, C.R. 205-228p.

Azqueta Oyarzun, D. 1994. Valoración económica de la calidad ambiental. Madrid, ES, McGraw-Hill/Interamericana. 289p.

Boege, Eckart. 2002. Protegiendo lo nuestro. Manual para la gestión ambiental comunitaria, uso y conservación de la biodiversidad de los campesinos indígenas de América Latina. Serie manuales de educación y capacitación ambiental No. 3. Programa de las naciones unidas para el medio ambiente, Fondo para el desarrollo de los pueblos indígenas de América Latina y el Caribe. México. 176p.

- Campos J.J; Alpízar, F; Louman, B; Parrotta, J; Madrigal, R. 2006. Enfoque integral para esquemas de pago por servicios ecosistémicos forestales. Segundo Congreso Latinoamericano IUFRO-LAT. 26p.
- CATIE (Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza). 2003. Árboles de Centroamérica: un manual para extensionistas. Ed. Cordero, J y Boshier, D.H. Costa Rica.
- CORPONARIÑO (Corporación Autónoma Regional de Nariño). 2005. Plan de Ordenamiento y manejo de la cuenca alta del río Pasto. Actualización parcial. Pasto, Colombia. 78p.
- CORPONARIÑO (Corporación Autónoma Regional de Nariño). 2000. Plan de Ordenamiento y Manejo de la Cuenca del Río Pasto. Subdirección de Recursos Naturales. Área de Cuencas Hidrográficas. Pasto, Colombia.153p.
- CORPONARIÑO (Corporación Autónoma Regional de Nariño). s.f. Manual de Recursos Naturales Renovables. Pasto, Colombia. 89p.
- Costanza, R.; d'Arge, Ralph; de Groot, Rudolf. 1998. The value of the world's ecosystem services and natural capital. In Journal of Ecological Economics, Vol. 25(1).
- DANE (Departamento Administrativo de Estadística). 2006. Censo general 2005 (en línea). Consultado marzo 6 de 2007. Disponible en <http://www.dane.gov.co/censo/>
- Dávila Rodríguez, José. 2001. Valoración económica del recurso agua en la comunidad Frijolares, Güinope, Honduras. Proyecto especial presentado para optar al título de Ingeniero en Desarrollo Socioeconómico y Ambiente, Zamorano, Honduras. 63 p.
- EMPOPASTO S.A. Plan de Gestión Ambiental 2001-2006. Pasto, Colombia. 299p.

- Espinoza, N; Gatica, J; Smyle, J. 1999. Pago de servicios ambientales y el desarrollo sostenible en el medio rural. Serie de publicaciones Unidad Regional de Asistencia Técnica (RUTA). IICA. 58p.
- FAO. 2003. Payment schemes for environmental services in watersheds. Regional forum.. Arequipa, PE, FAO. 34p.
- Field, B. 1995. Economía Ambiental: Una Introducción. Bogotá, CO, McGraw-Hill. 587p.
- Forero, J; Torres, L. 2003. Determinación de incentivos económicos para la recuperación de microcuencas andinas en Colombia: Metodología y Aplicaciones. Facultad de Estudios Ambientales y Rurales (F.E.A.R.). Universidad Javeriana, Bogotá, Colombia. 24p.
- Freeman, A.M. 1993. The measurement of environmental and resource values. Theory and methods. Washington, DC, US, Resources for the Future. 516p.
- Gómez, M. 2003. Política fiscal para la gestión ambiental en Colombia. Santiago de Chile. En el marco del proyecto “Estrategias Políticas para el Desarrollo Sostenible en América Latina y el Caribe”. CEPAL. 108p.
- GTZ; CONDENSA; CAR. 2004. Análisis de acción colectiva para el manejo de cuencas. Estudio Piloto cuenca de la laguna de Fúquene. Informe Final de Investigación. Universidad Javeriana. Facultad de estudios ambientales y rurales. Departamento de desarrollo rural y regional. 257p.
- Hernández, O.; Cobos, C.; Ortíz A.; Méndez, J.C. s.f. Valoración Económica del Servicio Ambiental de Regulación Hídrica del Lado Sur De La Reserva De Las Biosfera Sierra De Las Minas, Guatemala. FIPA-AID. 13p.
- Herrador, D; Dimas, L. 2000. Aportes y limitaciones de la valoración económica en la implementación de esquemas por pago por servicios ambientales. PRISMA (Programa

- Salvadoreño de Investigación sobre Desarrollo y Medio Ambiente). Vol.41. el salvador. 16p.
- Izco, X. y Burneo, D. 2003. Herramientas para la valoración y manejo forestal sostenible de los bosques sudamericanos. Oficina Regional para América del Sur. Quito, EC, IUCN. 156p.
- Kolstad, CH. 2001. Economía Ambiental. México, Oxford. 458p.
- Kosoy, N.; Martinez-Tuna, M.; Muradian, R.; Martinez-Alier, J. 2006. Payments for environmental services in watersheds: Insights from a comparative study of three cases in Central America. *Ecological Economics* (xx). Pxx-xx.
- MEA. 2005. consenso científico sobre los cambios en los ecosistemas (en línea). Green Facts. Consultado 5 nov. 2006. Disponible en <http://www.greenfacts.org/es/ecosistemas/evaluacion-milenio-2/2-servicios-ecosistemas.htm#1>
- MINAMBIENTE. 2008. Ecosistemas boscosos. (En línea). Consultado 30 nov. 2008. Disponible en <http://web.minambiente.gov.co/ecorre/peramb8/ecosis.htm>
- Nuñez, D; Nahuelhual, L; Oyarzun, C. 2006. Forests and water: The value of native temperate forests in supplying water for human consumption. En: *Ecological Economics* 58. p 606-616
- Ordóñez, H; Leonel, H; Forero, L.A. 2005. Evaluación de la beta diversidad florística en cinco estadios sucesionales, en el municipio de Pasto, Nariño. Universidad de Nariño. Facultad de Ciencias Agrícolas 22 (1-2): 21-33p.
- Pagiola, S.; Landell-Mills, N.; Bishop, J. 2003. Mecanismos Basados en el mercado para la conservación y desarrollo. En: Pagiola, S; Bishop, J; Landell-Mills, Nc(eds). La venta de

servicios ambientales forestales. Mecanismos basados en el mercado para la conservación y el desarrollo. México. Instituto Nacional de ecología. P23-42.

Pagiola, S. 2003. Pago por Servicios Hidrológicos en Centroamérica: Enseñanzas de Costa Rica. En: Pagiola, S; Bishop, J; Landell-Mills, N. (eds). La venta de servicios ambientales forestales. Mecanismos basados en el mercado para la conservación y el desarrollo. México. Instituto Nacional de ecología. p77-117.

Pagiola, S. (2002) 'Paying for water services in Central America: learning from Costa Rica', *Selling Forest Environmental Services*, Vol. 37, pp.37–62 (S. Pagiola et al. (Eds)).

Pagiola, S; Platais, G. 2002. Pagos por Servicios Ambientales. *Environmental Strategy Notes*. No. 3. The World Bank. Washington D.C 4p.

Pagiola, S., Von Ritter, K., Bishop, J. 2004. Assessing the Economic Value of Ecosystem Conservation. The World Bank Environment Department. En: *Environment Department Paper No. 101*. USA. 57p.

Pagiola, S.; Arcenas, A.; Platais, G. 2005. Can Payments for Environmental Services Help Reduce Poverty? An Exploration of the Issues and the Evidence to Date from Latin America. *World Development* Vol. 33, No. 2, pp. 237–253. El Sevier Ltda. The World Bank, Washington, DC, USA

Pearce, DW; Turner, RK. 1995. *Economía de los recursos naturales y medio ambiente*. Madrid. Celeste Ediciones. 448 p.

Porras, I. 2003. Valorando los Servicios Ambientales de Protección de Cuencas: consideraciones metodológicas. International Institute for Environment and Development (IIED). Presentado en el III Congreso Latinoamericano de Protección de Cuencas. Arequipa, Perú. 15p.

- PROFOR (Programa de Bosques del Banco Mundial). 2004. Incentivos económicos para el manejo forestal sostenible (MFS) y la restauración del paisaje. Financiamiento Innovativo para MFS. Volumen 1, edición 2. Washington, USA. 8p.
- Ramakrishna, B. 1997. Estrategia de Extensión para el manejo integrado de cuencas hidrográficas. Conceptos y experiencias. IICA, BMZ/GTZ. (serie investigación y educación en el desarrollo sostenible) San José, CR. 338p.
- Retamal, R. 2006. Valoración económica de la oferta del servicio ambiental hídrico para consumo humano en el Municipio de Copán Ruinas, Honduras. Tesis Mg.S. Turrialba, CR, CATIE. 181p.
- Robledo, W. 2003. Pago de Servicios ambientales para la implementación de sistemas agroforestales en áreas críticas de las cuencas generadoras de energía eléctrica María Linda y Los Esclavos, Guatemala. Tesis Mag. Sc. Turrialba, Costa Rica, CATIE. 93p.
- Rodríguez, N; Armenteras, D; Morales, M; Romero, M. 2004. Ecosistemas de los Andes Colombianos Humboldt. Bogotá, Col, . Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander Von. 155p.
- Rosa, H; Herrador, D; González, ME, Cuellar, N. 1999. El agro salvadoreño y su potencial como productor de servicios ambientales. San Salvador, SV, PRISMA (Programa Salvadoreño de Investigación sobre Desarrollo y Medio Ambiente). no. 33. 15 p.
- Rosa, H; Herrador, D; Gonzáles, ME. 1999. Valoración y pago por servicios ambientales: Las experiencias de Costa Rica y El Salvador. San Salvador, SV, PRISMA (Programa Salvadoreño de Investigación Sobre Desarrollo y Medio Ambiente). no. 35. 19 p.
- Rosa, H; Kandel, S; Dimas L. 2003. Compensación por servicios ambientales y comunidades rurales: lecciones de las Américas y temas críticos para fortalecer estrategias comunitarias. El Salvador, PRISMA (Programa Salvadoreño de Investigación Sobre Desarrollo y Medio Ambiente). 78p.

- Rudas, G. 1995. Uso del agua e incentivos económicos para la conservación de cuencas hidrográficas. Cuadernos de desarrollo rural no. 34. Instituto de estudios rurales. Pontificia Universidad Javeriana. Facultad de Ciencias Económicas y Administrativas. Fundación Cultural Javeriana de Artes Gráficas JAVEGRAF. Santafé de Bogotá, D.C, Colombia. P 7-23.
- Sánchez, V. 2003. Gestión Ambiental Participativa de Microcuencas: Fundamentos y aplicación. El caso de la quebrada Salital, Costa Rica. Euna. Heredia, CR. 289p.
- Sans, F. 2007. La Diversidad de los agroecosistemas. Asociación Española de Ecología Terrestre. En: Ecosistemas 16 (1). 44-49p.
- Tognetti, S.; Mendoza, G.; Southgate, D.; Aylward, B.; Garcia, L. 2003. Assessing the Effectiveness of Payment Arrangements for Watershed Ecosystem Services (PWES). Third Latin American Congress on Watershed Management, Regional Forum on Payments for Environmental Services. Arequipa, Perú. 13p.
- Uribe, E.; Mendieta, J.C.; Rueda, H.; Carriazo, F. 2003. Introducción a la valoración ambiental y estudios de caso. Universidad de los Andes. Facultad de Economía, CEDE. Ediciones Uniandes. Bogotá, D.C, Colombia. 228p.

ANEXOS

Anexo 1. Formato de encuesta para oferentes potenciales del servicio ecosistémico ubicados en áreas críticas priorizadas

Propuesta de un Plan de Acción para el Manejo de la Oferta del Servicio Ecosistémico de Regulación y Provisión del Recurso Hídrico Para Consumo Humano en la Cuenca Alta del Río Pasto, Colombia

Formato de encuesta para oferentes potenciales del servicio ecosistémico ubicados en áreas críticas priorizadas

Encuesta No. _____

No. predial o catastral _____

1. Aspectos generales

1.1 Vereda _____ Corregimiento _____

1.2 Nombre y apellido del productor _____

1.3 Sexo: M ___ F ___ Edad _____

1.4 ¿Existe algún riachuelo o quebrada que pase por la propiedad? Si ___ No ___

1.5 ¿Con que nombre conoce ese río o quebrada? _____

1.6 Nivel de educación: Ninguno ___ Primaria incompleta ___ Primaria completa ___

Secundaria incompleta ___ Secundaria completa ___ Superior (técnico, universitario) ___

Ninguno ___

1.7 No. de personas que integran el hogar o viven en la casa _____

1.8 Jefe de hogar: Padre ___ Madre ___ Otro, Quién? ___

1.9 Teléfono o medio para contactarlo _____

2. Datos de la propiedad

2.1 Área de la propiedad en has:

Menos de 1 ha ___ de 1 a 3 has ___ de 3 a 5 has ___ mas de 5 has ___ ¿Cuántas? _____

2.2 Tipo de propiedad:

Propia ___ Arrendada ___ Mediería ___ Colectiva ___ Otra, cual? _____

2.3 Tiempo de poseer la propiedad (años) _____

2.4 ¿Vive la familia dentro de la finca? Si ___ No ___ (pasa a 3.1)

2.5 En caso de vivir en la propiedad ¿De donde toma el agua para consumo? De la fuente que pasa por su propiedad u otra quebrada ___ Fuente subterránea o pozo ___ Sistema de acueducto rural ___ Otro _____

2.6 ¿Paga alguna tarifa por este servicio? Si ___ No ___ ¿Cuanto en promedio por año? \$ _____

2.7 Cuenta esta casa con: Sistema de alcantarillado Si ___ No ___

2.8 Cuenta esta casa con: Pozo séptico Si ___ No ___

2.9 Infraestructuras con que cuenta la finca: Ninguna ___ Casa ___ Establo ___ Corrales ___ Galpón ___ Bodega de acopio ___ Tanque piscícola ___ Otros, cuáles? _____

3. Opinión del entrevistado frente a la situación del recurso agua en la cuenca

3.1 ¿En general cómo considera usted la calidad del agua de la fuente que pasa por su propiedad?

Buena ___ Regular ___ Mala ___

3.2 ¿Cómo considera que es la cantidad de agua de esa fuente?

Buena ___ Regular ___ Mala ___

3.3 ¿Cree usted que su propiedad es importante en relación con la calidad y cantidad del agua que se utiliza para consumo? Si ___ No ___ Por que? _____

4. Manejo de residuos sólidos

4.1 ¿Cree que puede haber algún tipo de contaminación dentro de su finca que afecte la calidad del agua que consume el resto de la población? Si ___ No ___

4.2 En caso de que se realicen actividades domesticas o productivas dentro la propiedad, ¿Cómo maneja las basuras orgánicas y/o inorgánicas? Como abono ___ Las desechan ___ En tanques recolectores ___ La entierran ___ Queman ___ La depositan en el río o quebrada ___ La usan como fuente de energía (como por ejemplo gas) ___

4.3 ¿A que distancia de la fuente de agua maneja las especies menores y/o ganado (en metros)? _____

4.4 ¿Manejaría y/o controlaría esta contaminación, como basuras y excretas, si recibiera una compensación monetaria por ello? Si No

5. Manejo de prácticas de conservación de suelos y aguas

5.1 ¿Realiza prácticas que ayuden a conservar el suelo y el agua?

Si (*pasa a 5.2*) No (*pasa a 5.6*)

5.2 En caso de que responda sí, de que tipo? Barreras vivas Con que especies _____
Barreras muertas Acequias Zanjas Cultivos en curvas a nivel Manejo de rastrojos/barbecho Abonos orgánicos Sistema Agroforestal Sistema Silvopastoril Otro _____

5.3 ¿Recuerda cuál fue el costo aproximado de éstas prácticas? Barreras vivas _____
Barreras muertas _____ Acequias _____ Zanjas _____
Cultivos en curvas a nivel _____ Manejo de rastrojos/barbecho _____
Abonos orgánicos _____ Sistema Agroforestal _____
Otro _____

5.4 Respecto a estas prácticas: Tuvo algún tipo de capacitación técnica Es tradición familiar Lo vio en las propiedades vecinas

5.5 ¿Cómo financió éstas prácticas? Lo hizo con ingresos propios Ya estaban en la propiedad cuando usted llegó a ella Hacen parte de algún proyecto o préstamo otra _____

5.6 En caso de que no tenga prácticas de conservación, Por qué? Falta de dinero desconocimiento No hay espacio para ello La finca no es propia otra

5.7 En caso de que sea falta de dinero: ¿Ha solicitado créditos para ello últimamente o ha intentado participar en un proyecto que le ayude en el financiamiento de éste tipo de obras? Si No (*pasa a 5.10*)

5.8 En caso de si: se lo aceptaron se lo rechazaron

5.9 En caso de rechazo: Por qué? _____

5.10 ¿Le gustaría establecer este tipo de prácticas en la finca? Si No (*pasa a 7*)

6. Conservación de la vegetación natural (solo para los que respondieron en el cuadro de uso de suelo que existe éste tipo de componente dentro de la finca)

6.1 ¿En los últimos años ha hecho algún uso del bosque que existe en su propiedad? Si ___
No (*pasa a 7.6*) ___

6.2 En caso de si, para qué? Sembrar cultivos ___ Establecer pasturas ___ Obtener productos
como leña ___ madera ___ frutas ___ carbón _____

6.3 Estos productos son para: El autoconsumo ___ La venta ___

6.4 En caso de que los venda, ¿Cuál es el ingreso que obtiene por ellos? _____

6.5 ¿Este valor es significativo dentro de los ingresos totales de su hogar? Si ___ No ___

6.6 En caso de no uso del bosque, por qué? Para conservar el suelo ___ Mantener el agua de
ríos y quebradas ___ Conservar especies de flora y fauna ___ Tener una fuente de leña,
madera y frutas ___ Falta de opciones productivas ___ Cumplimiento de la ley
___Otras _____

6.7 ¿Piensa quitar o eliminar parte del bosque en el futuro para dedicarlo a la agricultura,
ganadería u otras actividades? Si ___ No ___

6.8 ¿Ha participado en proyectos para la protección de las fuentes de agua, como por
ejemplo, reforestación? Si ___ No ___ (*pasa a 7.11*)

6.9 En caso de que responda Si:

Hace cuánto? _____ Con que especies? _____

6.10 ¿Cómo fue la financiación de éstas prácticas?

La financió usted ___ Hizo parte de un proyecto ___

6.11 ¿Recuerda cuánto le costó esa protección (en pesos \$)? _____

6.12 ¿Actualmente le hace mantenimiento? Si ___ No ___

En caso de si, de que tipo? _____

6.13 En caso de que responda No, Por que? Falta de dinero ___ Falta de asesoría ___
Desconocimiento como hacerlo ___ Falta de espacio ___

6.14 ¿Cree que el uso que le da a la tierra es el adecuado o cree que existen mejores
alternativas de uso desde el punto de vista ambiental (no económico)? _____

7. Disposición en ofrecer el Servicio Ecosistémico Hídrico

Quisiera comentarle que para conservar y proteger las cuencas que ayudan a producir el
agua que utilizamos para nuestras actividades diarias, es necesario tener en cuenta que hay
algunas prácticas que pueden ayudarnos a favorecer estos procesos, como por ejemplo,

algunas de las que le he mencionado a lo largo de la entrevista (conservación de los bosques, el buen manejo de los cultivos, manejo de contaminación, etc.), de lo contrario el agua de la cual disponemos empieza a disminuir y empieza a afectar nuestro bienestar y el del resto de las personas que se benefician de ella. En este sentido:

7.1 ¿Estaría dispuesto a implementar éstas obras de conservación de suelos y aguas para mejorar la disponibilidad del agua que consumen usted, los habitantes de la cuenca y los de la ciudad de Pasto, a cambio de una compensación monetaria? Si No (pasa a 8.1)

7.2 En caso de que responda si, como lo haría? Conservando la vegetación natural
Manejando fuentes de contaminación como basuras y excretas
Sembrando en curvas de nivel
Construyendo acequias en las zonas de ladera
Sembrando árboles dentro de la finca
Otra _____ Ninguna, por qué? _____

7.3 ¿Estaría dispuesto a dejar en regeneración natural las áreas de ladera pronunciada que se encuentran cercanas a la fuente de agua a cambio de una compensación monetaria? Si
No

7.4 ¿Que cantidad de área de su finca estaría dispuesto a dedicar para éstos fines (en mt o has)? _____

8. Interés en el tema propuesto

8.1 ¿Participaría en talleres donde se le explique los tipos de procesos, donde usted podría ofrecer el servicio de mejorar la disponibilidad de agua para consumo humano? Si No

8.2 ¿Participaría en proyectos con éstas características? Si No

Despedirse del entrevistado agradeciéndole por su tiempo y colaboración en ésta entrevista y comentarle sobre la realización de los talleres. Frente a esto, preguntarle que día es mas cómodo para que el o ella asista. Sábado Domingo otro, cual? _____

En que horario _____

Ahora le haré algunas preguntas acerca de las actividades que realiza en su finca; esto con el fin de tener una idea del uso, el manejo y los costos en los que usted tiene que incurrir para tener los beneficios que ella le genera. Cabe decirle que sus respuestas son completamente confidenciales y únicamente serán utilizadas para el desarrollo de ésta investigación.

Usos de la tierra y/o sistemas de producción

Descripción	Comp. Agrícola			Pasturas		Comp. Pecuario			Comp. Piscícola No. Peces	Comp. Forestal (Árboles/ha)
	Cultivo 1	Cultivo 2	Cultivo 3	Mejorada	Degradada	Ganado (Cabezas)	Cerdos (# anim)	Sp menores (# animales)		
1. Área (has)										
2. Rendimiento (ha/año)										
3. Autoconsumo										
4. Precio de venta										
5. Insumos										
5.1 Fertilizantes/ha										
5.2 Plaguicidas/ha										
5.3 Alimentos o concentrado										
5.4 Insumos provenientes de la finca										
5.5 Insumos regalados o comprados										
6. Mano de obra										
6.1 Cantidad de Jornales/ha										
6.2 Valor jornal (día)										
7. Costos de Transporte										

Anexo 2. Caracterización de las áreas críticas prioritarias

Nivel Muy Alto: Las áreas ubicadas dentro de este nivel, presentan calificaciones altas entre valores 4 y 3. Se caracterizan en su mayoría, porque la estructura geológica esta compuesta por rocas ígneas volcánicas piroclásticas superpuestas sobre lavas andesíticas y dacíticas como tobas y cenizas volcánicas.

Las fallas y fracturas se presentan en algunas de las áreas, aunque no son muy frecuentes en los terrenos de la cuenca. La textura de los suelos es principalmente, franca a franco arenosa, la cual se considera es favorable para la permeabilidad y circulación del agua.

Estas áreas presentan diferentes niveles de pendientes, presentándose mayor cantidad de áreas con pendientes superiores al 30%. En cuanto a la presencia de irregularidades en el relieve, las áreas clasificadas como de muy alta prioridad, se caracterizan por presentar gran cantidad de microvalles a lo largo de las pendientes es decir, su calificación se encuentre entre áreas de alta y media rugosidad.

En cuanto a los usos del suelo, predominan en todas las áreas la presencia de bosque, sea éste primario, secundario o intervenido, vegetación de páramo, y en menor proporción, la existencia de pasturas. Son áreas donde la superficie del suelo presenta buenos contenidos de materia orgánica y donde no existen fuentes de contaminación puntual que afecten la calidad de las aguas que por ahí circulan.

Nivel Alto: Como en gran parte de la cuenca, el tipo de roca predominante en estas áreas identificadas dentro del nivel alto, es ígnea o sedimentos. No se observaron fallas y fracturas y la textura de los suelos se caracteriza por ser franca a franco arenosa; en una muy baja proporción franca arcillosa.

Las pendientes no superan el 30% y la cantidad de microvalles, su extensión y profundidad disminuyen, clasificándose en su gran mayoría como áreas de media rugosidad.

Los usos de suelo que se presentan son bosques y páramos, pero a diferencia de las áreas de muy alta prioridad, se observan usos agrícolas intensivos, principalmente de cebolla, papa y en menor proporción hortalizas; al igual que zonas de ganadería extensiva; en la mayoría de los casos estos usos no presentan prácticas de conservación, por lo cual puede observarse menor contenido de materia orgánica y suelos superficialmente obstruidos. En lo que respecta a la cobertura vegetal permanente, se observa que las áreas están cubiertas por pasturas, arbustos y en menor proporción, árboles de porte alto.

La contaminación puntual no es muy visible, aunque por su cercanía a centros poblados se observa que esta puede verse influenciada por la descarga de residuos domésticos y el manejo inadecuado de aguas residuales, para las cuales, no existe sistema de alcantarillado, sino el uso de construcciones como pozos sépticos o excavaciones rústicas,

Nivel Medio: Las áreas ubicadas dentro de éste nivel, presentan un tipo de roca ígneo, con poca presencia de fallas y fracturas y texturas franco arenoso y en menor proporción, franco arcilloso.

Son áreas con pendientes bajas que en su mayoría no sobrepasan el 15%. La presencia de concavidades y formación de irregularidades en el terreno, es baja y los usos predominantes son el agrícola (papa, hortalizas, cebolla) y el ganadero, sin prácticas de conservación y suelos superficialmente obstruidos. La contaminación es mas acentuada debido principalmente al mal manejo de aguas negras y basuras, puesto que son áreas que se ubican cerca o dentro de los centros poblados.

Anexo 3. Caracterización de los productores identificados para ofrecer el servicio ecosistémico de provisión y regulación del recurso hídrico para consumo humano en la Subcuenca Alta Superior del Río Pasto, Colombia

ASPECTOS GENERALES

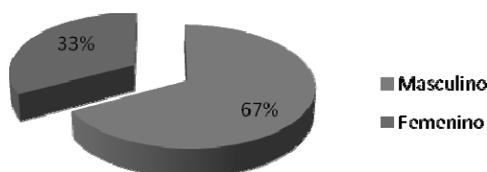
Cobertura de las entrevistas

El 46% de los 107 oferentes identificados en las entrevistas pertenecen al corregimiento de La Laguna, el cual es el corregimiento más extenso dentro de la Subcuenca Alta Superior del Río Pasto.

Clase	Corregimiento	Frecuencia	F. Relativa
1	Buesaquillo	17	0,1604
2	Cabrera	18	0,1698
3	La Laguna	46	0,434
4	Mocondino	12	0,1132
5	San Fernando	13	0,1226

Género de los oferentes entrevistados

En cuanto al sexo de los oferentes entrevistados, el 67% son del género masculino siendo ellos mismos los jefes o cabezas de hogar, es decir, son quienes se encargan de tomar las decisiones en cuanto a las diferentes actividades que se realizan dentro de la familia.



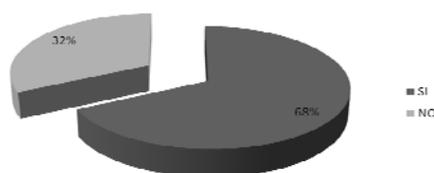
Nivel de educación de los entrevistados

De acuerdo a la información registrada en las entrevistas, el grado de educación predominante (57%) es el de primaria completa, siendo el máximo nivel, el superior (técnico) el cual se presenta únicamente en el 3% de los entrevistados.

	PRIMARIA		SECUNDARIA		SUPERIOR	NINGUNA
	Completa	Incompleta	Completa	Incompleta		
Media	0,55	0,25	0,02	0,04	0,03	0,08
Error típico	0,05	0,04	0,01	0,02	0,02	0,03
Desviación estándar	0,50	0,44	0,14	0,19	0,17	0,28
Varianza de la muestra	0,25	0,19	0,02	0,04	0,03	0,08
Frecuencia	59,00	27,00	2,00	4,00	3,00	9,00
Frecuencia relativa	0,57	0,26	0,02	0,04	0,03	0,09

Propiedades que poseen fuentes de agua

El 68% de las propiedades identificadas cuentan con la presencia de una quebrada, río o afluente de la Subcuenca, lo cual confirma su importancia en cuanto a la oferta de regular el recurso hídrico tanto en cantidad como calidad.



Composición familiar

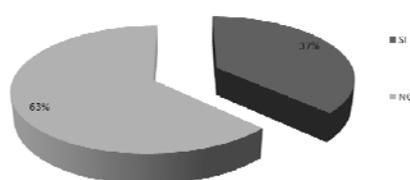
Las familias de los propietarios identificados son en promedio integradas por 4 personas. De estas familias el 52% se conforman por un máximo de 4 miembros y solo el 1% se integra por 16 personas.

Li - Ls	FA	FR
0-1	11	0,10
1-4	50	0,52
4-7	37	0,39
7-10	8	0,08
10-13	0	0,00
13-16	1	0,01

DATOS DE LA PROPIEDAD

Vivienda dentro de la finca

El 63% de los entrevistados dice no vivir dentro de la propiedad identificada en el estudio como de muy alta prioridad; factor que se puede considerar relevante para la toma de decisiones en cuanto a los servicios que se pueden llegar a generar dentro de ellas. EL 37% restante, dice vivir en la mayoría de los casos, en forma temporal, lo que quiere decir que no es necesariamente su lugar permanente de residencia.



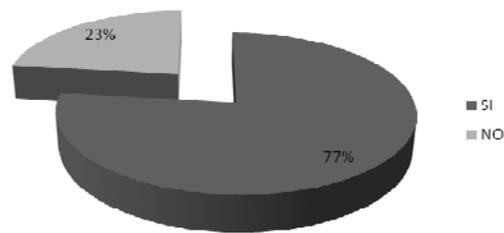
Infraestructura con que cuenta la propiedad

Ligado al hecho de que una mayor parte de los posibles oferentes no residen dentro de las propiedades seleccionadas, el 51% de éstas no cuentan con ningún tipo de infraestructura y solo el 28% cuenta con una casa, sea esta ocupada o no por sus propietarios.

	Casa	Establo	Corral	Galpón	Cuyera	Ning.
FA	36	4	8	13	1	65
FR	0,28	0,03	0,06	0,10	0,01	0,51

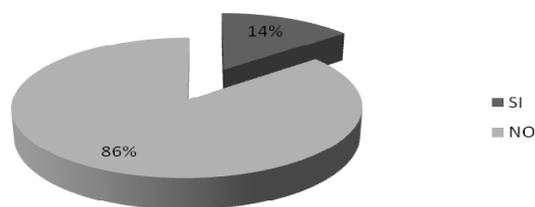
Importancia de la propiedad para la oferta de SEH

Para el 77% de los entrevistados su propiedad es importante para mantener la cantidad y calidad del agua que se destina para consumo humano, tanto para el abastecimiento de los acueductos rurales de la zona como para el acueducto de la ciudad de Pasto. Sin embargo, el 23% de los oferentes considera que sus tierras no presentan las suficientes características para determinar su importancia en cuanto al recurso hídrico; frente a esto, podría tomarse esta respuesta como una de las principales razones por las cuales muchos no se muestran interesados en ofrecer el SEH en la Subcuenca.



Presencia de contaminación dentro de la finca

Tal como se menciona en párrafos anteriores, la no residencia en las fincas influye sobre el manejo al que pueden someterse los recursos naturales presentes en ellos. En este sentido, el 86% de los entrevistados respondieron que en sus fincas no existe o no se genera algún tipo de contaminación que afecte la calidad de las aguas destinadas para consumo. Mientras que el 14% de los oferentes respondieron que es posible que dicha calidad se vea afectada por actividades como la ganadería, la aplicación de agroquímicos y la descarga de aguas negras y grises sin ningún tipo de tratamiento.



Iniciativas para el establecimiento de pcsa

Del 53% de los entrevistados que actualmente tienen pcsa dentro de sus propiedades, el 52% lo tiene por tradición familiar; mientras que el 34% las han establecido después de haber recibido algún tipo de capacitación sobre el tema y el 14% restante como producto de una imitación frente a lo que observan en las propiedades vecinas.

	Capacitación	tradición	Vecinos	Otro
FA	15	23	6	0
FR	0,34	0,52	0,14	0,00

Financiamiento de las pcsa

En lo que se refiere a la forma como los entrevistados han financiado el establecimiento de las pcsa que tienen en sus propiedades, las razones mas comunes representadas en un 44% cada una, son mediante recursos propios y a travez del financiamiento de proyectos tales como reforestaciones y proyectos de tipo académico desarrollados por diferentes instituciones educativas.

	Propio	Antecedentes	Proyecto
FA	15	4	15
FR	0,44	0,12	0,44

Razones para no establecer pcsa

Para el 47% de los entrevistados que actualmente no realizan pcsa la principal razon por la cual no las establecen, es la falta de conocimiento y asesoría para manejar adecuadamente los recursos con los que dispone la propiedad; de igual forma, la falta de espacio y de dinero representan importantes razones para no incorporar este tipo de prácticas dentro las propiedades. Esto básicamente se debe a la ausencia de créditos y subsidios que las incentiven.

	Dinero	Espacio	No es por.	Desconocimiento
FA	16	25	1	31
FR	0,22	0,34	0,01	0,42

Uso del bosque

Para el caso de aquellos entrevistados que en alguna ocasión han hecho uso del bosque, la extracción de leña, madera y carbón representada en un 70% ha sido la razón más relevante; esto debido a que el 84% de esta extracción es destinada para el autoconsumo como una fuente

alternativa de energía. Por otro lado, el 16% de los entrevistados que afirman hacer usos del bosque, lo hacen para sustituir su uso, por el establecimiento de pasturas.

	Cultivos	Pastos	Leña, madera, carbón	frutas
FA	3	7	31	3
FR	0,07	0,16	0,70	0,07

Razones de no uso del bosque

Contrario a lo anterior, los entrevistados que en los últimos años no han hecho uso del bosque argumentan que la principal razón (69%) para esta decisión, es la conservación de recursos como el bosque, el suelo, el agua y la biodiversidad. Así mismo, para el 19% de ellos el cumplimiento de las leyes se convierte en otro motivo para no hacer uso del bosque que existe en sus propiedades.

	Conservación	Fuente de madera y leña	Falta de opciones prod.	Cumplimiento de ley
FA	25	2	2	7
FR	0,69	0,06	0,06	0,19

Frente a la pregunta si ellos eliminarían en el futuro parte de la vegetación que en el momento se encuentra en sus propiedades, el 88% respondió que no lo haría. Con respecto al desarrollo de actividades de reforestación, el 41% a participado, pero de ellos únicamente el 36% le ha hecho algún tipo de mantenimiento despues de su establecimiento.

	Eliminaría bosque		Reforestaciones		Mantenimiento	
	SI	NO	SI	NO	SI	NO
FA	8	61	43	63	16	29
FR	0,12	0,88	0,41	0,59	0,36	0,64

Interés en implementar pcsa

El 80% de los entrevistados estaría dispuesto en establecer prácticas de conservación de suelos y aguas dentro de sus propiedades, más aún si existe una compensación monetaria por ello. De estos interesados, solo el 12% lo haría en toda la propiedad, el 49% dedicaría menos de 1 ha y el 39% las establecería en más de una hectárea.

	Implementaría pcsa		Área para pcsa		
	Si	No	Todo	Menos de 1has	1 - 5 has
FA	78	19	7	29	23
FR	0,80	0,20	0,12	0,49	0,39

Participación de los entrevistados en el tema propuesto

Frente al tema expuesto, el 74% de los entrevistados expresó estar interesado en participar en talleres relacionados con el tema y al 80% de la muestra le gustaría y estaría dispuesto en participar en proyectos con estas características. La diferencia entre las dos formas de participación se relaciona con lo mencionado en análisis anteriores, donde se comenta que el 38% de los entrevistados esta en un rango de edad entre 59 y 72 años, razón por la cual expresan sentirse desmotivados para asistir a talleres; mientras que para el desarrollo de proyectos cualquier miembro de la familia asumiría el compromiso.

	Talleres		Proyectos	
	Si	No	Si	No
FA	75	27	82	20
FR	0,74	0,26	0,80	0,20